Unión Geofísica Mexicana, A.C.

CICESE

geos

Volumen 45 No. 1 Octubre de 2025

Geos, Vol. 45, No. 1, Octubre 2025, p. 1 - 212

geos
https://geos.cicese.mx

**BOLETÍN INFORMATIVO
DE LA
UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.**

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. Lucia Capra Pedol
Instituto de Geociencias, UNAM
Secretaria de Investigación

Dra. Avith Mendoza Ponce
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Secretaria 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
Secretaria de Vinculación

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

Editores Principales

Luis A. Delgado Argote
ldelgado@cicese.mx
CICESE

Avith Mendoza Ponce
avith.mendoza@unicach.mx
UNICACH

Comité Editorial

Harald Böhnel, UNAM
Noel Carbajal Pérez, IPICyT
Oscar Campos, UNAM
Gerardo Carrasco, UNAM
Carlos Flores Luna, CICESE
Efraín Gómez Arias, 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

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 dedicó al papel de las mujeres en las geociencias, con el propósito de visibilizar, reconocer y reivindicar su valiosa contribución en la generación y difusión del conocimiento dentro de nuestras disciplinas. En este contexto, se organizó una mesa de discusión para reflexionar e intercambiar ideas y experiencias orientadas a la construcción de una ciencia más inclusiva, equitativa y representativa.

Durante el congreso se desarrollaron sesiones de relevancia nacional e internacional, entre las que destacan: el 40 aniversario del sismo de 1985, el sismo de Cucapah de 2010, el Año Internacional de la Preservación de los Glaciares, los enjambres sísmicos de Michoacán y Ciudad de México, así como temas relacionados con peligros geológicos (inundaciones, deslizamientos, huracanes, tormentas solares, entre otros), energías renovables, vulcanismo en Los Tuxtlas, Veracruz, medición de la calidad del aire, redes de monitoreo, ciencias espaciales, instrumentación para las geociencias y las geociencias en, con y para la sociedad, entre otros.

En esta edición se llevaron a cabo 20 sesiones regulares y 18 sesiones especiales, con un total de 704 resúmenes aceptados: 499 en formato oral y 205 en formato de cartel. Se recibieron además 16 propuestas de cursos sobre diversos temas. Este año también se contó con cuatro conferencias plenarias, impartidas por destacadas investigadoras de Austria, Italia, Estados Unidos y Canadá, una mesa sobre el rol de las mujeres en la ciencia y otra enfocada en la divulgación de las geociencias.

Tuvimos 749 participantes inscritos, de los cuales 421 son miembros activos. Entre ellos destacan 104 estudiantes de posgrado y 132 de licenciatura, 36 de los cuales recibieron apoyo mediante el programa de becas de la UGM. Asimismo, se contó con la participación de 24 expositores y el respaldo de 16 instituciones patrocinadoras, cuyo apoyo fue fundamental para el éxito de esta reunión anual.

Como parte de las actividades, se entregaron los reconocimientos al Maestro del Año, la Medalla Manuel Bárcena y el Premio Francisco Medina Martínez a las mejores tesis de licenciatura y posgrado. Además, se llevaron a cabo el Concurso de Cuento Científico, el Concurso de Conocimientos en Ciencias de la Tierra para estudiantes de licenciatura y el Segundo Concurso de Fotografía, todos ellos con el generoso apoyo de tres patrocinadores.

Por séptima ocasión, se celebró la Feria de las Ciencias de la Tierra y el Espacio, en el Parque Hidalgo, colonia Centro de Puerto Vallarta. Este evento busca acercar a alumnos de primaria y secundaria al conocimiento de diversos geofenómenos. La feria contó con 23 talleres matutinos y 13 vespertinos. Se atendió a cerca de 500 participantes provenientes de varias escuelas primarias y secundarias y padres de familia; así como estudiantes universitarios y público en general. Agradecemos a las autoridades educativas y municipales por el apoyo a estas actividades lúdicas y los esperamos el próximo año.

En cuanto a las publicaciones oficiales de la UGM, editadas por el CICESE y el Instituto de Geofísica de la UNAM, se reportan importantes avances en las revistas GEOS y Geofísica Internacional.

La revista GEOS, que utiliza la plataforma OJS/PKP, ha duplicado su visibilidad. Este año concluyó la digitalización de todos sus números desde 1981, publicando dos ediciones anuales: el Número 1, con los resúmenes de la RAUGM, y el Número 2, con artículos arbitrados. Además, ha servido como plataforma de difusión para las 25 Olimpiadas de Ciencias de la Tierra organizadas por la UGM en Ensenada. Agradecemos especialmente al equipo editorial de GEOS: Sergio Arregui (plataforma), Luis Delgado (editor responsable), Daniel Peralta (editor de resúmenes de la RAUGM) y Humberto Benítez (editor técnico).

Por su parte, la revista Geofísica Internacional ha incrementado su productividad, pasando de cuatro a un promedio de ocho artículos por fascículo, mejorando su posición de Q4 a Q3, con un Factor de Impacto de 0.7 y un CiteScore de 1.1. Actualmente se encuentra indexada en 16 bases de datos internacionales, y el número de citas ha crecido un 26 % anual, reflejo del reconocimiento creciente a su calidad académica.

La Unión Geofísica Mexicana registra 818 seguidores en Instagram y 16000 en Facebook, consolidando su presencia en plataformas digitales.

Finalmente, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Avith Mendoza Ponce, Lucía Capra Pedol, Elva Escobar, Antonio Pola Villaseñor, Mario González Escobar y Óscar Castro Artola, por su disposición para integrar la Mesa Directiva 2024-2025 y por su trabajo arduo durante este periodo.

Agradecemos también al staff, así como a las y los becarios, cuya colaboración fue indispensable para llevar a cabo esta ardua tarea.

Gracias a las y los miembros de la Unión Geofísica Mexicana, los logros alcanzados son resultado de su compromiso y participación.

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

ESTRUCTURA DE LA REUNIÓN ANUAL 2025

La Reunión Anual 2025 de la Unión Geofísica Mexicana contó con un total de 704 trabajos, distribuidos en 20 sesiones regulares y 18 sesiones especiales. Se invitó a distinguidas especialistas a impartir conferencias plenarias en cuatro áreas de interés: Oceanografía y Limnología, Tierra Sólida, Atmósfera y Ciencias Espaciales. Asimismo, se llevaron a cabo dos mesas de discusión sobre temas de actualidad. Las sesiones se desarrollaron en cinco salas simultáneas y se contó con un área de carteles y exposición, con la participación de 24 expositores de los sectores privado, público y académico. Además, se ofrecieron 16 cursos de capacitación sobre diversos temas de interés para estudiantes y especialistas.

Conferencias Plenarias

INFORME MUNDIAL SOBRE RECURSOS HÍDRICOS EN MONTAÑAS Y GLACIARES
Laura Imburgia
UNESCO World Water Assessment Program

CAN WE PREDICT MARINE ECOSYSTEMS AND FISHERIES? A LOOK AT THE CALIFORNIA CURRENT
Mercedes Pozo
University of California, Santa Cruz

STORMS IN SPACE = PROBLEMS ON EARTH
Larisa Trichtchenko
Coordinator, Space Weather Expert Team, WMO

SISTEMA INTERNACIONAL DE VIGILANCIA: EL VALOR MÁS ALLÁ DE LA ESTRATEGIA DE SOSTENIMIENTO
Xyoli Pérez-Campos
Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization, CTBTO

Mesas de Discusión

LAS MUJERES EN LA CIENCIA
Panelistas:
Xyoli Pérez-Campos, Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization, CTBTO
Laura Imburgia, UNESCO World Water Assessment Program
María Soledad Funes Argüello, Coordinación de la Investigación Científica, UNAM
Tamara Martínez Ruíz, Secretaría de Desarrollo Institucional, UNAM
Penélope López Quiroz, Instituto de Geociencias, UNAM
Modera:
Lucía Capra Pedol, Instituto de Geociencias, UNAM

LO QUE SABEMOS Y LO QUE FALTA POR INVESTIGAR: NECESIDADES Y RETOS EN LA DIVULGACIÓN DE LAS GEOCIENCIAS
Panelistas:
Jesús Aceves Romero, Instituto de Geofísica, UNAM
Marco A. Miramontes Téllez, Instituto de Geografía, UNAM
Catalina Armendáriz Beltrán, Instituto de Geofísica, UNAM
Yoalli Hernández Marmolejo, Instituto de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Mónica G. Ramírez Calderón, Instituto de Geociencias, UNAM
Modera:
Manuel Suárez Lastra, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM
Karina G. Oropeza Estrada, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM

Sesiones Regulares

ARQUEOMETRÍA (AR)
Organizadores:
Galia González Hernández

CIENCIAS DEL SUELO (CS)
Organizadores:
Elizabeth Solleiro, María Yazmín Rivera Uria, Sergio Alvarado Soto

CLIMATOLOGÍA, CAMBIOS CLIMÁTICOS Y ATMÓSFERA (CCA)
Organizadores:
Erika Danaé López Espinoza, Guillermo Montero Martínez

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA (EG)
Organizadores:
Diego Ruiz Aguilar, Sóstenes Méndez Delgado, 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, Selene Olea Olea

GEOLOGÍA DEL PETRÓLEO (GP)
Organizadores:
Javier Arellano Gil

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL Y TECTÓNICA (GET)
Organizadores:
Carlos Simón Reyes Martínez

GEOLOGÍA Y GEOFÍSICA AMBIENTAL (GGA)
Organizadores:
Laura Elizabeth Peña García, Martín Hernández Marín

GEOMAGNETISMO Y PALEOMAGNETISMO (GEOPAL)
Organizadores:
Fredy Rubén Cejudo Ruiz, Miguel Angel Cervantes Solano

GEOQUÍMICA Y PETROLOGÍA (GEOQP)
Organizadores:
Claudio Inguaggiato

MODELACIÓN DE SISTEMAS GEOFÍSICOS (MSG)
Organizadores:
Vlad Manea, Víctor de la Luz

OCEANOGRAFÍA COSTERA (OCC)
Organizadores:
Braulio Juárez Araiza, Isaac Rodríguez Padilla

OCEANOLOGÍA (OCE)
Organizadores:
Erik Coria Monter, Elizabeth Durán, Jorge Alejandro Kurczyn Robledo

PALEONTOLOGÍA (PALEO)
Organizadores:
Laura Almaraz Ruiz, María del Carmen Álvarez García

RIESGOS NATURALES (RN)
Organizadores:
Juan Manuel Sandoval Hernández

SEDIMENTOLOGÍA Y ESTRATIGRAFÍA (SED)
Organizadores:
Norma González Cervantes

SISMOLOGÍA (SIS)
Organizadores:
Héctor González Huizar, Francisco Córdoba Montiel, Erika Alinne Solano

VULCANOLOGÍA (VUL)
Organizadores:
Martha Gabriela Gómez Vasconcelos, Denis Avellán

Sesiones Especiales

LAS GEOCIENCIAS EN LA SOCIEDAD: EDUCACIÓN, DIFUSIÓN Y DIVULGACIÓN (SE01)
Organizadores:
Marina Manea, Miguel Ángel Martínez Rodríguez, Cristian Alberto Juárez Valle, Rodrigo Pérez Luján

LIMNOLOGÍA FÍSICA (SE02)
Organizadores:
Tzitlali Gasca Ortiz, Diego Armando Pantoja González

INVESTIGACIÓN INTEGRAL DEL PELIGRO SÍSMICO: DESDE LOS PROCESOS DE RUPTURA HASTA LA MITIGACIÓN DE DESASTRES COMPUESTOS (SE03)
Organizadores:
Josué Tago Pacheco, Tomoaki Nishikawa, Enrique Guevara Ortiz, Raymundo Omar Plata Martínez

40 AÑOS DEL SISMO DE 1985: CONMEMORACIÓN Y AVANCES EN LA SISMOLOGÍA MEXICANA (SE04)
Organizadores:
Martha Gabriela Gómez Vasconcelos, Diana Cinthia Soria Caballero

MEDICIÓN DE LA CALIDAD DE AIRE Y EMISIONES DESDE EL ESPACIO (SE05)
Organizadores:
Victor Hugo Almanza Veloz, Wolfgang Stremme, James Crawford

CONVERGENCIA EN INSTRUMENTACIÓN PARA LAS GEOCIENCIAS Y CIENCIAS ESPACIALES: INNOVACIÓN, DESARROLLO Y APLICACIONES (SE06)
Organizadores:
Armando Carrillo Vargas, Ana Caccavari Garza, Gerardo Cifuentes Nava, Charbeth López Urias

GEOCIENCIAS CON Y PARA LAS COMUNIDADES: COLABORACIÓN, RECIPROCIDAD Y REFLEXIÓN EN LA INVESTIGACIÓN GEOCIENTÍFICA - UN DIÁLOGO CON EL PROGRAMA DE AGU THRIVING EARTH EXCHANGE (SE07)
Organizadores:
Marina Nuria Cox, Bernardo A. Bastien Olvera, Elsa Sánchez García

LA REGIÓN DE LOS TUXTLAS: UNA VISIÓN MULTIDISCIPLINARIA DEL ESTADO ACTUAL DE SU CONOCIMIENTO (SE08)
Organizadores:
Sergio Rodríguez Eizarrarás, Wendy Vanesa Morales Barrera, Valerie Pompa Mera

LA CIENCIA ABIERTA Y LAS REVISTAS DE GEOCIENCIAS EN MÉXICO: RECOMENDACIONES PARA LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS DE RELEVANCIA INTERNACIONAL (SE09)
Organizadores:
Saúl Armendáriz, Minerva Castro, Ricardo Castro

MÉTODOS COMPUTACIONALES EN CIENCIAS DE LA TIERRA (SE10)
Organizadores:
Jorge Javier Hernández Gómez, Gabriela Aurora Yáñez Casas, Abraham de Jesús Pablo Sotelo, Fabián Ramírez López

ENERGÍAS RENOVABLES Y SISTEMAS DE ENERGÍA: DESAFÍOS DE MODELACIÓN MULTI-ESCALA (SE11)
Organizadores:
Vanesa Magar, Carlos Alberto López Villalobos, Josué Zárate, Eduardo Ramos Mora

LA CONTRIBUCIÓN DE LA CARTOGRAFÍA DIGITAL A LAS GEOCIENCIAS: PASADO RECIENTE Y PERSPECTIVAS (SE12)
Organizadores:
Stéphane Couturier, Javier Osorno, Luca Ferrari

CIENCIAS ESPACIALES, QUÍMICA PREBIÓTICA Y ASTROBIOLOGÍA (SE13)
Organizadores:
Alejandro Paredes Arriaga, María Guadalupe Cordero Tercero

REDES DE MONITOREO E INVESTIGACIÓN EN MÉXICO (SE14)
Organizadores:
Mercedes Andrade Velázquez, Antonio Ladino, Arturo Iglesias

A 15 AÑOS DEL SISMO EL MAYOR-CUCAPAH, MW 7.2, ¿CÓMO HA EVOLUCIONADO EL CONOCIMIENTO DE LA SISMOTECTÓNICA DEL NOROESTE DE MÉXICO? (SE15)
Organizadores:
José Antonio Vidal Villegas, Erik Esteban Ramírez Ramos, Alejandro González Ortega

ENJAMBRES SÍSMICOS Y PROCESOS ASOCIADOS CON LA ACTIVIDAD VOLCÁNICA Y TECTÓNICA (SE16)
Organizadores:
Ana Teresa Mendoza, Ramon Zúñiga, Servando De la Cruz, José Luis Macías Vázquez

EXPOSITORES EN LA RAUGM 2025 (SE17)
Organizadores:
Salvador Fernández

CONFERENCIAS PLENARIAS (SE18)
Organizadores:
Lucía Capra Pedol

Cursos

PROCESAMIENTO DE DATOS GNSS DE ALTA FRECUENCIA CON EL PROGRAMA TRACK (CU01)
Instructores:
Ekaterina Kazachkina, Lilibeth Contreras

DELIMITACIÓN DE COMPONENTES O TRAYECTORIAS DE EN UN SISTEMA DE FLUJO DE AGUA SUBTERRÁNEA (CU02)
Instructores:
Selene Olea Olea, Zaida Martínez Casas

PROGRAMACIÓN DE ALTO NIVEL CON PYTHON PARA GPUS (CU03)
Instructores:
Víctor Hugo De la Luz Rodríguez, Sergio Rogelio Tinoco Martínez, Elizandro Huipe Domratcheva

INTRODUCCIÓN A LOS MÉTODOS DE VISUALIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE COMPOSICIÓN ATÓMICA EMPLEANDO LA MICROSONDA ELECTRÓNICA JEOL JXA-8230 (CU04)
Instructores:
Noemi Jasmin Salazar Hermenegildo, Giovanni Sosa Ceballos

TALLER AVANZADO DE IMPRESIÓN 3D Y CAD EN GEOCIENCIAS (CU05)
Instructores:
Armando Carrillo Vargas, Ana Caccavari Garza, Gerardo Cifuentes Nava, Charbeth Urias López

GEOMECÁNICA SÍSMICA: FUNDAMENTOS, METODOLOGÍAS Y APLICACIONES (CU06)
Instructores:
Moisés Francisco Guzmán Villa

MODELACIÓN GEOESPACIAL DE PELIGROS GEOLÓGICOS CON MÉTODOS ESTADÍSTICOS: APLICACIÓN EN QGIS Y R (CU07)
Instructores:
Sergio Armando García Cruzado, Nelly Lucero Ramírez Serrato, Jacob Jesús Nieto Butrón, Gabriela Vidal García

SIG EN R (CU08)
Instructores:
Mario Guevara

DIFRACCIÓN DE RAYOS X PARA GEOCIENTÍFICOS: INTRODUCCIÓN A LA CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA CON DRX (CU09)
Instructores:
Daniela Kristell Calvo Ramos, Luisa Fernanda Rueda Garzon, Alejandro Carrillo Chavez

DISEÑA Y LEVANTA BASES DE DATOS SQL PARA MANEJO DE INFORMACIÓN EN CIENCIAS DE LA TIERRA (CU10)
Instructores:
Jorge Javier Hernández Gómez, Gabriela Aurora Yáñez Casas, Ángel Gutiérrez Aguilar, Arturo Cruz Aparicio

LA DEPREDACIÓN DE LA CIENCIA Y LA PUBLICACIÓN CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA: ¿CÓMO REPERCUTE EN LAS GEOCIENCIAS? (CU11)
Instructores:
Saúl Armendáriz, Minerva Castro Escamilla, Perla Sosa

PROCESAMIENTO DE MÉTODOS ELÉCTRICOS (SEV Y TRE) EN ESTUDIOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS Y GEOTECNIA (CU12)
Instructores:
Elizabeth Rivera Calderón, Adriana Nadcielli Soto Rodríguez

APLICACIONES DE LA GEOQUÍMICA AL ESTUDIO DEL REGISTRO FÓSIL (CU13)
Instructores:
Francisco Sánchez Beristain

DE DATOS SÍSMICOS A COMUNIDADES RESILIENTES: ENFOQUES INNOVADORES ANTE LOS RIESGOS ASOCIADOS A TERREMOTOS Y TSUNAMIS (CU14)
Instructores:
Yoshihiro Ito, Raymundo Omar Plata Martínez, Octavio Gómez Ramos, Martín Cárdenas Soto, Sandra Vaiciulyte, Josué Tago

INSTRUMENTACIÓN SISMO-GEODÉSICA EN CONTINENTE, ISLAS Y VOLCANES (CU15)
Instructores:
Antonio de Jesús Mendoza Carvajal, Alejandro Hurtado Díaz, Fernando Navarro Estrada, Luis Salazar Tlaczani

PYTHON PARA EL ANÁLISIS GEOESPACIAL: DEL LENGUAJE AL SIG (CU16)
Instructores:
Angel Emmanuel Morales Neri, Saliha del Carmen Barbosa

Expositores

GEOELEC
https://geoelec.com.mx

COMEXMOL
https://comexmol.com

GUIDELINE GEO
https://www.guidelinegeo.com

VASE SÍSMICA
https://vasesismica.com

KINEMETRICS
https://kinemetrics.com

GEOTEM
https://geotem.com.mx

AMPERE
https://gruposimonett.com

NORTEK
https://www.nortekgroup.com

NANOMETRICS
https://nanometrics.ca

ZEBRA EARTH SCIENCES INC.
https://www.zebraes.com

TERRACON INGENIERÍA
https://terracon-int.com

REFTEK
https://reftek.com

DINOTOOLS
https://

INSTITUTO DE GEOFÍSICA, UNAM
https://www.geofisica.unam.mx

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA Y CAMBIO CLIMÁTICO, UNAM
https://www.atmosfera.unam.mx

INSTITUTO DE GEOCIENCIAS, UNAM
http://www.geociencias.unam.mx

POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA, CICESE
https://www.cicese.edu.mx

POSGRADO EN OCEANOGRAFÍA FÍSICA, CICESE
https://www.cicese.edu.mx

POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA, UNAM
https://www.pctierra.unam.mx

CENTRO DE CIENCIAS DE LA TIERRA, UV
https://www.uv.mx

GEOCIENCIAS APLICADAS, IPICYT
https://www.ipicyt.edu.mx

INTERNATIONAL RESEARCH LABORATORY FOR EARTHQUAKE AND TSUNAMI RISK COGNITION AND REDUCTION, KYOTO UNIVERSITY
https://www.ilets.dpri.kyoto-u.ac.jp

GEOFÍSICA INTERNACIONAL, UNAM
https://revistagi.geofisica.unam.mx

INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM
https://www.geologia.unam.mx

Patrocinadores

GEOELEC
https://geoelec.com.mx

SECRETARÍA DE DESARROLLO INSTITUCIONAL, UNAM
https://sdi.unam.mx

CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, CICESE
https://www.cicese.edu.mx

COORDINACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA, UNAM
https://www.cic.unam.mx

INSTITUTO DE GEOFÍSICA, UNAM
https://www.geofisica.unam.mx

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA Y CAMBIO CLIMÁTICO, UNAM
https://www.atmosfera.unam.mx

INSTITUTO DE GEOCIENCIAS, UNAM
http://www.geociencias.unam.mx

INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM
https://www.geologia.unam.mx

DIRECCIÓN GENERAL DE DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA, UNAM
https://www.dgdc.unam.mx

THE GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA
https://www.geosociety.org

STEREN
https://www.steren.com.mx

ESCUELA NACIONAL DE ARTES CINEMATOGRÁFICAS, UNAM
https://www.enac.unam.mx

DIRECCIÓN DE LITERATURA Y FOMENTO A LA LECTURA, UNAM
https://literatura.unam.mx

CENTRO DE MONITOREO VULCANOLÓGICO-SISMOLÓGICO, UNICACH
https://monitoreo.unicach.mx

MUNICIPIO DE PUERTO VALLARTA
https://www.puertovallarta.gob.mx

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
https://www.udg.mx

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

Lucia Capra Pedol
Secretaria de investigación
Instituto de Geociencias, UNAM

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

Avith Mendoza Ponce
Secretaria de difusión
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, UNICACH

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
Espacio Exterior
Universidad Autónoma de Nuevo León, UANL

Comité Organizador

Ángel Daniel Peralta Castro
División de Ciencias de la Tierra, CICESE

Carlos Simon Reyes Martínez
División de Ciencias de la Tierra, CICESE

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

Elsa Sánchez García
Instituto de Geofísica, Unidad Morelia, UNAM

Héctor Tecanhuey Sánchez
Instituto de Geofísica, UNAM

Hugo Iván Sereno Villaseñor
Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia, UNAM

José de Jesús Mojarro Bermúdez
División de Ciencias de la Tierra, CICESE

Juan Salvador Fernández Peña
Instituto de Geofísica, UNAM

Karla Gabriela Cruz Cruz
Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia, UNAM

Luis Eduardo Ochoa Tinajero
División de Ciencias de la Tierra, CICESE

María Concepción González Martínez
División de Ciencias de la Tierra, CICESE

María Eugenia Ubach Cozatl
Instituto de Geofísica, UNAM

María Gabriela Ramírez Ortiz
Unión Geofísica Mexicana, UGM

Moisés Daniel González Álvarez
División de Ciencias de la Tierra, CICESE

Mónica Sánchez Oliveros
División de Ciencias de la Tierra, CICESE

Omar Séneca Falcón
Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático, UNICACH

Sergio Manuel Arregui Ojeda
División de Ciencias de la Tierra, CICESE

ÍNDICE GENERAL

Página

Editorial i

Estructura de la Reunión Anual 2025 iii

Índice general xi

Sesiones Regulares

Arqueometría (AR) 1

Ciencias del suelo (CS) 5

Climatología, cambios climáticos y atmósfera (CCA) 9

Exploración geofísica (EG) 27

Física espacial (FE) 37

Geodesia (GEOD) 41

Geohidrología (GEOH) 43

Geología del petróleo (GP) 48

Geología estructural y tectónica (GET) 50

Geología y geofísica ambiental (GGA) 56

Geomagnetismo y paleomagnetismo (GEOPAL) 60

Geoquímica y petrología (GEOQP) 62

Modelación de sistemas geofísicos (MSG) 68

Oceanografía costera (OCC) 72

Oceanología (OCE) 76

Paleontología (PALEO) 82

Riesgos naturales (RN) 86

Sedimentología y estratigrafía (SED) 94

Sismología (SIS) 99

Vulcanología (VUL) 108

Sesiones Especiales

Las geociencias en la sociedad: educación, difusión y divulgación (SE01) 120

Limnología física (SE02) 130

Investigación integral del peligro sísmico: desde los procesos de ruptura hasta la mitigación de desastres compuestos (SE03) 132

40 años del sismo de 1985: conmemoración y avances en la sismología mexicana (SE04) 138

Medición de la calidad de aire y emisiones desde el espacio (SE05) 141

Convergencia en instrumentación para las geociencias y ciencias espaciales: innovación, desarrollo y aplicaciones (SE06) 145

Geociencias con y para las comunidades: colaboración, reciprocidad y reflexión en la investigación geocientífica - un diálogo con el programa de AGU Thriving Earth Exchange (SE07) 149

La región de Los Tuxtlas: una visión multidisciplinaria del estado actual de su conocimiento (SE08) 152

La ciencia abierta y las revistas de Geociencias en México: recomendaciones para la publicación de artículos de relevancia internacional (SE09) 156

Métodos computacionales en Ciencias de la Tierra (SE10) 160

Energías renovables y sistemas de energía: desafíos de modelación multi-escala (SE11) 165

La contribución de la cartografía digital a las geociencias: pasado reciente y perspectivas (SE12) 168

Ciencias espaciales, química prebiótica y astrobiología (SE13) 170

Redes de monitoreo e investigación en México (SE14) 176

A 15 años del sismo El Mayor-Cucapah, Mw 7.2, ¿cómo ha evolucionado el conocimiento de la sismotectónica del Noroeste de México? (SE15) 182

Enjambres sísmicos y procesos asociados con la actividad volcánica y tectónica (SE16) 186

Expositores en la RAUGM 2025 (SE17) 190

Conferencias plenarias (SE18) 192

Índice de autores 193

Sesión regular

ARQUEOMETRÍA

Organizador

Galia González Hernández

AR-1

TOMOGRAFÍAS ELÉCTRICAS RESISTIVAS Y GPR PARA LA EXPLORACIÓN DE LA ZONA ARQUEOLÓGICA DE COMALCALCO, TABASCO

Aguilar Marín José Guillermo, Serrano Ortiz José, González Guevara José Luis, Martínez Mirón Yleana Claudia, Castillo Pensado Juan Luis y González Hernández Julio César

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP

jose.aguilarmar@alumno.buap.mx

Dentro de los límites de la zona arqueológica de Comalcalco se han encontrado numerosas piezas de cerámica así como los famosos "ladrillos mayas" que son característicos de esta antigua ciudad y que representan un interés arqueológico. Se utilizaron los métodos geofísicos TRE y GPR con el objetivo de obtener modelos geofísicos que ayuden a identificar basamentos, su morfología y estabilidad. Así como también identificar las etapas constructivas de estos. Buscar posibles estructuras hechas de ladrillo u otros materiales enterrados que puedan ser relevantes para la arqueología.

AR-2

EL REGISTRO MEDIANTE UAV-LIDAR DE CERRO DE LAS MESAS, VERACRUZ

Jiménez Gerardo[1], López-Mejía Javier[1], Acosta Guillermo[1], Santoni Romolo[2], Fossati Aura[3] y Fabrini Ravi[4]

[1]*Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM*

[2]*Circolo Amerindiano*

[3]*Université Paris 1*

[4]*Universitá di Perugia*

gejst5@gmail.com

Como parte de la Temporada 2025 del Proyecto Ruta de la Obsidiana, Dirigido por el Dr. Romolo Santoni, del Circolo Amerindiano y en colaboración con el Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM, se llevó a cabo el registro LiDAR del núcleo principal del sitio Cerro de Las Mesas, Municipio de Tlalixcoyan, Veracruz. Este es un proyecto de investigación internacional e interdisciplinario sobre las dinámicas de cambio de las culturas indígenas mesoamericanas, con un énfasis particular en estudiar el paso de la fase olmeca a la post-olmeca. En este trabajo se muestra una metodología de trabajo que intenta destacar la dificultad de registrar mediante LiDAR SLAM aerotransportado para el registro de grandes áreas. Se destaca la necesidad de georreferenciación de la nube de puntos mediante el registro fotogramétrico, el procesamiento de los datos para clasificar terreno y aislar la vegetación; así como la complementariedad de otras metodologías que emplean vehículos aéreos no tripulados con sensores multiespectrales y térmicos. Los resultados, además de mostrar el modelo digital de terreno que muestra la traza urbana del sitio y su afectación por actividades modernas, permitió reconocer por primera ocasión, la presencia de rasgos de tecnología hidráulica al sur del sitio arqueológico, con estructuras tipo canales y campos levantados, lo que muestra la complejidad urbana y demográfica de uno de los sitios más importantes del Clásico Temprano en Veracruz.

AR-3

REGISTRO MEDIANTE SENSORES AEROTRANSPORTADOS LIDAR Y MULTIESPECTRALES DE UN SITIO COSTERO DE VERACRUZ

López-Mejía Javier[1], Jiménez Gerardo[1], Acosta Guillermo[1] y Ensor Bradley[2]

[1]*Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM*

[2]*Eastern Michigan University*

javillomx@yahoo.com

Las investigaciones arqueológicas en la región del Golfo de México han ampliado considerablemente el conocimiento del desarrollo de las culturas Mesoamericanas. A pesar de esta atención, la arqueología de la Costa del Golfo rara vez se ha enfocado en las poblaciones que ocuparon las playas y franja de costa, así como su relevancia para el desarrollo de las culturas regionales. En sus primeras temporadas (2021-2023), el Proyecto Arqueológico Lagunas Camaronera y Alvarado (PALCA) registró 22 sitios prehispánicos (del Clásico Medio al Tardío) y 4 sitios históricos (del Siglo XIX-XX) en las orillas de la Laguna Camaronera y el mar adyacente. Todos los sitios observados son altamente afectados por la erosión de las costas de ambos cuerpos de agua. La segunda temporada de 2022-23 fue dedicada al estudio de las funciones de distintos rasgos culturales lagunares y marinos (Ensor 2023). A diferencia de patrones de asentamiento urbano en las llanuras fluviales del interior de la región Golfo, los asentamientos del Clásico Medio al Tardío a lo largo de casi 1km del mar probablemente correspondían a una zona urbana dependiente del Sitio Salinas. Las excavaciones preliminares confirmaron estructuras domésticas, pero los depósitos están enterrados muy por debajo de la superficie y solo se observan en el corte de erosión en la costa. Entonces, para verificar su continuación entre el corte de erosión hacia el Sitio Salinas, se decidió llevar a cabo el registro de los rasgos de superficie mediante análisis LIDAR y fotogramétrico del principal núcleo urbano (Sitio Salinas), y del mayor sitio de la orilla sur de la laguna (Sitio 1), así como de los asentamientos sobre duna costera altamente erosionados en la franja de costa. El objetivo es determinar las áreas de mayor potencial para para prospección geofísica y excavación en 2026.

AR-4

EVIDENCIA DE OCUPACIÓN HUMANA EN UN TLATEL DE XOCHIMILCO POR MEDIO DE PROPIEDADES MAGNÉTICAS DE SEDIMENTOS

López Delgado Verónica[1], Acosta Ochoa Guillermo[1] y Coba Morales Luis Alberto[2]

[1]*Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM*

[2]*Escuela Nacional de Antropología e Historia*

verol@ciencias.unam.mx

En la Cuenca de México la dinámica fluvio-lacustre ha permitido la formación de rasgos geomorfológicos como el tlatel, usado por diversos grupos humanos para su asentamiento y desarrollo. En San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, se observa el aprovechamiento de recursos, la interacción con el medio lacustre y la capacidad para modificar el entorno por parte de grupos cazadores recolectores. Por medio de experimentos de magnetismo de rocas se identificó evidencia antrópica en las secuencias estratigráficas de nueve pozos de sondeo. Este estudio presenta una metodología útil para aplicar en diversas investigaciones arqueológicas, proveyendo de información arqueométrica basado en las propiedades magnéticas de los sedimentos.

AR-5 PLÁTICA INVITADA

EL PRIMER REGISTRO DE ESTROMATOLITOS EN LOS LAGOS DE LA CUENCA DE MÉXICO: IMPLICACIONES AMBIENTALES Y CRONOLÓGICAS

Acosta Guillermo[1], González Galia[2], Beramendi Laura[3], Coba Luis Alberto[4], Valera Daisy[3], Fuentes Edith[3], Cienfuegos Edith[3] y Otero Francisco[3]

[1]*Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM*

[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*

[3]*Instituto de Geología, UNAM*

[4]*Escuela Nacional de Antropología e Historia*

acostaochoa@gmail.com

Los estromatolitos son estructuras rocosas laminadas resultado de la actividad de comunidades microbianas, principalmente cianobacterias. Estas bacterias fotosintéticas atrapan sedimentos y precipitan minerales como el carbonato de calcio, creando capas que se acumulan con el tiempo. Son considerados los fósiles vivientes más antiguos del planeta, con registros que datan de hace más de 3,500 millones de años. En México se localizan sitios con estromatolitos, tanto fósiles como activos, en localidades tan diversas como la Laguna de Bacalar en la península de Yucatán, en Cuatro Ciénegas en Coahuila o el cráter maar de Alchichica en Puebla, pero no habían sido identificados en la Cuenca de México. Este trabajo reporta la presencia de estructuras sedimentarias con estructura laminada de carbonato de calcio y otros minerales que hemos identificado como estromatolitos fósiles, ubicados en dos secuencias en el área de Atenco en el extinto lago de Texcoco al noreste de la Cuenca de México, como pate del proyecto arqueológico Las Chinampas arqueológicas de Xochimilco, Patrimonio en riesgo. Ejidos de Atenco-Nexquipayac, Estado de México. Estas estructuras fueron datadas mediante 14C evidenciando dos periodos de estabilidad del lago y donde pudieron prosperar. El primer periodo, datado entre 28,000 y 31,500 antes de la Era Común o AEC; y el último, hacia finales del periodo Clásico (ca. 360-641 EC). Además de las dataciones de radiocarbono, se llevaron a cabo

análisis de #13C, #18O, XRF, MEB-EDS, petrografía y catodoluminiscencia que permiten evaluar las condiciones en la que se formaron, sus características mineralógicas y las implicaciones ambientales de estos periodos con los asentamientos humanos, en comparación con otros estudios de reconstrucción paleocimática del Lago de Texcoco

AR-6

ALTIPLANOS TROPICALES COMO ESCENARIOS DE POBLAMIENTO TEMPRANO: EVIDENCIAS PALEOPEDOLÓGICAS Y GEOARQUEOLÓGICAS DESDE LA SABANA DE BOGOTÁ

Santana Quispe Lady Diana, Triana-Vega Angélica, Solliero-Rebolledo Elizabeth, Sedov Sergey y Díaz-Ortega Jaime
Instituto de Geología, UNAM
ladysantana04@gmail.com

Los altiplanos tropicales ofrecen un marco privilegiado para la dispersión de los primeros pobladores de América. La Sabana de Bogotá (Colombia, ~2600 m s.n.m.), en los Andes orientales, conserva un archivo excepcional de paleosuelos y edafosedimentos asociados a contextos arqueológicos, que documentan múltiples ciclos de formación, erosión y estabilidad entre el Pleistoceno tardío y el Holoceno. El análisis paleopedológico revela registros correspondientes a MIS 2 y MIS 1, en concordancia con archivos lacustres y glaciares regionales. El paleosuelo más antiguo (ca. 22,000 cal BP) muestra fuertes procesos de iluviación y estagnogley, bajo condiciones frías y húmedas, mientras que otro en torno a 11,000 cal BP presenta humificación y movilización de humus, indicando fases húmedas y mayor dinamismo geomorfológico. De especial relevancia es el hallazgo de un resto humano fechado en ~11,000 cal BP, asociado a estos paleosuelos desarrollados bajo condiciones de estabilidad climática. Estos una de las evidencias más tempranas de ocupación en Colombia. Estos resultados muestran que los altiplanos andinos no fueron simples corredores de tránsito, sino territorios atractores y estratégicos, donde el acceso a agua, fauna diversificada y estabilidad ecológica favoreció la ocupación temprana en un contexto de variabilidad climática. Este enfoque aporta un marco comparativo al debate global sobre el papel de los paisajes de altura en los procesos de colonización temprana de distintos continentes, y el papel de los paleosuelos como archivos paleoambientales y arqueológicos.

AR-7

UNA CIUDAD SOBRE EL PANTANO - DATACIÓN Y ESTUDIOS AMBIENTALES DE UNA OCUPACIÓN DEL ANTIGUO ASENTAMIENTO DE TLÁHUAC DURANTE EL POSCLÁSICO

Jiménez-González R. Berenice[1], Cabadas Báez Héctor[1], Guerrero Chávez Reynaldo[1], González Hernández Galia[2], Beramendi Orosco Laura[3], Díaz Ortega Jaime[3], Martínez-Yrízar Diana[4], Adriano Morán Cristina[4] y Acosta Ochoa Guillermo[4]
[1] *Instituto Nacional de Antropología e Historia, INAH*
[2] *Instituto de Geofísica, UNAM*
[3] *Instituto de Geología, UNAM*
[4] *Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM*
rberenicejimenez@gmail.com

Tláhuac fue una de las ciudades-estado más destacadas durante el Posclásico en el área lacustre del sur de la Cuenca de México. La importancia que se le otorga en las fuentes históricas del siglo XVI no se corresponde con estudios arqueológicos detallados sobre su origen y desarrollo. En el presente trabajo se presentan los resultados de excavaciones arqueológicas de una unidad doméstica en el límite sur de la ciudad prehispánica, donde se obtuvieron, además de diversos materiales arqueológicos como cerámica, lítica y hueso, las primeras dataciones radiométricas de su ocupación. En el sitio se realizaron estudios geoarqueológicos para evaluar la secuencia de ocupación. Se observó que la unidad doméstica fue fundada en una zona pantanosa poco profunda, rellenada con suelos acarreados del entorno circundante que incluyen materiales del periodo Formativo Tardío. Sobre estos suelos, de formación antrópica, se preparó un piso de tejido de tules similar al que se empleó en las chinampas arqueológicas, conocido como chinamitl. Sobre este se desarrolló la primera fase de ocupación que corresponde con Posclásico Temprano. Que posteriormente fue elevada mediante sedimentos y adobes durante el Posclásico Tardío, ocupación altamente perturbada por la actividad moderna. Para estos estudios se llevaron a cabo análisis de XRF, susceptibilidad magnética, micromorfología, análisis de macrorrestos botánicos, de fitolitos y datación de radiocarbono.

AR-8

SELECCIÓN HISTÓRICA DE ANDESITAS PARA METATES EN TURÍCUARO (MICHOACÁN): UN ANÁLISIS PETROFÍSICO Y MECÁNICO

Sereno Villaseñor Hugo Ivan y Pola Antonio
Universidad Nacional Autónoma de México
hugoivansereno@gmail.com

La caracterización petrofísica de rocas volcánicas constituye una vía fundamental para entender tanto su comportamiento mecánico como los criterios de selección que han sostenido la manufactura artesanal de herramientas de molienda. En este estudio se evaluaron andesitas de los volcanes El Metate y Hoya Urutzen, en el campo volcánico Michoacán-Guanajuato, explotadas históricamente y en la actualidad para la elaboración de metates. La metodología se centró en la determinación de densidad real y aparente, porosidad total y efectiva, distribución y conectividad de poros mediante porosimetría de intrusión de mercurio, así como propiedades hidrofísicas (permeabilidad y coeficiente de capilaridad) y mecánicas (resistencia a compresión uniaxial, módulo de Young y durabilidad frente a ciclos de desagregación). Los resultados muestran un rango amplio de porosidades (17–42 %) y densidades aparentes (1.6–2.2 g/cm^3), con una correlación inversa marcada entre ambas propiedades, pero modulada por la proporción de poros conectados y la geometría de gargantas. En rocas con porosidad intermedia (20–30 %), la conectividad cercana al 80 % favorece permeabilidades de hasta centenares de mD y elevados coeficientes de capilaridad, condiciones que aceleran la imbibición y reducen la durabilidad en uso. En contraste, materiales con menor porosidad interconectada presentan permeabilidades reducidas y mejor comportamiento frente a ciclos de saturación y secado. En términos mecánicos, la resistencia a compresión varió entre 17 y 101 MPa, sin correlación lineal con la porosidad, lo que evidencia el papel decisivo de la microestructura (microfracturas, orientación de cristales y distribución de vesículas) en la deformación y el modo de falla. Los valores del módulo de Young (4–15 GPa) corroboran esta influencia textural, al mostrar diferencias significativas en rigidez entre rocas con contenidos porosos semejantes. La integración de los parámetros físicos e hidromecánicos permite identificar un rango óptimo de propiedades para la elaboración de metates: densidades intermedias, porosidad moderada y conectividad controlada que aseguran trabajabilidad en el tallado, textura abrasiva eficaz para la molienda y resistencia suficiente frente a cargas cíclicas. La comparación entre canteras actualmente explotadas y aquellas abandonadas confirma que los artesanos han reproducido de manera empírica criterios coherentes con la caracterización petrofísica moderna, priorizando materiales que maximizan la durabilidad y eficiencia del utensilio. Este trabajo aporta un marco cuantitativo para relacionar la microestructura de andesitas con su respuesta mecánica e hidráulica, y establece un puente entre la caracterización de laboratorio y el conocimiento empírico heredado, contribuyendo a la arqueometría mediante la documentación objetiva de las bases materiales que sostienen la tradición reciente de producción de metates en Turícuaro.

AR-9 CARTEL

MÉTODO NO DESTRUCTIVO DE ANÁLISIS QUÍMICO ELEMENTAL, MICROSONDA ELECTRÓNICA DE BARRIDO: ANÁLISIS SEMICUANTITATIVOS CON ESPECTROMETRÍA DE ENERGÍA DISPERSADA DE RAYOS X DE CERÁMICA PREHISPÁNICA

Linares López Carlos[1], Ramírez Luna Ángel[1], Lozada Toledo Josuhé[2], Echauri Pérez Ileana Edith[2], Balsanelli Alice[3] y Palka Joel W.[4]
[1] *Instituto de Geofísica, UNAM*
[2] *Dirección de Estudios Superiores Arqueológicos, INAH*
[3] *Instituto de Investigaciones Fisiológicas, UNAM*
[4] *Universidad Estatal de Arizona, USA*
linaresc@igeofisica.unam.mx

El Laboratorio Universitario de Petrología (LUP) del Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía (LUP-LANGEM-SECIHTI) del Instituto de Geofísica de la UNAM, ha desarrollado un papel de suma importancia en diversos campos de la investigación en México; al permitirnos la obtención de resultados de microscopía electrónica, espectrometría de energía dispersada de rayos X (EDS) y espectrometría de longitud de onda de energía dispersada de rayos X (WDS). Entre ellos, estudios en Ciencias de la Tierra con análisis cuantitativo de minerales formadores de rocas y recientemente estudiando los minerales componentes de la cerámica prehispánica de diversos sitios arqueológicos de relevante importancia. El equipo es una microsonda electrónica de barrido (EPMA) JEOL JXA-8900R con 5 espectrómetros de longitud de onda de energía dispersada de rayos X y un espectrómetro de energía dispersada de rayos X, detector de electrones retrodispersados (BEI) lo cual permite generar imágenes composicionales para observar la relación espacial de los materiales presentes en las piezas de cerámicos en estudio; el microanálisis químico elemental es realizado con un espectrómetro de energía dispersada de rayos X (EDS), permite obtener el porcentaje en peso de la composición química en forma semi-cuantitativa. La caracterización de materiales culturales es muy importante para

el estudio de los mismos, en el caso de material cerámico arqueológico, la determinación de la composición mineralógica nos permite inferir aspectos como la tecnología alfarera utilizada, el origen de los materiales, el estudio de procedencias y de contacto entre grupos culturales, el comercio y la temporalidad entre otros aspectos. En este trabajo se presentan los resultados del análisis mineralógico por microscopia electrónica de barrido en cerámica del tipo dioses-incensarios lacandones encontrados en el sitio arqueológico de Yaxchilán, dicha cerámica esta asociada a actividades de peregrinación con destino a Yaxchilán como centro ceremonial y religioso Lacandon y provenientes de Lacanhá, San quintín, Bonampak y Jataté.

AR-10 CARTEL

EVIDENCIA DEL USO DE GRAFITO CRISTALINO COMO TÉCNICA DECORATIVA EN CERÁMICA ARQUEOLÓGICA

Acosta Guillermo[1], Jiménez Berenice[2], Reyes Marisol[3], Pi Teresa[4], Cabadas Héctor[5], Guerrero Benjamín Bogdan[6] y Díaz Jaime[4]

[1]*Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM*
[2]*DIrección de Salvamento Arqueológico, DSA-INAH*
[3]*Instituto de Química, UNAM*
[4]*Instituto de Geología, UNAM*
[5]*Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía, INAH*
[6]*Facultad de Ciencias Políticas, UNAM*

acostaochoa@gmail.com

Desde mediados del siglo pasado, la arqueología ha especulado sobre el origen de un pigmento con apariencia metálica que aparece en la llamada cerámica Rojo Bruñido del Posclásico Temprano (Rojo Texcoco Temprano) e inicios de la época colonial (Rojo Cuautitlán), especulando su probable origen como negro de manganeso o especularita. Más recientemente, en el Occidente de México se identificó recientemente carbón amorfo entre los materiales pigmentantes de apariencia metálica. En el presente estudio se ha realizado la caracterización de la decoración grafitada de distintos periodos en materiales de la Cuenca de México, así como del engobe rojo y las pastas cerámicas, empleando MO, XRF, XRD, FTIR, Raman y MEB-EDS. Los resultados indican el empleo recurrente de carbón en la forma de grafito cristalino caracterizado mediante MEB-EDS y corroborado mediante espectroscopía Raman y difracción de rayos X. Considerando las características ópticas y composicionales de la base sobre la que se aplicó el pigmento se proponen algunas hipótesis sobre su técnica de preparación, así como el origen geográfico probable de este mineral, lo cual habría implicado la obtención de esta materia prima a larga distancia, no obstante los estudios composicionales de la pasta cerámica indican una manufactura local de las vasijas.

AR-11 CARTEL

NUEVA INFRAESTRUCTURA PARA PREPARACIÓN DE MUESTRAS PEQUEÑAS EN EL LUR

González Hernández Galia[1], Beramendi Orosco Laura Eugenia[2] y Macías Vázquez José Luis[1]

[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Instituto de Geología, UNAM*

galia@igeofisica.unam.mx

En junio de 2025 el Laboratorio Universitario de Radiocarbono-LUR, perteneciente a los Institutos de Geofísica, Geología en Investigaciones Antropológicas y a los dos subsistemas de la UNAM -Investigación Científica y Humanidades- recibió una nueva infraestructura para la preparación de muestras orgánicas pequeñas, de aproximadamente 1 mg de Carbono, para su posterior análisis por Espectrometría de Masas con Aceleradores (AMS por sus siglas en inglés) con fines de datación o para estudios del ciclo de carbono. Después de un arduo esfuerzo de más de año y medio por parte de algunas de las autoridades de nuestra universidad, se llevó a cabo el proyecto de adquisición, traslado e instalación del Sistema Automatizado de Grafitización AGE 3 con Analizador Elemental-AE-, el cual fue diseñado por el laboratorio de 14C del Instituto Federal de Tecnología de Suiza (ETH). Actualmente, a nivel mundial 30 laboratorios cuentan con esta infraestructura analítica. Si bien el LUR continuará brindado el servicio de datación por Espectrometría de Centelleo Líquido (ECL) para muestras diversas que contengan mayor cantidad de Carbono, más de 2 g; la puesta en marcha de esta nueva facilidad analítica permitirá ampliar el espectro de colaboración del LUR con proyectos de investigación de los diferentes grupos de geocientíficos, arqueólogos y antropólogos que empleen el 14C como herramienta para generar cronologías de los contextos geológicos y arqueológicos; así como para estudios ambientales donde se utiliza el 14C como trazador isotópico en el ciclo de carbono. En este trabajo se presentará el proceso de puesta en marcha del AGE 3 en el LUR y sus primeros resultados.

AR-12 CARTEL

OPTIMIZACIÓN EN DATACIONES POR ARQUEOINTENSIDAD MEDIANTE EL ESTUDIO DE ANISOTROPÍA DE TERMOREMANENCIA EN CERÁMICAS Y BAHAREQUES

Hernández Cardona Arnaldo[1], Castellón Huerta Blas Román[2] y López Delgado Verónica[3]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*Instituto Nacional de Antropología e Historia, INAH*
[3]*Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM*

ahctetl@ciencias.unam.mx

La precisión en las determinaciones de arqueointensidad en materiales arqueológicos enfrenta limitaciones debido a la anisotropía de termoremanencia (ATR), la cual introduce incertidumbre en el registro magnético, particularmente en cerámicas y bahareques donde la orientación original de las muestras suele desconocerse. Este estudio aborda este vacío metodológico proponiendo un nuevo procedimiento de reorientación de muestras que busca minimizar el error sistemático asociado a la ATR, con el objetivo de evaluar su viabilidad técnica y su impacto en la precisión de las dataciones. Mediante el análisis comparativo de muestras con orientación controlada, se cuantificó el parámetro de corrección de anisotropía en ambos materiales, observándose que la reorientación reduce significativamente dicho parámetro, especialmente en bahareques frente a cerámicas, lo que sugiere que la eficacia del método depende de la composición y preparación del material. Adicionalmente, se identificó que la temperatura de cocción original afecta la magnitud de la corrección necesaria, estableciendo umbrales óptimos para cada caso. Estos resultados no solo validan la utilidad del procedimiento propuesto para los materiales estudiados, sino que también proporcionan criterios específicos para corregir los registros de intensidad magnética, ofreciendo así un protocolo estandarizable que mejora la fiabilidad de las reconstrucciones arqueomagnéticas.

AR-13 CARTEL

ANÁLISIS PALEOETNOBOTÁNICO DE CALIXTLAHUACA, UN SITIO AZTECA EN EL VALLE DE TOLUCA

Martínez-Yrízar Diana[1], McClung de Tapia Emily[1], Borejsza Aleksander[1] y Adriano Morán Carmen Cristina[2]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM*

yrizarmd@hotmail.com

El sitio arqueológico de Calixtlahuaca, se localiza en el Valle de Toluca al oeste de la Cuenca de México en la ladera norte del cerro Tenismo. Fue excavado por primera vez por José García Payón en la década de los treinta. Posteriormente Michael Smith dirigió un proyecto entre 2006 y 2007 en el cual se realizó recorrido de superficie para establecer la extensión y distribución del sitio. Así como la excavación de algunas unidades para refinar la cronología y valorar la función de las terrazas. El objetivo de este trabajo es presentar los resultados del análisis de macrorrestos botánicos (semillas, hojas, tallos, carbón) recuperados de la unidad 323 que era una zona con abundantes restos orgánicos carbonizados. Entre los materiales recuperados se identificó maíz (Zea mays), frijol (Phaseolus sp.), chile (Capsicum sp.), chía (Salvia sp.), entre otros. Las condiciones de preservación a través de la carbonización, permitieron un análisis amplio de la variedad y diversidad de los materiales vegetales.

AR-14 CARTEL

APLICACIÓN DE MÉTODOS SÍSMICOS Y ELÉCTRICOS PARA LA LOCALIZACIÓN DE ESTRUCTURAS PREHISPÁNICAS EN CAJITITLÁN, JALISCO

Sánchez Cardiel María Fernanda, Hernández Sánchez María Guadalupe, Alatorre Zamora Miguel Ángel, Gutiérrez Peña Quiriat Jearim, Calderón Magallón Jose Paúl, Delgadillo Jauregui Nestor Fernando, Pinzón López Juan Ignacio, Cocuñame Ricardo Danny Alexander, González Rizo Jesús Erick y Sandoval Hernandez Juan Manuel

Universidad de Guadalajara

maria.sanchez7342@alumnos.udg.mx

La región de Cajititlán, Jalisco ha sido identificada como una zona de interés arqueológico, debido a la presencia de estructuras construidas por antiguas civilizaciones. A pesar de la importancia histórica y cultural de Cajititlán, no se han realizado estudios geofísicos que permitan delimitar con precisión las estructuras prehispánicas enterradas. En este estudio se investiga la presencia de dichas estructuras arqueológicas mediante métodos geofísicos no invasivos: tomografía de resistividad eléctrica y refracción sísmica. En total se realizaron 8 perfiles de tomografía resistiva y 3 perfiles de refracción sísmica. En los perfiles de resistividad se identificaron anomalías de alta resistividad (>500 Ω·m) que coinciden con escalinatas recientemente descubiertas, y zonas de baja resistividad (<40 Ω·m) que podrían indicar humedad o materiales arcillosos, otras anomalías de alta resistividad (>600 Ω·m) a 10 m de profundidad, posiblemente asociadas a un relleno artificial. Los perfiles de refracción sísmica revelaron una capa superficial con velocidades entre 280 y 400 m/s, y otra con

velocidades más homogéneas entre 1200 y 1300 m/s, atribuible a estructuras constructivas. La correlación entre ambos métodos sugiere la presencia de estructuras enterradas. Las anomalías de alta resistividad se asocian con posibles construcciones de toba riolítica, y las pendientes suaves del terreno podrían corresponder a rasgos antropogénicos. Ambos métodos permitieron detectar estructuras líticas y espacios abiertos coherentes con los hallazgos arqueológicos previos.

Sesión regular

CIENCIAS DEL SUELO

Organizadores

Elizabeth Solleiro
María Yazmín Rivera Uria
Sergio Alvarado Soto

CS-1

PLASTICULTURA EN EL DESIERTO SONORENSE: POSIBLE IMPACTO DE LOS MICROPLÁSTICOS EN LAS PROPIEDADES EDÁFICAS

Borbón Palomares Dalia Berenice[1], Álvarez Lopeztello Jonás[2], González Méndez Blanca[3] y Chávez García Elizabeth[4]
[1]*UNAM, ERNO*
[2]*Universidad Intercultural del Estado de México*
[3]*SECIHTI-ERNO-UNAM*
[4]*Facultad de Filosofía y Letras, UNAM*
blancagm@geologia.unam.mx

Los plásticos han sido clave para el desarrollo de la agricultura moderna, particularmente en prácticas como la plasticultura, donde se emplean materiales plásticos para mejorar la eficiencia del cultivo. En las zonas áridas, los acolchados plásticos se utilizan ampliamente para conservar la humedad del suelo, regular la temperatura y controlar malezas. No obstante, esta técnica también ha traído consigo un impacto ambiental creciente, debido a la acumulación de residuos plásticos en los suelos agrícolas. Un ejemplo claro de esta problemática es la contaminación por microplásticos (MP) y sus posibles efectos sobre las propiedades de los suelos (Li et al. 2020). El objetivo de este estudio fue realizar un levantamiento edafoecológico de suelos agrícolas con distintos tiempos de exposición al uso de acolchados plásticos (27, 10, 6 y 0 años), en el distrito de riego 051-Costa de Hermosillo, Sonora. A través de la caracterización de propiedades físicas y químicas del suelo, se buscó identificar variables edáficas que que pudieran favorecer la presencia y migración de microplásticos. Con base en los análisis de laboratorio (pH, conductividad eléctrica, densidad aparente y porosidad) y de campo (textura, contenido de carbonatos y estructura) se estimaron variables como la capacidad de campo, el volumen total de poros, la conductividad hidráulica, la estabilidad de agregados y la susceptibilidad a la erosión. Los resultados indicaron que los suelos con mayor tiempo bajo plasticultura presentan agregados menos estables en comparación con el suelo testigo (0 años), lo cual puede estar relacionado con la presencia de MP. Además, se identificaron fragmentos de plástico con tamaños entre 6 y 25 µm en las muestras de suelo, lo que confirma la presencia de MP derivados directamente del uso de acolchados plásticos. La incorporación de microplásticos al suelo puede acelerar la desintegración física de los agregados, lo que incrementa la vulnerabilidad a la erosión, y facilita el movimiento vertical y horizontal de estas partículas, ya sea hacia capas más profundas o mediante transporte eólico (Guo et al. 2020). Por otro lado, se observó un aumento del pH y la CE con la profundidad del suelo, posiblemente relacionado con la acumulación de carbonatos. Este patrón podría indicar procesos similares que afecten la distribución de los microplásticos en el perfil edáfico. Estos hallazgos sugieren que el uso de acolchados plásticos no solo deja residuos visibles, sino que también genera microplásticos que se pueden incorporar al suelo y posiblemente alterar su agregación, representando una fuente de contaminación en los agroecosistemas bajo plasticultura

CS-2

DE DESECHO A RECURSO: TRANSFORMANDO JALES MINEROS CON AGUAS RESIDUALES EN HUMEDALES SOSTENIBLES Y TECHNOLES

Díaz Jaime[1], Romero Francisco[2], Sedov Sergey[1] y Martínez Luis Gerardo[1]
[1]*Instituto de Geología, UNAM*
[2]*Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía, Instituto de Geología, UNAM*
jaimedo@geologia.unam.mx

Este estudio evaluo la formación de Tecnosoles en la mina Buenavista del Cobre (Sonora, México), donde un depósito de jales ha sido inundado con aguas residuales de la ciudad de Cananea, generando un humedal artificial. El objetivo fue analizar el efecto de estas aguas en la pedogénesis de Tecnosoles desarrollados sobre jales mineros, comparándolos con jales no irrigados y con un suelo natural. Se estudiaron tres perfiles uno bajo saturación permanente (PA), saturación periódica (PB) y sin irrigación (PC), más un perfil natural (NP). Se realizaron análisis micromorfológicos, de fertilidad, mineralogía de arcillas y composición química total. Los Tecnosoles irrigados mostraron una estructura biogénica bien desarrollada, con porosidad asociada a raíces y materia orgánica. La saturación con aguas residuales inhibió la oxidación de sulfuros primarios, manteniendo pH neutro a alcalino y evitando la acidificación y movilización de metales pesados. En contraste, los jales no irrigados presentaron oxidación incipiente de sulfuros y menor pH. La mineralogía de arcillas mostró predominio de illita, caolinita y clorita de origen hidroterma ademas de esmectita en el perfil irrigado, posiblemente de origen pedogenético. La irrigación con aguas residuales promueve condiciones anaeróbicas que preservan los sulfuros y mejoran la calidad ecológica del suelo mediante la agregación biogénica y el aporte de nutrientes. Los minerales arcillosos hidrotermales heredados contribuyen a una alta capacidad de intercambio catiónico y estabilidad estructural, favoreciendo la retención de nutrientes y metales. En conclusion la creación de humedales artificiales con aguas residuales es una estrategia efectiva para la rehabilitación de jales mineros en climas áridos, al frenar la oxidación de sulfuros, neutralizar la acidez y promover procesos pedogenéticos tempranos que mejoran la calidad del suelo y reducen el riesgo ambiental.

CS-3

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DISTINTOS USOS DEL TERRITORIO EN LA MOVILIZACIÓN DEL SUELO EN LA SIERRA COMPLEJA DE PURUÁNDIRO, MICHOACÁN (CENTRO DE MÉXICO), MEDIANTE LOE Y FALLOUT CS-137

Gómez Víctor Manuel, Muñoz Esperanza y Castillo Miguel
Estación Regional del Noroeste (ERNO), Instituto de Geología, UNAM
victorgv@geologia.unam.mx

Los ecosistemas responden de manera diferenciada a la movilización del suelo superficial, dependiendo del tipo de uso que se les haya dado. Por ello, su análisis resulta fundamental, ya que las formas de ocupación y manejo del suelo tienen efectos ambientales importantes, como la erosión y la pérdida de suelo fértil. Este estudio tiene como objetivo evaluar cuantitativamente cómo distintos usos del suelo influyen en la movilización del material superficial, mediante el análisis de dos cabeceras fluviales adyacentes, ubicadas en la Sierra Compleja de Puruándiro, Michoacán. Ambas presentan condiciones ambientales similares (litología, temperatura y precipitación), pero con manejos del territorio notablemente distintos. En la primera cabecera, el bosque ha sido conservado mediante un aprovechamiento sostenible por parte de las comunidades locales, quienes obtienen recursos como mantillo, leña, madera y hongos (en temporada húmeda), sin comprometer la estabilidad del ecosistema. En cambio, la segunda cabecera muestra un paisaje erosionado con cárcavas profundas, resultado de la tala indiscriminada ocurrida hace aproximadamente un siglo. En ese entonces, la madera se destinó principalmente a la producción de carbón vegetal y a la fabricación de durmientes para líneas ferroviarias. El agotamiento de estos recursos llevó al abandono del terreno, iniciándose una lenta recuperación natural que, sin embargo, no ha sido suficiente para restaurar el ecosistema, generando una erosión severa y persistente. Para la investigación, se recolectaron 90 muestras de suelo, analizadas mediante luminiscencia ópticamente estimulada (LOE) —que permitió estimar el grado de incisión del suelo— y fallout de Cs-137 —que identificó las zonas de mayor pérdida de suelo. Las muestras fueron tomadas en cuatro transectos perpendiculares a las laderas de solana y umbría en ambas cabeceras, garantizando que el material analizado para ambos métodos proviniera del mismo punto de muestreo. Los resultados muestran que la cabecera con manejo sostenible presenta valores altos de Cs-137 y bajos de LOE, lo que indica una mayor retención del suelo. En contraste, la cabecera erosionada presenta valores bajos de Cs-137 y altos de LOE, reflejando una pérdida significativa de material superficial. Estos hallazgos permiten concluir que el manejo sostenible del territorio contribuye de forma efectiva a la conservación del suelo, mientras que la falta de control en el uso del suelo provoca procesos erosivos severos y pérdida acelerada de este recurso vital.

CS-4

TELEDETECCIÓN Y ATRIBUTOS DEL TERRENO EN LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO EN SISTEMAS AGRÍCOLAS DE LA REGIÓN SURESTE DE COAHUILA

Juárez René[1], Guevara Santamaria Mario A.[2] y Flores Renteria Dulce Y.[1]
[1]*Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN, CINVESTAV*
[2]*Instituto de Geociencias, UNAM*
rene.juarez@cinvestav.mx

El monitoreo de la calidad del suelo es clave para el uso eficiente de los recursos, especialmente en regiones áridas como el sureste de Coahuila, México, donde la presión sobre el agua es elevada. Sin embargo, los métodos tradicionales suelen ser costosos y de alcance limitado. En este contexto, las herramientas geoespaciales ofrecen una alternativa eficiente para generar información detallada a escala regional. Este estudio evaluó el potencial de la teledetección y los atributos del terreno derivados del modelo digital de elevación (MDE) como predictores indirectos de propiedades edáficas en parcelas agrícolas de cinco municipios del estado de Coahuila. Se recolectaron muestras de suelo para análisis fisicoquímicos en laboratorio, y se integraron con datos espectrales de Sentinel-2 y variables topográficas como pendiente, exposición, curvatura, índice de convergencia, planitud, altitud y humedad superficial. Las firmas espectrales obtenidas a partir de las bandas de Sentinel-2 mostraron diferencias consistentes entre parcelas con distintos niveles de conductividad eléctrica y contenido de materia orgánica, con valores más bajos en General Cepeda y valores mayores en Saltillo. En particular, las bandas del infrarrojo cercano (NIR) y del rojo resultaron útiles para identificar condiciones contrastantes del suelo, lo que podría apoyar la delimitación de zonas homogéneas y el diseño de estrategias de manejo diferenciado. Además, el análisis espacial de variables morfométricas permitió identificar patrones asociados a procesos edafogenéticos, como acumulación de agua o erosión en zonas con pendientes pronunciadas. Esta información se utilizó para generar variables auxiliares con potencial para modelos predictivos. Como ejercicio exploratorio, se aplicó un análisis de componentes principales (PCA) empleando exclusivamente datos de percepción remota y atributos del terreno. Los resultados revelaron que los dos primeros componentes principales explicaron en conjunto el 34.3% de la variación total (18.46% componente 1 y 15.86% componente 2), además se observan correlaciones relevantes entre relieve, humedad superficial, textura y reflectancia, lo que demuestra la posibilidad de inferir propiedades del suelo sin requerir una base de datos fisicoquímica completa. También se compararon sitios agrícolas con diferentes prácticas de manejo. Los resultados preliminares indican que tanto la teledetección como los atributos derivados del terreno son insumos valiosos para la evaluación del suelo, con potencial para integrarse en algoritmos de predicción más robustos, como Random Forest.

CS-5

MOVILIDAD DE CONTAMINANTES EN SUELOS VOLCÁNICOS: RIESGOS AMBIENTALES EN PAISAJES GEOTÉRMICOS CON ALTA INCIDENCIA DE ENFERMEDAD RENAL

González Arqueros Maria Lourdes[1] y Navarrete Segueda Armando[2]
[1]*SECIHTI - Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH*
[2]*Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, UNAM*
lourdse_gonar@hotmail.com

En regiones donde coinciden la actividad geotérmica y la alta prevalencia de enfermedad renal crónica (ERC), es fundamental entender el comportamiento de los suelos como posible vía de exposición a elementos potencialmente contaminantes (EPC). El objetivo de este estudio fue evaluar la influencia de las propiedades de los suelos sobre la movilidad y acumulación de EPC en la zona de los Azufres, Michoacán, en una cuenca con actividad geotérmica y alta incidencia de ERC. Se caracterizaron los suelos representativos y se evaluaron sus propiedades físico-químicas (pH, CE, MO, CIC, textura). Mediante fluorescencia de rayos X se determinaron la concentración de los elementos mayores (SiO_2, TiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3T, MnO, MgO, CaO, Na_2O, K_2O, P_2O_5) y los elementos traza (As, Hg, Pb, Zn, Fe, Mn, Sr, Rb, Ba, S, Ti, K). Se calcularon los índices de geoacumulación (Igeo), factor de enriquecimiento (EF) y factor antropogénico (AF) con el fin de evaluar el grado y origen de la acumulación de EPC. El uso de catenas de suelos como marco funcional permitió evaluar la dinámica de los EPC en el paisaje. El contexto geopedológico reveló una alta heterogeneidad edáfica derivada de la complejidad del paisaje volcánico y la intensa actividad geotérmica. A partir del análisis de 13 unidades geopedológicas, distribuidas en dos catenas representativas, se identificaron patrones claros que vinculan las propiedades físico-químicas del suelo con su capacidad para movilizar o retener metales pesados. La evaluación de los índices sugiere que el origen geoquímico de los EPC está influenciado tanto por la geología como por procesos geotérmicos. En general, los suelos con mayor riesgo de movilización de EPC presentan pH ácido (<6.0), bajos contenidos de MO (<3 %), CIC baja (<10 cmol(+)kg^{-1}) y texturas gruesas o moderadamente finas con bajo contenido de arcilla, condiciones que favorecen la solubilidad y transporte hacia cuerpos de agua o cultivos. En la primera catena, estas propiedades predominan en las unidades geopedológicas ubicadas en la mitad inferior, ocupando laderas bajas, piedemontes y planicies aluviales. En la segunda catena, de la misma manera son los suelos de las unidades geopedológicas ubicadas en las geoformas de laderas suaves bajas y piedemonte los cuales deben ser considerados críticos en el análisis de riesgo vinculado a enfermedades renales crónicas. En contraste, en la parte más alta de la cuenca, cerca de las fuentes geotérmicas, las unidades geopedológicas presentan propiedades que promueven la retención de metales, gracias a combinaciones de alta MO, CIC elevada y texturas finas, aunque algunas mantienen pH ácido; es aquí donde se encontró un suelo que sobrepasó en arsénico el valor máximo permisible establecido por la normativa mexicana. Aunque en general las concentraciones de los elementos se encuentran por debajo de los límites establecidos por la normativa, estos resultados evidencian la importancia de la caracterización geopedológica en entornos geotérmicos, no solo para comprender los procesos de distribución de contaminantes, sino también como herramienta predictiva para identificar áreas de alta vulnerabilidad ambiental y sanitaria, en particular en regiones donde coinciden actividad volcánica, uso agrícola y exposición humana directa.

CS-6

PROCESOS PEDOGENÉTICOS QUE INFLUYEN EN LA PRECIPITACIÓN OXI-HIDRÓXIDOS DE FE Y MN EN LOS TUBOS DE LAVA EN RANCHO CHICO, XALAPA, MÉXICO

Solleiro Rebolledo Elizabeth, López Martínez Rafael, Sedov Sergey, Pi Puig Teresa y Solé Jesús
Universidad Nacional Autónoma de México
solleiro@geologia.unam.mx

En diferentes tubos de lava, es común observar espeleotemas compuestos por minerales amorfos de Fe, Mn y Si, entre otros, los cuales se asocian con procesos de origen abiótico y biótico y muy vinculados a las condiciones ambientales. En el caso de los tubos de lava de Rancho Chico, en el campo volcánico monogenético de Xalapa, estos espeleotemas se caracterizan por ser delgadas costras de coloración rojiza. En este trabajo se presenta una caracterización de dichos espeleotemas y su relación con los suelos que sobreyacen a los tubos de lava, los cuales derivan de materiales piroclásticos procedentes de los volcanes de escoria presentes en el área. Se determinaron sus propiedades físicas, químicas y micromorfológicas con el fin de determinar si las concentraciones de Fe, Mn y Si en los espeleotemas, se relacionaban con los procesos pedogenéticos. Dos perfiles fueron muestreados: un suelo natural (RC2) y uno en un campo para el ganado (RC1). En el primer caso, el suelo mostró un perfil poligenético, con horizontes Ah, Bw, Btg, 2Bw, 2Btg y fuertes rasgos reductomórficos. En el perfil RC1, solo se identificaron horizontes Ah1, Ah2 y AC. A pesar de las diferencias morfológicas, en ambos suelos, bajo el microscopio, se observaron acumulaciones de goetita fibrosa y áreas blanqueadas producto de procesos de gleyzación. Además, los porcentajes de Fe total fueron similares a aquellos encontrados en la lava, pero no así el Fe extraído por ditionito-citrato-bicarbonato, el cual mostró valores bajos, evidenciando su movilidad. Estos datos sugieren que el Fe se libera de los minerales primarios por intemperismo en los suelos, y luego se moviliza por procesos redox hacia los tubos de lava, en donde se acumula por procesos principalmente de tipo biótico.

CS-7

PALEOEPIKARST DEL CENTRO DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN: CARACTERIZACIÓN MICROMORFOLÓGICA, MINERALÓGICA Y GEOQUÍMICA

Valera Fernández Daisy y López Martínez Rafael Antonio
Instituto de Geología
daisyvalera1988@gmail.com

Los depósitos carbonatados cuaternarios del centro de la Península de Yucatán (Kaua) están dominados por calcarenitas que evidencian un desarrollo kárstico significativo, así como la presencia de paleosuelos arcillosos rojos y horizontes de calcretas. Estas características conforman niveles de paleoepikarst que ofrecen valiosa información sobre paleoambientes terrestres poco documentados en la región. El estudio se centró en una sección expuesta en la Cantera Kaua, donde se combinaron observaciones de campo con análisis micromorfológicos, mineralógicos e isotópicos ($\delta^{13}C$ y $\delta^{18}O$) en suelos y calcretas. Los resultados permitieron establecer la ciclicidad de procesos sedimentarios, pedogenéticos y kársticos, identificándose al menos dos superficies paleoepikársticas con brechas de colapso, conductos de disolución y bolsas kársticas que contienen paleosuelos litificados rojos y pardos. Estos suelos presentan, en algunos casos, cementación por calcita, estructura en bloques angulares, rasgos redoximórficos y desarrollo incipiente de rizoconcreciones. La mineralogía de arcillas en los paleosuelos y en el suelo moderno es comparable, dominada por halloysita y vermiculita, lo que sugiere intemperismo bajo un clima tropical estacional similar al actual. La correlación positiva entre $\delta^{13}C$ y $\delta^{18}O$ en los horizontes de calcreta indica una formación influida por procesos de evaporación, fundamentales en la génesis de estos carbonatos pedogénicos. Los valores promedio de $\delta^{13}C$ en la calcreta al fondo de la dolina de una dolina (−10,5 ‰) y en la calcreta superficial (entre −9,81 ‰ y −10,11 ‰) sugieren una cobertura vegetal dominada por plantas con metabolismo fotosintético tipo C_3. Este estudio resalta la importancia del

paleoepikarst como archivo geoquímico y micromorfológico para reconstruir las condiciones paleoambientales y la evolución del paisaje kárstico en la Península de Yucatán.

CS-8

MECANISMOS DE ESTABILIDAD DE LA MATERIA ORGÁNICA EN SUELOS DE LOS AMBIENTES KÁRSTICOS DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

Rivera Yazmin[1], Chávez Bruno[2], Sedov Sergey[1], Zazovskaya Elya[3], Beltrán Ofelia[2] y Díaz Jaime[1]

[1]*Instituto de Geología, UNAM*

[2]*Laboratorio de Biogeoquímica y Materia Orgánica, LANGEM, Instituto de Geología, UNAM*

[3]*Center for Applied Isotope Studies, University of Georgia*

petuzza@gmail.com

Los suelos negros (Leptosoles rendzicos) y los suelos rojos arcillosos (Luvisoles crómicos) se encuentran presentes en los ambientes kársticos de la Península de Yucatán. Los suelos negros tienen la característica de ser muy someros y son la base edáfica para los ecosistemas de la selva tropical. Estos suelos presentan propiedades que sugieren ser el producto residual de una erosión profunda de los suelos rojos arcillosos preexistentes. Estos suelos tienen alto contenido de materia orgánica, arcilla y óxidos de hierro que les confieren ser un almacén importante de carbono en dicha península. Este trabajo tiene por objetivo estudiar los mecanismos de estabilización de la materia orgánica de los suelos superficiales negros y rojos empleando fraccionamiento de materia orgánica, firmas isotópicas 14C y δ 13C, análisis térmico, infrarrojo y estudios micromorfológicos. Los resultados mostraron que el suelo negro y rojo tienen mecanismos diferentes. El suelo negro a pesar de ser delgado tiene la mayor concentración de CO (137gCkg-1) con edades de hasta 350 años d.C., mientras que el suelo rojo tiene CO (62.1 gCkg-1), siendo la materia orgánica asociada a las fracciones minerales la que más concentraciones tiene CO, sugiriendo una protección del carbono mediante complejos organo-minerales, especialmente por la presencia de Ca^{2+} y arcillas como mica-illita. Por otro lado, el suelo negro presenta componentes lábiles que se transforman biológicamente, contrario al suelo rojo que tiene presencia de compuestos oxidativos y pirogénicos, siendo congruente con la micromorfología donde se observa la presencia de restos vegetales carbonizados en la matriz del suelo. Mientras que la firma de $\delta^{13}C$ reveló valores menos empobrecidos, no comunes para selva tropical. Estos resultados mostraron que el suelo negro es poco profundo, tiene componentes heredados que aportan mecanismos de estabilización específicos de la materia orgánica asociados a los minerales con edades específicas. Por el contrario, el suelo rojo mostró tener evidencia de actividades antrópicas modificando el contenido de CO, $\delta^{13}C$ y su composición química.

CS-9 CARTEL

DIAGNÓSTICO MULTIDISCIPLINARIO DEL SUBSUELO PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS GEOTÉCNICOS EN AMBIENTES LACUSTRES URBANOS: CASO CALZADA IGNACIO ZARAGOZA, CDMX

Rodríguez Guerrero Marco Vinicio[1], Rodríguez Abreu Luis Edgar[1], Martínez Ruíz Damián[2], Hernández Morales Jorge[1], Cristóbal Legorreta Laura Esperanza[3], Sánchez Santiago Sandra Elena[2], Pérez Villareal Donovan Michelle[2], Sánchez Martínez Juan Pablo[2], Uribe Castillo Violeta Andrea[3] y Venegas Villeda Sergio Giovanni[2]

[1]*5 Sol Geoconsultores*

[2]*Geoestudios Cincosol*

[3]*5 Sollum Mineral*

marco5sol.mr@gmail.com

La complejidad del subsuelo en ciudades asentadas sobre antiguos ambientes lacustres, como la Ciudad de México, demanda enfoques integrales para entender y mitigar riesgos geotécnicos. El presente trabajo expone los resultados de un estudio multidisciplinario desarrollado en el Corredor Zaragoza, una de las principales vialidades del oriente de la ciudad, afectada históricamente por hundimientos, fracturamientos y deslizamientos. A través de la convergencia de geología, geofísica, geotecnia y geoquímica, se estableció una caracterización robusta del subsuelo con implicaciones directas para la seguridad estructural de puentes, distribuidores viales y zonas urbanas colindantes. Desde la geología, se definieron ambientes sedimentarios de lomas, transición y lago, reflejo del antiguo sistema lacustre de Texcoco y su interacción con volcanismo periférico, los límites de esta nueva zonificación difieren de usualmente empleadas para el diseño. La geofísica, mediante análisis espectral H/V de ruido sísmico, permitió determinar los periodos dominantes del suelo, esenciales para la microzonificación sísmica especifica del sitio y la evaluación del riesgo por amplificación local. La geotecnia proporcionó una zonificación de parámetros mecánicos, identificando estratigrafías con bajo módulo de elasticidad, alta humedad y baja resistencia, estrechamente correlacionadas con zonas de deformación observada. Por su parte, la geoquímica reveló la distribución espacial de minerales reactivos como la montmorillonita, halloysita y materiales no cristalinos, asociados a zonas con mayor inestabilidad estructural y capacidad de deformación volumétrica. La interacción entre las propiedades geoquímicas del subsuelo y los ambientes geológicos identificados permitió, además, inferir condiciones de evolución fisicoquímica del terreno (por ejemplo, procesos de sustitución mineralógica), que agravan la vulnerabilidad ante cargas estructurales y eventos sísmicos. El cruce de variables entre disciplinas permitió reconocer patrones comunes en las zonas de mayor riesgo, donde los ambientes de lago con suelos blandos, alta humedad, presencia de arcillas expansivas y periodos sísmicos mayores a 1 segundo, coinciden con las zonas de mayor incidencia de hundimientos y fracturamiento superficial. Este trabajo demuestra que la lectura aislada de una sola disciplina puede ser insuficiente en ambientes urbanos complejos. Solo a través de una integración metodológica se logra un diagnóstico que no solo explica las fallas del pasado, sino que permite prevenir futuros colapsos. Se propone la incorporación de esta metodología para la planificación y diseño de infraestructura crítica, así como la actualización de zonificaciones sísmicas y geotécnicas oficiales con base en evidencias dinámicas y multivariadas. Palabras clave: Caracterización del subsuelo, ambientes lacustres urbanos, riesgo geotécnico, interacción geoquímica-geotécnica, microzonificación sísmica

CS-10 CARTEL

EFECTO DE COLADAS LÁVICAS SOBRE PALEOSUELOS: ESTUDIO DE CORTES EN EL CENTRO DE ENSEÑANZA PARA EXTRANJEROS, CIUDAD UNIVERSITARIA, CIUDAD DE MÉXICO

Beltrán Malibran Perla Marina, Guilbaud Marie-Noëlle, Sedov Sergey y Cram Heydrich Silke

Universidad Nacional Autónoma de México

pmbm.tierra@outlook.com

El propósito de esta investigación es entender a qué grado la memoria edáfica esta alterada por los efectos térmicos de la lava. El lugar de estudio se encuentra en el Centro de Enseñanza Para Extranjeros (CEPE) ubicado en la zona norte de Ciudad Universitaria, en el sur de la Ciudad de México. En el CEPE, se encuentra un corte extenso en una colada de lava del volcán Xitle y el subsuelo, que fue generado para construir diversos edificios. Este corte expone el interior de la lava en alrededor de 200 m de largo, y en 100 m el paleosuelo debajo queda expuesto con 45 a 90 cm de profundidad. En uno de los sectores del paleosuelo se observan materiales arqueológicos y evidencias de impacto humano antes del emplazamiento de lava. El espesor de lava varia de 4 a 7 metros y presenta una variabilidad en su estructura interna (número y espesor individual de las unidades de lava) así como en su base (grado de fracturación). También, el paleosuelo presenta variaciones laterales y verticales en coloración y grado de endurecimiento (compactación), así como de coloración desde tonos claros a rojizos o negros (color ladrillo). Se nota también la presencia de una capa de ceniza (de caída aérea) intermedia que mide algunos centímetros. Esta exposición tanto de la lava como de la ceniza y del paleosuelo debajo permite estudiar las relaciones entre el emplazamiento de la lava, la caída de la ceniza y las características del paleosuelo en contacto. Identificamos tres sectores que representan la variabilidad tanto en suelo como en lava y ceniza, y presentamos resultados preliminares en el análisis de los suelos por medio de colorimetría, del método Walkley-Black para determinar la cantidad de materia orgánica, y susceptibilidad magnética para inferir la temperatura alcanzada. también se presentarán resultados de la descripción de la lava y la ceniza usando estudios de geoquímica y petrografía. La importancia de estos sitios es notoria y se pretende con este estudio proporcionar los datos necesarios para apoyar una propuesta de conservación como parte del geopatrimonio del área.

CS-11 CARTEL

DEGRADACIÓN DE TRICLOSÁN POR PROCESOS DE OXIDACIÓN AVANZADA OPTIMIZADOS CON CATALIZADORES HETEROGÉNEOS

Meléndez López Adriana Leticia[1], Bernal Martinez Dashel Dalid[1], Cruz Castañeda Jorge Armando[2], Negrón Mendoza Alicia[2] y Ramos Bernal Sergio[2]

[1]*Escuela Nacional de la Tierra, ENCiT*

[2]*Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM*

adriana.melendez@encit.unam.mx

El triclosán, un agente antimicrobiano, puede acumularse en el suelo, principalmente a través de la aplicación de lodos de depuradora a tierras agrícolas (Ramires et al., 2021); causando daños a las comunidades microbianas del suelo, y afectando algunos de los procesos de nitrificación. Razón por la cual, es importante proponer metodologías experimentales que permitan su degradación del medio acuoso antes de su acumulación en el suelo. Dentro de los procesos químicos propuestos, la radiación ionizante (IR) tiene características únicas que la distinguen de los Procesos de Oxidación Avanzada (AOPs) convencionales ya que permite un funcionamiento sin reactivos mediante vías de degradación simultáneas (Mukherjee et al., 2023). Sin embargo, debido a la alta estabilidad que presentan algunos contaminantes ante la IR es necesario usar altas dosis de radiación para degradarlos; lo cual se convierte en una desventaja, por ello, se propone el uso de catalizadores heterogéneos en los procesos radiolíticos. Las superficies ricas en hierro (II) pueden actuar como catalizadores heterogéneos de bajo costo, son resistentes a la corrosión, fáciles de separar de los productos y tienen alta capacidad de reutilización. Con base en lo anterior, el objetivo de este trabajo es eliminar el triclosan en medio acuoso mediante procesos de oxidación avanzada optimizados con catalizadores heterogéneos ricos en hierro (II)(Liu

et al., 2024). Las técnicas de análisis químico de los sistemas estudiados son espectrofotometría UV-vis y cromatografía de líquidos acomplada a detectores de UV y masas. Las muestras acuosas de triclosán en presencia y ausencia de catalizadores heterogéneos son irradiadas en el Gammabean 651-PT del Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM. Agradecimientos a los proyectos PAPIIT IN114122, IA201924 y IA101324 por el financiamiento de este trabajo. Al apoyo de C. Camargo-Raya, J. de la Rosa-Canales, P. Molina-Sevilla, B. Leal-Acevedo, J. Gutiérrez-Romero, M. en C. María José Rodríguez Albarrán, E. Palacios-Boneta, M. Cruz-Villafañe y J. Rangel-Gutiérrez Referencias Liu, Z., Zhang, Y., Lee, J., & Xing, L. (2024). A review of application mechanism and research progress of Fe/montmorillonite-based catalysts in heterogeneous Fenton reactions. Journal of Environmental Chemical Engineering, 12(2), 112152. https://doi.org/10.1016/J.JECE.2024.112152 Mukherjee, J., Lodh, B. K., Sharma, R., Mahata, N., Shah, M. P., Mandal, S., Ghanta, S., & Bhunia, B. (2023). Advanced oxidation process for the treatment of industrial wastewater: A review on strategies, mechanisms, bottlenecks and prospects. Chemosphere, 345, 140473. https://doi.org/10.1016/J.CHEMOSPHERE.2023.140473 Ramires, P. F., Tavella, R. A., Escarrone, A. L., Volcão, L. M., Honscha, L. C., de Lima Brum, R., da Silva, A. B., & da Silva Júnior, F. M. R. (2021). Ecotoxicity of triclosan in soil: an approach using different species. Environmental Science and Pollution Research, 28(30), 41233–41241. https://doi.org/10.1007/S11356-021-13633-Y.

CS-12 CARTEL

PROSPECTIVA EN EL CAMBIO DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN EN LA CUENCA DEL RIO SANTIAGO: HERRAMIENTA CLAVE PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL TERRITORIO

González Ornelas Perla Patricia, Sánchez Gómez Rubén,
Guerrero de Leon Aida Alejandra y Angulo Sherman Abril Adriana
Universidad de Guadalajara
perla.gonzalez8274@alumnos.udg.mx

El estudio de prospectiva en el cambio de uso de suelo y vegetación es fundamental para prever escenarios futuros y diseñar estrategias que mitiguen los impactos ambientales. Este enfoque es especialmente relevante en un contexto de rápida expansión urbana y presión sobre los recursos hídricos, como en México, donde se estima que el 83.2% de la población vivirá en zonas urbanas para 2030. La planificación participativa, que involucra a actores locales, es esencial para garantizar decisiones sostenibles y adaptadas a las realidades regionales. La metodología empleada incluye la modelación y simulación de cambios en el uso de suelo y vegetación, utilizando herramientas geo-prospectivas y datos históricos (2001 y 2021) de INEGI. Se consideraron variables clave como elevación, pendiente, distancia a áreas naturales protegidas, cuerpos de agua y localidades urbanas. La validación se realizó mediante el índice Kappa, que mide la concordancia entre datos simulados y reales, asegurando la precisión del modelo. El estudio se aplicó en la región del Río Santiago-Guadalajara, proyectando escenarios futuros para 2050 con el apoyo de softwares especializados como ArcMap 10.3 y TerrSet2020. Este enfoque integral permite anticipar cambios en el territorio y proponer estrategias de gestión que equilibren las dimensiones ecológica, social y económica, contribuyendo a la conservación de los recursos naturales y al desarrollo sostenible. Palabras clave: Prospectiva, cambio de uso de suelo, gestión sostenible, modelación geo-prospectiva, índice Kappa. Diseño Sugerido: Imágenes: Mapas de uso de suelo (2001, 2021, 2050), gráficos de variables clave, diagrama de flujo metodológico. Colores: Tonos verdes y azules para resaltar la sostenibilidad y los recursos naturales.

CS-13 CARTEL

PEDOGÉNESIS E IMPACTO ANTRÓPICO DE LOS SUELOS DE HUMEDALES EN EL SURESTE DE MÉXICO

Euroza Vázquez Irene
Instituto de Geología
irenee65@gmail.com

La zona sureste de México alberga una parte importante de los humedales de la Península de Yucatán. Es en este espacio que se conjugan diferentes factores que, en conjunto, permiten el desarrollo de suelos en donde ocurren procesos durante su génesis, que son el reflejo de una dinámica ambiental específica y con un alto potencial para el desarrollo de actividades humanas tanto actuales como en el pasado. Es así que, a través de la memoria del suelo podemos acceder a esta información, pues las propiedades físicas y químicas son el resultado de la interacción con el entorno, incluyendo el impacto antrópico que modifica estas propiedades. Por ello, esta investigación presenta los primeros resultados de los análisis realizados en suelos de humedales en las Tierras Bajas Mayas, asociados a sitios arqueológicos, con la finalidad de conocer su pedogénesis y cómo ésta pudo ser alterada debido a la actividad agrícola de los mayas de la época prehispánica.

Sesión regular

CLIMATOLOGÍA, CAMBIOS CLIMÁTICOS Y ATMÓSFERA

Organizadores

Erika Danaé López Espinoza
Guillermo Montero Martínez

CCA-1

RELACIÓN ENTRE EL NIÑO-OSCILACIÓN DEL SUR Y LA PRECIPITACIÓN EN EL AMG DURANTE EL PERIODO 1981-2022

Ortiz Alma Delia, Arias Orozco Silvia, Ulloa Godinez Hector Hugo y García Guadalupe Mario Enrique
Universidad de Guadalajara
alma.ortiz@academicos.udg.mx

Este estudio se fundamenta en investigaciones recientes que advierten una posible intensificación del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) como consecuencia del cambio climático. Dicha intensificación podría provocar alteraciones significativas en los regímenes de precipitación a nivel global, con excesos o déficits hídricos cada vez más intensos, persistentes y difíciles de anticipar. Estas condiciones climáticas extremas afectan especialmente a ciudades no sustentables como el Área Metropolitana de Guadalajara (AMG), donde las lluvias intensas suelen generar inundaciones, mientras que los periodos secos prolongados se asocian con olas de calor severas. Ante este escenario, el presente trabajo analiza la relación entre el ENOS y la precipitación en el AMG durante el periodo 1981-2022. Para ello, se identificaron patrones, variabilidad y tendencias utilizando datos mensuales históricos de precipitación del conjunto ERA5-Land, ajustados con registros de estaciones meteorológicas locales, mediante el uso de métodos estadísticos. Los resultados confirman un aumento en la frecuencia de eventos significativos de ENOS en los últimos 35 años. Asimismo, se observan patrones estacionales asociados a sus distintas fases: durante la primavera, bajo influencia de La Niña, las precipitaciones tienden a ser inferiores al promedio, mientras que durante El Niño se registran aumentos. En verano, los años Niño presentan condiciones cercanas a la neutralidad, mientras que los años Niña se asocian con mayores precipitaciones. En invierno, tanto El Niño como La Niña tienden a reducir las lluvias, y en otoño, ambas fases también se relacionan con déficits de precipitación, aunque con mayor incidencia durante El Niño. Estos hallazgos aportan información valiosa para mejorar los pronósticos meteorológicos estacionales y sirven como base para el diseño de estrategias de adaptación y mitigación. En particular, permiten orientar políticas públicas enfocadas en reducir la vulnerabilidad urbana y proteger a las comunidades más expuestas a los efectos de la variabilidad climática asociada al ENOS.

CCA-2

INFLUENCIA DE LA OSCILACIÓN MADDEN-JULIAN EN LA TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN DEL SUR DE MÉXICO, CENTROAMÉRICA Y COLOMBIA ENTRE LOS AÑOS 1991 Y 2020

Gómez Arbelaez Julian, Corrales Suastegui Arturo y Avalos Cueva David
Universidad de Guadalajara
julian.gomez1048@alumnos.udg.mx

La tesis analiza la influencia de la Oscilación Madden-Julian (OMJ), un fenómeno intraestacional tropical caracterizado por fases convectivas (lluviosas) y suprimidas (secas), sobre la temperatura y precipitación en el sur de México, Centroamérica y Colombia entre 1991 y 2020. Se parte del reconocimiento de que los eventos extremos han aumentado en frecuencia e intensidad, generando impactos significativos en las poblaciones de estas regiones vulnerables, especialmente por factores como urbanización desordenada y deficiencias en sistemas de alerta temprana. Se delimita una zona de estudio amplia (0°–22°N, -70° a -100°W) para captar adecuadamente los efectos regionales de la OMJ. Se emplearán datos de ERA5 y CHIRPS, y se aplicará filtrado pasabanda para aislar la señal intraestacional (30–70 días), además de cuantificar la influencia de la OMJ por estación climática. En conjunto, se utilizarán índices como el RMM (OMJ) y el ONI (ENOS), aplicando técnicas estadísticas como análisis de funciones empíricas ortogonales y análisis espectral mediante wavelets. Se espera identificar correlaciones claras entre las fases de la OMJ y eventos extremos de precipitación y temperatura, considerando también su interacción con ENOS. Los antecedentes muestran que la OMJ impacta no solo en el trópico sino también en latitudes medias. Estudios previos destacan su rol en la intensificación o supresión de la convección, dependiendo de su velocidad de propagación y la interacción con masas de aire seco o patrones de circulación atmosférica. Además, se ha evidenciado que su fase convectiva incrementa lluvias e inestabilidad, reduciendo temperaturas diurnas por mayor nubosidad, mientras que la fase suprimida se asocia con sequías y temperaturas más altas. Los resultados preliminares confirman patrones coherentes con la literatura: zonas como el litoral pacífico colombiano y la franja ecuatorial muestran alta precipitación, mientras que las regiones montañosas reflejan temperaturas más bajas. Se evidenció que la influencia de fenómenos intraestacionales es mayor durante ciertas estaciones (por ejemplo, invierno y primavera). El acoplamiento OMJ+ENOS podría amplificar o reducir eventos extremos. Finalmente, se pretende desarrollar un protocolo de emisión de alertas hidrometeorológicas basadas en el comportamiento de la OMJ, mejorando la anticipación y respuesta ante eventos extremos. Esto tendría implicaciones significativas en la gestión del riesgo, seguridad alimentaria y planificación climática para países latinoamericanos altamente vulnerables al cambio climático y la variabilidad climática.

CCA-3

IMPACTO DE LOS CICLONES TROPICALES EN LA PRECIPITACIÓN DE LA REPÚBLICA MEXICANA Y ANÁLISIS DE SU DISTRIBUCIÓN (PERIODO 2001-2020)

Zarraluqui Víctor[1], Adams David[1] y Flores Antonio[2]
[1]*Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM*
[2]*Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Ticoman*
vzs1@atmosfera.unam.mx

Por su ubicación geográfica, México es altamente vulnerable a un número importante de ciclones tropicales en ambas costas. Lo anterior produce año tras año pérdida de vidas y daños materiales que perjudican a la economía en su conjunto. Al mismo tiempo, contribuyen a la variabilidad del clima y a la precipitación en las diferentes regiones donde inciden (aunque en ciertas condiciones la inhiben). Todo esto depende de las características del fenómeno y de diversos factores, entre ellos su estructura, categoría y trayectoria, así como las condiciones para su formación y desarrollo. Con base en las premisas anteriores, en este trabajo se hace un análisis detallado de los ciclones tropicales que se presentaron en el periodo 2001-2020. Para realizarlo se utilizó la constelación de satélites GPM, con los que se pudo dar seguimiento a la evolución de cada uno de los ciclones que se presentaron en el periodo estudiado, determinar la precipitación en superficie vinculada con estos fenómenos y delimitar su zona de influencia. Gracias a la resolución de 0.1 grados de los productos empleados, se contó con una malla de 17558 puntos para cubrir el país y definir las zonas con mayor precipitación. La base de datos y la información relacionada con los ciclones del periodo de estudio se obtuvieron de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) y del Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Entre los resultados obtenidos, se determinó que entre 2001 y 2020 se presentaron 99 huracanes, de los cuales 59 (60 %) ingresaron en el continente. De estos últimos, las dos regiones más afectadas fueron las penínsulas de Yucatán y Baja California, con 17 eventos cada una. En el caso de la Península de Yucatán, 11 ciclones continuaron su trayectoria e impactaron en estados del Golfo de México, siendo uno de los más significativos el huracán Alex en 2010, cuya área de influencia, por su trayectoria y características, abarcó prácticamente todo el país. Respecto a la relación entre ciclones tropicales y la Oscilación del Sur, cuando esta se encontraba en fase de El Niño, se observó que 14 de los 15 ciclones que ingresaron en tierra lo hicieron en el Pacífico Occidental, mientras que en fase de La Niña, 13 de 16 ciclones lo hicieron por el Caribe (Yucatán-Chiapas). Por último, se observó que en la última década (2011-2020), el número de ciclones que contribuyeron a la precipitación continental aumentó significativamente respecto de la década anterior.

CCA-4

SISTEMAS CONVECTIVOS DE MESOESCALA EN LA REGIÓN MONZÓNICA DE MÉXICO

Martínez Robles Claudia Leticia y Farfán Molina Luis Manuel
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
mclaudia@cicese.edu.mx

Durante la fase más activa del Monzón Mexicano, la Región Noroeste de México experimenta la mayor frecuencia de tormentas severas asociadas a la formación de Sistemas Convectivos de Mesoescala (SCMs). La nubosidad convectiva que caracteriza a estos sistemas abarca cientos de kilómetros y los efectos ocasionados por estas tormentas son lluvias y vientos intensos, granizo y descargas eléctricas. En este trabajo se analizan las condiciones que generan inestabilidad atmosférica que favorece la convección profunda para detonar la formación e intensificación de los SCMs, además de que se distinguen las regiones donde se generan con mayor frecuencia durante los meses de junio a septiembre. Se utilizaron temperaturas de brillo de imágenes infrarrojas del satélite GOES-12 y se emplearon datos observados del año 2004, derivados del North American Monsoon Experiment (NAME) debido a la mayor cantidad de datos meteorológicos. Se realizaron análisis estadísticos a datos de radiosondeos para caracterizar el comportamiento de la humedad, inestabilidad y variables termodinámicas clave para la convección profunda y se utilizaron datos de reanálisis para investigar las condiciones que estuvieron presentes durante los eventos de convección profunda. Los resultados encontrados muestran que en la región de estudio los SCMs se forman con mayor frecuencia sobre la pendiente oeste de la Sierra Madre Occidental y algunos de ellos logran ingresar al mar. Además de que los sistemas convectivos terrestres son más intensos que los marinos. La humedad aportada por el Golfo de California y el paso de ondas del este, ciclones tropicales y vaguadas invertidas contribuyen a la organización e intensificación de los SCMs en la región monzónica de México

CCA-5

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA PRECIPITACIÓN EN NORTEAMÉRICA Y UNA ESTIMACIÓN DE SU DESARROLLO FUTURO EN EL MEDIANO Y LARGO PLAZO

Martínez López Benjamín
Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM
benmar@atmosfera.unam.mx

En este trabajo analizo la evolución histórica de la precipitación sobre Centroamérica, México y los Estados Unidos. En particular, determino los cambios en las cuencas de los ríos Colorado y Bravo, dada la relevancia política de esta información. Para los diversos análisis presentados, utilizo tanto las mediciones disponibles a la fecha como algunos reanálisis operacionales, determinando los cambios ocurridos en los ciclos anuales de la precipitación sobre algunas regiones y calculando las tendencias de largo plazo en todo nuestro territorio. Adicionalmente, discuto las ventajas de utilizar métodos no lineales para el cálculo de las tendencias de largo plazo. Con la finalidad de tener una estimación de los cambios futuros de la precipitación en México, analizo los campos de precipitación simulados por un modelo climático global de muy alta resolución para determinar su desempeño sobre nuestro país y estimar los cambios de la precipitación de esta simulación en particular. Finalmente, contrasto los resultados de la corrida con muy alta resolución con aquellos obtenidos utilizando la media obtenida de CMIP6 y discuto una de las mayores deficiencias de los sistemas acoplados actuales que pretenden simular la precipitación sobre nuestro país.

CCA-6

DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA DE LA PRECIPITACIÓN ASOCIADA A REGÍMENES DE TIEMPO DE GRAN ESCALA SOBRE MÉXICO Y CENTROAMÉRICA

Peñaranda Velez Victor Manuel, Ochoa Moya Carlos A. y Quintanar Arturo I.
Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM
victor.penaranda@atmosfera.unam.mx

La variabilidad estadística de la precipitación está naturalmente impulsada por la dinámica atmosférica y por las interacciones de diversos procesos físicos que operan en diferentes escalas espaciales y temporales. Sin embargo, la influencia de los patrones de circulación a gran escala sobre la variabilidad estadística de la precipitación en regiones tropicales y subtropicales sigue siendo poco comprendida, así como también el efecto forzante del cambio climático. El marco teórico de esta investigación concibe que la atmósfera tropical opera, en términos promedio de tiempo, bajo condiciones caracterizadas por débiles gradientes horizontales de temperatura y una inestabilidad barotrópica sustancial para generación de ondas tropicales y el transporte horizontal de humedad dentro del cinturón tropical. No obstante, el mecanismo que intensifica y distribuye los procesos de precipitación no se ajusta a una forma funcional simple de representar. A la luz de estos hechos, esta investigación examina las relaciones entre los patrones de presión media a nivel del mar a gran escala con el fin de caracterizar la estructura estadística de la precipitación utilizamos las técnicas de clustering: SOM (Self Organizing Maps) y k-means. A partir de esta clasificación de patrones atmosféricos se calculan las distribuciones de probabilidad de los grupos de datos de precipitación extrema.

CCA-7

VARIABILIDAD Y TENDENCIAS DE LA PRECIPITACIÓN EN LAS REGIONES HIDROLÓGICAS DE MÉXICO

Straffon Alejandra[1], Trujillo Rojas Katia Denis[1], Zavala-Hidalgo Jorge[2], Romero Centeno Rosario[1] y López Espinoz Erika Danaé[1]
[1]*ICAyCC-UNAM*
[2]*Universidad Nacional Autónoma de México*
alejandra.straffon@atmosfera.unam.mx

A partir de datos de precipitación provenientes de 3 fuentes para el periodo 1981-2021 tales como la red de estaciones del Servicio Meteorológico Nacional, la base de datos observacionales CHIRPS y el reanálisis ERA5, se realiza una comparación de la variabilidad y tendencias climáticas de precipitación para cada una de las 37 regiones hidrológicas de México. Mediante un análisis multivariado y de covarianza entre las distintas regiones hidrológicas, se identifican los principales modos de precipitación en México y su variabilidad a lo largo del ciclo anual, así como los principales mecanismos que modulan la precipitación. Lo anterior, abonará en la identificación de variables predictoras de la precipitación a escala quincenal que son relevantes para la maduración de un pronóstico subestacional, así como para la implementación de estrategias de gestión hídrica a nivel de región hidrológica.

CCA-8

VARIABILIDAD MULTIDECADAL DE LA EVAPORACIÓN Y PRECIPITACIÓN EN ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS DE MÉXICO A PARTIR DE SERIES LARGAS HOMOGENIZADAS

Becerra-Acosta Evi[1], Calvo Ana I.[1], Quintanar Arturo I.[2], Polanco-Martínez Josué Moisés[3], Aquino-Martínez Lourdes Paola[4] y Fraile Roberto[1]
[1]*Universidad de León*
[2]*Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM*
[3]*Universidad de Salamanca*
[4]*Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra, UNAM*
ebecea00@estudiantes.unileon.es

El estudio de la variabilidad climática multidecadal es clave para comprender los mecanismos internos del sistema tierra–atmósfera y su influencia en eventos extremos. En este trabajo se analizan las series más largas disponibles de evaporación diaria y precipitación mensual para México (1961–2017), homogenizadas y filtradas para seleccionar únicamente estaciones ubicadas en zonas áridas y semiáridas con más de 60 años de datos válidos. Se aplicaron métodos espectrales, transformada wavelet y coherencia cruzada para evaluar la presencia de oscilaciones internas, incluyendo el ciclo de ~20 años descrito en estudios previos. Los resultados permiten identificar escalas dominantes de variabilidad en estas regiones y evaluar su robustez estadística. No se observa este patrón de forma consistente en zonas tropicales, lo que sugiere que su ocurrencia podría estar modulada por procesos específicos de las regiones secas. Estos hallazgos refuerzan la importancia de mantener y ampliar redes de monitoreo en áreas críticas para la gestión de recursos hídricos y la predicción de sequías.

CCA-9

VARIABILIDAD DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN EN EL SURESTE DE MÉXICO Y PARTE DE CENTROAMÉRICA

Mendoza Aguilar Brenda Yutziny[1], Carbajal Noel[1] y Pineda Martínez Luis Felipe[2]
[1]*Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT*
[2]*Universidad Autónoma de Zacatecas*
brenda.mendoza@ipicyt.edu.mx

La evapotranspiración (ET) es un componente clave del ciclo hidrológico que influye en la disponibilidad de agua y la dinámica ecosistémica, especialmente en regiones con alta variabilidad climática como el sureste de México y el norte de Centroamérica. Este estudio analiza la variabilidad temporal y los modos dominantes de las anomalías mensuales de ET entre 2002 y 2021, utilizando datos satelitales MODIS (MOD16) y análisis espectrales avanzados, incluyendo el método de wavelets usando coeficientes Morlet. La región de estudio abarca diversos ecosistemas, desde bosques de pino, bosques tropicales, pastizales y áreas agrícolas, con un marcado gradiente climático y ecológico. Los resultados revelan patrones cíclicos anuales y multianuales en la ET, con anomalías negativas de hasta -20 mm durante el verano (JJA) en los periodos 2005-2008 y 2010-2013, especialmente en bosques tropicales siempreverdes y de encino-pino. El análisis espectral identificó picos dominantes con periodicidades de 2 a 5 años, asociados a eventos climáticos como ENSO y episodios de sequía recurrentes que afectan la disponibilidad hídrica y la dinámica del ecosistema. Estos hallazgos aportan evidencia sobre la sensibilidad de la ET a variaciones climáticas y fenómenos hidrometeorológicos, subrayando la importancia de integrar análisis espectrales y datos satelitales para mejorar la modelización

hidrológica y la gestión sostenible de recursos hídricos y terrestres en zonas con alta heterogeneidad ambiental.

CCA-10

EVALUACIÓN LATITUDINAL DE LOS VIENTOS DE SANTA ANA SOBRE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA

Medina Partida Javier Alejandro, Domínguez Pérez Carlos Alejandro, Santiago García Mauro Wilfrido y Castro Valdez Ruben
Universidad Autónoma de Baja California
amedina9@uabc.edu.mx

Los vientos de Santa Ana son un fenómeno característico de la región de Baja California, conocidos por provocar fuertes aumentos de temperatura y bajos niveles de humedad relativa, principalmente durante los meses de invierno. Este fenómeno comparte características con los vientos catabáticos, ya que, es análogo a vientos que descienden de las montañas favoreciendo calentamiento adiabático. Su impacto ambiental incluye un aumento en el riesgo de incendios forestales y alteraciones en los ecosistemas locales. Si bien este fenómeno ha sido ampliamente estudiado en el sur de California, los trabajos que se han realizado en la península de Baja California (PBC) se limitan a eventos extremos y climatologías puntuales. El objetivo de este trabajo es evaluar la frecuencia y distribución latitudinal de los eventos de vientos de Santa Ana a lo largo de la PBC, estableciendo la posible existencia de un límite sur para este fenómeno. Para cumplir nuestro objetivo se utilizaron datos horarios del reanálisis ERA-Land en el de temperatura, punto de rocío y las componentes u y v del viento en el periodo 1990-2024. Para la detección de eventos, se consideraron condiciones de vientos con direcciones entre 22.5° y 157.5° y una disminución de la humedad relativa por debajo de una desviación estándar del promedio por al menos 24 horas. Se seleccionaron seis regiones de análisis a partir de la unión de cuencas hidrográficas distribuidas a lo largo de la PBC. Los resultados indican existe una disminución drástica de eventos de vientos de Santa Ana a partir de 26°N por lo que podemos inferir que este es el límite sur de este fenómeno. Por otra parte se detectaron que al norte de 28°N los eventos son más frecuentes en los meses de octubre y noviembre, mientras entre 28°N y 26°N la mayor cantidad de eventos se encuentra entre marzo-abril. Los análisis compuestos de presión y humedad relativa sugieren que adicionalmente al sistema de alta presión que se posiciona al suroeste de Estados Unidos, el paso de frentes fríos sobre el sur de EU y norte de México pueden ser otro mecanismo que genere estos eventos.

CCA-11

DETERMINACIÓN DEL IMPACTO DE LA HUMEDAD Y EL VIENTO SOBRE LA SENSACIÓN TÉRMICA EN DOS CIUDADES DE BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Treviño Gutiérrez Norma Angélica y Domínguez Pérez Carlos Alejandro
Universidad Autónoma de Baja California
gutierrez368467@uabc.edu.mx

La percepción de la temperatura en el cuerpo humano es subjetiva; la sensación térmica refleja cómo los organismos experimentan un aumento o disminución de la temperatura en relación con el ambiente. No depende únicamente de la temperatura, sino que está influida por otras variables meteorológicas, como el viento y la humedad. En este contexto, los índices Wind-Chill Temperature Index (WCI) y Temperature-Humidity Index (THI) evalúan el impacto del viento y la humedad, respectivamente, sobre dicha percepción. Por otra parte, el Human Thermal Comfort Index (HEAT) integra ambos factores, considerando que el viento suele intensificar la sensación de frío, mientras que la humedad incrementa la sensación de calor. El presente trabajo tiene como objetivo analizar los momentos en que la sensación térmica presenta diferencias considerables con respecto a la temperatura ambiente para determinar cuál fue el factor fundamental sobre estas diferencias, si el viento o la humedad. A fin de cumplir nuestro objetivo calculamos el WCI y THI con las ecuaciones propuestas por Stull (2016) a partir de datos del reanálisis ERA5-Land, adicionalmente comparamos con la temperatura ambiente para determinar cuál es la variable que está haciendo cambios en la sensación térmica para las ciudades de Mexicali y Ensenada, Baja California, México. Nuestros resultados indican que, el viento, en la temporada invernal, es la variable con más incidencia en la disminución de la sensación térmica con respecto a la temperatura ambiente en la ciudad de Ensenada. Por otra parte, en Mexicali, la humedad ocasiona un aumento considerable en la sensación térmica con respecto a la temperatura ambiente durante el verano.

CCA-12

"CIENCIA DE DATOS EVALUANDO HOMOGENEIDAD Y VARIABILIDAD EN SERIES DE TIEMPO DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN DE LA RED AUTOMÁTICA DE MONITOREO ATMOSFÉRICO DE GUADALAJARA"

Álvarez Pozos Saldra Luz, González Ornelas Perla Patricia y Sánchez Gómez Ruben
Universidad de Guadalajara
sandra.alvarez@academicos.udg.mx

Se presenta un estudio comparativo de 28 años de lecturas horarias de temperatura y precipitación, registrados en 10 estaciones de monitoreo de la calidad del aire, instaladas en el Área Metropolitana de Guadalajara. Los datos pasan un análisis critico mediante herramientas de ciencia de datos, para comprobar valides ante valores atípicos (outliers), lecturas erróneas y datos perdidos. Se implementa además un contraste de hipótesis para probar homogeneidad de las series de datos, periodicidades ocultas, tendencia y variabilidad, bajo distintos estadísticos de prueba y para diferentes índices. En el caso series no homogéneas, se examinan los contrastes de hipótesis ante diferencias atribuibles a las estaciones y se incorpora además la información del índice de ENOS, para comprobar si existe alguna "conexión" del índice con las diferencias observadas en las series. Finalmente, estos resultados son relevantes para disponer de una metodología que permite evaluar nuevas series de datos en contraste con la información histórica en distintos puntos o en estaciones diferentes.

CCA-13

INFLUENCIA DE VARIABLES METEOROLÓGICAS EN LA CALIDAD DE LA UVA PARA VINO EN EL BAJA CALIFORNIA

González Brenda y Pavia Edgar
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
brenda.gonzalez@cicese.edu.mx

Este estudio analiza la relación entre variables meteorológicas (temperatura media y precipitación) y la calidad de la uva para vino en el Valle de Guadalupe, Baja California, región con clima mediterráneo único en México. Se utilizaron datos climatológicos históricos (1951–2022) de CONAGUA y registros de calidad de uvas (grados Brix, pH, acidez, etc.) proporcionados por vinícolas locales. Mediante modelos lineales y herramientas estadísticas como el coeficiente de correlación de Pearson y el método Bootstrap, se validó la influencia de la temperatura media (octubre–septiembre) en parámetros como los grados Brix, mostrando correlaciones significativas ($r > 0.50$). La precipitación, aunque menos determinante en viñedos con riego, mostró patrones relevantes en cultivos de temporal. Los resultados sugieren que temperaturas más altas aumentan el contenido de azúcar en las uvas. Este trabajo aporta evidencia cuantitativa para optimizar prácticas vitivinícolas ante la variabilidad climática y plantea su posible extensión a otros cultivos.

CCA-14

INTERCAMBIO DE ENERGÍA Y FLUJOS DE CARBONO EN UN ENTORNO URBANO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Barrios Barocio Alejandra Carolina[1], Espinosa Fuentes María de la Luz[2], González del Castillo Aranda María Eugenia[2] y Peralta Rosales Oscar Augusto[2]
[1]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
[2]*Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM*
alejandra.c.barrios@atmosfera.unam.mx

El rápido crecimiento urbano y la modificación del uso de suelo alteran significativamente los procesos de intercambio de energía y carbono en la superficie, modificando fenómenos como la isla de calor urbana y las emisiones de gases de efecto invernadero. Este trabajo presenta resultados de un monitoreo continuo de tales intercambios (marzo 2023 – mayo 2024) realizado mediante la técnica de eddy covariance, con un sistema de medición instalado sobre una torre a 30 m de altura en el campus principal de la UNAM, en la Ciudad de México. Se analizaron flujos turbulentos de calor sensible (H), calor latente (LE) y dióxido de carbono (Fc), con el objetivo de caracterizar su variabilidad estacional, diurna y su respuesta a condiciones meteorológicas extremas. El periodo de estudio estuvo marcado por condiciones excepcionalmente cálidas y secas, influenciadas por el evento de El Niño, que favorecieron el predominio de H sobre LE con picos máximos de H superando los 400 W/m^2, particularmente durante los eventos de olas de calor. En contraste, LE se mantuvo bajo en la estación seca y solo aumentó significativamente en la temporada húmeda (junio-septiembre) impulsado por la disponibilidad hídrica y la mayor actividad vegetal. El análisis de los ciclos diarios promedio mostró una clara estacionalidad en la partición de energía y una marcada influencia de la disponibilidad hídrica en LE y la razón de Bowen. El almacenamiento de calor en la superficie urbana (ΔQs), estimado como residual del balance de energía, representó una fracción considerable de la radiación neta, con una liberación nocturna sostenida (~70 W/m^2) que probablemente contribuyó al calentamiento de la capa límite superficial. Se identificó un patrón de histéresis entre ΔQs y

Rn, consistente con la inercia térmica de los materiales urbanos. El sitio actuó como fuente neta de CO_2. El flujo de CO_2 presentó una alta variabilidad a lo largo del periodo de estudio con valores que oscilaron entre –30 y +50 µmol m^{-2} s^{-1} con un promedio de 2.5 µmol m^{-2} s^{-1}. El ciclo diurno del flujo presentó un patrón bimodal, con picos de emisión coincidentes con las horas pico de tránsito vehicular y actividad académica. El pico matutino ocurrió alrededor de las 8:30 h (~5 µmol m^{-2} s^{-1}) y el vespertino entre las 19:00 y 20:30 h (5-6 µmol m^{-2} s^{-1}). Entre las 10:00 a 14:00 h se registraron valores promedio negativos de CO_2 (hasta -2.3 µmol m^{-2} s^{-1}), indicando ligera captura de carbono por fotosíntesis, aunque insuficiente para compensar las emisiones generadas en otros momentos del día. Se observaron diferencias en las emisiones de CO_2 entre fines de semana y días entresemana. Estacionalmente, la mayor captura de CO_2 se presentó durante la estación húmeda, asociada al incremento de biomasa vegetal y radiación solar. Finalmente, a escala mensual, julio y diciembre mostraron una importante disminución en el flujo de CO_2, coincidiendo con los periodos vacacionales, lo que evidencia la influencia de la actividad antropogénica en las emisiones locales.

CCA-15

OLAS DE CALOR 2023 Y 2024 EN LA CIUDAD DE PUEBLA (MÉXICO): EVALUACIÓN DE SU INTENSIDAD Y ESTIMACIÓN PRELIMINAR DE LA VULNERABILIDAD EN PUNTOS URBANOS Y PERIURBANOS

Luyando Elda[1], Tejeda-Martínez Adalberto[2], Méndez Pérez Irving Rafael[2], Baruch-Vera Aranza E.[2], Báez-Vásquez Juan Pablo[3] y Balderas-Romero Gabriel[3]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM*
[2]*Universidad Veracruzana*
[3]*BUAP*
ellu@atmosfera.unam.mx

Se evaluaron las intensidades y duraciones de tres olas de calor ocurridas en 2023 y cuatro en 2024 en cinco puntos de la ciudad de Puebla, uno urbano y cuatro periurbanos. Se usó el criterio de cinco días consecutivos en que las temperaturas rebasaron el percentil 90, aplicado a las temperaturas máximas (27.4 °C) para las olas diurnas y a las mínimas (17.4 °C) para las olas nocturnas. Las olas se catalogaron como circadianas cuando fueron diurnas y nocturnas para las mismas fechas. La intensidad de las olas se calculó en días-grado y en horas-grado, para obtener mayor precisión. Se aplicó el índice Humidex para estimar los efectos bioclimáticos en horas-grado por encima del valor del Humidex preferente. Se encontró que las olas nocturnas en el centro de la ciudad son más intensas, probablemente a causa de la isla de calor urbana, y que las zonas con mayor vegetación incrementan la intensidad de las olas si se incorpora en su evaluación la contribución de la humedad atmosférica. Se usaron datos termohigrométricos tomados cada 15 minutos en cinco estaciones meteorológicas a lo largo de 2023 y seis meses de 2024. Finalmente, se hizo una estimación preliminar de la vulnerabilidad de la ciudad de Puebla a las olas de calor.

CCA-16

INFLUENCIA DE LA COBERTURA Y LAS CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LA SUPERFICIE SOBRE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO

Velasco Tapia Karen[1], Becerril Montiel Pamela[2], Jazcilevich Diamant Arón[3], Zavala Hidalgo Jorge[3] y Holwerda Friso[3]

[1]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
[2]*Licenciatura en Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias, UNAM*
[3]*Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM*
velascotapiakaren@gmail.com

El calentamiento de las ciudades tiene efectos negativos en la salud de las personas y el ambiente. Para desarrollar estrategias efectivas de mitigación del calor, es necesario entender cómo la cobertura y las características estructurales de la superficie influyen en el ambiente térmico urbano. Las observaciones de temperatura superficial mediante sensores remotos son una herramienta poderosa para este propósito, debido a su cobertura espacial continua. Este trabajo investiga la relación entre la temperatura superficial y dos índices de percepción remota (NDVI y NDBI), cuatro elementos topográficos (elevación, pendiente, rugosidad y aspecto de la pendiente) y las clases de zonas climáticas locales en la Zona Metropolitana del Valle de México. Para esto, se efectuó, por separado, un análisis de regresión ponderada geográficamente en toda el área metropolitana y en las áreas urbanas centrales de la misma. Los análisis se realizaron para diferentes meses de la temporada de secas y lluvias del año 2024. Se utilizaron datos de temperatura superficial y reflectancia, medidos alrededor del mediodía (tiempo local), de las misiones Landsat 8 y 9, datos de elevación del Modelo de Elevación Digital de Copernicus y la clasificación en Zonas Climáticas Locales generada mediante la metodología WUDAPT. Se utilizaron análisis de correlación y de regresión lineal por mínimos cuadrados ordinarios para seleccionar las variables para el modelo espacial. En los resultados se mostrarán cuáles variables tienen la mayor influencia en los patrones de temperatura superficial y cómo esta influencia varía espacial y temporalmente.

CCA-17

REDUCCIÓN DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL MEDIANTE AZOTEAS VERDES EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Arellano Leyva Eréndira A.[1], López-Portillo Purata Melissa[2], Velasco Tapia Karen[1], Muñoz Villers Lyssette E.[1] y Holwerda Friso[1]

[1]*Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM*
[2]*Programa Universitario de Estudios Interdisciplinarios del Suelo, UNAM*
erendira.arellano@atmosfera.unam.mx

En urbes densamente pobladas, las limitaciones para ampliar las áreas verdes aunado al cambio climático global contribuyen a intensificar el calor térmico urbano. Las azoteas verdes (AV's) son una estrategia de adaptación climática capaces de reducir la temperatura superficial (TS) en techos. Sin embargo, existen pocos estudios que hayan comparado la TS de diferentes azoteas (convencionales y verdes) en México. El presente trabajo tiene como objetivo cuantificar la reducción de la temperatura superficial en dos AV's semi-intensivas con diferentes diseños y especies vegetales, en comparación con azoteas convencionales (AC's) en la Ciudad de México durante dos temporadas de secas y una de lluvias. Para ello, se instalaron estaciones meteorológicas en una AV con jardineras y plantas con vía fotosintética C3 (AVC3) y otra de instalación directa sobre la losa del techo con plantas CAM (AVCAM); así como en dos AC's, con impermeabilizante asfáltico (ACg) y gravilla roja (ACr). Las plantas C3 y CAM difieren principalmente por sus mecanismos de fijación del dióxido de carbono (CO2) y sus estrategias para evitar la pérdida de agua durante el proceso de transpiración. Se realizaron mediciones continuas de la TS, temperatura del aire (Taire), radiación de onda larga y corta, entrante y saliente, precipitación y contenido de humedad en el sustrato durante el periodo de estudio. Se cuantificó la reducción de la TS en las AV's durante días secos y despejados a través del índice STRmax, que evalúa la reducción en la TS máxima diaria de las AV's comparado con las AC's. Los resultados mostraron que la radiación neta fue mayor en las AV's comparado con los AC's, debido a que presentan un menor albedo y una menor pérdida de radiación de onda larga; sin embargo, sus TS's fueron más bajas. Específicamente, la TS de las AV's al mediodía solar fue más baja un 22 a 37% y un 17 a 37% durante las temporadas secas y lluvias, respectivamente, en comparación con las AC's. El índice STRmax mostró una mayor reducción de la TS en la AVC3 (0.64) comparado con la AVCAM (0.84) en ambas temporadas (secas y lluvias). Además, se observó que la TS en la AVC3 estuvo influenciada por la humedad del sustrato. Por otro lado, no se observaron diferencias en la Taire al mediodía solar entre las azoteas estudiadas. El presente trabajo genera conocimiento relevante sobre el efecto de las azoteas verdes en mitigar las temperaturas superficiales y reducir el calor en áreas urbanas de la Ciudad de México.

CCA-18

ANÁLISIS DE LOS NCA Y NCL COMO ESTIMADORES DE TENDENCIAS DE PRECIPITACIÓN Y NIEBLA EN LA ZONA MONTAÑOSA CENTRAL DE VERACRUZ

González Viveros Pohema de Jesús y Cervantes Pérez Juan
Facultad de Instrumentación Electrónica, Universidad Veracruzana, UV
pohema.gonzalez@gmail.com

La niebla orográfica, junto con la precipitación convectiva y estratiforme, desempeña un papel fundamental en la dinámica hidrometeorológica y ecológica de la región montañosa central de Veracruz. Esta zona, ubicada entre los 1,200 y 2,600 m s.n.m., constituye un área de alta sensibilidad climática y relevancia ecosistémica, donde la niebla no sólo contribuye a la recarga hídrica, sino que también regula el microclima local. En México, la red de estaciones meteorológicas presenta limitaciones en cobertura espacial y continuidad temporal, lo que representa un desafío para el análisis climático de largo plazo, especialmente en regiones rurales o montañosas. A ello se suma la escasa disponibilidad de registros sistemáticos de niebla, cuya observación depende en gran medida de reportes subjetivos de observadores meteorológicos (Peralta-Hernández, Villegas-Hernández, & Gutiérrez-Pérez, 2015). Ante estas limitaciones, se propone el análisis de tendencias en los niveles de condensación al aire libre (NCA) y por ascenso (NL) como estimadores termodinámicos indirectos para inferir cambios en la ocurrencia de niebla y en los patrones de precipitación convectiva. El estudio emplea series temporales derivadas del reanálisis ERA5 (1944–2024), evaluando su comportamiento estacional y anual. Los resultados muestran tendencias significativas hacia niveles de condensación más elevados, lo que sugiere una mayor altitud requerida para la formación de niebla y una posible disminución en su frecuencia, particularmente durante la estación seca. Estas variaciones podrían estar relacionadas con el calentamiento regional, cambios en el transporte de humedad, circulación a mesoescala y transformación del uso del suelo. Se comparan estas tendencias con datos pluviométricos y reportes climatológicos locales, con el fin de evaluar su coherencia con la variabilidad observada en la precipitación. Además, se integran datos sobre cambios de uso de suelo (e.g., deforestación, expansión urbana) para analizar su posible efecto en la modulación del NCA/NL y su influencia en la inhibición o favorecimiento

de eventos de niebla y lluvia. Este análisis contribuye a la comprensión del acoplamiento entre variables termodinámicas y la respuesta hidrológica en ecosistemas montañosos, y resalta el potencial de los NCA y NL como indicadores útiles para el monitoreo de los impactos del cambio climático en regiones de topografía compleja.

CCA-19

CRITERIOS SINÓPTICOS Y PATRONES METEOROLÓGICOS PARA LA DETECCIÓN DE NIEBLA EN EL AEREOPUERTO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Martínez García Brenda[1] y Rodríguez González Francisco Javier[2]
[1]*Instituto Politécnico Nacional, ESIA Unidad Ticomán*
[2]*Servicio Meteorológico Nacional, SMN*
bmartinezg2102@alumno.ipn.mx

La Cuenca de México (con altitud media de 2240 msnm), presenta condiciones orográficas y de inversión térmica que favorecen la formación de niebla, especialmente en el noreste, donde se encuentra ubicado el AICM y el AIFA. El siguiente trabajo de investigación revisa antecedentes, clasificaciones de niebla, procesos físicos y esquemas de modelado numérico que puedan ser aplicables a la región además de analizar información de datos METAR y SPECI del AICM para lograr identificar patrones en los días que se presentaron bajas visibilidades. La finalidad de esto es proponer criterios sinópticos que mejoren la detección y pronóstico de niebla. En la Cuenca predominan tres tipos de niebla relevantes para la aviación: niebla de radiación, advección y frontal. Existe una relación termodinámica entre la presión y temperatura de saturación que hace que pequeños descensos de temperatura, cercanos al punto de rocío, puedan provocar la formación de niebla espesa en condiciones específicas. El periodo analizado comprende desde el 01-01-2005 00:00 UTC al 31-12-2024 donde se filtraron los datos encontrando un total de 198 eventos en los que se tiene una visibilidad mínima registrada de 0.125 SM, temperatura media de 7°C y una dirección media del viento de 4.2 kt. Las condiciones antes mencionadas son asociadas a condiciones frías con vientos débiles o moderados. La mayoría de los informes presentan niebla (FG) como el evento principal además de frecuentes nubes bajas y, en varios casos, existe la presencia de precipitación ligera y bruma. Los análisis realizados, con base en los eventos estudiados, se puede confirmar que la Cuenca de México es vulnerable a episodios de niebla de baja visibilidad. Se recomienda seguir con un monitoreo en tiempo real de temperatura, punto de roció, viento, además de un seguimiento de nubes bajas y precipitaciones ligeras, que son las características que más predominan en los datos observados.

CCA-20

ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN LA OCURRENCIA DE BRUMA EN JURIQUILLA, QUERÉTARO

Miranda Claudes Blanca Adilen y Montero Martínez Guillermo
Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM
amiranda@atmosfera.unam.mx

La visibilidad es la máxima distancia a la que un objeto se puede identificar a través del horizonte. El estado óptico de la atmósfera es afectado por diferentes factores meteorológicos y ambientales, tales como la humedad relativa y la concentración de material particulado suspendido. La bruma es un fenómeno que tiene lugar en ausencia de precipitación y niebla, y se caracteriza por la disminución de la visibilidad entre 1000 y 10000 m, de manera que estas reducciones están relacionadas con la percepción visual de la calidad del aire. Existen pocos estudios sobre visibilidad atmosférica en México y todos reportan resultados para la capital del país. Por esta razón es importante investigar las variaciones en la visibilidad de otros lugares. La visibilidad se estimó en este proyecto utilizando datos de Alcance Óptico Meteorológico (MOR, por sus siglas en inglés) obtenidos con un sensor de tiempo presente PWS100, de la empresa Campbell, Inc. El instrumento está instalado en el Observatorio Atmosférico de la Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos, localizado en el Campus Juriquilla de la Universidad Nacional Autónoma de México. Juriquilla, en el estado de Querétaro, ha tenido en la última década un crecimiento urbano e industrial importante que lo hace un lugar de interés en donde las actividades locales, el tráfico y la industria representan fuentes importantes de contaminación. Este proyecto presenta los resultados del análisis de datos meteorológicos, concentración de material particulado, gases precursores de partículas y de MOR durante los años 2015 y 2016 con el objetivo de establecer correlaciones entre los principales factores que determinan la incidencia de bruma en la región de Juriquilla. Este estudio sugiere que la visibilidad puede ser una herramienta complementaria a las mediciones de parámetros que caracterizan la calidad del aire.

CCA-21

IMPORTANCIA DEL AEROSOL MARINO EMITIDO EN EL GOLFO DE MÉXICO Y EL PACIFICO MEXICANO EN LA FORMACIÓN DE NUBES MIXTAS

Ladino Moreno Luis Antonio
Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM
luis.ladino@atmosfera.unam.mx

Los núcleos de hielo o INPs (por sus siglas en inglés) son partículas de aerosol que facilitan la formación de hielo en las nubes. Estudios recientes han demostrado que el aerosol marino tiene la capacidad de actuar como INP, con un alto potencial para impactar la formación nubes y el desarrollo de precipitación. Sin embargo, gran parte de estos estudios se ha centrado en latitudes medias y altas con una baja representatividad de los trópicos. Dado que México esta rodeado por el Golfo de México y el Océano Pacifico, es sumamente importante cuantificar el impacto que tienen las emisiones marinas en la formación de nubes y en el ciclo hidrológico regional. Esta información será de gran importancia para reducir las incertidumbres en las predicciones del clima futuro en el país. Con el objetivo de llenar ese vacío de conocimiento, desde el 2017 el grupo Interacción Micro y Mesoescala del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, ha venido estudiando el impacto de las emisiones del aerosol marino del Golfo de México y del océano Pacifico en la formación de nubes mixtas. Los estudios realizados demuestran que el aerosol marino tiene un alto potencial de impactar la formación de nubes y, por lo tanto, el desarrollo de precipitación en el territorio mexicano. Durante la época de frentes fríos, el Golfo de México es una gran fuente de INPs sobre la Península de Yucatán. Por otro lado, las aguas del Pacifico Mexicano, están enriquecidas en INPs, en comparación con las aguas del Golfo de México. Finalmente, se corroboró que las aguas tropicales del territorio mexicano, contienen INPs menos eficientes que los que se han reportado en aguas de latitudes más altas.

CCA-22

CARACTERIZACIÓN DE NUBES CONVECTIVAS ASOCIADAS A EVENTOS DE TORMENTA SEVERA MEDIANTE GOES-16 PARA LA CIUDAD DE MÉXICO

Ortiz Villalva Jimena[1], López Espinoza Erika Danaé[2],
Zavala Hidalgo Jorge[2] y Herrera Moro Dulce Rosario[2]
[1]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
[2]*Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM*
jimena.ortiz@atmosfera.unam.mx

Las tormentas severas se originan en nubes convectivas profundas, caracterizadas por un marcado desarrollo vertical. Sin embargo, estas nubes no se ven igual en imágenes satelitales a simple vista, por lo que es necesario aplicar técnicas especializadas que permitan identificarlas y seguir su evolución. En la Ciudad de México, donde confluyen alta densidad urbana y condiciones de vulnerabilidad, este tipo de tormentas severas representa uno de los principales peligros hidrometeorológicos. Este trabajo presenta el desarrollo y aplicación de una metodología para identificar y caracterizar nubes convectivas asociadas a tormentas severas, utilizando los sensores Advanced Baseline Imager (ABI) y Geostationary Lightning Mapper (GLM) del satélite GOES-16. La región de estudio abarca la corona regional del Valle de México, con énfasis en los eventos que han afectado directamente a la Ciudad de México. El enfoque combina: (i) temperatura de brillo del canal 13, (ii) composiciones RGB (Convección de Día, Fase de Nube de Día y Microfísica Nocturna), (iii) análisis pre-convectivo mediante Split Window Difference (SWD), y (iv) variables eléctricas de GLM (flashes, eventos, grupos, FED (Flash Extent Density) y MFA (Minimum Flash Area)). Se automatizó la integración de productos ABI–GLM para generar mapas, histogramas y series de tiempo a una resolución de 2×2 km. Los resultados preliminares muestran que la actividad eléctrica suele iniciar cerca de −33 °C, marcando el desarrollo convectivo, mientras que un lightning jump en torno a −55 °C precede la fase más intensa de la tormenta. El SWD ha mostrado señales útiles para anticipar la convección. Estos patrones permiten definir umbrales térmicos y eléctricos que distinguen objetivamente las etapas del ciclo de vida convectivo. La metodología demuestra el potencial operativo de GOES-16 para fortalecer los sistemas de alerta temprana en la Ciudad de México y extender su aplicación a nivel regional.

CCA-23

MAPEO PREDICTIVO DE TORMENTAS CONVECTIVAS EN LA REGIÓN OCCIDENTE DE MÉXICO UTILIZANDO REDES NEURONALES ARTIFICIALES

Castro Ovalle Andrés Gerarado[1] y Farfán Molina Luis Manuel[2]
[1]*Universidad de Guadalajara*
[2]*Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE*
andres.castro1046@alumnos.udg.mx

Las tormentas convectivas son fenómenos de gran intensidad que se originan localmente y pueden generar fuertes lluvias, cambios abruptos de temperatura, inundaciones, actividad eléctrica, vientos intensos y granizo. Estos eventos,

asociados a movimientos verticales y a la inestabilidad atmosférica, pueden clasificarse según su estructura interna, duración y entorno atmosférico. En el occidente de México y su región oceánica adyacente, su desarrollo está condicionado por factores atmosféricos, oceánicos y fisiográficos, con un máximo de actividad entre junio y septiembre. Mejorar su pronóstico, especialmente en la etapa inicial, es clave para la reducción de riesgos y la toma de decisiones oportunas. Este trabajo propone la elaboración de mapas de probabilidad de formación de tormentas convectivas en la región occidental de México y el Pacífico adyacente, mediante un modelo predictivo basado en redes neuronales artificiales con arquitectura CNN+LSTM. El modelo integrará variables observacionales (sensores remotos y radiosondeos), fisiográficas (orografía y uso del suelo) y oceánico-atmosféricas (temperatura superficial del mar y vientos). La metodología está compuesta por: (1) recopilación y estandarización de datos multifuente con distintas resoluciones espaciales y temporales; (2) entrenamiento de la red neuronal para capturar patrones espaciales y temporales; (3) validación con métricas de desempeño y exactitud; y (4) generación de mapas de probabilidad de formación convectiva. Los resultados preliminares obtenidos a partir de un prototipo inicial entrenado con radiosondeos de Guadalajara para el 2019 donde se consideraron 54 eventos con tormenta y 55 eventos sin tormenta y predictores termodinámicos (CAPE, CIN, LI LFC, RH a 700 y 50 hPa, Temperatura a 500 hPa y contenido de agua precipitable), muestran un modelo con desempeño alto capaz de estimar la probabilidad de convección. En una prueba externa del modelo con 4 radiosondeos de 2022 (dos días con tormenta documentada y dos días sin tormenta), la red asigno probabilidades altas a los dos casos con evento y probabilidades bajas a los días sin evento, mostrando coherencia con mapas de precipitación e imágenes infrarrojas GOES de dichas fechas. Estos resultados confirman la capacidad del enfoque probabilístico para anticipar zonas con condiciones favorables a la convección.

CCA-24

ANÁLISIS DE AMBIENTES FAVORABLES PARA SUPERCELDAS EN EL NORESTE DE MÉXICO MEDIANTE RADIOSONDEOS (1990-2020)

Casanova Chacón Joyce Ibeth y León Cruz José Francisco
Instituto de Geografía, UNAM
joyce.casanova@comunidad.unam.mx

Las superceldas son tormentas organizadas de convección profunda e intensas, generalmente aisladas y duraderas, responsables de fenómenos de tiempo severo como tornados, granizos de gran tamaño, vientos arrachados y precipitaciones significativas. El noreste de México es una región propicia al desarrollo de estas tormentas debido a su relieve, la proximidad con el Golfo de México que aporta aire cálido, y la interacción con masas de aire continentales y corrientes en chorro subtropicales. Aunque se han realizado estudios de casos aislados y de periodos cortos, que demuestra un entorno favorable para la ocurrencia de superceldas, aún no se cuenta con una climatología de estas tormentas, ni con estudios integrales que describan sus particularidades en esta región, por lo que la caracterización de las condiciones atmosféricas que modulan su formación continúa siendo un área de investigación incipiente. Este trabajo presenta un análisis climatológico de parámetros termodinámicos, cinemáticos y compuestos asociados a entornos favorables para la ocurrencia de superceldas en el noreste de México. Se utilizaron datos de radiosondeos de las estaciones de Del Río (DRT) y Brownsville (BRO) para el periodo 1990-2020, analizando de variables clave como la Energía Potencial Convectiva Disponible de la parcela más inestable (MUCAPE), el agua precipitable (PWV), la cizalladura efectiva del viento (BS_EFF_MU) y el Parámetro Compuesto de Supercelda (SCP). Además, se obtuvieron los perfiles de radiosondeo correspondientes a eventos tornádicos confirmados en la región para contrastar los ambientes pre-convectivos. Los resultados muestran un ciclo estacional bien definido para la inestabilidad y la humedad, con valores máximos de MUCAPE y PWV entre mayo y septiembre. La estación BRO, con mayor proximidad al Golfo de México, mostró un entorno más favorable para tormentas intensas en comparación con DRT. Si bien los valores medianos de cizalladura fueron moderados, se identificaron casos aislados de cizalladura elevada, principalmente en primavera, lo que es propicio para la organización de tormentas superceldas. El análisis de eventos tornádicos confirmó la presencia de entornos con alta inestabilidad (MUCAPE>2000J/kg) y cizalladura significativa, condiciones distintivas de las superceldas tornádicas. Finalmente, se encontró que los perfiles con SCP>7.6 (umbral basado en superceldas documentadas en la región), se concentran en los meses de marzo, abril y mayo, identificando la temporada más prolífica para su desarrollo. Este estudio proporciona una caracterización cuantitativa de los ambientes que favorecen la convección severa en el noreste de México y sienta las bases para el desarrollo de una climatología regional de superceldas.

CCA-25

INVENTARIO DE EVENTOS HISTÓRICOS DE INUNDACIÓN EN LA CIUDAD DE MÉXICO PARA EL PERIODO DE 2020 A 2024

De Jesús Galindo Vania, López Espinoza Erika Danaé y Zavala Hidalgo Jorge
Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM
vaniadejesus@encit.unam.mx

La Ciudad de México, como muchas ciudades, enfrenta el desafío de gestionar las afectaciones por fenómenos hidrometeorológicos extremos, los cuales han incrementado tanto en frecuencia como en intensidad en las últimas décadas debido a factores como el cambio climático y la urbanización. El objetivo del trabajo es la recopilación de información histórica de eventos de inundaciones para la Ciudad de México para el periodo de 2020 a 2024, así como la definición de algunas de sus características, tales como, duración, fecha, precipitación, zonas afectadas, infraestructura afectada. Además, se obtienen parámetros que describan los eventos, es decir, espejo de agua (m^2), tirante (cm), ubicación (calles), colonia, hora, latitud, longitud y tipo de evento, clasificado en: encharcamientos, inundaciones pluviales o fluviales. Para determinar los eventos de inundación, se utilizaron datos recabados por el Centro Nacional de Comunicación y Operación de Protección Civil (CENACOM). Además, de los boletines de alertamientos hidrometeorológicos de la Secretaría de Gestión Integral de Riesgos y Protección Civil (SGIRPC), se recopiló información como la duración del evento en horas y la precipitación pronosticada en ese periodo de tiempo. Para los años más recientes y con el objetivo de enriquecer la información de los eventos, así como los no registrados por el CENACOM, se consideró información del Atlas de Riesgos de la Ciudad de México y de medios de comunicación. Con la información recabada, se elaboraron mapas de la distribución espacial y ocurrencia de los eventos de encharcamientos, inundaciones pluviales y fluviales. Se incorporaron las coordenadas geográficas de los eventos recopilados y se realizó un análisis estadístico de los datos. Para el periodo de 2020 a 2024, se registraron 552 encharcamientos, 278 inundaciones pluviales y 9 inundaciones fluviales. Entre los daños registrados se contabilizaron 379 viviendas dañadas, 760 personas afectadas, representando un total de daños de 1.49 millones de pesos. Las alcaldías con un mayor número de encharcamientos e inundaciones pluviales fueron Iztapalapa y Tlalpan. Las inundaciones fluviales registradas se ubican principalmente en las zonas altas de la Ciudad de México, en la alcaldía Magdalena Contreras y Tlalpan. Finalmente, el año 2020 tuvo una mayor ocurrencia de inundaciones en comparación con otros años, destacando las regiones del centro y nororiente de la ciudad para el caso de las inundaciones pluviales y la región sur para las inundaciones fluviales. Por el contrario, las alcaldías del poniente registraron una menor ocurrencia de inundaciones en la Ciudad de México.

CCA-26

LA INFLUENCIA DE LA LLUVIA Y LA ALTITUD EN LA EROSIÓN DEL SUELO

Montero Martinez Guillermo y García García Fernando
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
gmontero@atmosfera.unam.mx

El suelo es uno de los recursos naturales más importantes del planeta por sus características biológicas, físicas y químicas que permiten el intercambio de agua, nutrientes y calor para los organismos. El 94 % de los alimentos que consumimos como especie y muchos antibióticos son producidos gracias a los microorganismos del suelo. Además, la influencia del suelo en procesos hidrológicos como la infiltración, la percolación y el almacenamiento de agua es primordial. El deterioro del suelo es un peligro asociado a la agricultura, pero también puede asociarse a la deforestación. Algunos de los principales elementos de la erosión del suelo son la lluvia, el viento y el deterioro por agentes químicos. La erosividad de la lluvia es uno de los parámetros esenciales en el estudio de la erosión y su evolución en el tiempo. La precipitación es un componente clave del ciclo hidrológico, por lo que la comprensión de sus procesos de formación y evolución son de suma importancia, pero también es necesario comprender sus interacciones con el ecosistema. El objetivo de este trabajo es relacionar las características microfísicas de la lluvia (tamaño y velocidad de caída de las gotas) con el proceso de erosión, calculando algunos parámetros que permiten estimar la agresividad de la precipitación sobre el suelo. Los datos microfísicos fueron colectados durante eventos de precipitación ocurridos en diferentes lugares de México (costeros y continentales) utilizando disdrómetros ópticos del modelo PWS100. Los resultados obtenidos representan la energía con la que las gotas impactan la superficie, la cual también está en función de la intensidad de los eventos y la localidad. La comparación de estos datos, considerando periodos de intensidad de precipitación similares, muestra que la altitud del sitio y las condiciones ambientales prevalentes durante los eventos de precipitación tienen efectos relevantes en la erosividad. La conclusión del análisis estadístico indica que el impacto ejercido por las gotas en el suelo es más significativo con la disminución de la densidad del aire, lo que sugiere que existiría una mayor probabilidad de desprendimiento de partículas de la superficie en los lugares de mayor altitud. Estos resultados pueden ser usados en modelos matemáticos que también

consideran otros factores como el tipo de suelo y la inclinación del terreno, entre otros, para una mejor comprensión del proceso de erosión.

CCA-27

DESARROLLO DE UN MÉTODO PARA EL CÁLCULO DE FACTORES DE EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO PROVENIENTES DE GALLINAZA Y POLLINAZA EN MÉXICO

Andraca Ayala Gema Luz[1], Hernández Paniagua Iván Yassmany[2], Sánchez Ramírez Ezequiel[3], Castañeda Serrano María del Pilar[3], Guerrero Quinard Gabriela[4], Martínez Ferrer Tania Lizeth[4], Rodríguez Suárez Brandon Zael[4] y Hernández Solis José Manuel[2]

[1]*Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM*
[2]*ICAyCC*
[3]*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia*
[4]*Facultad de Química*
gema@atmosfera.unam.mx

México consume alrededor de 34.2 kg de carne de pollo per cápita al año, siendo el 6º productor a nivel mundial. En lo que respecta a huevo de plato, México también es el principal consumidor mundial con un promedio de 24.4 kg por persona anualmente. En 2023, se criaron alrededor de 624.9 millones de aves, las cuales en promedio excretan al día 100 g de gallinaza o pollinaza. A la fecha, se desconoce las emisiones de efecto invernadero generadas durante la producción de huevo y carne, lo que resalta la importancia de obtener factores de emisión experimentales para esta industria. En el presente proyecto, se construyó un sistema cerrado basado en de acero inoxidable no reactivo para cuantificar la producción de metano, óxido nitroso y amoniaco provenientes de las excretas de gallina y pollo (gallinaza y pollinaza). Es sistema construido permite el monitoreo en tiempo real y registro de la humedad, presión y temperatura internos, los cuales son parámetros clave para calcular factores de emisión. El sistema se equipó con un puerto de toma de muestra gaseosa para la posterior cuantificación de las concentraciones internas de metano y óxido nitroso mediante cromatografía de gases de ionización de flama y captura de electrones. El amoniaco contenido en el sistema se cuantificó mediante un monitor personal activo con cabezal electroquímico con resolución de medición de 1 min. Los factores de emisión para cada gas cuantificado fueron obtenidos mediante cuantificación de la cantidad máxima producida por gas por unidad de tiempo y masa de muestra colocada dentro del sistema. Posteriormente, se llevó a cabo una extrapolación de la producción de gas considerando el promedio de masa excretada por día por ave para 365 días. Se realizaron cinéticas de producción de gas con duración mínima de 72 horas, colocando 50 g de excreta fresca en el interior de la cámara de emisiones. Se realizaron tomas de muestra de 3 mL del gas producido cada hora, las cuales fueron analizadas inmediatamente en el cromatógrafo de gases para cuantificar la concentración de óxido nitroso y metano. Se obtuvieron factores de emisión experimentales de 0.0003 KgN2O/año/ave, 0.27 KgCH4/año/ave y 0.02545 Kg NH3/año/ave. Los factores de emisión calculados en el presente proyecto coinciden en orden de magnitud con los existentes para óxido nitroso (0.00018-0.0009 KgN2O/año/ave, metano (0.4-0.7 KgCH4/año/ave) y amoniaco (0.0106-0.157 Kg NH3/año/ave).

CCA-28

MEDICIONES CONTINUAS DE CARBONO NEGRO (BC), MONÓXIDO DE CARBONO (CO) Y DIÓXIDO DE CARBONO (CO2) EN TACNA, PERÚ

Liñán Abanto Rafael[1], Salcedo Dara[2], Ramos Pérez Omar[3], Carabali Sandoval Giovanni[4], Arnott Patt[5], Paredes Miranda Guadalupe[5], Ordoñez Miranda José[6], Mariaca Alave Orlando[1], Liñán Abanto Rosa María[1], Zavaleta Caballero Carlos[1] y Garván Gamarra Carlos[1]

[1]*Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, UNJBG*
[2]*Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación, Facultad de Ciencias, UNAM*
[3]*Departamento de Fisica, Facultad Interdisciplinaria de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Sonora*
[4]*Instituto de Geofisica, UNAM*
[5]*Department of Physics, University of Nevada*
[6]*Universidad la Sorbona/Instituto de nanociencias de Paris/CNRS*
rnlinan@unjbg.edu.pe

En este trabajo analizamos las observaciones del aerosol atmosférico carbono negro (BC) junto con los gases atmosféricos: monóxido de carbono (CO) y dióxido de carbono (CO2), obtenidos con un extinciómetro fotoacústico (PAX) y un analizador de gases (Cavity Ring Down Spectroscopy, CRDS) de Picarro, en la Ciudad de Tacna, Perú. Las mediciones reportadas en esta investigación fueron de enero a agosto del 2025, periodo que cubre parcialmente las temporadas climáticas de verano, otoño e invierno del 2025, lo que nos permite obtener resultados preliminares de la variación estacional y sus correlaciones mutuas de estas especies químicas. La concentración promedio del BC, CO y CO2 durante las temporadas de verano, otoño e invierno, fueron: 1.739 ± 1.134 µg/m3, 0.127 ± 0.044 ppm y 423.208 ± 2.667 ppm; 1.928 ± 0.987 µg/m3, 0.156 ± 0.069 ppm y 425.813 ± 3.781ppm; 2.321 ± 0.950 µg/m3, 0.169 ± 0.077 ppm y 427.335 ± 3.065 ppm; respectivamente. Asimismo, estas especies muestran patrones diarios típicos de zonas urbanas, alcanzan sus máximos por la mañana y un segundo máximo por la tarde. Las correlaciones estacionales de BC-CO, BC-CO2, CO-CO2, mejoran a medida que se acerca el invierno, lo que sugiere, que una capa límite atmosférica poco profunda, proporciona las condiciones favorable para analizar las contribuciones de las fuentes locales.

CCA-29

ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA REGIÓN SUR DE LA CUENCA DE TULA

Peralta Oscar[1] y Castro Telma[2]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM*
oscar@atmosfera.unam.mx

En marzo de 2022, llevamos a cabo una campaña intensiva de monitoreo de calidad del aire en la Universidad Tecnológica Tula-Tepeji (UTTT), ubicada al sur del Complejo Industrial de Tula (CIT), México. Se midieron ozono (O_3), dióxido de nitrógeno (NO_2), dióxido de azufre (SO_2), monóxido de carbono (CO), PM2.5, compuestos carbonílicos y parámetros meteorológicos, junto con la caracterización química y óptica de PM2.5. Los resultados muestran que las concentraciones de O_3 superaron con frecuencia las guías nacionales y de la OMS, lo que pone de manifiesto un problema persistente de contaminación fotoquímica. Se registraron picos episódicos de SO_2, por encima de los límites de exposición aguda, asociados con vientos del noreste provenientes de la refinería y la central eléctrica. Las concentraciones de masa de PM2.5 cumplieron con las normas nacionales, pero excedieron las recomendaciones de la OMS en casi el 50% de los días de muestreo; el análisis químico reveló contribuciones de polvo geológico, producción de cemento, combustión de petróleo y quema de biomasa. Los análisis de correlación indicaron fuertes vínculos entre sulfatos, amonio y propiedades ópticas, lo que sugiere una formación activa de aerosoles secundarios. Nuestros hallazgos confirman el papel dominante de las emisiones del CIT en la contaminación regional y subrayan la necesidad de controles más estrictos y estrategias de gestión coordinada

CCA-30

SENSIBILIDAD DE LAS CONCENTRACIONES DE OZONO EN LA CDMX A LAS CONDICIONES ATMOSFÉRICAS

Zavala-Hidalgo Jorge, Trujillo Rojas Katia Denis, Jiménez Delgadillo Erika, Romero Centeno Rosario, Pedraza Díaz Angélica y Oropeza Alfaro Pavel Ernesto

Universidad Nacional Autónoma de México
jzavala@atmosfera.unam.mx

El ozono troposférico (O_3) es un contaminante secundario cuya concentración en zonas urbanas está fuertemente modulada por las condiciones meteorológicas. En este estudio se analiza la relación entre el O_3 máximo diario en la Ciudad de México y variables meteorológicas derivadas del sistema de pronóstico operativo WRF del grupo Interacción Océano-Atmósfera del ICAYCC: temperatura del aire, temperatura del suelo, viento en superficie, humedad relativa, altura geopotencial y circulación a 500 hPa. Se emplearon diagramas de dispersión, Regresión Lineal Múltiple y análisis multivariado para evaluar la sensibilidad del O_3 a estas variables. Los resultados identifican los factores meteorológicos con mayor influencia en su variabilidad, ofreciendo insumos para mejorar el pronóstico y la gestión de la calidad del aire en entornos urbanos.

CCA-31

ALGORITMOS DE LÓGICA DIFUSA PARA LA SIMULACIÓN DE LAS CONTINGENCIAS EN LA MEGALÓPOLIS DEL CENTRO DE MÉXICO A PARTIR DE VARIABLES CLIMÁTICAS Y CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

Gay García Carlos, Sánchez Meneses Oscar
Casimiro y Mondragón Rodríguez Román Damián

Universidad Nacional Autónoma de México
cgay@unam.mx

Para mejorar de manera sustancial el análisis de las condiciones meteorológicas y climáticas asociadas con la calidad del aire en la Megalópolis del Centro de México, se presentan modelos de sistemas de inferencia difusa (FIS), como alternativa para visualizar tanto las condiciones que resultan más significativas en presencia de eventos intensos de mala calidad del aire, como las interacciones entre las variables que caracterizan dichas condiciones. El interés del trabajo está centrado en analizar las condiciones asociadas a la ocurrencia de eventos de concentraciones altas, > 150 ppm, de ozono troposférico (O3) que causan las contingencias ambientales. Se consideraron como precursores de tales concentraciones a las variables: temperatura, radiación solar global, humedad relativa y concentración de dióxido de nitrógeno, debido a la fuerte correlación entre ellas. La interacción entre las variables precursoras y la concentración de O3 se establece mediante reglas de correspondencia del tipo: Si A y B o C entonces D, donde las letras expresan categorías lingüísticas como baja, media o alta para todas las variables y el O3. Usando datos observados, se construyeron dos FIS, uno Mamdani, con ocho reglas de correspondencia y otro Sugeno usando el algoritmo Modified Learning From Examples (MLFE) con el que se pudieron construir cuando menos 20 reglas de correspondencia, dependiendo del valor de los cuatro parámetros

del modelo. Solo con datos observados no se consigue simular, con suficiencia estadística, las condiciones de alta concentración requeridas, dado que los eventos de contingencia son relativamente pocos, lo cual amerita emplear el método de muestreo bootstrapping, con cuyos resultados se establecen las amplitudes de las funciones de pertenencia para las variables del modelo Mamdani y se calculan los coeficientes de correlación para los datos de entrenamiento y de prueba usados en el MLFE, los que resultaron aceptables, del orden de 0.7. Se revela la necesidad de considerar variables externas al sistema cuyo comportamiento actúa como disparador o inhibidor de las contingencias, el FIS Mamdani permite incluir una variable difusa precursora adicional (factor X) que simula la interacción del sistema con esas variables externas. En simulaciones preliminares se ha podido disparar contingencia de 127.82 a 175 ppm cambiando el factor X de 5 a 9. Aunque los FIS no constituyen modelos de pronóstico formales, el factor X permite simular el valor de la concentración de O3 dados los valores pronosticados de las otras variables. Se han podido simular eventos de contingencia usando valores arbitrarios del factor X, pero se espera poder determinar el rango de valores de dicha variable de manera sistemática. Los datos utilizados fueron series de tiempo horarias de Índices de Calidad del Aire y Salud que registra la Secretaría del Medio Ambiente de Ciudad de México y del Observatorio de Radiación Solar del Instituto de Geofísica de la UNAM.

CCA-32

ACTUALIZACIONES DEL PRONOSTICO DE CALIDAD DEL AIRE PARA EL CENTRO DE MÉXICO

García Reynoso Jose Agustin, Almanza Veloz Victor, Ruiz Suárez Luis Gerardo y Zavala Hidalgo Jorge
Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM
agustin@atmosfera.unam.mx

Se presentan las actualizaciones del sistema de pronóstico operativo de la calidad del aire para el centro de México, incluyendo los estados colindantes con la Ciudad de México. Las actualizaciones principales del sistema son: (1) un inventario de emisiones actualizado, con especial atención a los compuestos orgánicos volátiles (COV); (2) el uso de concentraciones de contaminantes pronosticadas del día anterior como condiciones iniciales; y (3) la introducción de nuevos perfiles temporales de emisión para los domingos. Adicionalmente, se implementó una metodología de validación dicotómica, comparando la concentración máxima de ozono por hora pronosticada en una zona urbana definida con la máxima registrada en cualquier estación de monitoreo RAMA. Este enfoque proporciona una evaluación más representativa del riesgo de exposición máxima. Los resultados muestran una fuerte concordancia entre los niveles máximos de ozono modelados y observados. Las métricas de desempeño confirman la robusta capacidad del sistema para capturar eventos de alto ozono, aunque existe margen para reducir las falsas alarmas. El sistema actualizado sienta las bases para futuras mejoras, como el modelado por conjuntos y la asimilación de datos en tiempo real. Este trabajo fue financiado parcialmente con recursos del fideicomiso 1490 para apoyar los programas, proyectos y acciones ambientales de la Megalópolis.

CCA-33

CAMBIO CLIMÁTICO Y CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA: EFECTOS EN LA SALUD PÚBLICA DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO

Leal Mercado Arely Sarahi[1 y 2] y González Salazar Constantino[2]
[1]*Escuela Nacional de Estudios Superiores - Unidad Morelia, UNAM*
[2]*Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM*
arelyleal.8@gmail.com

En los últimos años, el cambio climático y la contaminación atmosférica han cobrado relevancia en el ámbito internacional, especialmente por sus impactos directos en la salud pública. Se estima que, entre 2030 y 2050, el cambio climático provocará aproximadamente 250,000 muertes adicionales al año, generando así desafíos particulares para las áreas urbanas (Cissé et al., 2022). Diversos estudios demuestran que existe una correlación entre cambio climático y mortalidad por enfermedades no transmisibles (Gasparrini et al., 2012, 2015; Hajat et al., 2014; Liu et al., 2022). Asimismo, se calcula que alrededor del 99% de la población mundial está expuesta a niveles de contaminación del aire que superan los límites establecidos para PM2.5 (World Health Organization: WHO, 2022), es por ello que resulta crucial evaluar la calidad del aire mediante el cumplimiento de los niveles de concentración recomendados a nivel nacional e internacional. Además, las olas de calor pueden deteriorar la calidad del aire al producir más contaminación secundaria por material particulado, empeorando así las condiciones de salud (Xu et al., 2023; Coker et al., 2025). Por lo tanto, es imperativo comprender sus efectos individuales y conjuntos sobre la salud humana y desarrollar estrategias para mitigar estos impactos. En México, se han realizado investigaciones sobre calidad del aire y cambio climático (Martínez-Muñoz et al., 2020; Pérez & Álvarez, 2020); sin embargo, es limitada la información que existe en cuanto al análisis integrado de los efectos de ambos en la salud pública. En este sentido, esta investigación busca mediante un análisis espacio-temporal y la intersección entre variables ambientales, sociales y de salud, evaluar los efectos combinados e individuales del cambio climático, eventos extremos (ej. olas de calor) y contaminación atmosférica por PM10 y PM2.5 sobre la salud pública en la Zona Metropolitana del Valle de México. El análisis se centró en las tasas de mortalidad para tres grupos de enfermedades no transmisibles (cardiovasculares, respiratorias y metabólicas). En general, se observó un riesgo significativamente mayor de mortalidad relacionada con el calor en todas las regiones, especialmente para los grupos vulnerables. Asimismo, los resultados muestran una relación positiva entre la concentración de material particulado en el aire y la mortalidad: a medida que aumenta la presencia de partículas en suspensión, se observa un incremento en el número de muertes. Este trabajo busca proporcionar evidencia científica útil que apoye políticas públicas orientadas a la prevención de enfermedades, la mejora de la calidad del aire y la adaptación al cambio climático con un enfoque basado en justicia climática y equidad social.

CCA-34

CAMBIO CLIMÁTICO EN DOS SITIOS TURÍSTICOS DE SOL Y PLAYA

Welsh-Rodríguez Carlos Manuel[1], Mendoza Casazza Dayra Sofía[1] y Casanova Chi María Fernanda[2]
[1]*Universidad Veracruzana*
[2]*Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo*
cwelsh@uv.mx

El sector turismo es un segmento de vital importancia para la economía de México, particularmente por la situación geográfica la costa del golfo de México y el Caribe son destinos de recreación y entretenimiento del sector de sol y playa, particularmente en primavera y verano. Se realizó una evaluación del clima en dos sitios de playa, en los estados de Veracruz y Quintana Roo, de forma tal que sea posible establecer cualitativamente el efecto potencial del cambio climático en los últimos 30 años en ambos sitios. Para ello se utilizó un índice climático, utilizando variables locales, se obtuvieron resultados que permiten observar cambios estructurales que en el mediano plazo, y permiten esbozar la estructura general de lo que significará en el largo plazo otros sectores, por ejemplo la demanda energética para climatización (enfriamiento) y los meses donde la actividad tendrá un posible descenso por las condiciones ambientales locales.

CCA-35

EVALUACIÓN DE IMPACTOS CLIMÁTICOS Y PRODUCTIVOS EN EL GOLFO DE CALIFORNIA MEDIANTE MODELADO DIFUSO

Olvera Fuentes Norma Elizabeth[1], González Villarreal Fernando Jorge[1] y Gay García Carlos[2]
[1]*Instituto de Ingeniería, UNAM*
[2]*Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM*
norma.olvera@atmosfera.unam.mx

Con una superficie aproximada de 177 000 km², el Golfo de California (GC) es uno de los ecosistemas marinos más biodiversos del planeta y Patrimonio Mundial Natural de la Humanidad. Su configuración geológica y ubicación estratégica han propiciado una elevada diversidad de ecosistemas terrestres y marinos, que incluyen numerosas especies endémicas, cerca del 40 % de los mamíferos marinos y un tercio de los cetáceos registrados a nivel global. Además de su valor ecológico, la región es un pilar económico para México: genera más del 70 % del volumen pesquero y acuícola, cerca del 40 % de la producción agrícola y su ecorregión genera más de una cuarta parte de la extracción minera nacional. Esta riqueza enfrenta crecientes presiones antropogénicas, entre ellas sobrepesca, degradación de hábitats, contaminación, alteraciones hidrológicas y cambio climático. El aprovechamiento intensivo de los recursos ha comprometido la conservación de los ecosistemas y la viabilidad de las actividades productivas, advirtiendo un posible colapso socioambiental en las próximas décadas si no se adoptan medidas urgentes y estratégicas. Para evaluar estos impactos, se desarrolló un modelo integral basado en mapas cognitivos difusos (MCD) que integró variables ambientales, sociales, económicas y climáticas en un sistema complejo con vacíos de información e incertidumbre. El modelo, construido a partir de literatura científica arbitrada y calibrado con expertos, se implementó en un laboratorio virtual programado en Python para simular escenarios contrastantes con y sin cambio climático. Los resultados muestran que, en ambos escenarios, las problemáticas ambientales alcanzan niveles críticos casi de forma simultánea, destacando el deterioro de la salud y calidad de vida de la población, pérdida de hábitats, disminución de biodiversidad, degradación y contaminación del Golfo, pérdidas económicas y proliferación de algas. Incluso sin cambio climático, el sistema ya presenta deterioro crítico; su inclusión agrava significativamente la severidad. Estos hallazgos evidencian la necesidad de estrategias de manejo adaptativo que incorporen la complejidad del sistema y sirvan de base para políticas públicas que fortalezcan la resiliencia socioambiental de la región.

CCA-36

RIESGO DE MORTALIDAD POR ENFERMEDADES CRÓNICAS Y SU RELACIÓN CON EVENTOS CLIMÁTICOS EN LA ZMVM: PERSPECTIVAS DESDE LA CIENCIA DE DATOS

González Salazar Constantino
Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM
cgsalazar@atmosfera.unam.mx

El cambio climático antropogénico está ampliamente reconocido como una de las principales amenazas para los sistemas sociales y naturales. El aumento de temperaturas, los cambios en los patrones de precipitación y otros fenómenos extremos ya impactan de forma directa e indirecta diversos aspectos de la sociedad, incluyendo la economía, la educación, la cultura y la salud. Específicamente, en el ámbito de la salud humana, se observan efectos como el incremento de eventos meteorológicos extremos —por ejemplo, inundaciones y la sobreexposición al calor o al frío—, así como sequías, incendios y contaminación atmosférica. Estos fenómenos afectan de manera diferencial a poblaciones de distintos tamaños. La degradación ambiental, resultado del cambio climático y sus eventos asociados, presenta desafíos únicos para las áreas urbanas y sus crecientes poblaciones, como es el caso de la Zona Metropolitana del Valle de México. Se proyecta que fenómenos extremos —tales como olas de calor y sequías—, sumados al efecto de la isla de calor urbana y la contaminación atmosférica, tendrán un impacto significativo en la incidencia de enfermedades no transmisibles, especialmente las respiratorias y cardiovasculares. A pesar de esto, el efecto combinado de dichos factores sobre la mortalidad sigue siendo poco comprendido. Este trabajo utiliza enfoques de ciencia de datos para evaluar los efectos individuales y conjuntos del cambio climático observado (2000–2019), los eventos extremos y la contaminación del aire en la mortalidad por enfermedades no transmisibles (cardiovasculares, respiratorias, metabólicas, mentales y neurológicas) en la ZMVM. Los resultados preliminares muestran tendencias espacio-temporales en la mortalidad por enfermedades crónicas. Las enfermedades cardiovasculares y metabólicas se destacan como un problema de salud prioritario debido a su incremento sostenido en las últimas dos décadas. Asimismo, se han identificado grupos poblacionales y regiones con mayor riesgo de mortalidad. Durante el periodo de estudio, la temperatura media de la región aumentó entre 0.6 y 0.8 °C, con un incremento en el número de días con temperaturas máximas extremas (por encima del percentil 90). La cuantificación precisa del riesgo de mortalidad asociado a estos eventos climáticos permitirá identificar las poblaciones y zonas más vulnerables. Esta evidencia es crucial para el diseño de políticas públicas de adaptación y protección de la salud.

CCA-37

ENFERMEDADES RESPIRATORIAS NO TRANSMISIBLES Y EL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS ZONAS METROPOLITANAS DE MÉXICO

De la Rosa Alejandro Angel
Facultad de Filosofía y Letras, UNAM
angeldlarosale@gmail.com

Esta investigación tiene como eje principal la comprensión de la problemática de salud pública como resultado de las decisiones administrativas y modificaciones al sistema ecológico, donde las diversas interacciones entre el medio natural y social están íntimamente relacionadas. Por lo que, ante el cambio climático, surge la idea de un impacto en la sociedad, por los efectos directos, en la alteración de la incidencia y gravedad en enfermedades respiratorias. En este estudio se evalúan los efectos de eventos climáticos extremos desde el año 2000 al 2019 sobre la mortalidad relacionada con las enfermedades respiratorias crónicas en las Zonas Metropolitanas de México. Se consideran los datos de población por grupos de edad, sexo y su localidad. Los resultados muestran que la mortalidad ha aumentado con el paso del tiempo. Los análisis de anomalías térmicas muestran un incremento entre el 0.20°C y 0.60°C, lo que refleja un aumento sostenido de la temperatura en las últimas dos décadas. Estas variaciones, aunque aparentemente pequeñas, adquieren relevancia al asociarlas con las tendencias de mortalidad. Ejemplos pueden ser Coatzacoalcos, Hermosillo y Ensenada, las anomalías superan los 0.35°C, es también observado un incremento en la mortalidad por enfermedades respiratorias, lo cual podría considerarse un vínculo entre la intensificación del calor urbano y la vulnerabilidad de la población. En contraste, zonas como Toluca y Tlaxcala-Apizaco presentan reducciones en la mortalidad a pesar de registrar anomalías que rondan los 0.25°C, esto apunta a la influencia de factores locales como altitud, ciertas condiciones ambientales y una posible mejora en los servicios de salud pública. En términos generales, los hallazgos muestran un incremento medio de la temperatura de 0.60°C, el cual puede representar mayor presión sobre la salud respiratoria en el contexto urbano, siendo particularmente los casos de ciudades costeras y del norte del país, donde se combina la contaminación atmosférica, densidad de población elevada y la ocurrencia de olas de calor. Estos resultados refuerzan la hipótesis de que el cambio climático impactará de manera directa en la salud, amplificando desigualdades, viéndose estas reflejadas en una mayor incidencia a la salud respiratoria de la población más vulnerable.

CCA-38

ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL DETERIORO DE LOS EDIFICIOS PATRIMONIALES

López Escobar Michelle Ivonne[1], Pacheco Martínez Jesús[1], Padilla Ceniceros Raudel[2] y López Doncel Rubén Alfonso[3]
[1]*Universidad Autónoma de Aguascalientes*
[2]*Universidad Panamericana, Campus Aguascalientes*
[3]*Universidad Autónoma de San Luis Potosí*
ivonneloes1309@hotmail.com

Los edificios históricos representan un legado para las civilizaciones, al ser testigos tangibles de la evolución cultural y arquitectónica de la humanidad. Sin embargo, la preservación de estas estructuras enfrenta desafíos cada vez mayores debido a los efectos del cambio climático, que amenazan la estabilidad y conservación de los materiales que las conforman. El monitoreo de estos materiales resulta importante para implementar estrategias efectivas de protección y mantenimiento. Entre los factores climáticos que más impactan en el deterioro de los edificios patrimoniales, destacan el aumento de las precipitaciones, las fluctuaciones extremas de temperatura, incremento en la humedad relativa y de fenómenos climáticos extremos. Estos factores generan un incremento en la penetración de agua en los materiales de construcción, especialmente en aquellos porosos o sensibles a la humedad, como la mampostería y la piedra. La humedad absorbida provoca diversos procesos de deterioro, como la eflorescencia, la proliferación de moho y hongos, la corrosión de refuerzos metálicos y la degradación de componentes orgánicos. Por otro lado, las variaciones térmicas extremas agravan estos problemas al favorecer ciclos de humedecimiento y secado. En climas cálidos, el aumento de la evaporación puede intensificar la acumulación de agua en los materiales durante las lluvias. En climas fríos, la congelación y expansión del agua dentro de los poros provoca fisuras y fracturas, debilitando aún más las estructuras. La ubicación geográfica de los edificios históricos es otro factor clave. Las regiones costeras, por ejemplo, presentan riesgos adicionales debido a la exposición a la salinidad. La niebla salina, impulsada por los vientos, y las lluvias cargadas de sales aceleran la corrosión de los materiales y la formación de compuestos dañinos, afectando tanto las superficies externas como las internas. Además, la proximidad al mar intensifica la humedad ambiental, lo que puede potenciar la acción de los contaminantes atmosféricos al reaccionar con el agua presente en las estructuras. El suelo sobre el cual se erigen los edificios también desempeña un papel determinante. Suelos con alta retención de agua, como los arcillosos, favorecen la acumulación de humedad en los cimientos, mientras que los suelos con bajo drenaje incrementan el riesgo de saturación prolongada. Estas condiciones geológicas no solo contribuyen al deterioro de los materiales, sino que también pueden comprometer la estabilidad estructural general del edificio. Para enfrentar la problemática es necesario el uso de técnicas que permitan monitorear y evaluar los efectos del cambio climático en los edificios históricos. Las pruebas de laboratorio para caracterizar materiales deben complementarse con métodos no destructivos (NDT), como la Termografía Infrarroja (IT) y la Tomografía de Resistividad Eléctrica (ERT). Estas técnicas no invasivas ofrecen una visión detallada del comportamiento de la humedad, identificación de áreas afectadas y otros procesos de deterioro sin poner en riesgo la integridad de las estructuras. En conclusión, el cambio climático representa una amenaza significativa para la conservación de los edificios históricos. Este fenómeno no solo intensifica los niveles de humedad y acelera el deterioro de los materiales, sino que también impone la necesidad de replantear las estrategias de preservación patrimonial.

CCA-39

LA ESTACIÓN SOLARIMÉTRICA BSRN "SELEGUA"

Bonifaz Roberto, González Cabrera Adriana Elizabeth y Valdés Barron Mauro
Instituto de Geofísica, UNAM
bonifaz@unam.mx

La red BSRN (Base Surface radiation network) o red de referencia de Radiación de superficie es una red mundial de alta precisión que proporciona datos radiacionales de alta calidad a la comunidad cientìfica para modelos climáticos globales, sensores satelitales y aplicaciones tecnológicas diversas. A partir de noviembre de 2017, el Servicio Solarimètrico Mexicano opera la estación BSRN Selegua en el municipio de Frontera Comalapa en el Estado de Chiapas. Se cuenta con una instrumentación tanto de parámetros radiacionales como auxiliares (meteorología) con una tasa de muestreo temporal alta (minuto a minuto). Se miden: radiación global, directa, difusa, reflejada (onda corta), onda larga atmosférica, emitida (onda larga), ultravioleta. Los datos son enviados mensualmente al WRC (Centro mundial de Radiación) para su distribución después de pasar por altos controles de calidad antes de hacerlos públicos. Para cumplir cabalmente con la calidad de los datos, se analizan diariamente para detectar fallas o derivas de algún sensor y en su caso corregirlo o marcar el dato como no valido. A nivel mundial, las estaciones cubren áreas representativas de condiciones ambientales de todo el mundo y el sitio para la estación del instituto de Geofísica en México fue definido a partir de un análisis éstas condiciones y que estuviera lo más al sur posible, dado que las estaciones deben estar preferentemente en lugares alejados de influencia antrópica y la estación Selegua, complementa las estaciones localizadas en la zona intertropical de convergencia. Con los años en operación, existe una disponibilidad suficiente

para poder hacer climatología de los parámetros radiacionales. Adicionalmente se instaló un espectrofotómetro CIMEL parte de la red AERONET de la NASA y se brinda apoyo técnico y logístico a la estación ionosférica PUMA del Servicio de Clima Espacial del Instituto de Geofísica.

CCA-40

RESPUESTA DEL MONZÓN DE NORTE AMÉRICA A LA MODIFICACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR MEDIANTE LA INYECCIÓN DE AEROSOLES ESTRATOSFÉRICOS

Reyes Vallejo Juan Carlos y Turrent Cuauhtemoc
División de Oceanología, CICESE
reyesvj@cicese.edu.mx

El Monzón de Norteamérica (NAM, por sus siglas en inglés) es fundamental para la disponibilidad de agua y el desarrollo socioeconómico en el noroeste de México y el suroeste de Estados Unidos. Sin embargo, su respuesta a inyecciones de aerosoles estratosféricos —como las consideradas en escenarios de Modificación de la Radiación Solar (MRS)— permanece inexplorada. Mientras que estudios previos han evaluado impactos globales de la MRS mediante modelos climáticos de circulación general, su baja resolución limita la representación de procesos regionales esenciales para el NAM, tales como los jets de bajo nivel, las brisas marinas, la baja térmica y las circulaciones de mesoescala en el Golfo de California. El análisis estadístico preliminar realizado con datos del Geoengineering Large Ensemble Project (GLENS, NCAR) sobre la región del NAM indica una disminución en la intensidad del monzón bajo condiciones de control, en concordancia con trabajos previos (He et al., 2020; Pascale et al., 2017). Esta tendencia se intensifica ante la presencia de aerosoles estratosféricos. Asimismo, la influencia del ENSO —principal modulador de la variabilidad interanual del NAM— conserva la oscilación decadal observada en el reanálisis ERA5, tanto en escenarios de control como de MRS. Sin embargo, la resolución de los modelos globales empleados en GLENS sigue siendo insuficiente para capturar de forma realista los procesos locales que modulan la intensidad del NAM. En la siguiente fase, se implementará un reescalamiento dinámico de alta resolución mediante el modelo WRF para evaluar de forma más precisa la respuesta del NAM bajo condiciones de control y con inyecciones estratosféricas de aerosoles, con el objetivo de cuantificar la fracción de la variabilidad del NAM impulsada por cambios en la radiación solar bajo escenarios de MRS, proporcionando así una caracterización más precisa de sus posibles impactos regionales.

CCA-41

IMPACTOS Y RIESGOS DE LA GEOINGENERÍA SOLAR SOBRE LA BIODIVERSIDAD A ESCALA GLOBAL

Velasco Julian A.[1], González Salazar Constantino[1], Prieto Torres David Alexander[2], Ramírez Barrera Sandra Marisol[1] y Villalobos Fabricio[3]
[1]*Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM*
[2]*Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México*
[3]*Red de Ecoetología, Instituto de Ecología A.C.*
javelasco@atmosfera.unam.mx

La modificación de la radiación solar (SRM) es una propuesta de intervención climática para limitar el calentamiento global, sin reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. A pesar de su creciente relevancia en los debates sobre mitigación climática, sus efectos y riesgos potenciales sobre la biodiversidad no han sido bien evaluados. En este estudio, desarrollamos un enfoque macroecológico novedoso para evaluar los impactos y riesgos de una intervención SRM sobre los gradientes espaciales de riqueza de especies de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) a escala global. Se utilizaron diez corridas del modelo ARISE-SAI-1.5, que simula una inyección estratosférica de aerosoles iniciando en 2035 y extendiéndose hasta 2070, en comparación con un escenario de referencia (SSP2-4.5) con mitigación convencional limitada. Se ajustaron modelos macroecológicos empleando métodos de aprendizaje automático para predecir la riqueza de especies con base en un conjunto de variables ecológicas y evolutivas, incluyendo temperatura promedio anual, precipitación anual, y estacionalidad en temperatura y precipitación. Estas variables actúan como proxies de mecanismos de balance agua-energía y estacionalidad, los cuales determinan la riqueza de especies a distintas escalas espaciales. A diferencia de los enfoques de modelación ecológica clásicos, que utilizan proyecciones centradas en uno o dos horizontes temporales, nuestro enfoque incorpora toda la serie temporal climática, permitiendo así una perspectiva dinámica. En este sentido, mostramos tres métricas de riesgo ecológico: (1) el año de sobrepaso, definido como el primer año en que la pérdida de riqueza de especies supera un umbral determinado (e.g., 20%) en una celda; (2) el cambio abrupto, como el máximo cambio porcentual interanual en pérdida de especies; y (3) el riesgo de cambio abrupto, entendido como la probabilidad de que dicho cambio supere un umbral crítico (15% o 20%) a través de múltiples iteraciones del modelo. Estas métricas permiten caracterizar la magnitud, sincronía y velocidad del cambio en la biodiversidad, dirigido por el escenario de intervención SRM o el escenario convencional. El análisis mostró que los grupos de vertebrados más afectados bajo el escenario SRM fueron los anfibios y reptiles, en comparación con mamíferos y aves. No se encontró evidencia de que la intervención SRM retrase las pérdidas de especies o extinciones locales en relación con el escenario SSP2-4.5. Por el contrario, en el caso de anfibios y reptiles, las pérdidas acumuladas de especies a través del espacio ocurren más rápidamente bajo el escenario SRM que bajo el SSP2-4.5. Asimismo, la intervención SRM exacerbó la pérdida de especies de vertebrados terrestres dentro de casi todas las categorías de Áreas Protegidas, lo cual podría comprometer su capacidad para capturar y almacenar carbono. Estos resultados subrayan la necesidad urgente de evaluar con mayor profundidad los riesgos ecológicos asociados a estrategias de intervención climática, particularmente en regiones de alta biodiversidad como América Latina. La integración de hipótesis ecológicas, métodos de aprendizaje automático y el uso de métricas de riesgo temporales proporcionan herramientas valiosas para informar procesos de toma de decisiones en contextos de alta incertidumbre.

CCA-42

ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PERMAFROST REPTANTE EN MÉXICO

Soto Victor
Universidad Veracruzana
visoto@uv.mx

Las condiciones climatológicas que imperaron en México durante la recta final del último máximo glaciar se caracterizaron por ser 8°c más frías y húmedas que en la actualidad. Esto propició que las altas montañas del centro del país albergaran grandes extensiones de hielo glaciar, cuya cobertura y extensión llegó a alcanzar una cota tan baja como 3,000 msnm. Existen distintos trabajos que documentan la existencia pasada de glaciares en cimas mexicanas mayores a 3,500 msnm. Las evidencias que la dinámica glaciar dejó se pueden observar actualmente en la geomorfología de estas montañas, a través de la existencia de valles suavizados, morrenas laterales y terminales, estriado y pulido del basamento rocoso, así como por la existencia de glaciares de escombros de origen glaciogénico. En México, desde hace unas décadas se han llevado distintos trabajos de investigación de índole glaciológico, y los de índole periglaciar han sido abordados en años aún más recientes. Estos últimos trabajos han permitido determinar las condiciones actuales sobre la cobertura y condiciones térmicas del permafrost en las principales cimas del país; sin embargo, a pesar del señalamiento hecho en estos trabajos sobre la existencia de glaciares de escombros como elementos integradores del paisaje periglaciar mexicano, hasta el día de hoy no se ha llevado a cabo ninguna investigación enfocada en caracterizar sus propiedades internas, y determinar su estado de conservación. En este trabajo se analizan las condiciones de temperatura interna del glaciar de escombros el nevado y se determina su estado de conservación. Los resultados abonan al conocimiento del ambiente periglaciar mexicano y de las altas montañas tropicales en el planeta.

CCA-43

ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA DE LOS ÚLTIMOS DOS MILENIOS A PARTIR DE UN REGISTRO DE ISOTOPOS ESTABLES Y ELEMENTOS TRAZA DE UNA ESTALAGMITA DEL ORIENTE DE YUCATÁN

Lases Hernández Maria Fernanda, Bernal Uruchurtu Juan Pablo, Severino Zorrilla Matias, Corona Martinez Liliana, Chavero Anaya Bernardo, Ortega Obregón Carlos, López Aguiar Lluvia Korynthia, Olivares Amador Jessica Lorena y Nava Fernández Cinthya Esther
Universidad Nacional Autónoma de México
flasesunam@gmail.com

Los registros multi-indicador a partir de espeleotemas en la Península de Yucatán son escasos, a pesar del alto potencial que ofrece la región para la reconstrucción paleoclimática de alta resolución temporal. La comprensión detallada de los distintos indicadores, modulados por diversos procesos tanto en el exterior como en el interior de las cuevas, es fundamental para ampliar y robustecer los archivos climáticos disponibles en esta zona. El presente estudio aporta un registro de las razones elementales Mg/Ca, Sr/Ca, Ba/Ca y U/Ca, en comparación con las composiciones de δ18O y δ13C que abarca aproximadamente los últimos dos mil años, a partir del análisis de dos estalagmitas provenientes de la Cueva Madre Cristalina, ubicada en las cercanías de Chemax, Yucatán. Las muestras fueron fechadas mediante series de U-Th utilizando MC-ICP-MS, y las razones elementales fueron determinadas por LA-ICP-MS en el Laboratorio de Estudios Isotópicos del Instituto de Geociencias de la UNAM (Campus Juriquilla). El análisis de δ18O y δ13C se realizó un Banco de Gases II acoplado a un espectrómetro de masas de razones isotópicas con flujo continuo del Laboratorio de Análisis de Isótopos Estables, de la Facultad de Química de la UNAM (Campus Yucatán). Con base en los datos generados, se busca evaluar los procesos de interacción agua-roca, en particular el mecanismo conocido como Precipitación Previa de Calcita (PCP), como posible control dominante sobre la variabilidad de los elementos traza y los isotópos de carbono. Asimismo, se explora su relación con otros registros paleoclimáticos regionales a partir de estalagmitas y otros archivos. Este trabajo representa uno de los primeros registros geoquímicos de alta resolución temporal (escala subanual) para el norte de la Península de Yucatán, y ofrece un marco valioso para evaluar el potencial de los elementos traza como

indicadores paleohidrológicos, especialmente durante los periodos clave en los que floreció y colapsó la civilización Maya prehispánica.

CCA-44

CHANGING HYDROCLIMATE IN SEMI-ARID NORTHEAST MEXICO SINCE THE LAST GLACIAL MAXIMUM AND POSSIBLE INFLUENCE OF THE MERIDIONAL FLOW OF CARIBBEAN LOW-LEVEL JET

Roy Priyadarsi Debajyoti[1], Martínez Dyrzo Haydar[1], Sánchez-Zavala José Luis[1], Girón García Maria Patricia[1] y Vargas-Martinez Irma Gabriela[2]

[1]*Instituto de Geología, UNAM*
[2]*Facultad de Ingeniería, UNAM*
roy@geologia.unam.mx

In Mexico, the decadal duration droughts in 1950s and 1990s were consistent with the late 20th century global expansion of drylands. These hydrometeorological extremes have made the rainfed agricultural productions and socioeconomic conditions in rural areas more vulnerable causing the displacement of people through the international border. It has been observed that significant migration has happened from the drier regions of north and central Mexico during the rainfall deficit years, e.g., 1990s and model simulations suggest more frequent and sustained droughts over the next decades. The drought records in Mexico have been generated through instrumental data, tree-rings and the hydroclimate variations registered through the reconstruction of surface processes as well as the changing organic productivity in sedimentary archives collected from lacustrine basins. Some of those have highlighted the role of ocean-atmospheric forcings such as ENSO, PDO, AMOC and ITCZ on the water-scarce intervals, contemporary to the global events of climate change over the glacial and interglacial intervals. The Caribbean Low-level Jet is an important forcing that brings summer moisture to the semiarid northeast Mexico from the Intra-Americas Sea. It is the eastern zonal winds in lower troposphere along the southern margin of the North Atlantic Subtropical High and splits into two branches over the Caribbean Sea, each with distinctive summer and winter regimes. In the boreal summer, the meridional flow transports moisture for the rainfall deficit regions of northeast Mexico and central US. Its moisture flux agrees well with the precipitation cycle of the Cieneguilla Basin, located at 23°N in western foothills of the Sierra Madre Oriental Mountains. This study evaluated the multi-proxy paleoclimate registers of last 21,000 years from this basin showing the dynamics of near-surface processes such as erosion through runoff, water column salinity through evaporation with respect to Greenland ice core, fluvial discharge into the Carriaco Basin, sea surface temperature in Gulf of Mexico and regional paleoclimate records from US, Mexico and Guatemala to infer the possible influence of Caribbean Low-Level Jet, especially during the wetter deglaciation and drier Holocene in semi-arid northeast Mexico.

CCA-45 CARTEL

ESQUEMA DE PRONÓSTICO ESTACIONAL DE LA PRECIPITACIÓN IMPLEMENTADO EN EL PROYECTO SIN-SEQUÍA

Bezanilla-Morlot Arnoldo, Centella Artola Abel, González Jardines Pedro M. y Sierra Lorenzo Maibys

Centro de Física de la Atmósfera, CFA
arnoldo.bezanilla@gmail.com

Se describen los pasos para implementar en el proyecto "Construyendo resiliencia a la Sequía en Cuba" (Acuerdo de subvención No. 109181-001) un pronóstico estacional de la precipitación para Cuba. Este proyecto financiado por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo de Canadá es el primer intento para aplicar técnicas novedosas en la determinación de la sequía subestacional en el archipiélago, para esto se han seguidos cuatro pasos fundamentales. 1- Implementación de una rejilla de precipitación a muy alta resolución sobre Cuba (1 Km) usando como base fundamental las observaciones pluviométricas de casi 2000 pluviómetros instalados sobre Cuba a nivel diario entre los años 1961 y 2024. Para esto se estableció el método de Serrano-Notivoli et al (2017). La metodología de trabajo incluye 4 etapas principales que van desde la organización de la información, el control de calidad y la reconstrucción de las series de las estaciones, hasta la creación de la rejilla. 2- Se trabajo en encontrar la relación entre distintos predictores y la precipitación local obtenida en el primer paso. En particular se emplearon los métodos de Regresión Lineal, Regresión Lineal por el Vecino más Cercano, Vectores de Soporte y un método de reducción de escala y corrección de sesgos utilizando una Red Neuronal Artificial de tipo Generativa Adversaria. Para el entrenamiento de los modelos se emplearon rejillas de precipitación que abarcan todo el país, el reanálisis ERA5 y el modelo europeo de pronóstico estacional ECMWF. 3- Se emplearon distintos métodos para obtener el pronóstico estacional que pueden separarse en 3 grandes grupos. • Uso de métodos de aprendizaje de supervisado e inteligencia artificial para reducir escala, corregir sesgos y obtener el pronóstico espacio temporal utilizando distintas configuraciones de redes neuronales. • Reducción de escala dinámica usando el modelo de área limitada WRF-ARW alimentado con modelos globales. • Uso del CPT (Mason et al. 2022) 4- Desarrollo la plataforma Sin-Sequía, una herramienta digital cuyo propósito principal es gestionar y visualizar los resultados del proyecto en un formato accesible para todo tipo de usuario, desde especialistas hasta tomadores de decisiones y público general. La plataforma busca convertir los avances científicos del proyecto en un sistema operativo, interactivo y amigable que permita el monitoreo y pronóstico de la sequía en Cuba. Su diseño se basó en encuestas, entrevistas y reuniones con usuarios clave, con el fin de adaptar sus funcionalidades a necesidades reales.

CCA-46 CARTEL

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MÁXIMA COVARIANZA EN LA IDENTIFICACIÓN DE PREDICTORES ESTACIONALES DE LA PRECIPITACIÓN

González Jardines Pedro, Bezanilla Morlot Arnoldo y Sierra Lorenzo Maibys

Instituto de Meteorología, INSMET
pedro.met90@gmail.com

La variabilidad o el cambio de los patrones de precipitación en cualquier región genera impactos en esferas altamente sensibles como el abasto de agua y la seguridad alimentaria e industrial. La región de América Latina y el Caribe no escapa a esta realidad, lo cual aumenta la demanda de las sociedades de predicciones de carácter estacional. La presente investigación propone el empleo del método de máxima covarianza, basado en un análisis de componentes principales, para identificar aquellos predictores que, sobre el archipiélago cubano, exhiban las mayores asociaciones espacio-temporales en relación al ciclo estacional de la precipitación (predictando). Este sería el primer paso para generar predicciones estacionales con un enfoque estadístico-dinámico. Los datos de los predictores candidatos se obtienen del reanálisis ERA5, estableciéndose relaciones con datos observacionales de precipitación disponibles en una malla de alta resolución diseñada para Cuba. En todos los casos se emplea el período 1980-2020 con un paso temporal mensual. Los resultados sugieren el primer modo de variabilidad es dominante en todos los casos y esta asociado al comportamiento estacional del anticiclón subtropical. Los campos de temperatura superficial del mar modulan pero no gobiernan al predictando, debido a sus bajos valores de covarianza. En este sentido, puede identificarse que el ENOS muestran poca influencia sobre la variabilidad estacional de la precipitación en el área durante el período analizado. Por otro lado, los predictores candidatos relacionados con en transporte de humedad en niveles bajos muestran las asociaciones espacio-temporales más robustas. Esto significa que predictores como OLR, temperatura en el nivel de 850 hPa, de conjunto con índices termodinámicos como GDI y KI que consideran estos flujos de humedad, constituyen variables que pueden conducir a predicciones más robustas en comparación con el resto. Otras oscilaciones como la QBO exhiben relaciones espacio-temporales fuertes, lo cual sugiere que predictores que caracterizan el campo de viento zonal entre las superficies de 30 a 200 hPa explican un elevado porcentaje de la variabilidad estacional de la precipitación. Palabras clave: estacional, componentes principales, predictores, reanálisis

CCA-47 CARTEL

IMPLEMENTACIÓN DE ANIDAMIENTOS CON EL MODELO WRF Y EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO COMPUTACIONAL Y METEOROLÓGICO PARA LA ZMVM

Trujillo Rojas Katia Denis[1], Zavala-Hidalgo Jorge[2], Oropeza Alfaro Pavel[1] y López Espinoza Erika Danaé[1]

[1]*UNAM*
[2]*Universidad Nacional Autónoma de México*
katia.trujillo@atmosfera.unam.mx

Se analizan y evalúan computacional y en su meteorología diferentes opciones para obtener una simulación en modo pronóstico para el centro de México con alta resolución. La Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), una de las aglomeraciones urbanas más pobladas del mundo con más de 21 millones de habitantes, enfrenta cada año eventos hidrometeorológicos extremos que provocan inundaciones, colapso de estructuras y afectaciones viales. Estas condiciones evidencian la necesidad de contar con sistemas de pronóstico meteorológico más precisos. En este trabajo se describe la incorporación de un tercer dominio de alta resolución al sistema de pronóstico operativo con el modelo WRF, implementado por el grupo Interacción Océano-Atmósfera del ICAYCC, utilizando los métodos de anidamiento One-way Nested y Nest Down. El desempeño de los pronósticos se evalúa a partir de casos de tormentas severas y de un análisis estadístico correspondiente a un mes de simulaciones, considerando las variables de temperatura, precipitación y vientos. Asimismo, se compara el rendimiento computacional de ambos métodos y se destacan las ventajas que ofrece esta implementación en términos de la mayor cantidad y calidad de información obtenida.

CCA-48 CARTEL

MODELOS DE REDUCCIÓN DE ESCALA APLICADOS AL LA CDMX UTILIZANDO SALIDAS DEL MODELO WRF Y ESTACIONES METEOROLÓGICAS

Robles Roldán Miguel Angel[1], Zavala-Hidalgo Jorge[2], Trujillo Rojas Katia Denis[1], Romero Centeno Rosario[1] y Danaé López Erika[1]
[1]*ICAyCC-UNAM*
[2]*Universidad Nacional Autónoma de México*
miguel.robles@atmosfera.unam.mx

El aumento de la temperatura en las grandes zonas urbanas, causado tanto por la isla de calor urbana como por el calentamiento global , tiene fuertes impactos en las actividades diarias de la población, y la demanda de energía, entre otras consecuencias. El comportamiento de las regiones ocupadas por las ciudades, e incluso entre regiones dentro de éstas, varían de manera particular dependiendo de sus características propias de ventilación, cobertura y uso de suelo, altura y ubicación de las edificaciones, extensión, altitud, etc. Por ello es crucial conocer el impacto de las diferentes coberturas y demás características particulares que generan microclimas en las ciudades. En este estudio se analiza la temperatura en varios puntos de la zona metropolitana de la CDMX y se desarrolla un algoritmo de reducción de escala para generar un pronóstico de la temperatura en esas zonas. Se propone una metodología que utiliza simulaciones del modelo WRF como base y se complementa con datos de estaciones meteorológicas. Los resultados muestran que los datos postprocesados con esta metodología tienen un menor error respecto de la salida del modelo y permiten caracterizar los microclimas de las regiones estudiadas.

CCA-49 CARTEL

ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD DE LA PRECIPITACIÓN EN LA CUENCA HIDROLÓGICA CUTZAMALA

Techicac Castillo Maria[1], Zavala-Hidalgo Jorge[2], Trujillo Rojas Katia Denis[2], Straffon Alejandra[2], López Espinoza Erika[2] y Romero Centeno Rosario[2]
[1]*ENCIT, UNAM*
[2]*ICAyCC-UNAM*
mariatechicac@encit.unam.mx

La cuenca hidrológica del Sistema Cutzamala es uno de los pilares del abastecimiento de agua potable para la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), una de las áreas urbanas más densamente pobladas de América Latina. Su importancia estratégica se ve acentuada en un escenario marcado por la creciente incertidumbre climática y la intensificación de la crisis hídrica. Ante este panorama, comprender el comportamiento de la variabilidad de la precipitación en la región resulta esencial para una gestión más informada del recurso. Con este propósito, se analiza la variabilidad de la precipitación en la cuenca durante el periodo 1971-2023, utilizando datos del reanálisis ERA5 y observacionales del Servicio Meteorológico Nacional. Se comparan los resultados con las diferentes fuentes de información.

CCA-50 CARTEL

CARBONO ELEMENTAL Y ORGÁNICO IMPACTADO EN LAS HOJAS DE FRAXINUS UHDEI EN CIUDAD UNIVERSITARIA

Hernández Gutiérrez Adriana Betsabé y Peralta Rosales Oscar Augusto
Universidad Nacional Autónoma de México
316185378@quimica.unam.mx

El material particulado (PM) es una mezcla compleja de compuestos sólidos y líquidos en suspensión, cuya composición y tamaño determinan su comportamiento atmosférico y sus efectos sobre la salud humana. Dentro de la fracción fina (PM2.5), el carbono elemental (CE) y el carbono orgánico (CO) representan una proporción significativa, provenientes principalmente de fuentes de combustión vehicular, industrial y doméstica. De acuerdo con el informe Calidad del aire en la Ciudad de México 2022 en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), las emisiones primarias de PM2.5 provienen mayoritariamente de fuentes móviles (42 %), seguidas de fuentes de área como la combustión residencial y la construcción (40 %), y en menor medida de industrias (14 %). Las PM10, en cambio, se asocian principalmente a fuentes de área (42 %) como quema a cielo abierto y vialidades sin pavimentar, seguidas por fuentes móviles (41 %) y, en menor proporción, por actividades industriales y procesos de erosión. La vegetación urbana, especialmente los árboles, puede actuar como sumidero de contaminantes atmosféricos mediante el depósito seco de partículas, contribuyendo así a la mejora de la calidad del aire. En este contexto, el presente estudio evaluó la acumulación de CE y CO en hojas de Fraxinus uhdei localizadas en Ciudad Universitaria (CDMX) durante la temporada seca (enero-marzo). Se recolectaron muestras foliares y se midió el PM ambiental utilizando un muestreador activo MiniVol TAS-5.0. Los filtros fueron analizados con un analizador de carbono CM5240 TOC/TN (UIC Inc., EE.UU.), mediante oxidación térmica en atmósfera rica en oxígeno y detección del CO_2 generado con un sistema basado en la ley de Faraday. Los resultados revelan la capacidad de Fraxinus uhdei para capturar partículas carbonáceas, lo que respalda su uso como bioindicador pasivo de contaminación atmosférica. Esta aproximación permite identificar patrones de emisión local, estimar servicios ecosistémicos como la captura de carbono, y contribuir a la comprensión de los ciclos biogeoquímicos en entornos urbanos. Además, se propone una estimación del servicio ecosistémico de captura de carbono mediante un enfoque bottom-up, basado en la tasa de depósito por hoja y la cobertura arbórea total. Esta herramienta de bajo costo, amplia cobertura espacial y alta replicabilidad y así mismo representa un complemento valioso a los sistemas tradicionales de monitoreo, con aplicaciones en la gestión ambiental y la planificación urbana sustentable.

CCA-51 CARTEL

CUANTIFICACIÓN DEL CARBONO AZUL EN MANGLARES DE TABASCO MEDIANTE TELEDETECCIÓN SATELITAL

Robles Uribe Jenifer Fabiola y Ramos Zúñiga Luis Gerardo
Facultad de Ciencias de la Tierra
fabiola_roblez@hotmail.com

Los ecosistemas costeros, como los manglares, desempeñan un papel fundamental en la regulación climática y en el mantenimiento de la salud ambiental del planeta. Entre sus múltiples funciones, destaca su capacidad para capturar y almacenar grandes cantidades de carbono, conocido como carbono azul. Este carbono, retenido tanto en la vegetación como en los suelos húmedos, puede permanecer almacenado durante siglos, lo que convierte a los manglares en aliados estratégicos en la mitigación del cambio climático. En Tabasco, una de las regiones con mayor cobertura de manglares en México, resulta prioritario estudiar y cuantificar este recurso. Para ello, se emplearán herramientas avanzadas de análisis satelital, como Google Earth Engine, plataforma que permite visualizar, procesar y analizar imágenes de la Tierra a gran escala y en tiempo casi real. Asimismo, se aplicarán metodologías desarrolladas por el programa ARSET de la NASA, especializadas en el uso de sensores remotos para el monitoreo ambiental. El análisis se basará en imágenes satelitales multiespectrales y en el cálculo de índices espectrales, como el NDVI, con el fin de identificar la distribución de manglares, evaluar su estado de conservación y estimar su capacidad de almacenamiento de carbono. Desde la perspectiva de la geofísica ambiental, los resultados permitirán relacionar la cantidad de carbono azul con variables físicas del entorno, tales como la humedad del suelo, la densidad de biomasa y los cambios en el uso del suelo. Este estudio proporcionará información clave para comprender los beneficios ecológicos de los manglares, su respuesta frente a presiones antrópicas y naturales, y su aporte al balance global de carbono. Asimismo, los hallazgos servirán de base para la toma de decisiones en políticas de conservación, ordenamiento territorial y estrategias de mitigación climática, subrayando el papel crucial de la tecnología satelital en la gestión sostenible de los ecosistemas costeros.

CCA-52 CARTEL

MODELO DE OZONO TROPOSFÉRICO MEDIANTE ANÁLISIS DIGITAL DE IMÁGENES DE CÁMARA DE CIELO Y VARIABLES METEOROLÓGICAS EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Mondragón Rodríguez Román Damián, Gay García Carlos, Díaz Zapata Carol Michelle y Sánchez Meneses Oscar Casimiro
Universidad Nacional Autónoma de México
romanmr@igeofisica.unam.mx

El ozono troposférico es un contaminante secundario que se forma a partir de reacciones foto-químicas entre óxidos de nitrógeno (NO_x) y compuestos orgánicos volátiles (COVs) en presencia de radiación solar. En ciudades con atmósferas complejas, con alta densidad poblacional, elevado consumo energético y generación significativa de emisiones contaminantes, como la Ciudad de México, las concentraciones de ozono troposférico pueden alcanzar niveles que representan un riesgo considerable para la salud pública y el medio ambiente. La estimación precisa de este contaminante es esencial para prevenir contingencias ambientales y fortalecer las estrategias de gestión de la calidad del aire. En este estudio se desarrolló un modelo de aprendizaje automático que combina el análisis digital de imágenes captadas por una cámara de cielo TSI-880 (Total Sky Imager) —procesadas en los espacios de color RGB (Red, Green, Blue), HSV (Hue, Saturation, Value) y en escala de grises — con variables meteorológicas de temperatura (TMP) y humedad relativa (HR). Esta integración de datos visuales y parámetros atmosféricos permitió estimar con alta precisión las concentraciones reales de ozono troposférico, optimizando el ajuste del modelo y favoreciendo su aplicación en pronósticos y simulaciones. Las imágenes de la cámara de cielo y los datos solarimétricos fueron proporcionados por el Observatorio de Radiación Solar del Instituto de Geofísica de la UNAM, mientras que la información de contaminantes y variables meteorológicas se obtuvo del Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT). El modelo obtuvo un coeficiente de correlación R = 0.92 entre los datos observados y estimados, lo que evidencia su alto potencial predictivo y su capacidad para ser utilizado como herramienta en estimaciones operativas en apoyo al monitoreo de la calidad del aire en la Ciudad de México.

CCA-53 CARTEL

ANÁLISIS ESPACIO-TEMPORAL DE CONCENTRACIONES DE NO# EN EL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY MEDIANTE TELEDETECCIÓN SATELITAL PARA EL MONITOREO DE LA CALIDAD ATMOSFÉRICA

Romero Landin Deisy Guadalupe, Cerda Vázquez María del Rosario y Ramos Zúñiga Luis Gerardo
Universidad Autónoma de Nuevo León
deisy.romerol@uanl.edu.mx

El Área Metropolitana de Monterrey (AMM) experimenta un deterioro progresivo de la calidad atmosférica, caracterizado por el incremento de concentraciones de contaminantes criterio que generan episodios críticos de contaminación atmosférica con impactos significativos en la salud pública y los ecosistemas urbanos. El dióxido de nitrógeno (NO_2) constituye un contaminante atmosférico primario de origen antropogénico, generado principalmente por procesos de combustión vehicular e industrial. Sus concentraciones elevadas están asociadas con efectos adversos en la salud respiratoria y su papel como precursor en la formación de ozono troposférico y aerosoles secundarios lo posiciona como un indicador crítico de la calidad del aire urbano. Este estudio evalúa la aplicabilidad de técnicas de teledetección satelital para el monitoreo sistemático de concentraciones columnares de NO_2 en la atmósfera del AMM. La metodología emplea datos espectrales de sensores remotos (TROPOMI/Sentinel-5P, OMI/Aura, etc.) para la caracterización espacio-temporal de la distribución de NO_2 mediante algoritmos de recuperación atmosférica. El periodo de evaluación comprende los últimos 5 años. Los objetivos específicos incluyen: (1) cuantificar las variaciones estacionales y diurnas de NO_2, (2) identificar fuentes de emisión mediante análisis de distribución espacial, (3) evaluar la correlación entre concentraciones satelitales y mediciones in situ de la red de monitoreo local, y (4) analizar la influencia de variables meteorológicas y patrones de actividad antropogénica en la variabilidad de las concentraciones. Los resultados proporcionarán información científica robusta para el desarrollo de estrategias de gestión de la calidad del aire y políticas públicas ambientales basadas en evidencia empírica.

CCA-54 CARTEL

DETECCIÓN DE EMISIONES DE METANO EN ZONAS MINERAS MEDIANTE ANÁLISIS DE IMÁGENES SATELITALES

Ramos Vargas Esmeralda E., Ortiz Burgos Indira M., González Camarillo Astrid V. y Molina Espinosa Lazaro
Universidad Autónoma de Nuevo León
esmeralda.ramosvrgs@uanl.edu.mx

El metano (CH_4) es un gas de efecto invernadero con un potencial de calentamiento global significativamente mayor que el del dióxido de carbono, y en las operaciones mineras —especialmente en minas subterráneas de carbón— representa un riesgo tanto ambiental como de seguridad por su alta inflamabilidad. La detección temprana de emisiones de metano es crucial para prevenir accidentes y reducir el impacto climático. En este trabajo se plantea el uso de imágenes satelitales de libre acceso, como las proporcionadas por el satélite Sentinel-5P (misión TROPOMI) y datos de alta resolución de plataformas como GHGSat, para identificar y cuantificar concentraciones de metano sobre áreas mineras seleccionadas. La metodología incluye la recopilación de imágenes satelitales en series temporales, el preprocesamiento para corrección atmosférica y georreferenciación, y el análisis de firmas espectrales asociadas a concentraciones elevadas de CH_4. Se aplicarán técnicas de análisis geoespacial y teledetección, para localizar y caracterizar focos emisores. Este enfoque permitirá establecer patrones temporales de emisión, apoyar estrategias de mitigación y contribuir a políticas de monitoreo ambiental en el sector minero. Los resultados esperados incluyen un sistema automático de concentración de metano y la propuesta de un protocolo replicable de vigilancia satelital para zonas mineras.

CCA-55 CARTEL

IMPACTO DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA SOBRE LA SALUD RESPIRATORIA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Briones Montiel Daniela Ixzetl y González Salazar Constantino
Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM
ixzetlbm@gmail.com

La Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) es un importante centro urbano que tiene características socio-espaciales que han promovido la generación y acumulación de altas concentraciones de contaminantes atmosféricos tales como el ozono, el monóxido de carbono, el dióxido de azufre y el dióxido de nitrógeno. Considerando que la contaminación atmosférica es una de las principales causas de mortalidad prematura a nivel mundial, se vuelve de vital importancia estudiar el efecto de las variaciones en las concentraciones de los contaminantes atmosféricos en la mortalidad poblacional de la ZMVM. El presente trabajo evalúa el impacto de las concentraciones de los contaminantes: ozono, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono en la mortalidad debida a enfermedades respiratorias en la ZMVM. Este análisis se realizó considerando el periodo de tiempo desde el 2000 al 2019. Se consideraron grupos poblacionales por edad, sexo y localización (municipios/alcaldías) con el objetivo de identificar grupos vulnerables o susceptibles a altas concentraciones de contaminantes atmosféricos. La evaluación de este impacto se mide a través de la determinación de riesgos relativos de mortalidad por enfermedades respiratorias en la población expuesta a contaminación atmosférica en la ZMVM. Del análisis de las bases de mortalidad en la ZMVM se ha observado que la mortalidad debida a enfermedades respiratorias ha aumentado a través del tiempo y que los siguientes grupos tienen mayores tasas de mortalidad (comparada con la mortalidad de la población sin diferenciadores de sexo, edad y localización) debido a enfermedades respiratorias: hombres, habitantes de las alcaldías: Benito Juárez y Gustavo Madero, así como personas mayores a 65 años. Por otro lado, en el análisis de las bases de contaminantes en el periodo desde el 2000 al 2019, se observó que si bien las concentraciones de ozono han disminuido a través del tiempo, los niveles tanto el máximo anual de 8 horas como el máximo anual de 1 hora de ozono para el 2019 siguen estando por encima de la NOM-020-SSA1-2014. De manera similar, aunque las concentraciones máximas anuales del dióxido de azufre han disminuido desde el 2000 al 2019, aun para el año 2019 hay municipios o alcaldías donde los máximos anuales de 1 hora rebasan la NOM-022-SSA1-2019. Las concentraciones máximas anuales de 1 hora para el dióxido de nitrógeno han disminuido significativamente a través del tiempo, para el 2019 no hay municipios o alcaldías que hayan rebasado la NOM-023-SSA1-1993. En cambio, el máximo anual diario de 8 horas de monóxido de carbono no rebasó la NOM-021-SSA1-1993 en el periodo estudiado.

CCA-56 CARTEL

DISEÑO, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA (EMET) PROFESIONAL DE BAJO COSTO

López Martir Rafael, Ceja García Jerusalén, Machuca Vazquez Abraham F., Macías Mendoza Adrián y Palacios Jáuregui Isaac
Universidad Autónoma de Nayarit
rafael.martir@uan.edu.mx

Se desarrolló una Estación Meteorológica Automática (EMET) profesional de bajo costo con el objetivo de construir una red de Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMAS) para el estado de Nayarit, ante la necesidad de contar con una solución accesible para el monitoreo en tiempo real y la importancia de los datos meteorológicos para la toma de decisiones. La EMET tiene un diseño electrónico basado en el módulo ESP32, cuenta con una interfaz de sensores para medir las variables meteorológicas de temperatura, humedad relativa, precipitación, presión atmosférica, velocidad y dirección del viento. Los datos se registran localmente en una tarjeta microSD y se transmiten mediante red WiFi a una base de datos en un servidor web. La EMET es alimentada por un panel fotovoltaico y una batería recargable, lo que garantiza su funcionamiento continuo y sostenible. El usuario es capaz de configurar las redes WiFi disponibles, así como descargar los datos meteorológicos in situ por medio de una interfaz web. Los datos meteorológicos pueden ser consultados en tiempo real a través de un sitio web. Su validación se llevó a cabo mediante pruebas de campo y la comparación con mediciones de EMAS comerciales y profesionales, la EMET demostró funcionalidad, exactitud y estabilidad.

CCA-57 CARTEL

IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE MASA CONSISTENTE MATHEW PARA REPRESENTAR EL RECURSO EÓLICO EN CUBA

Patiño Avila Dayanis María y Sierra Lorenzo Maybis
Instituto de Meteorología, INSMET
dayanis.patino21@gmail.com

En este trabajo se implementa un modelo 2D de Masa Consistente con resolución espacial de 1 km, resuelto mediante el método de diferencias finitas. El campo de viento inicial es ajustado para que cumpla con la condición de conservación de la masa, con el propósito de obtener un campo de viento corregido según las características físicas del terreno y estimar con mayor precisión el potencial eólico de Cuba. Para este fin, se construyó un modelo de tipo Mathew 2D, en el cual se discretiza una malla regular en dos dimensiones que da lugar a un sistema lineal resuelto mediante el método del Gradiente Conjugado. Se imponen condiciones de frontera mixtas: tipo Dirichlet (# = 0) en los bordes Norte y Sur, y tipo Neumann (##/## = 0) en los bordes Este y Oeste. El modelo parte de los datos de viento a 10 m provenientes del reanálisis ERA5, interpolados a 1 km y corregidos mediante el método de Quantile Mapping utilizando observaciones de superficie en el período 2005–2010. Se incorporaron parámetros físicos del territorio, como la orografía (modelo digital de elevación), la rugosidad del terreno (z_0) y la distancia a la costa, todos interpolados a la misma resolución. La ley de potencia fue utilizada para extrapolar el viento a las alturas de 30, 50 y 100 m. Finalmente, mediante el ajuste de la distribución de Weibull, se estimó la densidad de potencia eólica en dichas alturas.

CCA-58 CARTEL

MEDICIONES DIRECTAS DE EVAPORACIÓN DURANTE EL PERIODO INVIERNO PRIMAVERA EN CIUDAD DEL CARMEN, CAMPECHE

Lezama Sánchez María José, Pérez Morga Nancy, Rosales Cruz Fabián Antonio y Santillán Andrade Chiara Ariadna
Universidad Autónoma del Carmen
mariajoselez90min@gmail.com

El proceso de la evaporación conecta las fuentes de agua terrestre y atmosférica, regulando el flujo y disponibilidad del agua a escala global, manteniendo en funcionamiento el ciclo hidrológico. Cabe destacar que, debido a cambios por urbanización, demanda de agua o variabilidad climática, comprender los patrones de evaporación resulta crucial para el manejo sostenible del agua. Esto se debe a su impacto directo en la distribución del agua, regulación del clima y temperatura, equilibrio de ecosistemas y disponibilidad de agua para las diversas actividades económicas. En Cd. del Carmen, Campeche, la información acerca de cómo la evaporación responde a las condiciones climáticas es escasa por lo que se instalaron dispositivos de medición en el campus 3 de la Universidad Autónoma del Carmen para medir la evaporación de febrero a junio del 2025. El objetivo del trabajo fue realizar mediciones directas de la evaporación y comparar los resultados con los datos de la estación meteorológica "El Carmen"; así como analizar los cambios en la estación invierno-primavera e inicio de verano y su relación con eventos climáticos. Para ello, se construyó e instaló un tanque evaporímetro clase A según las especificaciones de la Organización Meteorológica Mundial y se instaló un pluviómetro tipo Stratus. Se realizaron dos mediciones diarias de evaporación, además de registrar las condiciones atmosféricas locales. En el tanque clase A se registró una diferencia entre el promedio de evaporación de las mediciones realizadas en el periodo de invierno y el periodo de primavera; así como un aumento de la evaporación en la transición primavera-verano; con valores que han pasado de 3 mm/día a principios del periodo de medición a 21 mm/día en las últimas semanas del periodo analizado. La precipitación se presentó a partir de mayo, con un total acumulado de 100 mm hasta el final de las mediciones. Estos resultados permiten hasta el momento identificar tendencias iniciales en los valores de evaporación y precipitación y su relación con condiciones locales. Si bien estos datos son limitados, estos resultados permiten evaluar el funcionamiento de los instrumentos y mejorar los procedimientos de medición; servir de referencia para otros estudios, además de ser útil para validar las mediciones reportadas en estaciones meteorológicas de la región.

CCA-59 CARTEL

ESTUDIO DE LA ISLA DE CALOR URBANA DE LA CIUDAD DE CHIAPA DE CORZO, CHIAPAS, MENDIANTE PERCEPCIÓN REMOTA Y SENSORES DE BAJO COSTO

González Sánchez Indira Isabel, Vázquez Morales Williams, José Ríos Mauricio y Díaz Nigenda Emmanuel
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
indira.gonzalez@e.unicach.mx

En las últimas décadas, el crecimiento urbano desordenado ha transformado la cobertura del suelo, favoreciendo la sustitución de áreas verdes por superficies impermeables como asfalto y concreto. Este cambio ha intensificado el fenómeno de la isla de calor urbana (ICU), caracterizado por temperaturas más elevadas en las zonas urbanas respecto a las rurales, con repercusiones directas en la salud, el consumo energético y la calidad de vida. El municipio de Chiapa de Corzo, conurbado físicamente con Tuxtla Gutiérrez, ambos perntenecientes al estado de Chiapas. Ha experimentado un acelerado crecimiento poblacional y cambios de uso de suelo que sugieren la presencia de ICU. El objetivo de este trabajo fue identificar y caracterizar espacialmente este fenómeno mediante la integración de imágenes satelitales Sentinel-3 y una red de monitoreo térmico con sensores de bajo costo, específicamente con el sensor REMOTH que fue desarrollado en el instituto. Se procesaron imágenes de enero a diciembre de 2023 para estimar la temperatura superficial terrestre (LST) y se instalaron tres estaciones de monitoreo en puntos estratégicos de la zona urbana. El tratamiento de datos se realizó con las plataformas SNAP y QGIS, aplicando reclasificación térmica y análisis espacial. Los resultados muestran que durante los meses de marzo a junio las temperaturas superficiales superaron los 40 °C en áreas con alta densidad de construcciones y baja vegetación. El punto más cálido se registró en la estación ubicada en el CONALEP, con máximas de 45 °C. En contraste, zonas cercanas al río Grijalva y con cobertura vegetal presentaron temperaturas menores al promedio urbano. La diferencia térmica entre áreas urbanas y rurales alcanzó hasta 6 °C. La identificación de zonas críticas permite orientar acciones de mitigación como incremento de áreas verdes, implementación de techos verdes y uso de materiales de alto albedo, contribuyendo así a una planificación urbana más resiliente.

CCA-60 CARTEL

EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LA FACTIBILIDAD DEL APROVECHAMIENTO DEL SUBSUELO PARA LA CLIMATIZACIÓN SEMIPASIVA DE ESPACIOS HABITABLES

Ramos Peteri Monica Isabel[1], Fuentes Arreazola Mario Alberto[2] y Chavoya Gama Jorge Ignacio[3]
[1]*Licenciatura en Arquitectura, Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara*
[2]*Programa de Posgrado, Maestría en Ciencias en Geofísica, Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara*
[3]*Departamento de Ciencias Exactas, Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara, CUCOSTA-UDG*
monicairamospeteri@gmail.com

Este trabajo presenta resultados preliminares de un estudio orientado a evaluar la factibilidad del aprovechamiento del subsuelo como medio para la climatización semipasiva de espacios habitables, en un contexto de creciente demanda de soluciones sostenibles frente al cambio climático. El área de estudio se localiza en Ixtapa, Puerto Vallarta, Jalisco, una región del occidente de México caracterizada por un clima cálido–húmedo de tipo Aw (clasificación Köppen modificada por García), con temperaturas medias anuales superiores a 26 °C, humedad relativa promedio mayor al 75 % y una marcada estacionalidad en las precipitaciones, concentradas principalmente entre junio y octubre. Estas condiciones, sumadas a la elevada radiación solar incidente y a la frecuencia creciente de olas de calor, plantean la necesidad de estrategias pasivas o semipasivas que reduzcan la carga térmica en edificaciones y disminuyan el consumo energético destinado a la climatización artificial. La caracterización térmica del subsuelo se llevó a cabo mediante la ejecución de dos perforaciones: una somera de 0.5 m y otra de 4 m de profundidad. En ambas se instalaron sensores de registro semicontinuo programados para una frecuencia de muestreo de 5 minutos, con capacidad de almacenamiento prolongado. De forma complementaria, se integraron mediciones superficiales puntuales de temperatura, con el fin de contrastar las condiciones del subsuelo con las variaciones térmicas del ambiente. Los datos obtenidos permitieron determinar el gradiente térmico local y la estabilidad de la temperatura a diferentes profundidades. Paralelamente, se calculó la carga térmica de diversos espacios contemplados en un proyecto arquitectónico de centro cultural, considerando parámetros constructivos, condiciones de ocupación y orientaciones predominantes. La integración de los análisis térmicos del subsuelo con las estimaciones de demanda energética permitió evaluar la viabilidad técnica de un sistema de intercambiador de calor geotérmico somero como estrategia de climatización semipasiva. Los resultados preliminares sugieren que el subsuelo en la zona presenta condiciones estables y favorables para su aprovechamiento como disipador térmico, lo que podría contribuir a mejorar el confort térmico interior, reducir la dependencia de sistemas de climatización mecánicos y mitigar el impacto ambiental asociado al consumo energético, fortaleciendo así la resiliencia climática de edificaciones en regiones de clima cálido–húmedo.

CCA-61 CARTEL

ASPECTOS TECNICOS DE ALMACENAMIENTO GEOLOGICO DEL CO2

Serafín González Alejandra, Ávila Navarro Carlos Eduardo, Ávila Navarro Gabriel, Rosales Romero Mauricio, Murillo Cruz Efren y Osorio Santiago Erick
Instituto Politécnico Nacional, IPN
alejandrasgsg@gmail.com

El almacenamiento geológico de CO_2 es una de las alternativas que podría ayudar a disminuir el cambio climático. El objetivo de este trabajo es explicar cómo, a partir de la captura de CO_2 que se produce de fuentes industriales o energéticas, se puede comprimir, transportar e inyectar en formaciones geológicas de forma segura y controlada. El CO_2 es un componente natural de la atmósfera y esencial para procesos como la fotosíntesis, su concentración ha aumentado debido a la quema de combustibles fósiles, procesos industriales, deforestación y extracción de hidrocarburos, lo que ha incrementado el calentamiento global. Las principales técnicas de captura: la post-combustión, la pre-combustión, la oxi-combustión, estas técnicas sirven para separar los gases y obtener una alta concentración de CO_2. Una vez capturado, el CO_2 se puede transportar por ductos, camiones o barcos. En México, los costos podrían variar según la tecnología y la disponibilidad de infraestructura, es importante mencionar que la disponibilidad de transporte es limitada. El CO_2 se puede almacenar en acuíferos salinos profundos, yacimientos agotados de petróleo o gas, etc. un ejemplo claro es el proyecto comercial Sleipner, Mar del norte en Noruega, que desde 1996 ha inyectado millones de toneladas de CO_2 en formaciones salinas, con resultados exitosos. La investigación demuestra que el almacenamiento geológico de CO_2 es una alternativa que necesita una alta inversión en la infraestructura y en la captura, además que los costos son altos en el mantenimiento y transporte, cabe mencionar que con bonos de carbono podría mejorar la factibilidad de esta técnica.

CCA-62 CARTEL

PROPIEDADES ÓPTICAS DE PARTÍCULAS ATMOSFÉRICAS

Maldonado López Daniel
Universidad Nacional Autónoma de México
316278012@quimica.unam.mx

Daniel Maldonado López, Oscar Augusto Peralta Rosales*, Karen Elizabeth Nava Castro*. *Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, 04510 Ciudad de México, México Las partículas atmosféricas desempeñan un papel fundamental en los procesos climáticos y en la calidad del aire. Su origen puede ser natural o antropogénico y la comprensión de sus propiedades, fuentes y efectos en salud es fundamental para el desarrollo de estrategias de mitigación y control de la contaminación atmosférica. Las fracciones más finas, como PM 2.5 y ultrafinas, pueden penetrar profundamente en el sistema respiratorio, asociándose a enfermedades respiratorias, cardiovasculares y, potencialmente, neurodegenerativas. Además, su interacción con el organismo puede inducir estrés oxidativo y la producción de citocinas proinflamatorias (IL-6, TNF-α, IL-8, entre otras). Este trabajo evalúa la relación entre la exposición a PM 2.5 y las respuestas proinflamatorias en habitantes sanos, comparando zonas con diferente nivel de contaminación en la Ciudad de México. Con un monitor portátil Temtop LKC-1000E se registraron datos de concentración de contaminantes durante recorridos en tres contextos: el Maratón de la Ciudad de México, una zona menos contaminada (Ciudad Universitaria) y una zona más contaminada (Zona Oriente de la Ciudad de México) y se tomaron muestras sanguíneas antes y después de cada recorrido para determinar concentraciones de mediadores proinflamatorios. Las mediciones muestran que las concentraciones de PM 2.5 varían con la ubicación, hora del día y condiciones locales. En zonas más contaminadas se observaron valores más altos y constantes, superando 60 $\mu g/m^3$, mientras que en zonas menos contaminadas los valores fueron inferiores a 30 $\mu g/m^3$. De forma preliminar se detectó que en ambientes más contaminado algunas citocinas se mantienen elevadas o aumentan, lo que sugiere una respuesta inflamatoria mayor cuando la exposición a PM 2.5 es alta.

CCA-63 CARTEL

EVALUACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO OBSERVADO MEDIANTE ÍNDICES DE EXTREMOS EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO ZMVM (2000-2024)

Gasca Gómez Kathia, González Salazar Constantino,
Cordero Saldierna Omar y Guzmán Hernández Heber Daniel
Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM
kathia.gasca.gomez@gmail.com

La ZMVM está definida bajo criterios geográficos, económicos y políticos, y dada su concentración demográfica y dinámica urbana constituye un espacio geográfico de gran relevancia para el país. Mantener su funcionalidad económica y de bienestar para su población es de suma importancia, sin embargo, sus características físicas como parte de una cuenca cerrada, generan un enorme reto sobre el manejo del agua, la calidad del aire, el abastecimiento de servicios y, en la actualidad, también sobre la gestión de riesgos relacionada con los eventos extremos derivados del cambio climático. Esta zona se conforma de 76 municipios; es decir, 3% del total de divisiones administrativas del país de ese nivel, en los cuales se concentra el 19% de la población y el 23% del Producto Interno Bruto Nacional. Aunque ya existen algunos instrumentos de política pública que buscan administrar de manera integral la ZMVM se considera necesario reconocer las características y retos que se presentan a menor escala. Por lo anterior, en este trabajo se analizan las manifestaciones del cambio climático a nivel municipal, a través de índices de temperatura y precipitación extremos, pues la presencia de eventos extremos y de variabilidad climática tienen consecuencias directas en la salud, economía y gestión de riesgos, y por lo tanto en el bienestar de la población que vive, trabaja y visita esta zona metropolitana. Para el cálculo de los índices y la clasificación de "eventos extremos" en los últimos 25 años (2000-2024), se tomó como referencia la climatología de 1950 a 1980. Los datos provienen del repositorio de datos climáticos ERA5 desarrollado por el Centro Europeo de Pronósticos Meteorológicos a Medio Plazo (ECMWF) como parte del programa Copernicus Climate Change Service (C3S) de la Unión Europea. Estos datos evidencian un promedio del índice de calentamiento de la ZMVM de 0.5°C, y que presenta diferencias por municipio y por estación meteorológica. Se identificó que el invierno es la estación en la que los municipios se han calentado más, seguida de la primavera, después del verano y por último el otoño. Asimismo, se logra identificar que existen zonas o grupos de municipios de mayor calentamiento en el último año (2024) con respecto al año 2000. Las diferencias entre años, estaciones meteorológicas y municipios se analizan a detalle por medio de indicadores sobre la proporción de días y noches cálidas o frías por mes, valores mínimos y máximos de temperatura, duración de periodos cálidos o fríos, secos o lluviosos, así como con los de intensidad de lluvia. Identificar la ocurrencia de eventos climatológicos extremos por municipio permite su caracterización sobre los posibles riesgos a enfrentar y, por lo tanto, da lugar a que se propongan las políticas públicas adecuadas para salvaguardar a la población.

CCA-64 CARTEL

INTERACCIONES MACROCLIMÁTICAS EN LA SEVERIDAD DE LA SEQUÍA EN LA REGIÓN DE LERMA-CUTZAMALA

Pérez-Juárez Brian Gustavo[1] y Jaramillo-Moreno Alejandro[2]
[1] *Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
[2] *Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM*
brian.perez@atmosfera.unam.mx

Desde mediados del siglo XX, los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos, como las sequías, han aumentado en frecuencia e intensidad, lo que ha contribuido al incremento de la aridez en muchas regiones. Este incremento ha afectado de manera significativa a comunidades vulnerables que enfrentan escasez de agua, inseguridad alimentaria e incendios forestales, especialmente en zonas con infraestructura limitada o recursos hídricos sobreexplotados. La variabilidad natural del clima desempeña un papel importante en la aparición y comportamiento de estos eventos. Este componente modula los efectos de las actividades humanas, condicionando la forma en que distintas regiones responden a los fenómenos climáticos. Por ello, comprender estas interacciones es fundamental para anticipar y mitigar impactos de la sequía sobre recursos clave como el agua, la agricultura y los ecosistemas, entre otros. En México, las sequías han sido un fenómeno recurrente a lo largo de su historia. Destacan particularmente las sequías del 2011, 2021 y 2023, que afectaron al sistema hídrico Lerma-Cutzamala, esencial para el abastecimiento de agua en la región centro del país, al registrarse niveles mínimos en las principales presas, lo que evidenció su vulnerabilidad ante la falta prolongada de lluvias. Este estudio permitió diagnosticar la severidad de las sequías en las cuencas de los ríos Cutzamala y Lerma-Toluca mediante el uso combinado de los índices SPI y SPEI, analizando su relación con distintos indicadores macroclimáticos. Los resultados revelan que las sequías en esta región han sido recurrentes, especialmente las identificadas en las escalas temporales de 6 y 12 meses, con eventos de larga duración y magnitud. Se identificó que ciertas fases de patrones climáticos de gran escala, como el ENSO, la PDO y la AMO, tienden a coincidir con los eventos de sequía más prolongados y severos, lo que sugiere una influencia moduladora del macroclima sobre las condiciones regionales. El análisis de correlación evidenció una variabilidad temporal en la relación entre los índices climáticos y el SPEI, con desfases que dependen de la escala analizada. No obstante, no se descarta la contribución de otros patrones de variabilidad climática, como la NAO, QBO y PNA, todos analizados mediante correlación multilineal. Por otra parte, el análisis de datos de reanálisis atmosférico permitió observar patrones sinópticos caracterizados por condiciones de estabilidad y subsidencia en niveles medios y altos durante los periodos secos. Estos patrones reflejan dinámicas atmosféricas consistentes asociadas a la presencia de las sequías, aunque se reconoce que cada evento presenta particularidades que deben ser estudiadas individualmente. En conjunto, los hallazgos de este trabajo ofrecen una base climática sólida para comprender mejor la dinámica de las sequías en el centro de México. Estos resultados pueden fortalecer el monitoreo y pronóstico de sequías, la planificación hídrica y el diseño de estrategias de adaptación climática, aportando herramientas útiles para reducir la vulnerabilidad y mejorar la gestión del agua en una región estratégica del país.

CCA-65 CARTEL

LIPID BIOMARKERS IN LATE PLEISTOCENE-HOLOCENE LAKE SEDIMENTS FROM SOUTHERN CHIHUAHUA DESERT, MEXICO

Chávez Lara Claudia Magali[1], Zhang Yiming[2] y Pancost Richard[2]
[1] *Instituto de Geofísica, UNAM*
[2] *University of Bristol*
chavezlara@igeofisica.unam.mx

The evolution of ecosystems in the Southern Chihuahua Desert of Mexico since the Last Glacial and through the Holocene is yet to be fully characterised, creating a gap in our understanding of the ecological response to climate change in this water scarce region. Here we explore the response of lacustrine and surrounding terrestrial habitats of this region to hydrological changes during the Late Pleistocene and Holocene. Biomarker based proxy data from the Santa Clara Basin indicates dynamic and variable input of organic matter (OM) into the basin, with sources being the surrounding vegetation, bacterial biomass and aquatic microfauna. Changes in these inputs reveal distinct stages of ecosystem development over the last 18.7 ka. Overall, high lipid concentrations from 18.7 to 14.7 cal ka BP, mainly from terrestrial OM, are attributed to relatively high runoff. High proportions of archaeol, GDGT-0, and higher values of MI and GDGT-0 to crenarchaeol ratios suggest anoxic conditions for this cold period. Moreover, this interval corresponds with no ostracod preservation. Lower lipid proportions during the warmer Bølling/Allerød correspond to lower precipitation and runoff; however, lacustrine productivity increases, as reflected by short chain n-fatty acids (n-FAs) and ostracods. During the colder Younger Dryas period, higher terrestrial OM concentrations suggest that precipitation and runoff input returned to deglacial

conditions; intriguingly, high archaeol and GDGT-0 proportions suggest the persistence of anoxic conditions. The early Holocene was marked by a general trend towards warmer and dryer conditions, and a sedimentary hiatus was detected from 10.7 to 6.4 cal ka BP. The sedimentary record was restored at 6.3 cal ka BP, this is attributed to the North American Monsoon reaching its maximum extent. Later on, a decreasing BIT index suggests that aquatic productivity increased gradually from 6.2 to 4.8 cal ka BP. Moreover, this reflects less runoff input but also much lower vegetation density in the surrounding region. This period represents the environmental transition to an arid climate as the Intertropical Convergence Zone shifted southward. During the last 4.8 cal ka BP, the lipid record reflects shallow lake conditions. Moreover, increasing proportions of archaeol but lower GDGT-0/Cren suggest increasing salinity. Higher proportions of sitosterol and campesterol could be reflecting drought stress of higher plants during this period. Finally, the last 2 ka represent the period of extreme drought with aquatic microbial adaptation to hypersalinity conditions (CPI, Paq, archaeol). Overall, this work reveals the marked sensitivity of the Southern Chihuahua Desert ecosystems to the climatic shifts that occurred since the Last Glacial, and this perhaps indicates their vulnerability to future global warming.

CCA-66 CARTEL

ANÁLISIS HISTÓRICO DE LA PRECIPITACIÓN (2000–2025) Y SU CORRELACIÓN CON PROCESOS DE SUBSIDENCIA EN LAS INMEDIACIONES DEL AICM MEDIANTE MODELADO FÍSICO A ESCALA

Jiménez Abisai
Instituto Politécnico Nacional, IPN
nezsay.jimenez@gmail.com

El presente proyecto aborda la problemática de los procesos de subsidencia y fenómenos gravitacionales que se registran en las inmediaciones del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM), una zona caracterizada por depósitos lacustres de alta compresibilidad. Entre los factores que favorecen estos procesos, destacan las propiedades geotécnicas del subsuelo y la variabilidad de la precipitación. El objetivo es analizar la correlación entre la precipitación media anual del periodo 2000–2025 y los procesos de subsidencia o fenómenos gravitacionales, en el AICM, considerando su impacto potencial sobre la seguridad y operación de la infraestructura aeroportuaria. Como base geotécnica, se emplea un estudio previo realizado en 2014 en la Terminal 2 del AICM, el cual incluye ensayos de penetración estándar (SPT) con caracterización del suelo desde la superficie hasta 24 m de profundidad. Los datos históricos de precipitación provienen del NCEP North American Regional Reanalysis (NARR) y de estaciones meteorológicas locales, incorporando escalas micro y meso (tormentas, eventos extremos) relevantes para la prevención de desastres y la gestión de recursos hídricos. El análisis contempla la estimación del volumen total de precipitación y su aplicación en un modelo físico a escala, diseñado para evaluar el comportamiento del suelo superficial bajo diferentes escenarios estacionales y de cobertura (superficie libre, vegetación, inclinación). Este enfoque permite identificar condiciones que favorecen o reducen la ocurrencia de asentamientos diferenciales, aportando criterios para la evaluación de riesgo y vulnerabilidad en infraestructura crítica. Los resultados esperados contribuirán al diseño de estrategias de mantenimiento y operación que mejoren la resiliencia operativa del AICM frente a factores climáticos y geotécnicos.

CCA-67 CARTEL

CIRCULACIONES LOCALES Y LÍNEAS DE CONVERGENCIA EN VALLE MEXICALI-IMPERIAL

Aquino Martínez Lourdes Paola[1], Ochoa Moya Carlos A.[2], Quintanar Arturo I.[2], Pérez Juárez Brian Gustavo[3] y García Cueto Onofre Rafael[4]
[1]*Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra, UNAM*
[2]*Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM*
[3]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
[4]*Instituto de Ingeniería, UABC*
lourdesaquino@atmosfera.unam.mx

El Valle Mexicali-Imperial se localiza en la región fronteriza entre Baja California, México, y California, Estados Unidos. La principal área urbana de esta región es la ciudad de Mexicali, la cual ha registrado en los últimos años un notable crecimiento poblacional. Este aumento se debe, en gran medida, a la llegada de migrantes que, al no lograr cruzar hacia Estados Unidos, permanecen en la ciudad (Tejeda et al., 2015). Este fenómeno ha generado una creciente demanda de suelo urbano, reflejada en la expansión de la vivienda, los servicios públicos y las actividades industriales. Como consecuencia, el Valle Mexicali-Imperial ha experimentado importantes transformaciones del suelo natural, lo que ha repercutido directamente en las variables meteorológicas y ambientales de la zona. Entre los efectos observados destaca la presencia de fenómenos térmicos como la isla fría urbana. Desde el punto de vista orográfico, al este del valle se encuentra la Sierra de San Pedro Mártir, cuya influencia genera vientos a sotavento que provocan el descenso de masas de aire seco y cálido. Aunque la cercanía del valle con el Golfo de California y el Océano Pacífico podría favorecer la formación de nubes y precipitación, la presencia del anticiclón semipermanente del Pacífico noreste inhibe los procesos de convección húmeda. Como resultado, la región suele estar dominada por un forzamiento sinóptico débil y patrones de circulación local complejos. Para comprender esta dinámica atmosférica, se analizó la climatología de un conjunto de simulaciones numéricas realizadas con el modelo regional WRF para el periodo 1994–2024. Estas simulaciones fueron previamente validadas con observaciones de superficie y perfiles de radiosondeos del aeropuerto de Yuma. A partir del campo de viento en superficie se identificaron los patrones de divergencia. Los resultados revelan la presencia de un viento inercial regional, canalizado por la sierra, que ingresa al valle por la tarde generando zonas de divergencia. Conforme el flujo se debilita, comienza a interactuar con vientos locales, favoreciendo la formación de regiones de convergencia en el Valle Mexicali-Imperial. Estas zonas actúan como acumuladores de contaminantes atmosféricos, en particular de partículas de polvo, dada la naturaleza desértica del entorno y de las actividades industriales de la región. Comprender los procesos dinámicos en esta región resulta fundamental para mejorar los pronósticos de calidad del aire y diseñar estrategias de prevención y mitigación que protejan la salud de la población.

CCA-68 CARTEL

INTERCOMPARACIÓN DE LA INTENSIDAD DE LOS VIENTOS EN EL GOLFO DE MÉXICO Y EL GOLFO DE TEHUANTEPEC DURANTE EVENTOS DE NORTE

Osorio Tai María Elena[1], Zavala-Hidalgo Jorge[2], Romero Centeno Rosario[3] y López Villalobos Carlos[3]
[1]*Facultad de Ingeniería, UNAM*
[2]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[3]*ICAYCC-UNAM*
tai@atmosfera.unam.mx

Una de las zonas de mayor generación de energía eólica en México es la zona del Istmo de Tehuantepec por lo cual es importante conocer y pronosticar con detalle la variabilidad de los vientos en la región. Los eventos más intensos por lo general están asociados al paso de frentes fríos por el Golfo de México pero no siempre ocurre que vientos intensos en el GoM coincidan con vientos extremos en Tehuantepec. En particular se analizan, para eventos de norte, el impacto de las diferencias de presión entre el GoM y Tehuantepec y la dirección de los vientos en el GoM, la cual tiene pequeñas pero importantes variaciones asociadas a la trayectoria de los sistemas de alta y baja presión. Los resultados sugieren un índice de intensidad de vientos asociados a nortes en Tehuantepec.

CCA-69 CARTEL

ÍNDICES CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN PARA EL NOROESTE DE MÉXICO DURANTE EL MONZÓN 2006-2023: OBSERVACIONES VS. MODELACIÓN

Ramos Pérez Omar y Minjárez Sosa Carlos Manuel
Universidad de Sonora
omar.ramos@unison.mx

El Noroeste de México se caracteriza por tener un clima de árido a semiárido y en donde la temporada de lluvias tiene un régimen monzonal la cual se da entre los meses de junio y septiembre. Los escenarios hídricos en la región son de vital importancia, ya que gran parte de la actividad económica de la región depende de la disponibilidad de agua. En este estudio se comparan 7 índices climáticos de precipitación desarrollados por el Equipo de Expertos en Detección e Índices del Cambio Climático (ETCCDI, inglés) para el noroeste de México (coordenadas: 20°-35°N y 115°-105°W). Dicha comparación se hizo entre dos bases de datos de precipitación diaria durante la temporada de lluvias en el periodo 2006-2023: 1. NA-CORDEX (0.22°, 11 simulaciones numéricas) y 2. CHIRPS (0.25°, observacional). Por medio de dos análisis estadísticos: 1. Diagrama de Taylor y 2. Error acumulado, se eligieron los mejores modelos numéricos. Los resultados del diagrama de Taylor revelan que para el inicio (junio) los modelos tienen a estimar bien los índices de precipitación intensa (SDII, R10, R20) con un error menor a 20 unidades; mientras que para el desarrollo (julio y agosto) y el fin (septiembre) tienen muchas dificultades (error mayor a 30 unidades). Con el análisis del error acumulado para los índices de sequía (CDD, CWD) y precipitaciones extremas (RX1day, RX5day) las simulaciones tienen mayores errores acumulados conforme avanza el período monzónico. Con base en los análisis estadísticos, se encontró que las dos mejores simulaciones para los 7 índices y durante cada mes mozonal son: CanESM2/CanRCM4 y GFDL-ESM2M/RegCM4 para junio. En julio, GFDL-ESM2M/WRF y GEMatm-Can/CRCM5-UQAM; mientras que en agosto, GFDL-ESM2M/WRF y HadGEM2/RegCM4. Para septiembre, CanESM2/CanRCM4 y GEMatm-Can/CRCM5-UQAM. De manera general, se puede concluir que la precisión de las simulaciones disminuye conforme avanza el período monzónico, por lo que quizás un ensamble de las mejores simulaciones encontradas en cada mes monzonal puede ofrecernos una mejor proyección mensual de los escenarios hídricos.

CCA-70 CARTEL

AUMENTO EN LA INCIDENCIA E INTENSIDAD DE CICLONES TROPICALES EN EL ATLÁNTICO NORTE (1991 AL 2021) EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN Y PUERTO RICO

Izquierdo Laris María Fernanda, González Rodríguez Betsabet Sarai, Hernández Celestino Mildred Cecilia y Guarneros López Julio César
Instituto Politécnico Nacional, IPN
izquierdo.laris.mafer@gmail.com

El presente trabajo tiene como objetivo analizar el aumento en la incidencia e intensidad de ciclones tropicales en el Atlántico Norte durante el periodo de 1991 a 2021, especialmente en las regiones de la Península de Yucatán, México y Puerto Rico, Estados Unidos de América. Se ha observado un incremento en la frecuencia de temporadas ciclónicas anormalmente activas. En los últimos 30 años, el número de ciclones registrados ha aumentado de forma considerable. Este comportamiento ha dado lugar a la creación de listas auxiliares de nombres, implementadas por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y la NOAA en sustitución del alfabeto griego. El análisis se basó en registros históricos de ciclones tropicales proporcionados por la NOAA y la OMM, con el fin de analizar las tendencias de intensificación de ciclones en el contexto del cambio climático. Se tomaron como estudios de caso los huracanes Irma y María ocurridos en Puerto Rico en el año 2017, que causaron daños en infraestructura, energía y salud. Asimismo, los huracanes Emily y Wilma que impactaron en la Península de Yucatán en el año 2005 dejando daños significativos en manglares, infraestructura y actividades agrícolas. Se discuten los factores que han contribuido al incremento de estos fenómenos, destacando el aumento en la temperatura superficial del océano, que favorece una mayor humedad atmosférica, así como los cambios en la circulación atmosférica. Se identificaron consecuencias relevantes, tales como la pérdida de cultivos y vegetación, la alteración del ecosistema, los daños sociales y económicos. Por lo anterior concluimos que el aumento en la incidencia e intensidad de los ciclones tropicales en el Atlántico Norte afecta directamente a las regiones analizadas. Ahí radica la necesidad de fortalecer las estrategias de monitoreo, adaptación y prevención ante fenómenos meteorológicos de alto impacto.

CCA-71 CARTEL

HERRAMIENTA DE MODELADO DIFUSO PARA LA TOMA DE DECISIONES EN REGIONES ÁRIDAS ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO: EL CASO DE LAS SEQUÍAS EXTREMAS EN EL NORTE DE MÉXICO

Gay García Carlos, Olvera-Fuentes Norma Elizabeth y Sánchez Meneses Oscar Casimiro
Universidad Nacional Autónoma de México
cgay@unam.mx

México es altamente vulnerable a la sequía, un fenómeno que el cambio climático está intensificando en frecuencia, severidad y duración. La sequía ocurrida en 2021 fue una de las más graves de la historia reciente, afectando al 85 % del territorio nacional. En ese año, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Sonora y Baja California registraron sequía extrema en la totalidad de su superficie. La situación ha persistido: en 2024, Chihuahua mantuvo afectación en el 100 % de su territorio, Sonora en el 87.5 % y Coahuila en el 65.8 %. En 2025, Sonora presenta un 90.3 % de su territorio afectado y Baja California un 85.7 %. Aunque con diferencias geográficas y socio-ambientales, estos estados comparten problemáticas afines ante sequías severas y recurrentes: pérdida de cultivos, disminución de la seguridad alimentaria, mortalidad de ganado, incremento de enfermedades relacionadas con el calor y deterioro de la actividad industrial y económica, entre muchas otras. En esta investigación se presenta un modelo integrador que permite analizar, de forma sistémica, las problemáticas comunes en estos estados y así identificar los sectores más vulnerables ante escenarios de sequía más intensos y prolongados. Para ello, se construyó un mapa cognitivo difuso (MCD) que incorpora variables sociales, ambientales y económicas interconectadas en un sistema complejo. El modelo, implementado y evaluado mediante un laboratorio virtual en Python, permitió identificar como afectaciones críticas: deterioro de la salud de la población, inseguridad alimentaria, migración temporal o permanente, y mayor vulnerabilidad de comunidades indígenas y rurales; así como pérdida de biodiversidad, degradación de suelos, desertificación y mortalidad de fauna silvestre y ganado; y, en el ámbito económico, disminución de la productividad agrícola, reducción de la producción ganadera e impactos en la industria. Asimismo, se analizaron medidas de mitigación y adaptación para atenuar estas problemáticas, como la tecnificación del riego, programas de seguridad alimentaria local y restauración de suelos, entre otras.

CCA-72 CARTEL

RELACIÓN ENTRE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y LA MORTALIDAD DE ENFERMEDADES MENTALES Y NEUROLÓGICAS EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO: UN ENFOQUE DESDE LA GEOFÍSICA AMBIENTAL Y LA CIENCIA DE DATOS

Cordero Saldierna Omar y González Salazar Constantino
Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM
omar15cordero200105@gmail.com

El cambio climático se ha convertido en uno de los mayores desafíos para la sociedad, no solo por su impacto en el medio ambiente, sino también por su impacto en la salud pública. El análisis presentado examina cómo ha evolucionado la mortalidad asociada a las enfermedades mentales y neurológicas de la Zona Metropolitana del Valle de México, considerando la existencia de una posible relación con las variaciones climáticas entre los años 2000 y 2019. La Zona Metropolitana del Valle de México, como una zona altamente poblada, con un medio ambiente vulnerable y marcado por significativas desigualdades, ofrece la oportunidad de profundizar en el estudio de este problema. El objetivo principal del estudio es examinar y caracterizar los patrones temporales, etarios, geoespaciales y las diferencias según el sexo en la mortalidad relacionada con enfermedades clasificadas en los capítulos V (trastornos mentales y del comportamiento) y VI (enfermedades del sistema nervioso) de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10). Para ello, se creó una base de datos utilizando registros oficiales del sector salud de defunciones, junto a datos de censos poblacionales, lo que permitió calcular tasas específicas y revisar tendencias. Se desarrollaron herramientas visuales interactivas empleando Python, que incluyen gráficos comparativos, mapas temáticos, paneles de evolución temporal y análisis detallados por edad y sexo. El análisis denotó que las personas mayores de 65 años concentran las tasas más altas de mortalidad de ambos tipos de afecciones, con diferencias según su sexo: los hombres registraron mayores tasas de mortalidad por trastornos mentales, mientras que las mujeres sobresalieron en enfermedades del sistema nervioso. Además, se identificaron picos de mortalidad anómalos en ciertos años y meses, por lo que se tiene que revisar su correlación con los fenómenos climáticos presentes. Además, se presentaron patrones geoespaciales que tendrán que revisarse a fondo y crear, a partir de geoestadística, un análisis donde se confirme la relación entre la alta incidencia de mortalidad y el cambio climático. Las observaciones preliminares plantean una importante reflexión acerca de cómo el cambio climático podría actuar como catalizador en la exacerbación de condiciones sociales, psicológicas y fisiológicas que incrementan la vulnerabilidad de la población. Además, se aborda la importancia del análisis espacial y la ciencia de datos en la caracterización de fenómenos complejos que integran dimensiones ambientales y sanitarias.

CCA-73 CARTEL

RECONSTRUCCIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LA FLORACIÓN PREMATURA DE JACARANDA MIMOSIFOLIA EN LA CDMX

Zavaleta Sosa Elena Monserrat[1] y González Salazar Constantino[2]
[1] *Universidad Nacional Autónoma de México*
[2] *Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM*
zavaleta.sosaem@gmail.com

El cambio climático antropogénico genera gran preocupación por sus profundos efectos en los sistemas naturales y sociales. Diversos estudios han demostrado que el aumento de las temperaturas, especialmente en invierno, provoca cambios en la fenología de las plantas, es decir, alteraciones en el momento de la brotación, la aparición de hojas y la floración, lo que resulta en una temporada de crecimiento más temprana para las plantas en todo el mundo. Estos cambios fenológicos no solo afectan la sincronía de interacciones biológicas, sino que también tienen implicaciones directas en el suministro de alimentos. A este fenómeno global se suma un factor local en las ciudades: el efecto de isla de calor urbana. Este fenómeno eleva la temperatura local, intensificando así el impacto del calentamiento global. Esta situación afecta de manera particular a la biología de las especies que habitan en las ciudades. Comprender los efectos del clima urbano en la biodiversidad debe ser un objetivo prioritario a corto plazo. Este estudio presenta una reconstrucción espacio-temporal de la floración de Jacaranda mimosifolia en la Ciudad de México de 2010-2024, para evaluar su relación con el cambio climático y covariables como temperatura, precipitación y humedad. Se utilizaron imágenes satelitales de alta resolución Sentinel-2, integrada con conjuntos de datos climáticos. Se aplicó procesamiento geoespacial avanzado, que incluye corrección atmosférica, índices de vegetación (NDVI, EVI) y clasificación supervisada, para mapear los eventos de floración en los que se evaluaron inicio, intensidad y duración de la floración, para ello se emplearon análisis de series temporales que incorporaban modelos no lineales (TAR) y métricas de resiliencia como Lyapunov e histéresis con la finalidad de identificar umbrales críticos y estados dinámicos en la fenología de la floración. Los resultados revelan patrones de floración temprana relacionados con los

cambios de temperatura y precipitación, lo que sugiere cambios fenológicos significativos impulsados por el calentamiento global. El estudio subraya el potencial de la teledetección combinada con la modelización de sistemas complejos para monitorizar las respuestas ecológicas urbanas a la variabilidad climática, ofreciendo información útil para la conservación y la planificación urbana.

CCA-74 CARTEL

RECONSTRUCCIÓN PALEOAMBIENTAL DE LA MIXTECA ALTA DE OAXACA A TRAVÉS DEL HOLOCENO BASADA EN SEDIMENTOS LACUSTRES

Núñez-Morales Andrea[1], Correa-Metrio Yohan Alexander[1] y Joyce Arthur[2]
[1]*Instituto de Geociencias, UNAM*
[2]*University of Colorado, Boulder*
andrea.nm@geociencias.unam.mx

La Mixteca Alta, ubicada en la Sierra Madre del Sur de Oaxaca, es una zona de transición ecológica y cultural clave para comprender la interacción entre clima, ambiente y sociedades prehispánicas. La interpretación del impacto de la variabilidad climática y de las actividades humanas sobre el paisaje requiere de registros ambientales multi-indicador de alta resolución. Este estudio tiene como objetivo reconstruir los cambios ecológicos y climáticos del Holoceno tardío a partir del análisis integrado de evidencia palinológica y geoquímica elemental en sedimentos lacustres. Con el propósito de producir un registro ambiental multi-indicador, se recuperó un núcleo sedimentario de 6 m de longitud en la Laguna Minicúa, procesado mediante técnicas estándar de análisis palinológico y material carbonizado, así como espectrometría de fluorescencia de rayos X (XRF) para determinar elementos traza y mayores. El análisis geoquímico permitió identificar variaciones asociadas a procesos de erosión, cambios en la productividad lacustre y posibles eventos extremos de sequía. Los espectros polínicos mostraron transiciones en la composición de la vegetación, reflejando tanto fluctuaciones climáticas como modificaciones derivadas del uso del suelo por sociedades prehispánicas. La abundancia de material carbonizado evidenció pulsos que podrían corresponder a incendios naturales y antropogénicos, en concordancia con cambios en la cobertura vegetal documentados para el sur de México. Este trabajo aporta una perspectiva paleoambiental de largo plazo que contribuye a comprender las respuestas de los ecosistemas montañosos del sur de México frente a la variabilidad climática y la presión antrópica, ofreciendo un marco comparativo para evaluar escenarios futuros de cambio climático.

CCA-75 CARTEL

IMPACTO DE LAS OLAS DE CALOR EN LOS INGRESOS HOSPITALARIOS POR TRASTORNOS MENTALES EN MÉXICO

González García Marco Alejandro
Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM
315259773@iztacala.unam.mx

El incremento en la frecuencia, intensidad y duración de las olas de calor representa un riesgo creciente para la salud mental, especialmente en países en vías de desarrollo. Esta investigación busca evaluar el impacto de las olas de calor en los ingresos hospitalarios por trastornos mentales y del comportamiento (TMC) en México en el periodo de 2010 al 2024. Se consideran los determinantes sociales de la salud mental (DSSM) a nivel poblacional, socioeconómico y ambiental. Los datos de ingresos hospitalarios por TMC se obtuvieron de los repositorios de la Secretaria de Salud de México. Para identificar las olas de calor se obtuvieron los registros de temperatura máxima diaria del repositorio ERA5. Las olas de calor se definieron como eventos de al menos dos días consecutivos con temperaturas superiores al percentil 90 (Tmax90), y se clasifican por su intensidad, duración y estacionalidad. El análisis se desarrolló mediante un enfoque bayesiano y minería de datos, integrando información censal para la categorización de DSSM a nivel municipal. Se presentan resultados preliminares sobre el riesgo relativo de hospitalización por TMC en contextos de olas de calor, así como la identificación de regiones y grupos poblacionales con mayor susceptibilidad. Este trabajo constituye el primer esfuerzo a nivel nacional en abordar la relación entre eventos climáticos extremos y salud mental, aportando evidencia clave para el diseño de políticas públicas de adaptación con enfoque en equidad social y salud mental en el contexto de cambio climático.

Sesión regular

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

Organizadores

Diego Ruiz Aguilar
Sóstenes Mendez Delgado
Mario Fuentes Arreazola

EG-1

MODELADO SÍSMICO DE FORMA DE ONDA COMPLETA COMO HERRAMIENTA TECNOLÓGICA PARA MEJORAR LA EXPLORACIÓN DEL PROSPECTO GEOTÉRMICO ACOCULCO, PUEBLA, MÉXICO

Meneses Daniela Vanessa[1] y Gómez Miguel[2]
[1] *Instituto Politécnico Nacional, IPN*
[2] *Instituto Politécnico Nacional*
dan.vanesssa.mg@gmail.com

Acoculco es un prospecto geotérmico, localizado en el estado de Puebla, México. La zona de interés de este trabajo se localiza sobre el complejo estructural de la caldera de Acoculco, originada por el colapso del techo de la cámara magmática de la caldera, ubicada al oriente del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano (CVTM). El CVTM es la zona con mayor actividad volcánica en México, debido a la subducción de las placas: De Cocos, Orozco y Rivera, todas subduciendo bajo la placa norteamericana. De acuerdo a resultados favorables de los estudios previos de entalpía realizados en la zona de Acoculco en el estado de Puebla, se considera un prospecto atractivo para el posible desarrollo de la energía eléctrica mediante Geotermia en México. El propósito de este trabajo es proponer el método sísmico de reflexión como una herramienta tecnológica adicional a los métodos geofísicos tradicionales, con el fin de reducir el riesgo exploratorio en el posicionamiento de nuevos pozos de producción y delimitadores a partir de un mejor entendimiento de la geometría estructural y de todos los elementos del sistema geotérmico de la zona de interés, y para ello realizamos un ejercicio de modelado sísmico de forma de onda completa (acústico y elástico) con información directa de pozo, geología superficial y datos litoestratigráficos del prospecto geotérmico Acoculco. Empleando la herramienta comercial Tesseral Pro generamos un modelo geológico de referencia a partir de la geología superficial y con registros de lito-densidad, obtuvimos parámetros elásticos como la velocidad compresional de onda P, apoyado en relaciones empíricas como Gardner, derivamos valores de onda cortante S y de densidad. Dicha información se correlacionó al modelo de una sección litoestratigráfica 2D y posteriormente se simuló el método sísmico de reflexión a partir de la propagación de la ecuación de onda bajo el modelo geológico propuesto, generando shot gathers sintéticos, a partir de diferentes arreglos Fuente-Receptor, y posteriormente se procesaron con flujos de trabajo en tiempo y en profundidad con el fin de obtener una representación sísmica de la geología del subsuelo. Todo lo anterior permitirá hacer una propuesta de diseño de parámetros (arreglo fuente-receptor) de una nueva campaña de sísmica de reflexión 2D en el prospecto Acoculco. Se obtuvieron diferentes secciones sísmicas en tiempo (PSTM) y en Profundidad (PSDM), resultados al problema directo y con ellos se propuso un diseño sísmico para una futura campaña de adquisición sísmica 2D que permita reducir el riesgo exploratorio, aportando un mayor entendimiento estructural de cada elemento del sistema geotérmico y mejorar así la certidumbre en la fase posterior de desarrollo. En conclusión, se propone la sísmica de reflexión como una innovación tecnológica para la caracterización de cada elemento del sistema geotérmico en Acoculco, con los resultados se proponen parámetros confiables de adquisición sísmica de superficie, instrumentación sísmica y combinado con los métodos geofísicos tradicionales ayuda a reducir el riesgo en la perforación de futuros pozos de producción e inyectores.

EG-2

”OPTIMIZACIÓN DE LA SEGMENTACIÓN SEMÁNTICA DE FACIES SÍSMICAS MÚLTIPLES MEDIANTE UNA U-NET HÍBRIDA CON MECANISMOS DE ATENCIÓN ESPACIAL Y DE CANAL”

Moreno Hernández Roberto Carlos[1], Sausen Welter Guilherme[2], Tuxpan Vargas José[1] y Moreno Hernández Juan Adrián[3]
[1] *Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT*
[2] *Simple Safety*
[3] *Instituto Politécnico Nacional*
roberto.moreno@ipicyt.edu.mx

La segmentación precisa de múltiples facies sísmicas es fundamental para la caracterización geológica y la exploración de hidrocarburos. Este trabajo presenta un marco robusto de aprendizaje profundo basado en una arquitectura U-Net híbrida, mejorada con mecanismos de atención espacial y de canal; específicamente el Convolutional Block Attention Module (CBAM) y Self-Attention, combinada con la fusión de atributos sísmicos. El método se aplicó al conjunto de datos F3 del Mar del Norte, ubicado en el sector holandés, integrando tres atributos clave: fase instantánea, frecuencia instantánea y envolvente. El flujo de trabajo incluyó el preprocesamiento de secciones sísmicas a un redimensionamiento a 512×256, la normalización Z-score y técnicas de aumento de datos para mejorar la capacidad de generalización. El diseño modular de la arquitectura permite activar o desactivar los módulos de atención, lo que facilita estudios de ablación para cuantificar su contribución. Los resultados muestran que el modelo híbrido supera a una U-Net base, alcanzando un IoU medio de 0.74, un Dice Score de 0.82 y un FWIU de 0.80. El análisis cualitativo evidencia una mejor delimitación de contactos estratigráficos y bordes de canales, con una reducción de errores en zonas estructuralmente complejas. Este estudio confirma que la integración de atención espacial y de canal, junto con una selección estratégica de atributos sísmicos, mejora tanto la precisión como la interpretabilidad de la segmentación. El enfoque propuesto es escalable a datos volumétricos 3D y aplicable a diversos entornos geológicos, ofreciendo un gran potencial para la interpretación sísmica automatizada.

EG-3

RELACIÓN ENTRE LA VELOCIDAD DE ONDA P Y EL GRADO DE SOLDAMIENTO EN IGNIMBRITAS A DOS FRECUENCIAS ACÚSTICAS (54 KHZ Y 1 MHZ), CALDERA DE AGUAJITO

Jiménez Izquierdo Luz Meredit, Sereno Villaseñor Hugo Iván y Pola Villaseñor Antonio
Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia UNAM, ENES Morelia UNAM
luzmereji@gmail.com

Las ignimbritas, depósitos piroclásticos generados por erupciones explosivas, presentan propiedades físicas y mecánicas fuertemente condicionadas por el grado de soldamiento, el cual controla densidad, porosidad y propagación de ondas, además de inducir anisotropías estructurales que influyen en la estabilidad geomecánica y en el aprovechamiento geotérmico. En este estudio se evaluaron ignimbritas de la Caldera de Aguajito (Baja California, México) mediante un enfoque multiescalar de propagación ultrasónica a dos frecuencias acústicas (54 kHz y 1 MHz). Se seleccionaron bloques de 16 × 16 × 16 cm de unidades con diferentes grados de soldamiento, de los que se obtuvieron especímenes cúbicos preparados y ensayados bajo normas internacionales (ASTM, ISRM, UNE-EN). Se determinaron densidad real y aparente, así como porosidad total y abierta, y posteriormente se realizaron mediciones ultrasónicas de onda P en tres orientaciones principales para cuantificar la anisotropía. Los resultados muestran que la densidad aumenta y la porosidad disminuye sistemáticamente con el incremento del soldamiento, confirmando su papel como factor controlador primario. En las ignimbritas poco soldadas, la anisotropía de velocidad de onda alcanza hasta 15 %, asociada a la orientación de fiammes y poros alargados, mientras que en las muy soldadas se reduce a menos del 5 %, reflejando

estructuras más compactas y homogéneas. La comparación entre frecuencias revela que 1 MHz permite identificar heterogeneidades internas y contrastes microestructurales no detectados a 54 kHz, lo que evidencia el valor de integrar ambas escalas acústicas para caracterizar la respuesta anisótropa de las ignimbritas. Estos hallazgos subrayan que la anisotropía de velocidades ultrasónicas constituye un indicador sensible del grado de soldamiento y que el análisis a múltiples frecuencias establece vínculos directos con la conectividad porosa y la circulación de fluidos, parámetros críticos para predecir la respuesta sísmica local, evaluar la estabilidad de macizos volcánicos y estimar el potencial de reservorios geotérmicos. En conjunto, este estudio demuestra que la integración de propiedades físicas y ensayos ultrasónicos a distintas frecuencias ofrece una herramienta robusta para la caracterización petrofísica de ignimbritas y fortalece su aplicación en ingeniería geotécnica y energética.

EG-4

EVALUANDO LA PELIGROSIDAD GEOLÓGICA DE LA CUENCA TECTÓNICA DEL AEROPUERTO AL ESTE DE LA CIUDAD DE MANAGUA, NICARAGUA

Zambrana Areas Xochilt Esther[1 y 2], Flores Márquez Elsa Leticia[3], Suriñach Cornet Emma[4], Chávez Segura Rene Efraín[3] y León Sánchez Adrián Misael[3]

[1]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM-México*
[2]*Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN-Managua*
[3]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[4]*Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad de Barcelona*
xza-86@hotmail.com

La Cuenca Tectónica del Aeropuerto se localiza en la Depresión de Nicaragua, en la porción oriental del Pull-apart Managua (al Este de la ciudad de Managua). Es una estructura geológica sísmicamente activa, que está orientada de norte a sur, tiene 12 km de ancho, y está delimitada al este por la zona de falla Cofradía. En su margen oeste se localiza la zona de falla del Aeropuerto. Las fallas geológicas, que forman esta estructura tectónica, son de gran importancia, ya que representan una amenaza sísmica para la ciudad de Managua, que históricamente ha sido destruida en dos ocasiones (en 1931 y 1972) por terremotos moderados poco profundos (Ms 6-6.2) originados por el movimiento de fallas geológicas activas del Cuaternario. En esta investigación se infiere la geometría del subsuelo y se caracterizan, en profundidad, las fallas geológicas que forman la Cuenca del Aeropuerto mediante gravimetría y magnetometría con el uso de la técnica GPS-diferencial para su geolocalización, con mayor precisión. Además, se realizó el análisis de registros de microtremores (vibraciones ambientales) para la caracterización sísmica de las capas más superficiales del lugar. Las anomalías gravimétricas y magnetométricas presentan gradientes hacia la zona de la falla Cofradía (este), con respecto de la zona de falla Aeropuerto (oeste), que no muestra un marcado gradiente gravimétrico . Esto indica que la cuenca tectónica del Aeropuerto es una fosa asimétrica formada por una serie de horsts y depresiones tectónicas (graben-semigraben) en el subsuelo. Los modelos bidimensionales permiten estimar una profundidad máxima del basamento de Managua (Formación La Sierra) entre 550 y 800 metros. La Formación Managua sobreyace al basamento rocoso y presenta un espesor promedio de 380 metros. Mediante el análisis espectral de dichas anomalías, se estimó con los datos gravimétricos, la profundidad media de la cima del basamento entre los 360 y 1190 m, en tanto que los datos de magnetometría la estiman entre 184 y 488 m. Por último, se estimó la estructura somera de velocidad de la onda de corte (Vs) alrededor de la zona de falla del Aeropuerto, mediante datos de microtremores de una sola estación, los cuales se analizaron con el método de relaciones espectrales horizontales-verticales (H/V). Como resultado de la aplicación del método se obtuvo un modelo de tres capas. Se calcula la primera capa con Vs= 160 m/s, Vp= 500 m/s, y con un grosor= 3 m, la segunda capa tiene Vs=400 m/s, Vp=1500 m/s , y un espesor = 17 m, y la tercera con Vs= 500 m/s, Vp= 1800 m/s. Los periodos dominantes en la zona se estiman entre 0.075 y 1 segundo. La investigación ha demostrado que la aplicación de diferentes métodos geofísicos es eficaz para caracterizar la estructura del subsuelo de la cuenca tectónica del Aeropuerto y evaluar la peligrosidad sísmica en la porción Este de Managua, donde se dispone de poca información de la geología de subsuelo.

EG-5

AVANCE DEL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS DE MASA EN EL CG CERRO PRIETO CON GRAVIMETRÍA EN EL PERÍODO DE 2023 A 2025

Salas Contreras Pedro[1], Ramírez Hernández Jorge[2] y Xancal Acametitla Gricel[3]

[1]*Universidad Autónoma de Baja California*
[2]*Instituto de Ingeniería, UABC*
[3]*Universidad Politécnica de Baja California*
pedro.salas@uabc.edu.mx

Este trabajo corresponde al avance de la evaluación del yacimiento geotérmico de Cerro Prieto a partir de la gravimetría. Históricamente, el yacimiento tiene al menos 52 años de explotación del recurso desde la puesta comercial (Cerro Prieto 1). A finales del año 2000, Cerro Prieto, alcanzo su máxima capacidad instalada de 720 MW (CP-2,3 y4) pero para 2011 con la despresurización que ya sufre el yacimiento la capacidad instalada se redujo a 570 MW. Para obtener las anomalías de gravedad se planteo la metodología de redes locales de alta precisión, en el cual es posible cuantificar la fiabilidad de los datos, parámetros intermedios. Cada una de estas técnicas se desarrollaron en campo con dos tipos de gravímetros relativos, Lacoste & Romberg y Scintrex, en los que se obtuvieron precisiones de la red de 18 µGal y 6 µGal, respectivamente. Los resultados obtenidos se enfocan en los cambios de la anomalía de Bouguer de las dos campañas de gravimetría realizada (2024 a 2025) en la zona más longeva del campo (Cerro Prieto 1) y que actualmente se mantiene en explotación (pozos productores e inyectores).

EG-6

CARACTERIZACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DEL BASAMENTO MEDIANTE MÉTODOS POTENCIALES: APLICACIÓN GRAVIMÉTRICA EN CIUDAD GUZMÁN

Cocuñame Ricardo Danny Alexander y Escudero Ayala Christian René
Universidad de Guadalajara
danny.cocuname2582@alumnos.udg.mx

Ciudad Guzmán, la principal área urbana del municipio de Zapotlán el Grande, Jalisco, se localiza en una zona de alta actividad sísmica y geológica, lo que implica un riesgo significativo para sus habitantes e infraestructura. Dada esta condición, resulta fundamental caracterizar las propiedades geotécnicas del área para una mejor gestión del riesgo. En este estudio, se estima la profundidad del basamento en Ciudad Guzmán mediante el procesamiento de datos gravimétricos recolectados en 100 puntos de medición. Los datos fueron adquiridos entre el 18 de julio y el 7 de agosto de 2025, en horario nocturno (10 PM a 5 AM), utilizando un gravímetro Scintrex CG5 Autograv y dos unidades GNSS (Base y Rover) de la marca Tersus para el posicionamiento preciso. A cada medición de gravedad relativa (mGal) se le aplicaron las correcciones gravimétricas estándar: deriva instrumental, gravedad absoluta, gravedad teórica, corrección por marea, latitud, aire libre y corrección de Bouguer. Este procesamiento permite obtener la anomalía de Bouguer Simple, que posteriormente se ajusta por efectos topográficos para la obtención de la anomalía de Bouguer Completa. La profundidad del basamento se estima a partir de esta anomalía, considerando un modelo de capa horizontal de extensión infinita y el contraste de densidad (Δρ) característico de la zona (Carmichael & Henry, 1977). Los valores obtenidos para cada punto se interpolarán mediante Kriging Bayesiano Empírico, generando un mapa rasterizado de profundidades. Se espera que los resultados muestren profundidades menores hacia la Sierra del Tigre (zona oriental), debido a la presencia de material rocoso cercano a la superficie, mientras que en la planicie aluvial del centro-occidente de Ciudad Guzmán, se esperan valores más elevados, asociados a sedimentos más gruesos.

EG-7

INVERSIÓN DE DATOS DE MÉTODOS POTENCIALES A TRAVÉS DE UN ALGORITMO DE OPTIMIZACIÓN POR ENJAMBRE DE PARTÍCULAS LIBRE DE PARÁMETROS

Nava Flores Mauricio, Palafox González Abel y Fregoso Becerra Emilia
Universidad de Guadalajara
mauricio.navaflores@academicos.udg.mx

El algoritmo de Optimización por Enjambre de Partículas (PSO) es una metaheurística bioinspirada basada en poblaciones, útil para invertir datos geofísicos, que explora la función objetivo en busca del óptimo global. Esta búsqueda se lleva a cabo empleando únicamente el problema directo y su comportamiento depende de parámetros controladores que influyen directamente en el balance entre exploración y explotación, por lo que su elección no es trivial, ya que puede conducir a resultados erróneos. Dada la dependencia del PSO a estos parámetros y a resultados de análisis que los involucran, ha surgido la idea de plantear una estrategia en la que no sea necesario introducirlos. En este trabajo se propone el uso de un algoritmo PSO modificado que no requiere de la selección de parámetros controladores para invertir datos de anomalías de campos potenciales, empleando un poliedro irregular con caras triangulares para reproducir la geometría de las fuentes de anomalía. Los resultados en experimentos numéricos con datos sintéticos han sido satisfactorios, validando el método propuesto y han servido para evaluar sus ventajas, desventajas y aplicabilidad en datos reales.

EG-8

ESTUDIO GRAVIMÉTRICO INTEGRAL DE LA CUENCA DE MÉXICO CON CORRECCIÓN URBANA: UNA NUEVA MIRADA A LA ESTRUCTURA PROFUNDA Y VULNERABILIDAD GEODINÁMICA

De la Paz Carlos Pita, Huante Arana Francisco Enrique, Rubio Ramos Marco Antonio, Sánchez Galindo Luis Alfredo, Colchado Casas Juan Carlos, Ortiz Ruiz Maricela y Olan Rios Marlenn

Geotem Ingenieria S.A. DE C.V.

cpita.paz@geotem.lat

La Cuenca de México (CM), ubicada en el centro geográfico del país y delimitada por sierras volcánicas como Las Cruces, Chichinautzin, Nevada y Guadalupe, representa no sólo una singular depresión tectónica de origen cenozoico, sino también el corazón político, económico y financiero de la nación. En su interior se asienta la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), con más de 25 millones de habitantes, una de las concentraciones urbanas más grandes del mundo. Esta ubicación estratégica, si bien privilegiada, también impone desafíos geológicos y urbanos críticos. Desde una perspectiva geohistórica, la CM forma parte del sector central de la Faja Volcánica Transmexicana, siendo el resultado de complejos procesos geodinámicos que incluyen fallamiento normal, subsidencia y colmatación de una cuenca endorreica sin salida natural al mar. Sobre su basamento premesozoico —en gran medida desconocido— descansan potentes secuencias volcánicas, vulcano-sedimentarias y lacustres que han sido documentadas por estudios litológicos y estratigráficos en pozos profundos (Mixhuca, Texcoco, Roma, entre otros). La actividad magmática del Eoceno al Cuaternario, y la tectónica asociada, han determinado una compartimentación estructural que se refleja tanto en la configuración del subsuelo como en la respuesta dinámica del terreno frente a eventos sísmicos. Los antecedentes de investigación geofísica en la cuenca, como los estudios gravimétricos del Ing. Guillermo Hernández Moedano (1953) y la campaña JICA (1989), brindaron información valiosa pero parcial. Ante el crecimiento urbano acelerado y la aparición de fenómenos como los denominados microsismos en la zona poniente de la CDMX, se vuelve impostergable una actualización profunda de la caracterización geofísica de la región, con metodologías que respondan a las condiciones urbanas actuales. En ese sentido, el trabajo aquí presentado representa la primera campaña gravimétrica que cubre de forma completa y sistemática toda la Cuenca de México, a través de 2,048 estaciones terrestres levantadas entre 2023 y 2024. Se utilizó instrumentación de alta resolución y se diseñó una estrategia de adquisición adaptada a la movilidad y densidad urbana. Como innovación metodológica destacada, se aplicó por primera vez en México una corrección urbana por edificios altos, basada en modelos digitales DSM/DEM y normas estructurales locales, permitiendo eliminar los sesgos introducidos por la infraestructura urbana masiva. El mapa de Anomalía Completa de Bouguer generado, junto con su versión residual polinomial, permite identificar estructuras profundas como pilares densos, fosas y bordes de subcuencas que no habían sido delineadas con esta precisión. En particular, se reconoce una estructura con orientación N-S, desde la Sierra de Guadalupe hasta el Cerro de la Estrella, que funciona como un eje estructural rígido en el subsuelo. A su alrededor, zonas de mínimo gravimétrico —como las áreas de Chalco, Texcoco, Xochimilco o Reforma-Roma— reflejan acumulaciones de materiales blandos y de baja densidad, altamente susceptibles a fenómenos como subsidencia, amplificación sísmica o deformación hidráulica. Este enfoque integral ofrece no sólo una herramienta geofísica robusta, sino también una base estratégica para el análisis interdisciplinario de tres temas prioritarios.

EG-9

MODELADO GEOFÍSICO DEL BASAMENTO EN EL SUROESTE DE TABASCO MEDIANTE GRAVIMETRÍA Y MAGNETOMETRÍA

Guzmán-de la Cruz Miguel Ángel[1], Jiménez-Vázquez Adriana Guadalupe[2], Torres-Sánchez Sonia Alejandra[3] y Cano-Jiménez Gabriela[1]

[1]*Departamento de Geofísica Petrolera - Universidad Politécnica del Centro (UPC)*

[2]*División Académica de Ciencias Básicas - Universidad Juárez Autónoma de Tabasco*

[3]*Facultad de Ingeniería, UASLP*

m.guzdlc@gmail.com

El presente estudio tiene como objetivo el modelado del basamento en el suroeste de Tabasco, con énfasis en el área del Cerro de la Pava, a partir del procesamiento de datos de gravimetría satelital y magnetometría global (EMAG2 y NAMAG). Esta región forma parte del Sistema de Fallas Tuxtla-Malpaso, una estructura tectónica activa que controla la configuración sedimentaria y estructural del sureste de México. Los datos gravimétricos fueron procesados aplicando anomalía de Bouguer completa, señal analítica, derivada tilt y deconvolución de Euler, permitiendo estimar profundidades del basamento entre 3 y 8 km y delinear lineamientos con orientación dominante NO-SE. En paralelo, los modelos magnéticos EMAG2 y NAMAG fueron re-escalados y filtrados mediante reducción al polo, señal analítica, tilt y deconvolución de Euler, lo que reveló lineamientos estructurales consistentes con dirección SE-NW y la presencia de cuerpos magnéticos asociados a fallas e intrusivos. Los resultados integrados indican que el Cerro de la Pava y la Sierra de Huimanguillo se formaron en un contexto de margen continental activo, ligado a la subducción de la Placa de Cocos bajo la Placa de Norteamérica y a la influencia del Bloque de Chortis. La correspondencia entre anomalías potenciales y afloramientos sugiere un orógeno reciclado, donde los aportes sedimentarios han sido retrabajados en distintos episodios desde el Mioceno. En conclusión, la integración de técnicas gravimétricas y magnetométricas permite construir un modelo coherente del basamento en el suroeste de Tabasco, aportando elementos clave para comprender su evolución geodinámica y ofreciendo un marco de referencia con aplicaciones en la exploración de recursos naturales en el Golfo de México.

EG-10

ESTUDIO MAGNÉTICO SOBRE EL BORDE ORIENTAL DEL BLOQUE SAN JULIÁN PARA IDENTIFICACIÓN DE ESTRUCTURAS MINERALIZADAS DE BAJA INTENSIDAD

Ocañas Fernández Ezequiel, Romero de la Cruz Oscar M., Ramírez Peña Cesar F., Estrada Jonathan J. y Méndez Delgado Sóstenes

Universidad Autónoma de Nuevo León

eze_oca@live.com.mx

Estudios geológicos recientes en el norte del estado de Zacatecas reportan la existencia de una zona donde se encuentran estructuras geológicas mineralizadas, estas pueden ser de minerales metálicos y no metálicos. La zona de interés se refiere al bloque San Julián, el cual es un sector que presenta una exhumación de basamento geológico, mismo que se extiende desde la saliente del municipio de Concepción del Oro hasta el sector transversal de Parras en el Distrito minero de Mazapil. Existen distintas estructuras geológicas de interés que están relacionadas con anomalías magnéticas de carácter profundo. Específicamente en el borde oriental del bloque, se han reportado a escala local un conjunto de estructuras geológicas que presentan mineralizaciones y fracturas rellenas de Barita siendo estas de relevancia en la zona de estudio ya que se han reportado antiguas minas abandonadas de este mineral. También se pueden observar distintos afloramientos de óxidos de fierro en forma de hematita, localizados entre vetillas o a lo largo de fallas, las cuales pueden provocar un contraste con las bajas susceptibilidades magnéticas de las mineralizaciones de barita. A partir de estas observaciones geológicas en campo y la antigua explotación de barita en la zona, surge el interés por realizar una adquisición de datos magnéticos para observar una posible secuencia de bajos magnéticos y correlacionarla con una posible extensión lateral, y hacia la profundidad de estas estructuras mineralizadas.

EG-11

INTEGRACIÓN DE MÉTODOS GEOFÍSICOS NO INVASIVOS PARA CARACTERIZAR LA ZONA ARQUEOLÓGICA CERRO DE LA CRUZ, SAN JUAN DEL RÍO, QUERÉTARO (RESULTADOS PRELIMINARES)

Velázquez Sánchez Vianney[1], García Serrano Alejandro[1], Ortiz Osio Manuel[1], Aguirre Díaz Juan Pablo[1], López Alvis Jorge[1] y Fenoglio Limón Fiorella[2]

[1]*Facultad de Ingeniería, UNAM*

[2]*Instituto Nacional de Antropología e Historia, INAH*

vianneyvelazquezsanchez@gmail.com

La conservación del patrimonio arqueológico requiere cada vez más del uso de técnicas no invasivas que permitan conocer lo que yace bajo la superficie sin alterar la zona de interés. Es por ello que la prospección geofísica se ha empleado como una herramienta para la arqueología moderna, al proporcionar información que permiten detectar y caracterizar estructuras de origen antropogénico y natural. A lo largo de estas décadas, en la zona arqueológica Cerro de La Cruz, ubicada en San Juan del Río, Querétaro, se han encontrado diversos elementos materiales, que dan cuenta de una ocupación prehispánica significativa en la región. Ante ello, la aplicación de los métodos geofísicos se presenta como una oportunidad para profundizar en el conocimiento del sitio mostrando zonas de interés para futuras excavaciones y optimizando los recursos. Se aplicaron técnicas geofísicas como: magnetometría, perfilaje electromagnético y tomografía de resistividad eléctrica 3D. La integración de múltiples técnicas en un mismo sitio es fundamental para mejorar la precisión y confiabilidad de las interpretaciones. Cada método responde a propiedades físicas distintas, lo que permite compensar las limitaciones de estos. En Cerro de la Cruz, el enfoque multidisciplinario y la relación entre los datos magnéticos, eléctricos y electromagnéticos permite construir una visión más completa del subsuelo e identificar patrones consistentes.

EG-12

MODELACIÓN GEOFÍSICA CON SONDEOS ELECTROMAGNÉTICOS TRANSITORIOS Y GRAVIMETRÍA DEL DELTA DEL RÍO YAQUI, SONORA

Valencia Sauceda Javier, Minjarez Sosa José Ismael, Grijalva Noriega Francisco Javier y Martínez Mario
Universidad de Sonora
javier.valencia@unison.mx

El presente estudio se realizó con la finalidad de generar un modelo tridimensional de la morfología del basamento a profundidad del delta del río Yaqui por medio de métodos geofísicos indirectos como lo es la gravimetría, basados en las diferencias de densidad de las rocas en el subsuelo para poder definir el espesor de los rellenos sedimentarios. Y posteriormente por métodos geofísicos directos en este caso los sondeos electromagnéticos transitorios (TEM's), definir los distintos tipos de materiales depositados por medio de sus características resistivas, así como, sus espesores y profundidades de emplazamiento. La primera etapa del trabajo consistió en la adquisición de la información geofísica de campo seleccionando los sitios propicios para la realización de los sondeos y estaciones gravimétricas de control, tomando como base las características geológicas, hidrogeológicas y geomorfológicas del sitio. Con lo que respecta a la geología del área de estudio en el valle del río Yaqui, existen unidades estratigráficas cuyas edades varían desde el Cretácico Inferior hasta el Holoceno y la nomenclatura para las unidades estratigráficas está basada principalmente en los trabajos realizados por el Servicio Geológico Mexicano, teniendo así presentes las siguientes rocas de la más antigua a la más reciente: Batolitos Laramídicos, Volcanismo riolítico de la Sierra Madre Occidental, Volcanismo intermedio de dacita-andesita, Formación Báucarit, Depósitos recientes Universidad de Sonora (Minjarez Sosa et al., 2002; García Cortés y Siqueiros López 2002). Cabe señalar que todos los trabajos de los TEM's se realizaron en áreas despejadas cubiertas de materiales recientes y no se tenían afloramientos de roca cercanos. Finalmente, con este estudio se obtuvo el modelo tridimensional de la morfología del basamento a profundidad estimada y la ubicación de los sondeos electromagnéticos en este, donde se puede apreciar los espesores y profundidades de los diferentes materiales sedimentarios en secciones longitudinales y transversales al delta del río Yaqui.

EG-13

EXPLORACIÓN MAGNETOTELÚRICA DEL ACUÍFERO PROFUNDO DE LA SUBCUENCA DEL RÍO SALINAS, N.L., PARA LA CARACTERIZACIÓN GEOELÉCTRICA DEL SUBSUELO

Alvarado Izarraras Luis Gerardo[1], Ruiz Aguilar Diego[1], Chávez Cabello Gabriel[2], Méndez Delgado Sóstenes[2], Romero de la Cruz Oscar Mario[2] y Garza Rocha Daniel[2]
[1]*División de Ciencias de la Tierra, CICESE*
[2]*Facultad de Ciencias de la Tierra, AUNL*
lg.alvarado@cicese.edu.mx

La Subcuenca del Río Salinas (SRS), ubicada en el estado de Nuevo León, México, representa una región de interés hidrogeológico por su potencial para albergar acuíferos profundos confinados en rocas sedimentarias marinas plegadas del Cretácico inferior. La exploración y evaluación de este tipo de acuíferos representa un reto debido a la complejidad geológica a mayores profundidades y a la necesidad de contar con fuentes de agua dulce en regiones donde el recurso hídrico puede estar comprometido. En este contexto, el método Magnetotelúrico (MT) destaca frente a técnicas como los Sondeos Eléctricos Verticales (SEVs) y los Transitorios Electromagnéticos (TEM), ya que permite alcanzar mayores profundidades de investigación, los que lo hace especialmente útil para caracterizar estructuras geológicas profundas, como los acuíferos profundos y confinados. Este trabajo consiste en caracterizar la distribución de resistividades del subsuelo en la porción central de la SRS mediante la adquisición de 26 sondeos magnetotelúricos distribuidos en la zona de estudio. Los datos fueron procesados utilizando algoritmos de procesamiento robustos, posteriormente se aplicaron técnicas de inversión 1D y 3D para generar modelos de la variación de resistividad eléctrica del subsuelo. Adicionalmente, se presenta un análisis de dimensionalidad mediante el tensor de fase magnetotelúrico para evaluar la complejidad estructural del área, así como un análisis de sensibilidad sobre el modelo inverso 3D para validar la confiabilidad de las interpretaciones. Los resultados muestran zonas geoeléctricas de baja resistividad asociadas al acuífero profundo confinado, contenido en rocas carbonatadas del Cretácico inferior. Este estudio aporta una caracterización más detallada de la distribución de resistividades del subsuelo en la SRS y contribuye a la comprensión del contexto geológico e hidrogeológico de la región.

EG-14

EXPLORACIÓN MAGNETOTELÚRICA DEL CAMPO VOLCÁNICO DE SAN QUINTÍN (BAJA CALIFORNIA)

Ruiz Aguilar Diego[1], Alvarado Izarraras Luis Gerardo[2], Ochoa Tinajero Luis Eduardo[2], Mastache Román Edgar Agustín[2], Macías José Luis[3], Gallegos Castillo Cristian[2] y González Escobar Mario[2]
[1]*División de Ciencias de la Tierra, CICESE*
[2]*CICESE*
[3]*IGEF-UNAM*
druiz@cicese.mx

El Campo Volcánico de San Quintín se encuentra en la parte occidental de la Península de Baja California y comprende 11 complejos volcánicos monogenéticos, de los cuales algunos presentan cierta alineación N-S y NW-SE. En este campo volcánico se han encontrado rocas que contienen xenolitos ultramáficos y corticales, siendo uno de los pocos ejemplos en el país. Desde agosto del 2023, se han adquirido datos magnetotelúricos en diferentes campañas. La primera fue durante la Escuela de Verano de Geofísica Aplicada SEG-CICESE 2023, en donde junto con los estudiantes participantes de dicho curso adquirimos 6 sondeos magnetotelúricos. Durante una segunda etapa en 2024, se adquirieron 8 estaciones magnetotelúricas. El resto de los sondeos magnetotelúricos fueron adquiridos durante el primer semestre del 2025, incluyendo una estación que fue instalada en la Isla San Martín. Para todos los sondeos se utilizaron equipos de la marca Metronix y se adquirieron los componentes horizontales del campo eléctrico y las 3 componentes del campo magnético. Se registraron señales magnetotelúricas en un rango de 0.001 a 100s. Una vez estimadas las funciones de transferencia, se procedió a realizar un modelado inverso tridimensional. Finalmente, el modelo de resistividades obtenido es correlacionado con estructuras geológicas profundas que están asociadas a los complejos volcánicos.

EG-15

INTEGRACIÓN MULTITÉCNICA PARA LA EVALUACIÓN GEOFÍSICA DE SALMUERAS LITÍFERAS EN SALARES BOLIVIANOS

Sánchez Galindo Luis Alfredo, De la Paz Carlos Pita, Garfias Quezada Jesus Alberto, Huante Arana Francisco Enrique, Colchado Casas Juan Carlos, Ortiz Ruiz Maricela, Salazar Macias Edna Asherá, San Luis Oliver Villa y Reyes Talania Juan
Geotem Ingenieria S.A. DE C.V.
alfredo.sanchez@geotem.lat

Presentamos los resultados de una campaña 2023–2024 desarrollada por Geotem Ingeniería en colaboración con Petroseismic Services para caracterizar la arquitectura sedimentario-estructural y el sistema multiacuífero que controla la ocurrencia de salmueras ricas en litio, así como su relación con el potencial geotérmico de la cuenca. La estrategia de exploración integró TDEM (resistividad somera, ~hasta 400–500 m), AMT (resistividad profunda, >1 km), gravimetría y Dron LiDAR para control geomorfológico; se complementó con espectrometría de rayos gamma y compilación geoquímica de sedimentos y aguas para validar firmas conductoras y dominios de densidad. Metodológicamente se aplicó modelado gravimétrico 2D (Talwani) y inversión 3D de densidades constreñida con la respuesta geoeléctrica (TEM+AMT). La interpretación se organizó en secciones hidrogeológicas (someras) y tres modelos profundos (1.5 y 3.5 km), que sustentan un modelo conceptual hidrogeológico escalable. La integración multitécnica demostró reducir la incertidumbre, optimizar objetivos de sondeo y minimizar impactos ambientales, confirmando su valor para acelerar, con solidez técnica, la evaluación de recursos de litio en yacimientos del tipo salmuera.

EG-16

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE MANTOS DE GRAFITO UTILIZANDO LOS MÉTODOS TRE, PIR Y CSAMT EN SAN JOSÉ DE MORADILLAS, MUNICIPIO DE LA COLORADA, SONORA

Toralva César
Servicio Geológico Mexicano, SGM
cesartoralvas@gmail.com

En el estado de Sonora se encuentra una de las zonas productoras de grafito más importantes del país, siendo la mina de San José de Moradillas, ubicada en el municipio de La Colorada, una de las más grandes de la región. Por lo que, se decidió realizar estudios de geofísica con la finalidad definir el comportamiento físico del mineral de grafito y posteriormente explorar nuevas áreas en donde se pudiera encontrar este mineral. Además, como objetivos particulares se propuso caracterizar las unidades geológicas en San José de Moradillas, definiendo sus espesores, profundidades y estratificación que permitiera identificar la relación entre la geología y los mantos de grafito. Durante el proyecto integral, se levantaron secciones con los métodos de Tomografía de Resistividad Eléctrica (TRE), Polarización Inducida y Resistividad (PIR) y Sondeos Audiomagnetotelúricos de Fuente Controlada (CSAMT). Estas metodologías se aplicaron conforme se analizaban los resultados preliminares,

para lograr cumplir con los objetivos del estudio. La primera sección levantada con TRE (Arreglo Dip-Dip) se realizó sobre la Mina San Fernando y los resultados demostraron que justo donde afloran los mantos de grafito, la respuesta de resistividad registró valores menores a 10 Ω*m y la cargabilidad registro valores mayores a 20 ms. Estos parámetros se consideraron como la respuesta del grafito para las demás secciones. Posteriormente, se realizó un levantamiento de PIR mediante calicatas eléctricas de mayor extensión con la finalidad de obtener datos más profundos. Al analizar los resultados de esta sección fue posible identificar zonas a profundidad asociadas al mineral de grafito, además se evidenció el contexto litológico heterogéneo de las formaciones presentes y el intrusivo magmático, el cual dió origen al metamorfismo que generó los mantos de grafito. Para complementar el conocimiento geológico, se realizó una sección de CSAMT sobre la mina principal de San José de Moradillas, la cual mostró el comportamiento a profundidad del intrusivo magmático. Este se encuentra a profundidades variada entre 50 y 500 metros. Además, fue posible definir la presencia de algunos cuerpos verticales asociados a diques. Por otro lado, la unidad asociada a los mantos de grafito cuenta con un espesor de 300 metros aproximadamente, subyaciéndole el intrusivo. En conclusión, las respuestas de las zonas asociadas al mineral de grafito son altamente conductoras y cargables (<10 Ω*m y >20 ms), sin embargo, el espesor de los mantos aflorando no corresponde con el espesor de la respuesta, por lo que a ésta se asocia a como zonas asociadas a grafito, en donde pudiera presentarse la mayor concentración de mineral. También fue posible definir que el mineral de grafito se encuentra asociado a zonas de fallas principalmente verticales, las cuales se ubican cercanas al intrusivo magmático, el cual se infiere que dio origen al metamorfismo de la zona.

EG-17

CARACTERIZACIÓN HIDROGEOFÍSICA DE LA SUBCUENCA R. MÁTAPE-PUNTA DE AGUA, SONORA

Jiménez Rivera Alejandro, Bárcenas Salmorán Ricardo y Rodríguez Chacón Mario V.
Servicio Geológico Mexicano, SGM
alejandrojimenez@sgm.gob.mx

En México entre 12.5 y 15 millones de personas no tienen acceso al agua (López, 2019), especialmente en zonas rurales, siendo este el caso del municipio de Villa Pesqueira, Sonora, localizado entre las provincias fisiográficas de la Sierra Madre Occidental y la Llanura Sonorense. Los acuíferos de la cuenca están constituidos principalmente por depósitos aluviales y conglomerados polimícticos, de permeabilidades medias a baja. Se realizó un estudio hidrogeofísico (aéreo y terrestre), el cual consistió en 19 sondeos audiomagnetotelúricos (AMT), distribuidos en la parte central del área, 8 sondeos transitorios electromagnéticos (TEM) y el levantamiento electromagnético aéreo de 49 líneas de rumbo E – W con separaciones de 250 y 500 metros, y 1 línea de rumbo N – S en el centro del área. Se determinaron 5 unidades geoeléctricas (UG) de las cuales la UG2 es la de principal interés geohidrológico, ya que está conformado por material granular de alta porosidad y permeabilidad, donde se alojan cuerpos de agua definidos como acuíferos libres de tipo detrítico. Subyaciendo a esta unidad geoeléctrica se encuentra la UG3 asociada a los conglomerados polimícticos y areniscas de poca porosidad y permeabilidad de la formación Báucarit, la cual se considera como el basamento geohidrológico en la zona de estudio. Además, con los datos electromagnéticos aéreos, se definió que las 5 unidades geoeléctricas están asociadas a un graben, donde el flanco oriente está delimitado por la falla El Sacrificio y el flanco poniente por una falla interpretada con los datos resistivos aéreos; se presume que dichas fallas son zonas de recarga hidrológica. Se concluye que la metodología hidrogeofísica empleada resultó adecuada para definir el tipo de estructura geológica y la litología que puede ser almacenadora de agua.

EG-18

ESTUDIOS DE TOMOGRAFÍA DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA, RADAR DE PENETRACIÓN TERRESTRE Y LOCALIZACIÓN DE SISMICIDAD PARA DETERMINAR LA PRESENCIA DE FALLAMIENTO SUPERFICIAL EN EL SEGMENTO SUR DEL SISTEMA DE FALLAS SANTO DOMINGO, GALEANA, N.L.

Jiménez Sánchez Liz-Ek Miriam, Montalvo Arrieta Juan Carlos, Ramírez Fernández Juan Alonso, Salinas Jasso Jorge Alan, Ramos Zuñiga Luis Gerardo y Navarro de León Ignacio
Universidad Autónoma de Nuevo León
liz-ek.jimenezsnc@uanl.edu.mx

La necesidad de evaluar el peligro al que está expuesta una sociedad, hace necesario el monitoreo de fenómenos naturales como los terremotos, para esto es necesario identificar las fuentes sísmicas potenciales que pueden generar un sismo de magnitud intermedia o mayor. por lo que, a partir de definir una fuente sísmica (falla o conjunto de fallas) se podrá continuar con el proceso para determinar la probabilidad de ocurrencia de la ruptura de la falla o sistema de fallas, y un nivel de intensidad de alguno de los parámetros del movimiento del suelo utilizados en los códigos de construcción (velocidad y aceleración del terreno y espectros de respuesta de desplazamiento, velocidad y aceleración), para un periodo de tiempo dado y dentro de un área específica. El sistema de fallas santo domingo se ubica aproximadamente a 90 km al suroeste de la ciudad de Monterrey, N. L, a 70 km al sureste de Saltillo y a 20 km al suroeste de Galeana, y se considera que forma parte de la provincia de cuencas y cordilleras, estudios geológicos y geomorfológicos recientes han demostrado que es una falla activa, por lo que mediante métodos de prospección geofísica de alta resolución como es la tomografía de resistividad eléctrica y radar de penetración terrestre se propone caracterizar geométricamente su estructura y determinar si hay desplazamientos de horizontes geológicos en los primeros metros del subsuelo. Así mismo, la re-localización de la actividad sísmica y sus mecanismos focales, en las inmediaciones de este sistema de fallas podrá determinar el estado de esfuerzo y si estos terremotos se correlacionan con el sistema de fallas santo domingo. Este trabajo servirá como base para estudios de paleosismología y ayudara en la evaluación de la amenaza sísmica en la región, lo que es vital para la planificación urbana, la construcción de infraestructura y la preparación de la sociedad ante posibles eventos sísmico de magnitud M # 5.

EG-19

AVANCES EN PROCESAMIENTO DE DATOS DE TOMOGRAFÍAS ELÉCTRICAS CON POLARIZACIÓN INDUCIDA

Tejero Andrés y López Aide
Universidad Nacional Autónoma de México
atatejero16@gmail.com

Las tomografías de resistividad geoeléctrica de corriente contínua TRE han sido de uso común en exploraciones geofísicas someras. Por ejemplo, en estudios geotécnicos, ambientales o hidrogeofísica. Sin embargo, la precisión en la interpretación, sobre todo en temas de contaminación de agua o suelos, aún sigue siendo un reto. Este tipo de anomalías requieren procesamiento de las señales para resaltar campos secundarios de menores amplitudes, lo cual implica la elección de filtros que sean más adecuados al comportamiento físico del fenómeno. En este sentido, aunque mínimos cuadrados se ha empleado como una herramienta matemática para ajustar conjuntos de datos así como para suavizar señales a lo largo de varias décadas, aún no se había explorado la modificación de los polinomios base para el filtrado de las señales. Adicionalmente, en tomografías de resistividad con polarización inducida en el dominio del tiempo (TDIP) suele haber inconsistencias en la correlación de anomalías entre estos dos parámetros. Este hecho fue disminuido al llevar a acabo ajustes en los voltajes estacionarios por normalización de la corriente unitaria, así como por el filtrado de ambas señales (resistividad y PI), el cual no se había realizado por considerarse a la PI como un parámetro normalizado. En este trabajo se presentan tres ejemplos de la aplicación del filtrado de señales de datos geoeléctricos con PI en el dominio del tiempo, por medio de un filtro diseñado con mínimos cuadrados con polinomios de Legendre. El primer ejemplo corresponde a datos obtenidos de exploraciones arqueológicas, el segundo a un sitio contaminado por hidrocarburos y el tercero en exploración hidrogeofísica. Los resultados demuestran mejor definición de anomalías con respecto a muestreos e información de los sitios de estudio, menor RMS, L2 convergentes, menor eliminación de datos, y coherencia entre RMS de resistividad y PI.

EG-20

PROSPECCIÓN GEOFÍSICA Y FOTOGRAMÉTRICA PARA LA DETERMINACIÓN DEL ORIGEN DE LAS GRIETAS PRESENTADAS EN EL EJIDO CRUZ GÁLVEZ, HERMOSILLO, SONORA

Valenzuela Gastelum Lucia Guadalupe, Valencia Sauceda Javier, Minjarez Sosa José Ismael y Tapia Villaseñor Elia María
Universidad de Sonora
a213203476@unison.mx

El agrietamiento del terreno implica una serie de condiciones hidrometeorológicas y geológicas a partir de las cuales se presenta el fenómeno. Actualmente, en México, existe un debate sobre el termino correcto para el fenómeno, sin embargo, todas coinciden en una ruptura longitudinal de la superficie del terreno. Durante el mes de septiembre de 2024, en las inmediaciones del Ejido Cruz Gálvez, ubicado a 25 kilómetros al sur de la ciudad de Hermosillo, se presentó el fenómeno de agrietamiento. Como parte de los planes remediación y con el objetivo de definir el origen del fenómeno, se realizó la exploración de la zona, así mismo se implementaron estudios de fotogrametría y geofísica. Para obtener datos topográficos y una imagen de alta resolución se realizó un estudio fotogramétrico, el cual consiste en la adquisición de fotografías aéreas mediante un Vehículo Aéreo No Tripulado (VANT). Por su parte, para caracterizar los materiales del subsuelo, se utilizó la técnica geofísica de tomografías de resistividad eléctrica (TER), a partir de la cual se obtiene el perfil de resistividad real del terreno. Con el levantamiento fotogramétrico se obtuvo una imagen de alta resolución, a partir de la cual se realizó el mapeo de las grietas a detalle en tres áreas principales. Por su parte, a partir de las 3 secciones TER realizadas se determinó el comportamiento de los materiales del subsuelo, el cual corresponde a una intercalación de materiales granulares, los cuales corresponden a materiales arenosos y arcillosos. Con base en los resultados obtenidos y las guías de CENAPRED para fenómenos

de hundimiento y agrietamiento, se determinó que el fenómeno observado en el área de estudio es de origen hidráulico, asociado al comportamiento de los materiales arcillosos y a la intensa sequia en la que se encuentra la región.

EG-21

ESTUDIO DE GEORADAR EN LA ZONA DE MIXCOAC POSTERIOR A LOS SISMOS DE DICIEMBRE DEL 2023, CIUDAD DE MÉXICO

Benigno Paredes Sergio
Sergben Ingeniería del Subsuelo S.A. de C.V.
benignoing@gmail.com

La Ciudad de México por su ubicación, geología y tipo de suelo desde tiempos ancestrales ha estado sujeta a una serie de sismos, los cuales tiene orígenes he intensidades diferentes y por supuesto los efectos en la infraestructura de esta gran ciudad han sido de diferente índole y magnitud. En el mes de diciembre de 2023 se registraron una serie de "microsismos" y se hicieron evidentes los daños generados a las casas habitación, calles, banquetas e infraestructura de un área específica de la colonia Mixcoac, correspondiente a la alcaldía Benito Juárez. A petición de un grupo de vecinos de esa área se llevo a cabo un estudio geofísico de georadar con la finalidad de caracterizar la traza de una serie de grietas y delimitar un área de riegos en función de los daños y de la respuesta del georadar a las diferentes áreas afectadas por los sismos. El método de georadar nos permitió elaborar una zonificación en función de la respuesta del equipo ante la magnitud de los agrietamientos, así como de las observaciones hechas en campo de los daños sufridos en las casas, banquetas, calles y servicios de la zona explorada.

EG-22

EVALUACIÓN DE TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS GEOELÉCTRICOS EN PRESENCIA DE TOPOGRAFÍA ABRUPTA, UN CASO DE ESTUDIO

Ortiz Osio Manuel, Tejero Andrade Andrés y García Serrano Alejandro
Facultad de Ingeniería, UNAM
manuel.ortiz@ingenieria.unam.edu

Se presentan los resultados de la aplicación de diferentes herramientas de filtrado en el procesamiento de datos geoeléctricos. Durante la adquisición de estas señales geofísicas se acumulan efectos metodológicos debidos a divergencias del factor geométrico teórico, que, aunado al ruido manifestado por variaciones de voltajes no deseados, pueden enmascarar o deformar anomalías de interés. Con el fin de disminuir este efecto se han propuesto varias técnicas basadas en el filtrado de datos. Una de ellas es la implementada por Osio, M. O. y Minero-Re, E. M. (2023), quienes aplican una metodología basada en la trasformada wavelet para eliminar patrones no deseados en una señal. Por otro lado, Tejero-Andrade, A. (2025) propone una metodología basada en la corrección de voltajes y aplicación de filtros adaptativos. Con la finalidad de evaluar las técnicas de procesado, realizamos una valoración cualitativa y cuantitativa a partir de datos reales. Las implicaciones de estos procesos muestran su efectividad para mejorar de forma sustancial las interpretaciones de datos geoeléctricos, revelando su importancia en la prospección eléctrica.

EG-23

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA PARA LA DETECCIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA USANDO SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES EN LA ZONA RURAL CONCEPCIÓN CUAUTLA, TECALI DE HERRERA, PUEBLA

Ruiz Guevara Patricia, Martínez Mirón Yleana Claudia, Serrano Ortiz José, González Guevara José Luis y Castillo Pensado Juan Luis
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP
ruizg.paty@gmail.com

El propósito del presente trabajo consiste en la detección de agua subterránea en la zona rural Concepción Cuautla, perteneciente al municipio de Tecali de Herrera, Puebla, mediante la aplicación de sondeos eléctricos verticales (SEV). Se llevaron a cabo cinco sondeos eléctricos verticales en Concepción Cuautla, para identificar y caracterizar agua subterránea en la región, donde la comunidad enfrenta una severa escasez de agua. Esto permitirá contribuir a la demanda insatisfecha y a apoyar actividades como la agricultura, que dependen del acceso al agua. La metodología empleada incluyó la selección de sitios óptimos para los sondeos a través del análisis de la geología local, seguido de la implementación de los sondeos eléctricos verticales para medir la resistividad del subsuelo. Los datos obtenidos permitieron elaborar secciones geoeléctricas que muestran la distribución y profundidad de posibles reservorios de agua subterránea. Los resultados revelaron la presencia de capas con características favorables para el almacenamiento de agua, principalmente asociadas a litologías de arenisca arcillosa y conglomerados, en concordancia con las cartas geológicas de la zona. Se destacó la viabilidad de extracción en puntos específicos, especialmente en el SEV 5, donde se observó la interacción entre la litología y un flujo superficial cercano. Estos hallazgos respaldan la eficacia de los sondeos eléctricos verticales como herramienta confiable para la prospección de recursos hídricos subterráneos, así mismo proponen la exploración futura de técnicas complementarias que permitan validar la calidad y cantidad del agua detectada.

EG-24

CARACTERIZACIÓN DE ACUÍFEROS SOMEROS DEL ESTADO DE COAHUILA A PARTIR DE MÉTODOS GEOFÍSICOS

Batista Rodríguez José Alberto, García Robles Frida, Batista Cruz Ramón Yosvanis, Almaguer Carmenates Yuri y López Saucedo Felipe de Jesús
Universidad Autónoma de Coahuila
josebatista@uadec.edu.mx

Se presentan resultados que muestran la localización y caracterización de acuíferos someros del estado de Coahuila, a partir de tomografías de resistividad eléctrica, tanto en zonas de acuíferos conocidos como en otras sin evidencias superficiales de agua subterránea. En ambas zonas, se ubican varios perfiles de tomografía de resistividad eléctrica, utilizando 28 electrodos separados cada 10 y 20 m, según sea el caso. Las mediciones se realizaron con un SuperSting R1, utilizando configuraciones Schlumberger, Wenner y dipolo-dipolo. Con las resistividades eléctricas obtenidas y su posterior inversión se delimitan mantos acuíferos someros, indicando sus profundidades, espesores y extensiones, así como sus relaciones con las litologías y estructuras de la secuencia de rocas. También, se propone la ubicación de pozos de agua, así como la profundidad estimada de los mismos. La caracterización de dichos acuíferos someros permite incrementar el conocimiento del potencial hídrico de la región, permitiendo un mayor desarrollo de la ganadería, agricultura y diversas actividades domésticas en el estado, considerando que en el mismo prevalece un clima semi-desértico y los acuíferos son la fuente fundamental para estas actividades.

EG-25 CARTEL

APLICACIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA PARA ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DEL ACUÍFERO DE CERRO HERMOSO CHACAHUA, OAXACA

Mendoza Maravillas Alejandro, Bello Ramos Dennise y Olvera Martínez José Antonio
Instituto Politécnico Nacional, IPN
amendozam@ipn.mx

El presente trabajo se enfocó en la evaluación de un acuífero por medio de la aplicación del método geofísico "Tomografía de Resistividad Eléctrica". El área de estudio se encuentra ubicado en la localidad de Cerro Hermoso situado en el municipio de Villa de Tultepec de Melchor Ocampo (Oaxaca) con coordenadas UTM Longitud: -97.535833 y Latitud: 15.970000. Se realizaron cinco líneas de arreglo tipo Wenner con una distancia entre electrodos de 10 m, se crearon las secciones correspondientes a las tomografías eléctricas, donde las bajas resistividades se asocian a depósitos palustres y las altas resistividades a complejos metamórficos, tomando en cuenta el ambiente en el que estos se encuentran. El Perfil 1 muestra un cuerpo conductor profundo cubierto por capas resistivas; en el Perfil 2 se observa un lente altamente resistivo que podría corresponder a gravas, mientras que las zonas conductoras aparecen más profundas y con menor continuidad. El Perfil 3 presenta una capa resistiva somera, donde las bajas resistividades cercanas a superficie pueden asociarse a saturación elevada y/o infiltración salina, a su vez, las resistividades bajas podrían asociarse a zonas de recarga. Finalmente, los Perfiles 4 y 5 muestran un predominio resistivo con cuerpos conductores delgados y discontinuos, aunque en el Perfil 5 se distingue un nivel conductor más profundo, separado por un techo resistivo. Dadas estas características, los perfiles nos dan una aproximación de la profundidad de 35 metros, a su vez, se logró inferir la presencia de un acuífero semi-confinado, el cual comienza a manifestarse alrededor de los 10–15 metros de profundidad. El análisis de los perfiles 1 y 3 sugiere que el acuífero cuenta con suficiente saturación de agua, ya que ambos presentan bajas resistividades en la parte inferior, asociadas a materiales con presencia de agua, y resistividades altas en la parte superior, correspondientes a rocas que favorecen la infiltración. Para fines de extracción, se recomienda priorizar el Perfil 1, donde predominan las bajas resistividades compatibles con un mayor contenido de agua. En el caso del Perfil 3, aunque podría representar una zona de recarga por su configuración resistiva superior, es necesario realizar pruebas adicionales, ya que los conductores someros también podrían estar relacionados con infiltración salina o mezcla con agua de mar.

EG-26 CARTEL

CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DEL SUBSUELO EN LA ZONA DE INFLUENCIA DE LA PRESA EL CUCHILLO–SOLIDARIDAD, NUEVO LEÓN, MEDIANTE SÍSMICA DE REFLEXIÓN 2D Y GRAVIMETRÍA: EVALUACIÓN DE UN POSIBLE ORIGEN ANTROPOGÉNICO DE LA SISMICIDAD

Carmona Díaz Diana Yaredh[1], González Escobar Mario[1], Reyes Martínez Carlos Simón[1], Montalvo Arrieta Juan Carlos[2], Gallegos Castillo Cristian A.[1] y Ferrari Luca[3]

[1]*División de Ciencias de la Tierra, CICESE*
[2]*Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León*
[3]*Instituto de Geociencias, UNAM*
yaredh@cicese.edu.mx

Este trabajo presenta avances preliminares de una investigación en curso sobre la creciente sismicidad registrada en el noreste de México, con énfasis en la secuencia sísmica de El Cuchillo (2013–2014) y en eventos recientes reportados por el Servicio Sismológico Nacional. Se evalúa la hipótesis de un origen antropogénico de esta actividad, asociado a las fluctuaciones del nivel del embalse de la Presa El Cuchillo–Solidaridad, Nuevo León, México, las cuales podrían inducir la reactivación de fallas profundas mediante cambios en la presión de poro. Aunque estudios previos han documentado correlaciones estadísticas y temporales que respaldan esta hipótesis, la ausencia de una caracterización estructural detallada del subsuelo ha limitado su validación y restringido la evaluación del riesgo sísmico en esta región. Para abordar esta problemática, se aplican metodologías geofísicas integradas que combinan datos de sísmica de reflexión, gravimetría y pozos profundos, obtenidos gracias al convenio entre el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, y la Comisión Nacional de Hidrocarburos. En este trabajo se presentan los primeros perfiles interpretados, junto con sus modelos de velocidades de onda P. Entre los resultados iniciales destaca la identificación de pliegues sepultados del Cretácico y fallas inversas, así como velocidades en el rango de 3000 a 5000 m/s para la secuencia sedimentaria. Estos hallazgos constituyen un primer paso para establecer bases científicas que permitan diseñar estrategias de gestión del riesgo sísmico en comunidades vulnerables, evaluar los impactos indirectos asociados a grandes obras hidráulicas y avanzar en la comprensión de la naturaleza de la sismicidad en la región, demostrando la utilidad de la integración de métodos geofísicos en el estudio de sismicidad inducida.

EG-27 CARTEL

INVERSIÓN CONJUNTA 3D DE DATOS GRAVIMÉTRICOS Y MAGNÉTICOS EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C.

Carrillo López Jonathan[1] y Pérez Flores Marco Antonio[2]

[1]*División de Ciencias de la Tierra, CICESE*
[2]*CICESE*
jcarrill@cicese.mx

El modelado inverso de datos geofísicos presenta un problema inherente de no unicidad en la solución. En el caso de los datos potenciales, este problema es particularmente grave en comparación con otro tipo de datos geofísicos. Para mitigarlo existen diferentes estrategias. Una de ellas es el uso de información geológica a priori en forma de capas de densidad y magnetización constante, que reducen la no unicidad en la solución, pero a su vez restringen las variaciones de las propiedades físicas. Por otro lado, la inversión conjunta de datos geofísicos reduce la variabilidad en los modelos, pero en el caso de datos gravimétricos y magnéticos, cuyas sensibilidades son similares, el problema de no unicidad en la solución sólo se aminora levemente. En este trabajo se presenta un esquema de inversión de datos potenciales que atenúa los problemas de no unicidad en la solución, y optimiza el ajuste en los datos siguiendo dos fases. En la primer fase se considera un modelo obtenido mediante la aplicación de modelado en capas asociadas a unidades geológicas, y en la segunda fase, se realiza una inversión conjunta de ambos tipos de datos que aprovecha la información estructural de los espesores obtenidos en la primer fase, pero permitiendo variaciones laterales de la densidad y magnetización; además de combinar los kernels de ambas metodologías. Se aplicó el esquema de inversión en el valle de Mexicali utilizando datos gravimétricos y aeromagnéticos. El modelo obtenido concentró los beneficios de ambas estrategias, produciendo un modelo geológicamente compatible con la información de la zona, con una sensibilidad mejorada al utilizar ambos tipos de datos, y con un ajuste superior al permitir variaciones laterales de densidad y magnetización.

EG-28 CARTEL

CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUBSUELO MEDIANTE TOMOGRAFÍA DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA Y PRUEBA DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR EN INMEDIACIONES DE EDIFICACIONES EN EL CENTRO UNIVERSITARIO DE LA COSTA (PUERTO VALLARTA, JALISCO)

Rivas Rodríguez Paloma Itzel, Fuentes Arreazola Mario Alberto, Rendón Contreras Héctor Javier, Pedroza Ruciles Sergio y Suárez Plascencia Carlos

Centro Universitario de la Costa, CUCosta UDG
itzel.rivas091101@gmail.com

Los estudios geotécnicos son fundamentales para proyectos de ingeniería civil, ya que permiten analizar las propiedades físicas y mecánicas del subsuelo, garantizando la estabilidad, seguridad y funcionalidad de las estructuras. Para obtener resultados con mayor precisión, se emplean métodos directos e indirectos (geofísicos), los cuales permiten caracterizar con mayor detalle las condiciones del subsuelo. En este sentido, se llevó a cabo un estudio geotécnico en las instalaciones del Centro Universitario de la Costa en Puerto Vallarta, Jalisco. A los edificios ubicado a las cercanías de la recién construcción del Lago artificial Biocultral, que pudieran ser afectados por la presencia del nivel freático. El estudio se basó principalmente en la aplicación del método geofísico de Tomografía de Resistividad Eléctrica (TRE-2D), complementado con la Prueba de Penetración Estándar (PPE). Se ejecutaron cuatro perfiles de TRE-2D con el equipo resistivímetro Gito–1100V (fabricante Hematec), utilizando arreglos tetra-electródicos tipo Dipolo–Dipolo con una separación entre electrodos de 5 metros, alcanzando una profundidad de prospección de 12 metros. Los datos obtenidos fueron analizados mediante el cálculo estadístico descriptivo básico, promediando los valores y descartando aquellos atípicos. Este procedimiento permitió reducir la dispersión y facilitar la inversión de los datos geofísicos en el software Res2DInv, asegurando resultados más coherentes y cercanos a las condiciones reales del subsuelo. Con base en los resultados, se definieron cuatro unidades geoléctricas [UG–1 (1 a 20 Ω·m), UG–2 (20 a 35 Ω·m), UG–3 (35 a 100 Ω·m) y UG–4 (100 a 1000 Ω·m)] que mostraron ser consistentes con los materiales geológicos que constituyen el subsuelo determinado por estudios previos. La creación de perfiles de TRE-2D permitió delimitar la estratigrafía del subsuelo, identificando la profundidad del material consolidado y las variaciones laterales en el contenido de humedad y saturación. Además, se identificó una anomalía conductiva continua a una distancia entre los tres y cinco metros de profundidad que atraviesa los cuatro perfiles, y que posiblemente este relacionado con la presencia de un paleocauce. Por otro lado, se pretende implementar la PPE en puntos de interés donde los resultados marcaron zonas con material conductor y resistivo, lo que permitirá validar y afinar los resultados geofísicos obtenidos, incrementando la precisión del análisis geotécnico. Finalmente, este trabajo puede ser considerado como marco referencial para la aplicación de TRE-2D en la región, para futuros proyectos de prospección geofísica implementados en el ámbito de ingeniería civil como una herramienta no invasiva que otorga resultados confiables con un mínimo de costo y tiempo.

EG-29 CARTEL

CARACTERIZACIÓN SÍSMICA DE ESTRUCTURAS CON RIGIDEZ DECRECIENTE MEDIANTE ANÁLISIS DISPERSIVO DE ONDAS DE LAMB

Bernal Trejo Alonso[1], Rojas Hernández Rodrigo[2] y Rodríguez Miguel[2]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*Instituto de Ingeniería, UNAM*
abernalt@iingen.unam.mx

Recientemente ha crecido el interés por la exploración sísmica somera de estructuras civiles y geológicas, donde la rigidez es mayor en la parte superficial y ésta disminuye con la profundidad, o bien con zonas de baja velocidad. Pavimentos de asfalto y concreto, vías férreas, barras de arena, oquedades calcáreas, así como vetas de carbón son casos típicos de estas estructuras, donde la dispersión esta caracterizada por una velocidad de fase que aumenta con la frecuencia; fenómeno conocido como dispersión anómala o inversa, comparada con la dispersión asociada a perfiles estratigráficos comunes en donde la rigidez aumenta con la profundidad. La experimentación en estructuras inversas con MASW ha permitido tener una base de datos de registros sísmicos, así como curvas de dispersión asociadas, dominadas por un modo de propagación que puede ser interpretado como el modo A_0 (antisimétrico) de ondas de Lamb. Se discute el diseño del levantamiento MASW, la configuración de tendidos 1D, la duración de los registros, la tasa de muestreo, así como elementos básicos de los problemas, directo e inverso, con el fin de establecer las bases de una técnica sísmica basada en ondas de Lamb para explorar estructuras donde la rigidez disminuye con la profundidad. Adicionalmente se consignan ejemplos en que el análisis del acercamiento y contacto de modos debe fortalecerse con la inclusión de A_0 en el análisis de la dispersión en zonas de baja velocidad.

EG-30 CARTEL

ACTUALIZACION DEL SISTEMA DE REGISTRO DIGITAL DE SEÑALES MAGNETOTELÚRICAS MTPL-III PARA LA OPERACION Y LA CAPTURA DE DATOS EN FORMA REMOTA EN TIEMPO REAL

Brassea Ochoa Jesús María, Romo Jones José Manuel y Peralta Castro Angel Daniel
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
jbrassea@cicese.mx

El sistema de registro digital de señales magnetotelúricas MTPL-III, fue diseñado y construido en el Laboratorio de Instrumentación Geofísica del CICESE en el 2014. Sus principales características son: 6 canales de entrada con ancho de banda de .01Hz a 2.5 Hz, muestreo simultáneo de 5 Hz por canal, sincronización del muestreo a partir de la señal de 1 PPS del GPS, conversión analógica digital de 24 bits, almacenamiento de datos en memoria USB de 8Gb, bajo consumo de energía. Configuración, monitoreo en tiempo real de las señales y respaldo de datos en el sitio, mediante Laptop. El sistema MTPL-III, registra 2 señales de campos eléctricos terrestres usando dipolos eléctricos y 3 señales de campos magnéticos terrestres usando magnetómetro fluxgate FM-100B de tres componentes, con sensibilidad de 100 nT/Volt, actualmente el departamento de Geofísica Aplicada del CICESE, cuenta con 2 de estos equipos. Presentamos la actualización de los equipos MTPL-III que permite la operación y captura en tiempo real de datos a distancia a través de comunicación por puerto serie.

EG-31 CARTEL

EXPLORACIÓN SÍSMICA SOMERA MEDIANTE EL MÉTODO MASW EN LA CIUDAD DE VILLAHERMOSA, TABASCO

Orozco de la Cruz Edzon Eduardo, Vergara Huerta Filiberto, Jesús de la Cruz Hiram, Nolasco Vasconcelos Mayra, Jiménez Peralta Evelyn y Cantarell Martinez Noe Aaron
Universidad Autónoma del Carmen
200474@mail.unacar.mx

La ciudad de Villahermosa, Tabasco, se encuentra asentada sobre suelos blandos de origen aluvial, palustre y lacustre lo que la hace susceptible de experimentar efectos de amplificación ante la incidencia de ondas sísmicas provenientes de sismos cercanos y lejanos, esta condición junto a los limitados estudios geofísicos disponibles en la zona enfatiza la necesidad de investigaciones orientadas hacia el conocimiento de la respuesta sísmica del subsuelo y de microzonificación sísmica. El presente trabajo tuvo como objetivo obtener la estructura de velocidades de onda de cortante (vs) mediante el método de análisis multicanal de ondas superficiales (MASW, por sus siglas en inglés) en doce sitios ubicados en el sector noroeste (NW) de la ciudad. La adquisición de datos en los sitios explorados consistió en el registro sísmico de ondas superficiales a través de un sismógrafo de la marca SysmaTrack de 12 canales, 12 geófonos de 4.5 Hz de componente vertical y como fuente se utilizó el impacto de un martillo de 12 lb sobre una placa de aluminio. La configuración de los geófonos y la fuente consistió en arreglos lineales con una longitud de 33 m y un espaciamiento entre geófonos de 3 m. Durante el procesamiento de los registros sísmicos se utilizó el software SeisImager/SW para la extracción e inversión de las curvas de dispersión de velocidad de fase correspondientes con ondas de Rayleigh. Finalmente, en cada sitio explorado se obtuvo la estructura de velocidades de onda de cortante (vs) hasta una profundidad de 20 m con variaciones de velocidad de entre 69 – 225 m/s reflejando condiciones de rigidez que se incrementan con la profundidad.

EG-32 CARTEL

DISTRIBUCIÓN DE CENOTES Y FRACTURAS EN YUCATÁN USANDO IMÁGENES SATELITALES

Díaz Flores Miguel Ángel[1], Urrutia Fucugauchi Jaime[1] y Chicxulub Grupo[2]
[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Estudiantes de Ingeniería Petrolera y Geofisica, Facultad de Ingeniería UNAM y de la ESIA TICOMAN IPN*
diazmig@igeofisica.unam.mx

Utilizando percepción remota de altura STRM y de imágenes satelitales LANDSAT de varios años se realizó el análisis de la densidad y distribución de cenotes en la península de Yucatán (México). Se realizó la digitalización de cenotes de la península y se obtuvieron las características de forma (área, perímetro, radio mayor y su orientación azimutal) y posteriormente se analizó si existe alguna relación geométrica espacial con la distribución y azimuts de las fracturas en la zona. Los cenotes que se identificaron están en la zona continental emergida y aquí se presenta la integración de los datos y la información obtenida para determinar si hay correspondencia entre la distribución y orientación de los cenotes con las fracturas.

EG-33 CARTEL

MAGNETOMETRÍA DE ALTA RESOLUCIÓN PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS CON POTENCIAL DE BALASTO Y LA ESTIMACIÓN DE RESERVAS PROBABLES Y PROBADAS

Albarran Cruz Jesus, Galaviz Alonso Alberto,
Hernández Oscoy Ariadna y Cruz Pliego Miguel Ánguel
Geoscience Organization GO
inag@go-science.com.mx

La exploración geofísica con métodos potenciales ha resultado una herramienta eficaz previa a la apertura o continuación de un proyecto minero. Su aplicación puede ser para la identificación de zonas potenciales con metales preciosos, o para la identificación de las zonas más competentes para la extracción de materiales pétreos. En esta ocasión, se utiliza el método de magnetometría de alta resolución en diferentes proyectos en México. Se adquirieron datos, se corrigieron, se realizaron inversiones magnéticas 3D con programas especializados. Se identificaron estructuras geológicas asociadas a geoformas, espesores, direcciones volumen asociado, zonas fracturadas y zonas más competentes. Con dicha información se cuantificaron las reservas probables. Se pudieron identificar y asignar los mejores frentes para la explotación de la rocal y así, determinar las reservas probadas de roca que pueden ser utilizadas como balastro en la construcción y/o mantenimiento de vías férreas o de agregados para concreto, de carpeta asfáltica y como base de pavimentos.

EG-34 CARTEL

USO DE HERRAMIENTAS DE MATLAB, DIGITALIZACIÓN Y MACHINE LEARNING, PARA GENERAR MODELOS GRAVIMÉTRICOS CON FINES EDUCATIVOS

Guevara Barrera Gelmy Anahí, Hoil Pérez Christian
Iván, Pavón Moreno Julio Alberto y Pérez Morga Nancy
Universidad Autónoma del Carmen
220643@mail.unacar.mx

En este trabajo se presenta, con fines académicos, un ejercicio de modelado gravimétrico basado en datos obtenidos a partir de una figura publicada en el artículo de Arango-Galván et al; 2020 sobre estudios Geofísicos en el volcán Popocatépetl, el cual muestra dos perfiles gravimétricos en la región del flanco norte del volcán Popocatépetl, México. Los objetivos del estudio comprenden la digitalización de las elevaciones del área de estudio, la extracción de datos para replicar la anomalía de Bouguer, la aplicación inversa de las correcciones de los datos gravimétricos para la generación de la anomalía observada, y finalmente la generación de modelos gravimétricos que permitan interpretar la estructura del subsuelo. Se desarrollaron y aplicaron múltiples scripts en MATLAB para digitalizar la imagen original de anomalía de Bouguer, extrayendo coordenadas espaciales y valores de anomalía, así como los datos de las elevaciones a partir de modelos digitales de elevación de la región. La metodología incluyó las siguientes etapas: (1) digitalización manual y automatizada del mapa de anomalía de Bouguer y de elevaciones mediante herramientas de procesamiento de imágenes en MATLAB aplicando técnicas de Machine Learning, (2) extracción y validación de coordenadas geoespaciales, valores de anomalía y de elevación, (3) aplicación inversa de las correcciones gravimétricas para la obtención del mapa de anomalía observada y (4) la implementación de modelado directo para la estimación de las distribución de densidades en el subsuelo. A partir de estos datos, se generaron dos modelos utilizando los parámetros del autor original para estimar una posible distribución de densidades en el subsuelo que modelen la anomalía de Bouguer observada en el flanco norte del volcán Popocatépetl. Los resultados muestran una buena concordancia general con la anomalía publicada, aunque se identifican limitaciones inherentes al proceso de digitalización desde imágenes (resolución, escala, distorsiones). El análisis comparativo entre los modelos generados y los datos originales permite identificar las principales estructuras del volcán, incluyendo fallas con orientación NW-NE y los bloques desplazados hacia el sur, así como las discontinuidades asociadas al volcán Tlamacas identificado por los autores originales. Este tipo de ejercicios fomenta la comprensión del modelado gravimétrico, fortalece habilidades computacionales y permite el análisis crítico de datos científicos disponibles en la literatura. El trabajo demuestra que, incluso sin acceso a datos originales, es posible realizar estudios interpretativos con rigor académico mediante herramientas digitales como MATLAB. Palabras clave: Modelado gravimétrico, digitalización, machine learning, anomalía de Bouguer, volcán Popocatépetl.

EG-35 CARTEL

INTERACCIONES DE FALLAS Y DEFORMACIÓN DEL SUBSUELO EN EL VALLE DE MEXICALI: IMPLICACIONES PARA LA EVALUACIÓN DEL PELIGRO SÍSMICO EN LA FRONTERA ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS

Gallegos Castillo Cristian Alejandro[1], González-Escobar Mario[1], Reyes-López Jaime A.[1], Stock Joann M.[2], Arregui-Ojeda Sergio M.[1], Reyes-Martínez Carlos Simón[1] y Mastache-Román Edgar Agustín[1]

[1]*División de Ciencias de la Tierra, CICESE*

[2]*Caltech*

cgallegos@cicese.mx

En el sector noroccidental del Valle de Mexicali, junto a la frontera con EE. UU., se interpretaron perfiles sísmicos de reflexión y se correlacionaron con la sismicidad para definir estructuras de deformación del subsuelo entre las zonas de falla Imperial–Laguna Salada. Se confirma la prolongación hacia el norte de la falla Michoacán más allá de la frontera y se reconoce una estructura previamente no descrita, denominada falla Progreso. La falla Dixieland (EE. UU.) no se observa en territorio mexicano; no obstante, la interacción entre sistemas de falla controla parte de la sismicidad regional. El deslizamiento en el sector está distribuido y no se concentra en trazas mayores (Michoacán, Imperial). Conjuntos de fallas con orientaciones diversas sugieren el límite septentrional de la cuenca pull-apart de Cerro Prieto e indican subcuencas locales. Aunque la sísmica 2D no permite estimar tasas de deslizamiento, las geometrías obtenidas se integran al SCEC Community Fault Model (CFM), insumo para modelación de fallas y evaluaciones probabilísticas del peligro sísmico como las del Uniform California Earthquake Rupture Forecast (UCERF3), aportando información clave para estudios futuros de riesgo sísmico en la región México–EE. UU.

EG-36 CARTEL

REDES NEURONALES

Esparza Hernández Francisco Javier

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

fesparz@cicese.mx

El premio Nobel de Fisica 2024 se lo dieron a John Hopfield y a Geoffrey Hinton por sus descubrimientos fundamentales que permiten enlazar aprendizaje de maquina con redes neuronales artificiales. En esta presentacion hablaremos a detalle del problema del agente viajero el cual se puede resolver mediante programacion lineal con enteros, tambien hablaremos a detalle del trabajo de Hopfield y Tank (1985).

EG-37 CARTEL

MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA EN CU2 BUAP APLICANDO EL MÉTODO DE COCIENTES ESPECTRALES H/V Y MÉTODO DE AUTOCORRELACIÓN ESPACIAL (SPAC)

Martínez Mirón Yleana Claudia, Ortiz Pacheco Marco Antonio, González Guevara José Luis, Serrano Ortiz José y Castillo Pensado Juan Luis

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP

mm202469696@alm.buap.mx

El nuevo CU2 BUAP se encuentra cerca del Lago Valsequillo, Puebla, que al ser un área de depósitos sedimentarios no consolidados puede presentar variabilidad en las características del suelo, lo que puede influir en los efectos de amplificación de las ondas sísmicas resultantes de sismos, generando riesgo de daños físicos a las estructuras. Este estudio tuvo como objetivo la aplicación de dos métodos geofísicos, ambos de características sísmicos pasivos: Cocientes Espectrales H/V y Método de Autocorrelación Espacial (SPAC), para obtener los periodos fundamentales del suelo y velocidades de onda S en profundidad del área de interés a través del análisis de vibración ambiental. Los datos obtenidos permiten identificar y clasificar las zonas con características dinámicas del suelo similares para determinar el riesgo sísmico en toda el área de esta unidad académica. Para la adquisición de datos se realizaron 17 puntos de registros de vibración ambiental, dividiéndolos en 2 grupos, cada uno distribuidos estratégicamente, de los cuales 11 registros fueron para el método de Cocientes Espectrales H/V y 6 registros para método de Autocorrelación Espacial (SPAC) dentro de CU2 BUAP. Por consiguiente, los datos obtenidos se procesaron e interpretaron en el software Geopsy para identificar las señales de registro en dominio de la frecuencia pare el primer método; y el software Seislmager para realizar la inversión de la curva de dispersión, así como observar la velocidad de onda en profundidad para el segundo método. Como resultado, se utilizaron los valores obtenidos del primer método para generar mapas de isoperiodos del suelo en CU2 BUAP, asimismo, con los valores obtenidos del segundo método se obtuvo la Vs30 y se generaron modelos 1D de la velocidad de onda S a profundidad para cada punto de estos registros, los cuales ayudará a reconocer la vulnerabilidad y amenaza sísmica en esta unidad académica.

EG-38 CARTEL

SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES REALIZADOS EN TECALI DE HERRERA PUEBLA PARA LA BUSQUEDA DE ROCA DE INTERES COMERCIAL

Serrano Ortiz José, Ventura García Zuly, Baltazar Martínez Felipe, Martínez Mirón Yleana Claudia, González Guevara José Luis, Hernández García Marcos, González Hernández Julio César y Castillo Pensado Juan Luis

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP

jose.serranoortiz@correo.buap.mx

El municipio de Tecali de Herrera localizado en el estado de Puebla es conocido por sus artesanías de mármol y ónix, gran parte de la población depende económicamente de la venta de las mismas, por lo que surge la necesidad en la población de buscar roca de interés comercial como las antes mencionadas. Por tal motivo se utilizó la geofísica en su modalidad de sondeos eléctricos verticales en un terreno localizado en Tecali de Herrera con la finalidad de identificar rocas en el subsuelo que puedan ser de interés comercial y llevar a cabo la exploración de la misma para ver la viabilidad de explotación. Esto pensado en que con la geofísica se identifiquen rocas que puedan ser utilizadas para el comercio de artesanías en beneficio de la población que vive en el municipio.

EG-39 CARTEL

MODELOS ANISOTRÓPICOS DE FÍSICA DE ROCAS PARA LA DETECCIÓN DE YNFS EN AMBIENTES CARBONATADOS EN UNA ZONA DE LA REGIÓN MARINA NORESTE EN EL GOLFO DE MÉXICO

Velázquez Sánchez Carlos Arturo[1], Belmares Servin Jonathan[1] y Nicolás López Rubén[2]

[1]*Instituto Politécnico Nacional, IPN*

[2]*Instituto Mexicano del Petróleo, IMP*

carturovsz@gmail.com

En la exploración de Yacimientos Naturalmente Fracturados (YNFs), el principal desafío consiste en el nivel de anisotropía derivado de la presencia de fracturas, la cual modifica las propiedades elásticas de los yacimientos y, por lo tanto, afecta la respuesta sísmica y sónica, dificultando su interpretación y caracterización. En esta índole, la física de rocas se presenta como un puente directo entre la respuesta sísmica y las propiedades petrofísicas de un yacimiento, con modelos anisotrópicos capaces de discriminar dichos efectos y enfocarlos en la detección de YNFs. En este trabajo se presenta una metodología —con base en los registros geofísicos de pozo convencionales— bajo la definición de litotipos. Las velocidades de sus matrices son definidas mediante la generación de plantillas, invirtiendo las relaciones de aspecto (RA) de sus inclusiones porosas y así determinando la contribución intergranular (RA # 0.3), vugular (RA # 0.6) y por fracturas (RA # 0.1). Posteriormente se calculan los elementos elásticos de la roca con poros vacíos, se fractura bajo la teoría de Linear-slip y finalmente se satura con sus fluidos correspondientes. Esta metodología fue aplicada al periodo Cretácico de un pozo productor de aceite ubicado en una zona de la región marina noreste en el Golfo de México. Los resultados principales son dos indicadores de fluido (calculados con ciertos parámetros estimados de la roca fracturada saturada) que resaltan adecuadamente la zona del yacimiento, el cual fue clasificado como un YNF de tipo III, con valores promedio de # 0.02 de densidad y # 0.01 de porosidad. Estos resultados muestran que la metodología propuesta es capaz de reproducir el comportamiento elástico de este tipo de yacimientos, obteniendo parámetros elásticos que pueden ser utilizados para generar sismogramas sintéticos, calculados en función de los ángulos de incidencia y acimut, que pueden ser utilizados para realizar inversión sísmica pre-apilada AVOA (Amplitud Versus Offset y Acimut), estimando los parámetros elásticos de debilidades de fractura en toda la cobertura sísmica con una incertidumbre menor al discriminar los efectos anisotrópicos.

EG-40 CARTEL

MODELO 3D DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE LA ZONA DE FALLA DE SAN MIGUEL, EN EL NORTE DE BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Ventura Marroquín Julia Isabel y Romo Jones José Manuel

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

juliavema98@gmail.com

La Falla de San Miguel (FMS) es una estructura de rumbo con movimiento lateral derecho, ubicada en el Valle de Ojos Negros, al norte de Baja California. Está caracterizada por una alta micro-sismicidad y algunos eventos sísmicos históricos significativos (M # 6). La estructura geoeléctrica de la FMS es clave para comprender el papel de los fluidos en la mecánica de fallas y su relación con la actividad sísmica. En este estudio, presentamos modelos tridimensionales (3D) de resistividad eléctrica derivados de datos magnetotelúricos (MT), procesados mediante el código de inversión ModEM. Los modelos se integraron con datos sísmicos de la Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM) para el período 2010-2020. Los modelos 3D revelan una zona resistiva (~1000 Ω#m) en los primeros 8 km, correspondiente a las rocas granitoides del Batolito

Peninsular, y una anomalía conductiva (< 10 Ω#m) a profundidades mayores a los ~10 km, la cual parece estar asociada con rocas metasedimentarias. La sismicidad se concentra entre los 5 y los 10 km de profundidad, principalmente en la transición entre los dominios conductivo y resistivo. Estos resultados sugieren que la migración de fluidos hacia zonas menos permeables podría aumentar la presión de poro, promoviendo la actividad microsísmica a lo largo del SMF.

Sesión regular

FÍSICA ESPACIAL

Organizadores

Esmeralda Romero Hernández
José Juan González Avilés

FE-1

ANÁLISIS DE LAS OBSERVACIONES DE ESTALLIDOS DE RADIO, REALIZADAS POR LAS ESTACIONES CALLISTO DE MÉXICO, DURANTE LOS EVENTOS DE MAYO DE 2024

Aguilar-Rodríguez Ernesto[1], Barón Griselda[2], Gutiérrez-Zalapa Raúl[3], Romero-Hernández Esmeralda[4], Caballero-Mora Karen Salomé[5], Ramírez Vélez Julio[6], Pérez-Tijerina Eduardo[4], Rodríguez-Martínez Mario[7], Andrade-Mascote Ernesto[1], Villanueva-Hernández Pablo[1], Peralta-Mendoza Iván[4], González-Esparza Juan Américo[1], De León Hidalgo Hugo[5], Arceo Reyes Roberto[5], Morales Olivares Oscar Gustavo[5] y Cruz Rodríguez Claudio Yahir[5]

[1]*Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM*
[2]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
[3]*Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación, SECIHTI*
[4]*Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, UANL*
[5]*Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas, UNACH*
[6]*Instituto de Astronomía, Ensenada, UNAM*
[7]*Escuela Nacional de Estudios Superiores - Unidad Morelia, UNAM*
ernesto@igeofisica.unam.mx

En este trabajo presentamos el análisis de las emisiones de radio que fueron detectadas por las estaciones de la red mundial e-Callisto: MEXART, MEXICO-FCFM-UANL y MEXICO-LANCE, durante las tormentas solares que tuvieron lugar en el mes de mayo de 2024. Las estaciones operan en dos rangos de frecuencia: 45-225 MHz (antenas logo-periódicas) y 45-90 MHz (antenas de longitud de onda larga de dipolo cruzado). Están situadas en los estados de Michoacán y Nuevo León y forman parte de una red local, conocida como REC-Mx. Durante los eventos de mayo de 2024, las estaciones detectaron estallidos de radio Tipo I, Tipo II y Tipo III, principalmente. Analizaremos sus propiedades espectrales y su asociación con eventos energéticos que tuvieron lugar en el Sol, así como con la propagación de perturbaciones de gran escala asociados con éstos.

FE-2

DECRECIMIENTOS FORBUSH NO ASOCIADOS A ACTIVIDAD GEOMAGNÉTICA SIGNIFICATIVA

Morales Korsbaek Frida Celie[1], González Méndez Luis Xavier[2] y Morales Olivares Oscar Gustavo[2]

[1]*Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra, UNAM*
[2]*Instituto de Geofisica, UNAM*
fridamorales@encit.unam.mx

Este trabajo presenta un estudio de decrecimientos Forbush (dF) desde 1990 hasta marzo de 2025, que ocurrieron en ausencia de perturbaciones geomagnéticas significativas. Un dF se define como una disminución temporal en la intensidad del flujo de Rayos Cósmicos Galácticos (RCG) que impactan la Tierra, el flujo de partículas detectadas disminuye de manera rápida y el proceso de recuperación puede tomar varios días. Como parte importante de esta investigación destacan los 4 procesos de modulación de RCG de bajas energías: Convección, Difusión, Desaceleración Adiabática y Derivas. Estos procesos ayudan a comprender cómo se propagan en la heliosfera debido a la influencia de las emisiones solares. Se muestra que el origen de estos dF se debe a: flancos de eyección de masa coronal (EMC), de Regiones de interacción corrotante (RIC), o un evento conjunto de RIC/EMC. Del total de dF encontrados, el 68% presentan relación con el primer fenómeno y el 25% con el segundo, mientras que un 7% por un evento conjunto de ambas estructuras. Los Fd no asociados a tormentas geomagnéticas ejemplifican una modulación remota y su análisis exige una comprensión integral del transporte de RCG dentro de la heliosfera y de cómo estructuras transitorias o persistentes pueden modificar ese transporte y modulación, incluso sin generar perturbaciones perceptibles en los índices geomagnéticos.

FE-3

CARACTERÍSTICAS ESPECTRALES DE LOS ESTALLIDOS DE RADIO TIPO II DETECTADOS POR LA RED DE ESPECTRÓMETROS CALLISTO DE MÉXICO (REC-MX)

Martínez Denilson[1], Aguilar Ernesto[2], Barón Griselda[3], Gutiérrez Raul[4], Romero Esmeralda[5], Caballero Karen[6], Ramírez Julio[7], Pérez Eduardo[5], Rodríguez Mario[8], Andrade Ernesto[2], Villanueva Pablo[2], Mendoza Ivan[5], González Américo[2], De León Hugo[6], Reyes Roberto[6], Morales Oscar[6] y Cruz Claudio[6]

[1]*Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia, ENES Morelia*
[2]*Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM*
[3]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
[4]*Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación, SECIHTI*
[5]*Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, UANL*
[6]*Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas, UNACH*
[7]*Instituto de Astronomía, Ensenada, UNAM*
[8]*Escuela Nacional de Estudios Superiores Morelia, UNAM*
jordandenilson@outlook.com

La Red de Espectrómetros Callisto de México (REC-Mx) cuenta con estaciones situadas en los estados de Michoacán (MEXART y LANCE), Nuevo León (FCFM-UANL y UANL-INFIERNILLO), Chiapas (FCFM-UNACH) y Baja California (ENSENADA-UNAM). Estas estaciones operan en dos rangos de frecuencia: 45-90 MHz (antenas de longitud de onda larga de dipolo cruzado) y 45-225 MHz (antenas logo-periódicas). Desde que fueron instaladas, han detectado diferentes estallidos de radio solares que están asociados con distintos fenómenos energéticos que ocurren en el Sol. En particular, los estallidos de radio Tipo II están asociados con ondas de choque magnetohidrodinámicas que son conducidas por eyecciones de masa coronal. Estos se caracterizan por ser una banda de emisión electromagnética que deriva en frecuencia mientras transcurre el tiempo. La detección de éstos representa una alerta temprana de la propagación de explosiones solares que salen del Sol, a través del medio interplanetario. En este trabajo presentaremos un estudio de las características espectrales de los estallidos de radio Tipo II detectados por la REC-Mx

FE-4

SIMULACIÓN DE LA DOSIS DE RADIACIÓN A LA ALTURA DE VUELOS COMERCIALES DURANTE EVENTOS DE PARTÍCULAS ENERGÉTICAS SOLARES

De la Torre Castilleja Stephanie
Instituto de Geofísica, UNAM
stephaniedltc@ciencias.unam.mx

La radiación cósmica o rayos cósmicos (RC) son partículas de alta energía que impactan continuamente de forma isotrópica la atmósfera terrestre desde el espacio. La mayoría de estas partículas energéticas proceden del exterior de la heliósfera y son llamados rayos cósmicos galácticos (RCG), aunque el Sol es una fuente importante durante las tormentas solares (generadas por fulguraciones y eyecciones de masa coronal). La magnetosfera de la Tierra, que actúa como un gigantesco escudo magnético, impide que la mayor parte de la radiación llegue al planeta. Sin embargo, las partículas con suficiente energía pueden penetrar tanto en la magnetosfera como en la atmósfera, donde chocan con moléculas de nitrógeno y oxígeno. Estas colisiones hacen que las partículas de alta energía decaigan en partículas diferentes a través de procesos conocidos como chubascos atmosféricos y se producen las cascadas hadrónicas, muónicas y electromagnéticas, conocidas como rayos cósmicos secundarios. Éstos últimos rayos cósmicos son registrados por los detectores a nivel de tierra y conocemos el flujo y energía que llega; sin embargo, para alturas de vuelos comerciales (10-12 km s.n.m.) no se tienen registros globales abiertos y mucho menos sobre la CDMX. Sabemos que el flujo de rayos cósmicos secundarios se absorbe y pierde energía conforme atraviesa la atmosfera terrestre, pero es necesario calcular el flujo a la altura de vuelos comerciales para conocer cuánto es la dosis de radiación de estas partículas y qué tanto varían con respecto a las mediciones a nivel de tierra. Actualmente nos encontramos en la fase ascendente del ciclo solar 25 y la actividad del Sol va en aumento, donde esperamos que se alcance el máximo de actividad en el 2025 y se presenten eventos de partículas energéticas solares (PES). Se han desarrollado una serie de experimentos para calcular las dosis de radiación a alturas de vuelos comerciales en eventos de PES registrados

por el Observatorio de Rayos Cósmicos de la CDMX (ORC-CDMX). Con el manejo de diferentes programas y sistemas de simulación (GEANT4 y CORSIKA), se simuló el flujo y energía a 11 km sobre la CDMX y se comparó con lo detectado a nivel de Tierra. Estos análisis reforzarán los estudios de clima espacial en México dentro del Servicio de Clima Espacial y laboratorio Nacional de Clima Espacial (SCiESMEX/LANCE).

FE-5

AISLAMIENTO DE FLUCTUACIONES GEOMAGNÉTICAS REGIONALES DURANTE TORMENTAS GEOMAGNÉTICAS EN EL CENTRO DE MÉXICO

Castellanos Velazco Carlos Isaac[1], Corona-Romero Pedro[2], Sergeeva Maria A.[2] y González Esparza Juan A.[2]

[1]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*

[2]*Servicio de Clima Espacial México, Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM*

ccastellanos@igeofisica.unam.mx

En el presente trabajo se analiza la respuesta geomagnética, en el centro de México, asociada con perturbaciones ionosféricas durante tormentas geomagnéticas intensas. Se les prestará especial atención a las fluctuaciones quasi-periódicas inducidas por los campos eléctricos del dínamo perturbado, fluctuaciones que regularmente se presentan durante la fase de recuperación de una tormenta geomagnética. Mediante un análisis de cross-Wavelets, se busca aislar dichas fluctuaciones del resto de la respuesta geomagnética regional y planetaria. Este proceso se realizó en 20 tormentas geomagnéticas intensas que se registraron en México entre el 2003 y el 2018. Los resultados sugieren una separación de la respuesta que depende significativamente del modelado correcto de la variación diurna local. Este trabajo plantea una continuación de los resultados obtenidos en C.I. Castellanos-Velazco et.al (2024).

FE-6

IMPACTO DE LA FALTA DE ACTUALIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTACIONES GNSS EN MÉXICO: IMPLICACIONES PARA EL ESTUDIO IONOSFÉRICO RECIENTE (2023–2024)

Salas Navarro Amanda[1], Romero Hernández Esmeralda[2], Salinas Samaniego Federico[1], Pérez Tijerina Eduardo[1] y Picanço Giorgio[3]

[1]*Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, UANL*

[2]*LANCE, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, UANL*

[3]*Universidad de Paraíba Valley*

amanda.salasnr@gmail.com

El monitoreo ionosférico a partir de estaciones GNSS permanentes en México enfrenta un reto crítico: la falta de actualización y mantenimiento de varias antenas y receptores ha limitado la continuidad y confiabilidad de los registros más recientes. En este trabajo se revisa la disponibilidad de datos provenientes de estaciones clave (PTEX, TNPP, UCOE, CN24, CN25, PALX, PLCX, TECO, TNCU, UNPM, UTON), con especial énfasis en los años 2023 y 2024. Los resultados muestran que gran parte de las series temporales presentan interrupciones o registros incompletos, lo que compromete la obtención de parámetros ionosféricos como el Contenido Total de Electrones (TEC) y la variabilidad del índice ROTI. La problemática se agrava por la dificultad de acceso a bancos de datos confiables y la falta de reparación o sustitución de equipos en diversas estaciones desde hace varios años. Este trabajo busca abrir un espacio de discusión dentro de la comunidad geofísica sobre la urgencia de reactivar y modernizar la infraestructura GNSS nacional, destacando las consecuencias científicas de su desatención y la necesidad de fortalecer la colaboración interinstitucional para garantizar datos continuos y de calidad en el futuro cercano.

FE-7

ESCALAS Y UMBRALES DEL CLIMA ESPACIAL EN MÉXICO. ANÁLISIS BASADO EN DATOS DEL LANCE

González Esparza Juan Américo[1], González Méndez Luis Xavier[2], Sánchez García Elsa[2], Corona Romero Pedro[1], Sergeeva Maria[1], Gatica Acevedo Victor[1], Castellanos Velazco Carlos Isaac[1], Villanueva Hernández Pablo[1] y Andrade Mascote Ernesto[1]

[1]*LANCE, Unidad Michoacán, Instituto de Geofísica, UNAM*

[2]*LANCE, Instituto de Geofísica, UNAM*

americo@igeofisica.unam.mx

El Clima Espacial se refiere a las condiciones físicas variables de la magnetósfera, ionósfera y termósfera terrestre, moduladas por la actividad solar, que pueden impactar gravemente sistemas tecnológicos satelitales y terrestres. Estos efectos representan riesgos concretos para la infraestructura crítica y la seguridad nacional, al afectar servicios esenciales como telecomunicaciones, navegación aérea, redes eléctricas, sistemas GNSS, operaciones militares y la aviación comercial. La creciente dependencia de estas tecnologías exige el fortalecimiento de capacidades nacionales para el monitoreo, análisis y respuesta ante eventos solares extremos. En este trabajo se inicia la discusión para determinar los valores de referencia umbrales del Clima Espacial en México -- desde condiciones mínimas (estado quieto) hasta máximas (estado perturbado) -- mediante el análisis de datos obtenidos por la red instrumental del Laboratorio Nacional de Clima Espacial (LANCE) durante el mínimo del ciclo solar 24/25 (2018-2020) y el máximo del Ciclo Solar 25 (2024 - 2025), con el fin de actualizar las escalas de alertamiento utilizadas por el Servicio de Clima Espacial México (SCIESMEX) para el Sistema Nacional de Protección Civil y fortalecer la protección de infraestructura crítica y servicios estratégicos del país.

FE-8

SIMULACIÓN DE CASCADAS DE PARTÍCULAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN DETECTOR CHERENKOV

Garza Salazar Adolfo[1], González Méndez Luis Xavier[2], Romero Hernández Esmeralda[1], Pérez León José Enrique[1], Flores Báez Francisco Vicente[1] y Pérez Tijerina Eduardo Gerardo[1]

[1]*Facultad de Ciencias Fisico Matemáticas, UANL*

[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*

adolfo.garza@gmail.com

En este trabajo se presentan los resultados de la simulación de cascadas de partículas usando CORSIKA para determinar el flujo de muones que podría ser detectado en la cima del cerro El Picacho, en Iturbide, Nuevo León (24.7° N, 99.8° O; 2,400 m. s.n.m.). Se analizan los flujos, espectros de energía y distribuciones angulares de distintos tipos de partículas secundarias, incorporando las variaciones del campo geomagnético mediante los modelos IGRF y Tsyganenko. Estos resultados ayudarán a optimizar el diseño de un detector Cherenkov de agua, en particular el tipo de fotomultiplicador.

FE-9

CORRECCIÓN ATMOSFÉRICA POR PCA

Newton Bosch Bertha Jania, González Méndez Luis Xavier, Valdés Galicia José Francisco y Monterde Andrade Fernando

Instituto de Geofísica, UNAM

jnewtonb@igeofisica.unam.mx

En este trabajo, se muestra la corrección atmosférica de los canales principales del Telescopio de Neutrones Solares de Sierra Negra, México. La corrección se realizó con un método que utiliza análisis de componentes principales (PCA) en la presión y el perfil de temperatura atmosférica del sitio de observación. La corrección disminuye significativamente las variaciones en la tasa de conteo atribuidas a parámetros atmosféricos.

FE-10

EFECTOS DINÁMICOS DE LAS ONDAS DE CHOQUE EN LA PROPAGACIÓN DE EYECCIONES DE MASA CORONALES

Corona-Romero Pedro[1], Vandas Marek[2] y Romashets Evgeny P.[3]

[1]*Servicio de Clima Espacial México, Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM*

[2]*Astronomical Institute of the Czech Academy of Sciences*

[3]*Lamar University, Department of Physics*

piter.cr@gmail.com

Una Eyección de Masa Coronal (EMC) es un obstáculo magnético que se propaga inmerso en el viento solar (VS), proceso que provoca un acoplamiento dinámico EMC-VS. Previamente Corona-Romero etal (2022) estudiaron dicho acoplamiento dinámico para condiciones sub-magnetosónicas, pero las EMCs más relevantes, para los fines del clima espacial, son las súper-magnetosónicas. En este trabajo se analizan las fuerzas que el VS chocado (funda) provoca sobre las EMCs súper-magnetosónicas desde un enfoque teórico-analítico. Para hacer esto primero se aproxima el campo magnético dentro de la funda (VS chocado) que rodea a una EMC para, posteriormente, analizar los efectos que este material tiene sobre la propagación de una EMC. Este trabajo está basado en el artículo de Vandas, Romashets y Corona-Romero (2025), "Dynamics of a spherical obstacle", A&A, 695, A134.

FE-11

EVENTOS DE PARTÍCULAS ENERGÉTICAS SOLARES DTECTADAS EN LA CDMX VS SIERRA NEGRA

González Luis Xavier[1] y Corona Pedro[2]

[1]*IGEOF, UNAM. SCiESMEX/LANCE.*

[2]*IGUM, UNAM.SCiESMEX/LANCE.*

xavier@geofisica.unam.mx

Este trabajo presenta un análisis de los eventos de partículas energéticas solares (PES) detectadas por los Observatorios de Rayos Cósmicos de la CDMX y Sierra Negra, donde resalta la importancia de la profundidad atmosférica en el flujo de partículas que ingresan. Se observa la importancia del sitio de alta montaña para detectar eventos PES, lo que reduce significativamente la atenuación. Se muestran cálculos de los espéctros de energía y simulaciones numéricas de los chubascos producidos por estos eventos.

FE-12

OSCILACIONES COMPRESIVAS GLOBALES EN LA CORONA SOLAR EXTERIOR IMPULSADAS POR UNA EYECCIÓN DE MASA CORONAL EXTREMA

González Avilés José Juan[1], Silva Suzana S. A.[2], Riley Pete[3], Ben-Nun Michal[3], Rempel Erico L.[4], Batista Leonardo F. G.[5], Verth Gary[6], Ballai Istvan[6], Chia-Hsien Lin[7], Schiavo Luiz A. C. A.[8] y Fedun Viktor[2]

[1]*Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES) Unidad Morelia, UNAM*
[2]*Plasma Dynamics Group, School of Electrical and Electronic Engineering, University of Sheffield, UK*
[3]*Predictive Science Inc., San Diego, CA, USA*
[4]*Department of Mathematics, Aeronautics Institute of Technology, São José dos Campos, SP, Brazil*
[5]*Departamento de Física, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brazil*
[6]*Plasma Dynamics Group, School of Mathematical and Physical Sciences, University of Sheffield, UK*
[7]*Department of Space Science and Engineering, National Central University, Taoyuan, Taiwan*
[8]*Department of Mathematics, Physics and Electrical Engineering, Northumbria University, UK*
jgonzaleza@enesmorelia.unam.mx

Las eyecciones de masa coronal (CME) generan ondas a gran escala en la corona baja, pero su dinámica en la corona extendida y la heliosfera interna sigue siendo poco conocida. En este trabajo, presentamos la primera evidencia observacional y numérica de oscilaciones compresivas globales en estas regiones, identificadas mediante datos de luz blanca de SOHO/LASCO C3 y simulaciones MHD. Analizamos el evento CME del 23 de julio de 2012 usando Descomposición Ortogonal Espectral Propia (SPOD) y encontramos dos señales distintas: (1) una onda compresiva direccional de modo rápido, similar a una onda de choque, que se disipa en 3 horas; y (2) un frente de onda circular global de modo rápido MHD, con duración de 7 horas, que atraviesa el campo de visión de LASCO C3. Esta es la primera detección de una oscilación global de este tipo. Estos resultados revelan un nuevo componente de la actividad de ondas impulsada por CME y ofrecen información clave sobre la dinámica de la corona extendida y la heliosfera interna.

FE-13

RESPUESTA DE DETECCIÓN DEL TELESCOPIO CENTELLADOR DE RAYOS CÓSMICOS DE SIERRA NEGRA

Monterde Andrade Fernando[1], González Méndez Luis Xavier[1], Valdés Galicia José Francisco[1], Corona Romero Pedro[2], Morales Olivares Oscar Gustavo[1] y Newton Bosch Bertha Jania[1]

[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM*
fmonterde@igeofisica.unam.mx

El Telescopio Centellador de Rayos Cósmicos (SciCRT) es un detector de rayos cósmicos de última generación y forma parte del Observatorio de Rayos Cósmicos de Sierra Negra (ORC-SN) que se encuentra en la cima del volcán de Sierra Negra en Puebla, México (19.0 N 97.3 O) a 4580 m s.n.m. (584 g/cm2). Debido a su posición geográfica y altitud, el ORC-SN es un sitio de observación de rayos cósmicos de nivel internacional. Con base en la herramienta Geant4, simuló la respuesta del SciCRT a la detección de diferentes especies de partículas con energías de 100, 250, 500, 750 y 1000 MeV. Nuestros resultados son consistentes con resultados de simulaciones previas y, con el uso de nuevas bibliotecas de programación, se aporta nueva información sobre el desempeño del SciCRT.

FE-14

FILTRADO DE RADIO INTERFERENCIAS DEL MEXART PARA IDENTIFICACIÓN DE EVENTOS ASTRONÓMICOS

Romero Minchaca Pablo[1], Mejía Ambriz Julio César[2], Aguilar Rodríguez Ernesto[3], González Esparza Américo[3], Villanueva Hernández Pablo[3] y Barrón Cano Patricia[4]

[1]*Instituto Politécnico Nacional, IPN*
[2]*CONAHCyT, Laboratorio Nacional de Clima Espacial (LANCE), Instituto de Geofísica, UNAM*
[3]*Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM*
[4]*Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica*
pabloromerominchaca_est@esiaticipnct.com

El Mexican Array Radio Telescope (MEXART) es un radiotelescopio de tránsito diseñado para la observación de eventos astronómicos dentro del rango de las bajas frecuencias (140 MHz). Una actualización realizada en el 2020 al sistema del back-end incrementó el ancho de banda de 1.5 MHz a 12.5 MHz y digitalizando el proceso de grabación, a la vez que se incrementó la capacidad de detección de eventos también se introducen nuevas fuentes de Interferencia de RadioFrecuencias (RFIs). En este trabajo se busca el desarrollo de metodologías para la identificación y mitigación de las RFIs, mediante distintas técnicas y herramientas estadísticas como lo son, la transformada de Fourier, el análisis Wavelet, análisis de percentiles y desviación estándar. Se utilizaron observaciones de 4 fuentes distintas, siendo: el Sol, para la familiarización con el manejo de datos, la Nebulosa del Cangrejo para el análisis de radiofuentes y 2 regiones del cielo frío para el análisis de la respuesta del instrumento. De las observaciones de la Nebulosa del Cangrejo se logró una disminución en la desviación estándar de un 44.4% en promedio mediante el uso del análisis de percentiles, mientras que para las regiones del cielo frío se encontraron y mitigaron picos de ruido persistentes en ambas regiones y a distintas horas de observación, en 13 y 24 Hz mediante la transformada de Fourier. Palabras clave: MEXART, radiofuentes, Interferencias de Radio Frecuencias, transformada de Fourier, percentiles, desviación estándar.

FE-15

SOLARIS: UNA HERRAMIENTA DE DETECCIÓN AUTOMÁTICA PARA LA ACTIVIDAD SOLAR

Romero Hernández Esmeralda[1], Rodríguez Vázquez Axel[1], Guerrero Peña Carlos Alberto[1], Ibarra Yizzel[1], Martínez Daysi[1], Jara Reyna Mario Alberto[1], Rodríguez Martínez Mario[2], Mejía Orozco Jaquelin[2] y Peralta Mondragón Mateo[2]

[1]*FCFM, Universidad Autónoma de Nuevo León*
[2]*ENES Morelia, UNAM*
esmeralda.romerohdz@uanl.edu.mx

Desde hace varias décadas se han construido modelos para pronosticar el nivel de actividad solar y poder determinar los tiempos de arribo e impacto de las tormentas solares en el entorno terrestre. Sin embargo, el acceso a estos modelos sigue siendo restringido, lo que limita su manipulación y entendimiento. En este trabajo presentamos a SOLARIS (SOLar Activity Recognition and Interpretation System), una nueva herramienta para la identificación y clasificación de estructuras en la atmósfera solar asociadas con la actividad solar: manchas, hoyos coronales y prominencias. SOLARIS combina técnicas de deep-learning y detección de objetos para la identificar y clasificar dichas estructuras.

FE-16 CARTEL

ANÁLISIS DE LOS PRIMEROS RESULTADOS DEL TELESCOPIO DE MUONES DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Enríquez Olaf, González Méndez Luis Xavier y Valdés Galicia José Francisco
Instituto de Geofísica, UNAM
olaf@igeofisica.unam.mx

Se presenta el primer reporte de los datos del Telescopio de Muones de Ciudad de México tras su última actualización. Los resultados, que incluyen eventos relevantes de clima espacial, son acompañados de sus respectivos análisis. Además, se discute la elegibilidad del Telescopio para unirse a la Red Global de Detectores de Muones.

FE-17 CARTEL

MODELO NUMÉRICO PARA LA PREDICCIÓN DE TRAYECTORIAS Y ARRIBO DE TORMENTAS SOLARES

Pérez Sánchez Saúl[1] y Corona-Romero Pedro[2]

[1]*ENCIT, UNAM*
[2]*Servicio de Clima Espacial México, Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM*
saulperez@encit.unam.mx

El presente trabajo está orientado a la predicción de ondas de choque interplanetarias (tormentas solares) al entorno terrestre. Para este propósito se construyó una base de datos de eventos bien caracterizados, integrando diferentes parámetros solares, interplanetarios y terrestre obtenidos de catálogos especializados y registros públicos. Esta información se empleó para resolver las ecuaciones del Pistón-Choque (Corona-Romero et al 2011, 2012, 2013) para calcular los tiempos tránsito y las trayectorias de las ondas de choque impulsadas por Eyecciones de Masa Coronal supermagnetosónicas. Los resultados fueron analizados estadísticamente, identificando correlaciones los registros in-situ y los resultados calculados. Los resultados de este trabajo contribuyen al monitoreo y predicción de los efectos de la actividad solar en el clima espacial terrestre.

FE-18 CARTEL

OBSERVACIONES CON LOS 64 ARREGLOS DEL MEXART

Villanueva Hernández Pablo[1], Corona Tomero Pedro[2], Andrade Mascote Ernesto[2], Gonzalez-Esparza Americo[2], Aguilar Rodríguez Ernesto[2] y Mejía Ambriz Julio[2]

[1]*Observatorio de Centelleo Interplanetario, UNAM*
[2]*Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM*
pablo@geofisica.unam.mx

El Mexican array Radiotelescope (MEXART por sus siglas en inglés) es un radiotelescopio de gran área ubicado en Coeneo Michoacán. Hace 4 años se le hizo una actualización al sistema de captura de datos la cual consistió en digitalizar las salidas de los 64 arreglas mediante un par de FPGAs En este trabajo se muestra la metodología para caracterizar las observaciones de 24 hrs registradas con el MEXART.

FE-19 CARTEL

ANÁLISIS DE LA ATMÓSFERA SOLAR COMBINANDO SIMULACIONES MAGNETOHIDRODINÁMICAS Y HELIOSISMOLOGÍA

Fraire Bonilla Elizabeth[1], González Avilés José Juan[2], Romero Hernández Esmeralda[1], Rempel Matthias[3], Corona Romero Pedro[4], Avilés Alvarado Andrés Alberto[1], García Castillo Flor Araceli[1] y Pérez Tijerina Eduardo Gerardo[1]

[1]*Universidad Autónoma de Nuevo León*
[2]*Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia, UNAM*
[3]*NSF NCAR/HAO*
[4]*Instituto de Geofisica, Unidad Michoacán, UNAM*
elizabeth.fraireb@uanl.edu.mx

En este trabajo se presenta el análisis de simulaciones numéricas tridimensionales de la magnetoconvección solar usando el código MURaM. Las simulaciones abarcan desde la zona de convección hasta la fotosfera y el objetivo principal es estudiar los mecanismos de propagación de ondas generadas en el interior solar y su vínculo con los modos de oscilación globales observados en la superficie a través de técnicas de heliosismología. Mostraremos los resultados preliminares de las simulaciones con MURaM y las observaciones de SDO/HMI para el Sol quieto.

FE-20 CARTEL

DETECCIÓN DE EYECCIONES DE MASA CORONAL MEDIANTE EL RADIOTELESCOPIO MEXART: ANÁLISIS COMPARATIVO CON OBSERVACIONES DE SOHO-LASCO

González-Esparza Ana Gabriela[1], Mejía-Ambriz Julio César[2], Aguilar-Rodríguez Ernesto[3], González-Esparza Juan Américo[3], Barrón-Cano Elvia Patricia[4], Barón-Martínez Griselda[5], Villanueva-Hernández Pablo[3] y Andrade-Mascote Ernesto[3]

[1]*Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra, UNAM*
[2]*SECIHTI - Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofisica, UNAM*
[3]*Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofisica, UNAM*
[4]*Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica*
[5]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
anagonzalez@encit.unam.mx

Las Eyecciones de Masa Coronal (EMCs) son erupciones solares que expulsan plasma magnetizado al medio interplanetario, afectando el clima espacial. Este trabajo emplea el radiotelescopio MEXART para detectar y caracterizar EMCs mediante el fenómeno de centelleo interplanetario —fluctuaciones rápidas en la intensidad de radiofuentes distantes (p. ej., cuásares) causadas por irregularidades en la densidad del plasma solar. Se analizaron eventos de EMCs del catálogo de SOHO-LASCO, seleccionando aquellos con velocidades >500 km/s, ángulo de apertura >90° y excluyendo eventos clasificados como ”poor”, mediante un algoritmo desarrollado en Python. Las observaciones de MEXART se compararon con los datos de SOHO-LASCO para evaluar: (1) la correlación entre las velocidades de propagación reportadas por ambos instrumentos, y (2) la relación entre las variaciones en la densidad del plasma detectadas por centelleo y la llegada de las EMCs.

FE-21 CARTEL

FORMACIÓN DE BANDAS ZONALES EN PLANETAS JOVIANOS A PARTIR DE UN MODELO BAROTRÓPICO

Osuna Ramírez Ulises Oswaldo y Espinosa Ramírez Alejandro Camilo

Universidad de Guadalajara
uliosw2110@gmail.com

Las atmósferas de los planetas jovianos, como Júpiter y Saturno, presentan estructuras a gran escala caracterizadas por vórtices persistentes y bandas zonales, estas últimas consistentes en vientos en dirección este-oeste. La formación de dichas bandas está asociada a tres factores físicos principales: la rápida rotación del planeta, la turbulencia inducida por mecanismos de forzamiento y la variación de la velocidad angular con la distancia al eje de rotación. En este trabajo modelamos una atmósfera barotrópica con la rotación y radio equivalentes a los parámetros de Júpiter. Para lograrlo, implementamos un modelo numérico de la ecuación de vorticidad en coordenadas esféricas, empleando diferencias finitas y el esquema de Adams-Bashforth de cuarto orden para la integración temporal. Las simulaciones las realizamos con condiciones de frontera periódicas longitudinalmente y un forzamiento aleatorio. Los resultados muestran la aparición progresiva de bandas zonales al promediar los últimos 100 días jovianos, acompañada de un incremento asintótico de la enstrofia y de la energía cinética, lo que sugiere que el sistema tiende hacia un régimen cuasi-estacionario. La siguiente etapa de este trabajo consistirá en estudiar la dispersión y advección de partículas pasivas una vez que las bandas se hayan formado, y la energía cinética y enstrofia hayan convergido a un valor constante. Asimismo, emplearemos las últimas fotografías de Júpiter para analizar el movimiento barotrópico de las bandas y remolinos como la Gran Mancha Roja.

FE-22 CARTEL

ANALISÍS DE LAS REGIONES ACTIVAS EN EL SOL Y SU REPERCUSION EN EL CLIMA ESPACIAL - ANÁLISIS BASADO EN DATOS RECABADOS EN LA ESIA TICOMÁN, CDMX

Monroy Crespo Román, Cilia Gallegos Gabriel y Altamirano García Diana Laura

Instituto Politécnico Nacional, IPN
rmonroyc2100@alumno.ipn.mx

La actividad solar desempeña un papel sumamente importante cuando hablamos de Clima Espacial, por lo que analizar la actividad solar y sus regiones activas (manchas solares) es de suma importancia para poder tener una idea de como se comportan y cuál es la probabilidad que de ellas emane una fulguración solar que pueda afectar a nuestros sistemas electrónicos de los cuales dependemos actualmente. Es por ello que en el presente trabajo se hablara de la importancia del monitoreo de la actividad solar y como es que se ha desarrollado e implementando técnicas eficientes para realizar la observación , toma y análisis de la información obtenida por la Sociedad Astronómica de la ESIA Ticomán en la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura dando paso al inicio del monitoreo en el IPN.

Sesión regular

GEODESIA

Organizador

Guillermo Cisneros

GEOD-1

LAS INVESTIGACIONES SOBRE GEODESIA EN AMÉRICA LATINA: UN ESTUDIO MÉTRICO 2000-2024

Armendáriz Sánchez Saúl y Castro Escamilla Minerva
Biblioteca Conjunta de Ciencia de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM
asaul@atmosfera.unam.mx

A pesar de que los estudios geodésicos de la tierra tienen una antigüedad de varios siglos, no se reconocen como una disciplina contemporánea hasta finales del XVIII y principios del XIX. En el contexto latinoamericano, las primeras publicaciones se remontan a la década de 1880, siendo el primer documento que se registró en Scopus el del autor PC Sánchez, titulado "The history of geodesy in Mexico", publicado en 1928. Los trabajos publicados por autores mexicanos fueron los primeros que se registraron en este sistema. En ese sentido, esta investigación tiene como propósito evidenciar el impacto, visibilidad y presencia de la producción científica producida en Latinoamérica en relación con el campo de la Geodesia, así como su evolución a lo largo del último siglo. La recolección de datos se llevó a cabo mediante la implementación de estrategias de búsqueda que facilitaran la obtención de todo lo relacionado con la Geodesia, incluyendo el término en el título, resumen o palabra clave de los trabajos indizados. De este modo, se recuperaron 1421 documentos indizados de la región, los cuales presentan un h-index de 71 y un total acumulado de 20743 citas, con un promedio de 14.6 citas por trabajo publicado. Los hallazgos obtenidos indican que la mayoría de los autores y coautores son de México, Argentina y Chile, y que los artículos y memorias de conferencias constituyen el principal formato documental en el que se difunden los conocimientos pertinentes al campo. Asimismo, el idioma principal de publicación es el inglés y las tres palabras clave predominantes utilizadas por los autores son Geodesy, Geodetic Satellites y GPS. Además, las dos principales fuentes de información en Latinoamérica referentes al tema son: Physical Review D y Classical and Quantum Gravity, siendo por otro lado la última década (2015-2024) la que se destaca como los años de mayor producción e indización de trabajos relacionados con la Geodesia en Scopus. Es crucial tener en cuenta que los análisis métricos facilitan la comprensión del impacto y visibilidad de una disciplina científica, y en este contexto, los hallazgos exhibidos en el estudio posibilitan discernir la tendencia de la Geodesia en América Latina.

GEOD-2

ESTUDIO DE LA INFRAESTRUCTURA GEODÉSICA EN MÉXICO: EMPLEANDO DATOS GLOBALES, NACIONALES Y LOCALES

Osorio Tai Maria Elena[1], Lau González Ricardo[2],
Lemus Mendoza Eduardo[2] y Ayala Chávez Jorge[2]
[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM*
tai@atmosfera.unam.mx

El presente trabajo se enmarca en un proyecto que se trabaja en la División de Ingenierías Civil y Geomática de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, impulsando la línea de investigación en Geodesia física. Durante 2024 y 2025 se han trabajado y analizado datos geodésicos de la Red Geodésica Nacional Pasiva del INEGI, datos satelitales, y obtenidos mediante trabajo de campo. Con el conjunto de datos, se desarrolló una metodología mediante software especializado de programación y SIG para trabajar con productos de modelos geoidales, tanto nacional, local y globales, así como el cálculo de estadísticos para un análisis de la infraestructura geodésica del país. Para este estudio se aplicaron los más recientes avances teóricos para contribuir a la evaluación de las necesidades de la infraestructura geodésica de México para coadyuvar a la formación de especialistas en esta área del conocimiento; pues la geodesia se ha vuelto una herramienta necesaria para la gobernanza mundial y para para proveer información que dé soporte a la mitigación y adaptación del cambio climático.

GEOD-3

GEOPORTAL DE DATOS GEODÉSICOS DE CIUDAD UNIVERSITARIA

Lemus Mendoza Eduardo[1], Osorio Tai María Elena[1], Fabian Alfredo[2], Loza P. Armando[2], Gutiérrez Q. Valente[2], Manzano I. René[1], Ascencio V. Roberto[1], Vargas Z. Kevin[1], Escobedo Z. David[1], Sánchez G. Jesús[1], Gil A. André[1], Ayala C. Jorge[1], Castillejos L. Juan[1], Becerra R. Lizeth[1] y González O. Osvaldo[1]
[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*Servicio Mareográfico Nacional, UNAM*
cuentaslemus@gmail.com

Como parte del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT), se desarrolla el proyecto "Procesamiento y análisis de datos provenientes del acervo de estaciones geodésicas de la Red Geodésica Nacional Pasiva del INEGI, y diseño de una red geodésica dentro de Ciudad Universitaria de la UNAM", del cual surge el tema de titulación "Geoportal de datos Geodésicos de Ciudad Universitaria". Este tema de titulación, que continúa en proceso, tiene como objetivo principal el diseño y desarrollo de un geoportal de datos geodésicos de Ciudad Universitaria que permita la consulta y visualización interactiva de información geoespacial obtenida a partir de levantamientos verticales, horizontales y gravimétricos realizados dentro del campus universitario. El geoportal se implementará como una página web estática con HTML, CSS y JavaScript, e integrará la biblioteca de código abierto Leaflet para el despliegue de información geográfica, navegación e interacción con atributos. Los datos han sido generados con el apoyo de personal y equipo especializado de las divisiones de Ingenierías Civil, Geomática (DICyG) y de Ciencias de la Tierra (DICT), de la Facultad de Ingeniería; y del Servicio Mareográfico Nacional del Instituto de Geofísica de la UNAM. El geoportal será de acceso libre para democratizar la información y ponerla a disposición de estudiantes, investigadores y profesionales de diversas disciplinas. Contendrá coordenadas, alturas y valores gravimétricos, convirtiéndose así en una herramienta de apoyo para asignaturas como la Geodesia, Topografía y Fotogrametría; estudios geofísicos y geodésicos; así como para actividades de desarrollo o mantenimiento de obra civil dentro de Ciudad Universitaria. Por lo tanto, será un recurso multidisciplinario que fortalecerá la investigación, la docencia y la planeación de proyectos en el campus universitario.

GEOD-4

IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED GEODÉSICA EN CIUDAD UNIVERSITARÍA (UNAM)

Ayala Chávez Jorge Manuel, Osorio Tai María Elena y Lemus Mendoza Eduardo
Facultad de Ingeniería, UNAM
joman0510@hotmail.com

Con base en la metodología empleada para la obtención de datos geodésicos y el procesamiento de alturas a nivel nacional, se implementó una red en Ciudad Universitaria (CU) de la UNAM para el monitoreo, gestión y estudio de alturas geodésicas en la zona para aplicaciones multidisciplinarias. Para la implementación de la red geodésica se empleó infraestructura existente de bancos de nivel del INEGI, placas de proyectos universitarios y algunos materializados en trabajos de tesis dentro de CU. Su diseño multi metodológico garantiza confiabilidad, corrige errores sistemáticos y accidentales, estableciendo un marco de referencia unificado para proyectos y educación futura en CU. Una red geodésica es un recurso valioso para diferentes aplicaciones geoespaciales, como estudios de subsidencia y levantamiento del terreno, monitoreo de la estabilidad de infraestructuras y edificaciones, y análisis de cambios en el nivel del suelo. En este trabajo, los resultados obtenidos estarán disponibles en 2026 para la comunidad académica y de investigación, promoviendo la colaboración y el intercambio de la información.

GEOD-5

ESTIMACIÓN DE LA SUBSIDENCIA EN LA COSTA ORIENTAL DEL LAGO DE MARACAIBO-COLM (VENEZUELA) CON INTERFEROMETRÍA DE RADAR DE APERTURA SINTÉTICA-INSAR

Quintana Sánchez Gabriela[1], Reinoza Gómez Carlos Eduardo[2], Audemard M. Franck A.[3 y 4], Dogru Fikret[5], Funning Gareth[6] y Díaz Mila Fredy[7]

[1]*Doctorado en Ciencias de la Ingeniería, Universidad Central de Venezuela (UCV) - Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS)*
[2]*Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, CICESE*
[3]*Universidad Central de Venezuela*
[4]*División de Ciencias de la Tierra, CICESE*
[5]*Ataturk University, Oltu Vocational College, Construction, Erzurum, Turquía*
[6]*University of California, Riverside*
[7]*Servicio Geológico Colombiano - Universidad Distrital de Bogotá*
gabrielaquintana77@gmail.com

En el presente estudio se estimaron los valores de subsidencia en la Costa Oriental del Lago de Maracaibo (COLM), en el área de 3 campos petroleros (Tía Juana, Lagunillas y Bachaquero), cuyo proceso de subsidencia acumulado, entre 1926 y 1986, es de aproximadamente 5 m. Para ello se aplicó el modelo climático ERA5 para la corrección troposférica del conjunto de datos con espacio temporal de estudio de 5 años, desde enero de 2018 a diciembre de 2022. Se implementó la combinación múltiple de pares no consecutivos, generando 822 combinaciones de pares interferométricos y, se incluyó el vértice de observación geodésica PAV0 de la red de FUNVISIS. Se cuantificó el proceso de deformación cortical utilizando 280 imágenes interferométricas Sentinel-1 (145 órbitas ascendentes y 135 órbitas descendentes) generando 3 pares de combinaciones por mes, permitiendo optimizar la estimación de los valores de los desplazamientos a lo largo de la línea de visión (LOS) en ambas órbitas, y los valores en las componentes este y vertical. Los valores de velocidad estimados en LOS (en su modo ascendente), son de -1.64 +/- 0.14 cm/año en Tia Juana; -4.03 +/- 0.15 cm/año en Lagunillas y; -3.23 +/- 0.23 cm/año en Bachaquero. Mientras que para el modo descendente fueron de -0.83 +/- 0.11 cm/año en Tia Juana; -5.37 +/-0.15 cm/año en Lagunillas y; -1.20 +/- 0.27 cm/año en Bachaquero. En las componentes este (de) y vertical (du) respectivamente, los valores obtenidos fueron: Tía Juana de 0.026 cm/año y -0.032 cm/año; Lagunillas de -0.023 cm/año y -0.049 cm/año; y Bachaquero de -0.006 cm/año y -0027 cm/año.

GEOD-6

ACTUALIZACIÓN DEL MODELO DE DEFORMACIONES POR EL SISMO EL MAYOR-CUCAPAH, MW 7.2 DE ABRIL DE 2010 Y MODELO DE VELOCIDADES 2010-2024 EN LA ZONA DE DEFORMACIÓN NOROESTE PARA MANTENER LA CONSISTENCIA DEL MARCO DE REFERENCIA GEODÉSICO

Esquivel Ruben, Medrano Elise Anaís y Martínez Cinthia
Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI
ruben.esquivel@inegi.org.mx

Las zonas de deformación que se generan en el territorio mexicano por la actividad sismotectónica en las regiones noroeste y sur del país representan un reto para mantener la exactitud y consistencia de las estaciones de las redes que integran el marco de referencia geodésico. En especial, el sismo del 4 de abril de 2010 al sureste de Mexicali causó una gran afectación al marco geodésico oficial; sin embargo, fue posible obtener un modelo actualizado de las deformaciones superficiales que ocasionó el sismo con base en los desplazamientos observados en estaciones de la red geodésica pasiva y de distintas redes GNSS permanentes, complementados con técnicas de interferometría con imágenes de radar de apertura sintética (InSAR). También se presenta el modelo de velocidades, o de deformaciones intersísmicas, desarrollado con base en series de tiempo de estaciones geodésicas la red regional de estaciones de monitoreo integrada a redes GNSS permanentes y complementado con técnicas InSAR. Este modelo, junto con el modelo de deformaciones por el sismo de abril de 2010, permite mantener en esa zona la calidad del marco de referencia oficial ITRF2008 época 2010.0, operado como un marco de referencia semi-dinámico.

Sesión regular

GEOHIDROLOGÍA

Organizadores

Janete Morán Ramírez
José Alfredo Ramos Leal
Selene Olea Olea

GEOH-1

SUBSIDENCIA Y FRACTURAMIENTO EN EL VALLE DE SAN LUIS POTOSÍ: MONITOREO INSAR Y ANÁLISIS MULTIVARIABLE (2015-2025)

Almanza Tovar Oscar Guadalupe, Ramos Leal José Alfredo y Tuxpan Vargas José
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT
oscar.almanza@ipicyt.edu.mx

El Valle de San Luis Potosí (VSLP) presenta una problemática en los últimos años por la presencia de fallas y agrietamientos, generando afectaciones en la infraestructura urbana y rural. Se muestra la relación de las variables a la deformación del terreno con la extracción del agua, el comportamiento geológico y la variabilidad climática, propiedades del subsuelo (geofísica y geotecnia). La complejidad del sistema hidrogeológico con la falta de monitoreo del movimiento del terreno, la información de las condiciones del subsuelo, extracción del agua subterránea y la tasa de abatimiento han limitado la comprensión de los procesos de subsidencia y fracturamiento que se presentan en la zona. La investigación tiene como objetivo principal caracterizar las zonas de deformación del terreno, mediante técnicas de interferometría satelital (InSAR) del periodo del 2015 al 2025. Los objetivos específicos se busca actualizar la información de las variables que pueden incidir en el comportamiento del terreno como la piezometría del VSLP, caracterización climática e información geotécnica y geofísica. La metodología integra dos componentes, la caracterización de los movimientos del terreno por InSAR y la relación multivariable espacio-temporal con los efectos y consecuencias de las deformaciones del terreno. La validación cruzada entre metodologías y presencias de los efectos del movimiento del terreno permite reducir incertidumbre y mejora la correlación de las variables. Los resultados permiten observar las mayores tasas de movimiento en los años 2018, 2019 y 2024, además de una zonificación de deformación que presenta una proyección NW-SE. Se ha podido correlacionar el daño visible en infraestructura con deformaciones antiguas, mientras que excavaciones recientes han confirmado la presencia de fallas activas en el subsuelo asociadas a movimientos más recientes. La integración InSAR y el análisis multivariable representa una herramienta fundamental para el entendimiento de procesos de deformación en sistemas hidrogeológicos complejos. Los resultados contribuyen significativamente al conocimiento hidrogeológico regional y proporcionan bases científicas para estrategias de gestión sostenible del agua subterránea. Esta aproximación metodológica puede replicarse en otros valles con problemáticas similares, constituyendo un avance en el monitoreo hidrogeológico mediante tecnologías de observación terrestre.

GEOH-2

REGIONALIZACIÓN DEL MODELO GR2M PARA LA ESTIMACIÓN DE LOS VOLÚMENES DE AGUA DE ENTRADA A LAS PRESAS DEL SISTEMA CUTZAMALA MEDIANTE TÉCNICAS DE MACHINE LEARNING

Orozco Aguilar Edgar[1], Arciniega Esparza Saúl[1] y Sandoval Solis Samuel[2]
[1]*Facultad de Ingeniería, UNAM*
[2]*University of California, Davis*
edgar.orozco.agui.5@gmail.com

El Sistema Cutzamala es una de las infraestructuras hidráulicas más relevantes de México y de América Latina, al suministrar entre el 25 y el 30% del agua potable que consume la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), una de las áreas urbanas más densamente pobladas del mundo. Por ello, la gestión del almacenamiento y la estimación de las entradas de agua a este sistema son críticas para la seguridad hídrica de la ZMVM. Sin embargo, la limitada disponibilidad de datos hidrométricos dificulta la estimación de los volúmenes de entrada en las principales presas del sistema: El Bosque, Villa Victoria y Valle de Bravo. Este trabajo propone una metodología basada en la estimación regional de los parámetros del modelo hidrológico conceptual GR2M, incorporando datos satelitales para alimentar el modelo y estimar la variabilidad de sus parámetros (x1 y x2) en cuencas no aforadas. Para su ejecución, se emplearon datos mensuales de precipitación del producto global CHIRPS, datos climatológicos del producto FEWS NET y FLDAS. La información hidrométrica de siete cuencas vecinas del Sistema Cutzamala se utilizó para calibrar el modelo GR2M y como base para estimar espacialmente sus parámetros. Adicionalmente, se compararon diversas metodologías para la regionalización de los parámetros x1 y x2 en cuencas no aforadas partiendo de la optimización individual en cada cuenca con registros: 1) regresión multilineal a escala de cuenca, 2) estimación a escala de cuenca a partir de métodos de machine learning (SVR y XGBoost), 3) estimación espacial de los parámetros a partir de una regresión multilineal. La calibración individual del modelo GR2M en cuencas con datos alcanzó eficiencias superiores a 0.8 según el criterio de Nash Shutcliffe (NSE), lo que valida su capacidad para reproducir el comportamiento hidrológico mensual. Sólo dos cuencas presentaron un NSE inferior a 0.5, posiblemente debido a errores en los registros o a valores atípicos no representados por la climatología de los productos globales. En la regionalización de parámetros, los algoritmos de aprendizaje automático superaron a los métodos estadísticos en términos de capacidad predictiva, aunque ninguno alcanzó el desempeño en la simulación de caudal obtenido mediante optimización individual. Si SVR y XGBoost mostraron valores cercanos a los optimizados, la poca disponibilidad de datos podría haber generado un sobreajuste. Por otro lado, las regresiones permiten interpretar con mayor claridad la relación entre las variables predictoras y los parámetros, mientras que la regresión espacial provee de mapas de x1 y x2 para cualquier cuenca no aforada dentro del dominio. Finalmente, los parámetros regionalizados se aplicaron para simular el caudal de entrada a las presas principales del Sistema Cutzamala en el periodo 1982-2024. Las simulaciones mostraron buena correspondencia con los caudales estimados mediante balance hídrico, validando el enfoque propuesto. Este estudio demuestra que es posible generar estimaciones razonables de caudal en regiones sin monitoreo hidrométrico, combinando modelos conceptuales, optimización, aprendizaje automático y percepción remota, con implicaciones directas para la gestión del recurso hídrico y la toma de decisiones en escenarios de escasez o variabilidad climática.

GEOH-3

SIMULACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO PAPALOAPAN UTILIZANDO DOS MODELOS NUMÉRICOS

Olvera Prado Erick Raul[1], Meza Carreto Jaime[2] y Gómez Reyes Eugenio[1]
[1]*Departamento de IPH, UAM-Iztapalapa*
[2]*Servicio Meteorológico Nacional, CONAGUA*
erolvera@izt.uam.mx

Se presenta un estudio numérico de la hidrología en un conjunto de subcuencas de montaña de la región hidrológica No. 28 (río Papaloapan), empleando dos modelos numéricos: a) WRF-Hydro y b) HEC-HMS. Se diseñaron distintos experimentos con el propósito de evaluar el desempeño de ambos modelos para reproducir el escurrimiento observado. En dichos experimentos, se utilizó forzamiento atmosférico proveniente de dos fuentes: 1) el modelo meteorológico WRF (en las modalidades acoplada y desacoplada con el modelo hidrológico) y 2) una base de datos observacional de precipitación. Además, las configuraciones incluyen versiones distribuidas e integradas de los modelos. Lo anterior con el fin de evaluar la habilidad del modelo meteorológico WRF para simular la precipitación observada y, por consiguiente, la de los modelos hidrológicos para reproducir la respuesta de la cuenca a este forzamiento. Se espera que los resultados de este estudio sean útiles para evaluar la aplicabilidad del modelo WRF-Hydro en el país y su potencial uso para pronóstico hidrológico.

GEOH-4

MODELACIÓN MATEMÁTICA APLICADA AL ESTUDIO DE LA SALINIZACIÓN Y LA CONTAMINACIÓN POR NITRATOS EN SUELOS REGADOS CON AGUA RESIDUAL EN EL VALLE DEL MEZQUITAL

Revueltas Martinez Jose[1], Herrera Zamarrón Graciela[2], Siebe Grabach Christina[3] y Zarfl Christiane[4]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[3]*Instituto de Geología, UNAM*
[4]*Universidad de Tübingen*

jrevueltasm@igeofisica.unam.mx

En el Valle del Mezquital, el uso de agua residual para riego agrícola se practica desde inicios del siglo XX, principalmente con descargas provenientes de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Esta práctica, realizada durante más de un siglo, ha generado impactos significativos en distintos compartimentos ambientales, particularmente en el suelo y en el agua subterránea. En este trabajo se desarrolló un modelo matemático basado en ecuaciones de balance hídrico y de masas, con el propósito de analizar el efecto de diferentes láminas de riego sobre la dinámica de nitratos y iones mayoritarios en un suelo agrícola regado con agua residual, a escala de lisímetro. El modelo se aplicó para simular la evolución de la humedad del suelo y el balance de iones durante el ciclo de un cultivo de maíz (septiembre de 2019 – enero de 2020). Los datos experimentales se obtuvieron en un lisímetro con un metro de suelo representativo del Valle del Mezquital, instrumentado con sensores de humedad y cápsulas de succión a profundidades de 15, 50 y 80 cm para el monitoreo de la solución del suelo. Los resultados muestran un buen ajuste entre los valores simulados y medidos, lo que valida el modelo como una herramienta útil para evaluar escenarios de riego que contribuyan a reducir la salinización y la contaminación por nitratos, promoviendo un manejo agrícola más sustentable en regiones donde se emplea agua residual.

GEOH-5

SIMULACIÓN DE FLUJO REACTIVO EN GEOMETRÍAS COMPLEJAS

Torres López José Armando y Teja Juárez Víctor Leonardo

Facultad de Ingeniería, UNAM

armando-tl@outlook.com

En este trabajo se presenta el desarrollo de un modelo numérico para resolver la ecuación de flujo de agua subterránea y la ecuación de transporte de especies químicas, lo cual permite representar en su conjunto un sistema de flujo reactivo para aplicarse en dominios con geometrías complejas, como los que comúnmente se presentan en acuíferos reales. Para abordar esta complejidad, se utiliza la técnica de transformación de coordenadas, que consiste en: 1) mapear la geometría del dominio físico mediante interpolación transfinita y suavizar la malla generada, 2) transformar las ecuaciones de flujo y de transporte utilizando coordenadas curvilíneas, transformando las derivadas parciales en coordenadas x,y del dominio físico complejo a un dominio computacional rectangular más sencillo con coordenadas ξ,η. Este cambio de coordenadas conserva las ventajas para aplicar los métodos numéricos tradicionales como lo son diferencias y volúmenes finitos, puesto que se conserva una malla estructurada, facilitando su discretización numérica y posterior solución de los sistemas de ecuaciones resultantes; permitiendo así visualizar y predecir el comportamiento del flujo en medios heterogéneos y con condiciones geométricas irregulares, haciendo posible una solución precisa y eficiente del problema sin sacrificar rendimiento computacional, esto en comparativa con los métodos de elementos finitos.

GEOH-6

IMPLICACIONES DE LA SENTENCIA DE AMPARO 543/2022 EN LA INVESTIGACIÓN, ENSEÑANZA Y GESTIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN MÉXICO

Ortega Guerrero Marcos Adián

Instituto de Geociencias, UNAM

maog@geociencias.unam.mx

Diversas asociaciones civiles ganaron el juicio de amparo 543/2022, donde la Suprema Corte de Justicia de la Nación obliga a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y a la Comisión Nacional del Agua a realizar acciones para la recuperación de las funciones del Acuífero Principal Región Lagunara (APRL) en los estados de Coahuila y Durango. La implementación de la sentencia requiere de un cambio de paradigma, no solo para el APRL, sino para todo el país, en el entendimiento y cuantificación del funcionamiento del agua subterránea, y su interacción en tiempo y espacio, con los demás componentes del ciclo hidrológico; lo que implica retos científicos, técnicos, educativos y jurídicos que es necesario enfrentar de manera urgente. Un paso importante para elaborar un nuevo sistema de gestión de este preciado elemento, es adoptar un modelo científico adecuado que permita entender el ciclo del agua en su conjunto y de manera sistémica. Los Sistemas Gravitacionales de Flujo de Agua que integran esta dinámica, desde condiciones iniciales hasta el presente, para predecir impactos y soluciones a futuro, del clima, el relieve topográfico, el suelo, los ríos, arroyos, lagos y ecosistemas, el agua subterránea; el medio geológico en el que se mueve (acuífero), el potencial hidráulico, los patrones de flujo, la evolución química, la interacción dinámica entre todos ellos y la actividad humana que los modifica (el socioecosistema). Así, este sistema resulta de enorme utilidad para mapear las consecuencias a corto y largo plazo de las acciones humanas sobre el ciclo del agua y plantear escenarios futuros hacia la sostenibilidad. Su incorporación como base para la investigación, la educación y la legislación permitirá corregir los errores de manejo de este elemento y, con ello, lograr una gestión sustentable del agua en México.

GEOH-7

MODELADO HIDROLÓGICO ASISTIDO POR TRAZADORES PARA EL ANÁLISIS DE EVENTOS EXTREMOS EN LOS TRÓPICOS ESTACIONALMENTE SECOS

Garduño-Ramírez Jacqueline[1], Arciniega-Esparza Saúl[1], Birkel Christian[2] y Sánchez-Murillo Ricardo[3]

[1]*Facultad de Ingeniería, UNAM*
[2]*Departamento de Geografía, Observatorio del Agua y Cambio Global, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica*
[3]*Departamento de Ciencias de la Tierra y Medioambientales, Universidad de Texas en Arlington, Arlington, Texas, E.U.*

jacqueline.garduno@ingenieria.unam.edu

El análisis de eventos extremos (inundaciones y sequías) es crítico para evaluar impactos ambientales y reducir daños económicos y pérdidas humanas, sin embargo, esta tarea se complica en zonas con poca información, como es el caso de los trópicos secos en Costa Rica. Una alternativa es implementar datos satelitales y modelado numérico, pero es común que los modelos tengan problemas para capturar la dinámica de inundaciones y sequías de manera conjunta. En este trabajo se analizó la ocurrencia y magnitud de los eventos extremos en el caudal de la cuenca del Río Tempisque, ubicada en el Pacífico Norte de Costa Rica, a partir de la modelación hidrológica incorporando isótopos estables (δ^2H y $\delta^{18}O$) para mejorar la representación de los procesos hidrológicos. La simulación hidrológica se llevó a cabo con el modelo HYdrological Predictios for Environment (HYPE), un modelo semidistribuido conceptual que permite la incorporación de trazadores no reactivos y la calibración multi-objetivo a partir de distintas fuentes de datos. El modelo HYPE fue alimentado con datos de precipitación diaria del producto global Climate Hazards Center Infrared Precipitation with Stations (CHIRPS) V2.0 y datos de temperatura diaria del producto quinta generación del reanálisis atmosférico global del clima del ECMWF (ERA5) para el periodo 1990 a 2023, así como con datos isotópicos de lluvia de un sitio de muestreo en la ciudad de Liberia para el periodo 2014 a 2021. Para su calibración, se incorporaron datos de la estación hidrométrica Tempisque con periodo de registro de 1990 al 2003, y datos de isótopos de caudal de dos sitios de muestreo (río Tempisque y río Colorado) con registros esporádicos del 2018 al 2021. Los resultados indican que el modelo calibrado con datos isotópicos de caudal mejora sustancialmente la simulación del caudal base, no así los caudales pico. La dinámica de los isótopos de caudal en el sitio Tempisque fue mejor representada por el modelo, asociada a una fuerte influencia subterránea en el flujo base, mientras que las diferencias espaciales debidas a la procedencia de masas de aire dificultaron la simulación en Colorado. A partir del análisis de eventos extremos se observó que la cuenca Tempisque ha sufrido de eventos de sequía más extremos (déficits de caudal mensual) que los de inundación (caudales pico diarios). Para el caso de sequías, la región norte de la cuenca presenta las mayores afectaciones, mientras que el evento más extremo (con periodo de retorno mayor a 50 años) se registró en 2015 con una duración de 18 meses y con un déficit acumulado de ~600 mm. Para el caso de inundaciones, el caudal de 50 años periodo de retorno ha sido sobrepasado una sola vez en el periodo 1990 a 2023 con la región norte también siendo la más afectada. La integración de trazadores isotópicos en el modelado destacan la importancia de combinar observaciones isotópicas y datos satelitales en la modelación de cuencas tropicales, especialmente en regiones con alta presión hídrica y vulnerabilidad climática.

GEOH-8

CONTRIBUCIÓN DE LOS ISOTOPOS AMBIENTALES ESTABLES DE OXÍGENO-18 Y DEUTERIO AL ENTENDIMIENTO DEL SISTEMA LAGUNAR CHASCHOC-SEJÁ, TABASCO, MÉXICO

Cortés Silva Alejandra[1], Hernández Hernández Mario Alberto[1], Pérez Quezadas Juan[2], Mendoza Palacios Juan de Dios[3] y Ortiz Cruz Sara Geraldine[1]

[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Universidad Veracruzana*
[3]*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco*

tuzacortesilva@gmail.com

Los sistemas lagunares se caracterizan por tener conexión con varias lagunas y se consideran como una clase particular de humedales. Por ser sistemas abiertos al medio ambiente y por lo tanto dependientes del ciclo

hidrológico local, presentan una alta complejidad en su comportamiento hidrogeológico, siendo importante integrar una serie de disciplinas para entender su funcionamiento. La hidrología Isotópica a través del estudio de la lluvia, el agua superficial y subterránea, utilizando los isotopos estables de oxigeno-18 y Deuterio, pueden aportar información importante referente al origen y procesos que sufre la molécula del agua en el tránsito del ciclo hidrológico local. En este trabajo se presenta información isotópica histórica y actual de lluvia y agua subterránea generada y recopilada en el sistema Lagunar Chaschoc-Sejá, localizado en el municipio de Emiliano Zapata, Tabasco. El análisis preliminar proporcionó la siguiente información: los valores de lluvia son comparables con la mayoría de los datos obtenidos en agua subterránea y superficial, excepto en algunos horizontes de los piezómetros instalados en las lagunas Chaschoc y Gaytán durante los años 2013 y 2014. Llaman la atención los valores en la Laguna Chaschoc (1.6, 10) ‰ debido a que son los valores más positivos comparados con los registrados en agua de mar del Golfo de México, cuerpo de agua relativamente cercano al sistema lagunar (0.8, 6.6) ‰. Estos valores pueden indicar la existencia de intrusión marina o un intenso proceso de evaporación. Algunos valores isotópicos de agua de lluvia son comparables con casi todos los obtenidos en agua subterránea de las lagunas, Chaschoc y Gaytán, lo que sugiere una recarga de lluvia contemporánea local. Los valores altamente evaporados, no se ven reflejados en el agua subterránea o superficial. Con el fin de complementar la información obtenida a la fecha se están realizando muestreos de agua subterránea y colectando agua de lluvia en los años reciente (2024, 2025) e instalando piezómetros en el sistema lagunar (2025), con el fin de aportar información de los procesos que ha tenido o tiene el agua infiltrada en el sistema Lagunar, esperando que las herramientas isotópicas refuercen las hipótesis de funcionamiento hidrológico del sistema lagunar.

GEOH-9

IDENTIFICACION DE LOS SISTEMAS DE FLUJO SUBTERRANEOS, BASADO EN METODOS HIDROGEOQUIMICOS E ISOTOPICOS

Ramos-Leal Jose Alfredo[1], Morán Ramírez Janete[1], Santacruz De León German[2], Zapata Norberto Berenice[1], Marín Celestino Ana Elizabeth[1] y Rubio Arellano Ana Beatriz[1]

[1] *Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT*
[2] *El Colegio de San Luis A.C.*
jalfredo@ipicyt.edu.mx

El estudio emplea métodos hidrogeoquímicos e isotópicos para identificar zonas de recarga del acuífero Soconusco y evaluar el impacto de la intrusión salina. Para abordar la situación, se analizaron 45 muestras de agua subterránea, evaluando su composición química e isotópica. La caracterización isotópica permite comprender la dinámica del sistema y la influencia de la precipitación en la recarga del acuífero. Los resultados indican que la recarga se produce mayormente en zonas montañosas cercanas al volcán Tacaná, con una elevación promedio de 1189 msnm. Se identificaron facies hidrogeoquímicas que en orden evolutivo se tiene Ca-HCO3>Ca-Mg-Na-HCO3> HCO3-Na>Ca-Mg-Na-SO4>Na-Cl, lo cual indica su zona de recarga, procesos de mezcla, intercambio iónico y una incipiente intrusión marina principalmente en muestras cercanas a la costa. Esta evolución hidrogeoquímica fue acorde con los sistemas de flujo local, intermedio y regional identificada en el Diagrama de Miflin modificado y corroborado con los métodos isotópicos. El modelo de mezcla ternaria (C1, C2 y C3) permitió identificar muestras exóticas y miembros extremos que contribuyen de manera importante a la recarga del sistema. Las fracciones de mezcla indican que el miembro C1, está asociado a flujo local con una aportación del 71.5%, el miembro C2 de flujo regional con una aportación 13.76% y para el miembro C3 relacionado con el flujo geotermal tiene una contribución de 14.74% al sistema. El método isotópico permitió establecer las principales zonas de recarga en las inmediaciones del Volcán Tacaná. En conclusión, la identificación de zonas de recarga mediante análisis isotópicos y configuración piezométrica es clave para comprender la hidrodinámica del acuífero Soconusco y mitigar la intrusión salina en la región.

GEOH-10

INTERACCIÓN AGUA-ROCA EN UN SISTEMA DE FLUJO VOLCÁNICO EN EL CENTRO DE MÉXICO

Olea-Olea Selene[1], Gómez-Vasconcelos Martha Gabriela[2], Avellán López Denis Ramón[3], Sánchez-Murillo Ricardo[4], Morales-Casique Eric[1], Zamora-Martínez Olivia[5], Tadeo-Leon Javier[5] y Ramírez-Serrato Nelly[6]

[1] *Departamento de Dinámica Terrestre Superficial, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México*
[2] *SECIHTI - Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH*
[3] *SECIHTI - Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM*
[4] *Department of Earth and Environmental Sciences, The University of Texas at Arlington, Arlington, United States*
[5] *Departamento de Ciencias Ambientales y del Suelo y Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía (LANGEM), Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México*
[6] *Recursos Naturales, Instituto de Geofísica, UNAM*
selene@geologia.unam.mx

El sistema de flujo de agua subterránea (SIRAS) Cuitzeo se encuentra en un entorno de rocas volcánicas y alta presencia de fallas, está conformado por el segundo y tercer lago más grandes de México, Cuitzeo y Pátzcuaro, los cuales reciben descargas de agua subterránea como parte de su sustento. En la zona la actividad agrícola genera la presencia de extracción intensiva de agua subterránea, lo cual tiene un impacto negativo en los niveles freáticos del agua subterránea y los lagos. El agua que se extrae de pozos y que descarga en manantiales en las inmediaciones de los lagos ha sido caracterizada previamente para comprender las trayectorias de flujo presentes que en su mayoría son locales, seguidas por intermedias y regionales. El agua utilizada para la agricultura y uso potable, así como la que alimenta a los lagos puede modificar su hidrogeoquímica debido a la extracción intensiva de agua subterránea. Por lo tanto, es importante comprender los procesos de interacción agua-roca que se generan en la zona y como la extracción intensiva los puede modificar. El objetivo de este trabajo es comprender los procesos de interacción agua-roca que se producen en un sistema volcánico sujeto a extracción intensiva. La metodología consistió en la integración de bases de datos geológicas, estructurales y mineralógicas que permitieron el desarrollo de modelos hidrogeoquímicos inversos en PHREEQC. Los resultados de los modelos geoquímicos inversos identificaron trayectorias de flujo distintas y cuantificaron procesos geoquímicos clave, incluyendo la meteorización de minerales de silicato como biotita, moscovita, plagioclasa y piroxeno, junto con la precipitación de caolinita y montmorillonita. Se detectaron procesos de intercambio iónico tanto en flujos locales como intermedios. Los flujos locales se asocian a la presencia de fracturas ligadas a las fallas que permiten flujos más rápidos. Los flujos regionales presentaron alta temperatura y se asociaron principalmente a fallas profundas. Este estudio proporciona información sobre como la extracción intensiva puede modificar los niveles freáticos, que a su vez altera la interacción entre los flujos y los procesos de interacción agua-roca presentes. Los resultados de esta investigación pueden ser usados por los tomadores de decisiones para la gestión del agua al comprender como el agua subterránea y el agua que descarga en los lagos puede modificar su composición debido a los minerales en los que circula.

GEOH-11

EVALUACIÓN DE ESPECIES NITROGENADAS A PARTIR DE LA HIDROGEOQUÍMICA E ISOTOPÍA DE AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA DE ZONAS DE RECARGA DE LA PARTE SUROESTE DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Landa Arreguín Jorge Federico Arturo[1], Morales-Arredondo José Iván[1], Armienta-Hernández María Aurora[1], Ramos-Organillo Francisco Javier[1], Cortéz-Galindo Lorena[2], Hernández-Marín Tadeo[2], Mosso-Mendoza Evelyn Abigail[2], Espinoza-Juárez Tania Karen[3], López-Ramírez Nancy Naomi[4], Núñez-Méndez Karyme[5] y Flores-Flores Karina[4]

[1] *Instituto de Geofísica, UNAM*
[2] *Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra, UNAM*
[3] *Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
[4] *Facultad de Ciencias, UNAM*
[5] *Facultad de Ingeniería, UNAM*
jorgefl@igeofisica.unam.mx

En la Ciudad de México, cauces como el Río San Buenaventura y el tramo urbanizado del Río Magdalena, al suroeste de la CDMX, representan cuerpos de agua contaminada que no están regulados ni monitoreados. Ambos ríos han sido entubados y canalizados a la red de drenaje, sin embargo, algunos cauces superficiales aún persisten y son utilizados por la población para descargar aguas residuales sin tratamiento. Este fenómeno ha generado un riesgo de infiltración de especies nitrogenadas ($N\text{-}NH_3$, NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-) al acuífero a través de materiales permeables como los basaltos fracturados. Un estudio de SACMEX (2021) reportó concentraciones elevadas de nitrógeno amoniacal (hasta 9.99 mg/L de N-NH3) en pozos cercanos a zonas de recarga, lo que representa y sugiere un riesgo ambiental por una posible conexión entre la contaminación superficial y el agua subterránea. Por lo anterior, a partir de la evaluación hidrogeoquímica de iones mayores y parámetros físicoquímicos e isotópica ($\delta^{18}O$, $\delta^{2}H$), tanto de pozos de agua subterránea como de cuerpos de agua superficiales (manantiales, ríos, arroyos), se identificarán procesos ocurridos en la zona de estudio. Asimismo, se diferenciará la composición de agua proveniente de manantiales, pozos y de lluvia, determinada por el grado de interacción con el entorno geológico y la influencia de actividades antropogénicas. Los resultados proveerán bases científicas para políticas de protección de acuíferos, ya que, a pesar de la gravedad del problema, no existen estudios que evalúen la incidencia de estos flujos residuales ni su interacción con el subsuelo.

GEOH-12

CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA EN EL SUROESTE DE LA CDMX: ALTERACIÓN DE SILICATOS EN MANANTIALES VS. SALINIZACIÓN EN POZOS URBANOS

Morales Arredondo José Iván[1], Armienta Hernández Maria Aurora[1], Landa Arreguin Jorge Federico[2], Ramos Organillo Francisco Javier[3], Cortéz Galindo Lorena[4], Hernández Marín Tadeo[4], Mendoza Mosso Evelyn Abigail[4], Espinoza Juárez Tania[3], López Ramírez Nancy Naomi[5], Flores Flores Karina[5] y Núñez Mendoza Karyme[6]

[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Posdoctorado SECIHTI, Instituto de Geofísica, UNAM*
[3]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
[4]*ENCIT, UNAM*
[5]*Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias, UNAM*
[6]*Facultad de Ingeniería, UNAM*
ivanma@geofisica.unam.mx

Este estudio integra datos hidrogeoquímicos e isotópicos (36 pozos y 57 manantiales/ríos; colectados en 2022 y 2025 respectivamente) del suroeste de la Ciudad de México. Los manantiales/ríos de zonas altas (Tlalpan, Magdalena Contreras, Álvaro Obregón) muestran características prístinas: baja conductividad (CE: 107 ± 74 µS/cm), pH neutro (7.1 promedio). Hidrogeoquímicamente el proceso de alteración de silicatos en basaltos/andesitas domina y la recarga es reciente según los isótopos estables (δ18O=-10.26‰, δ2H=-71.25‰). En contraste, los pozos urbanos presentan dualidad en su composición; la mayoría corresponden a agua dulce (CE < 800 µS/cm, HCO_3/Cl > 0.77) y algunos con un incremento de salinización (CE: 426 ± 373 µS/cm, Cl^- hasta 1,416 mg/L, HCO_3/Cl < 0.2), con enriquecimiento isotópico ($\delta^{18}O$=-9.95 ‰: y δ 2H=-70.0‰) que evidencia mezcla con fluidos relativamente más evolucionados o con posible aporte antropogénico (hasta -. 51 mg/L de NO3- y 93.6 mg/L de NH4+). La salinización se vincula a: (1) interacción agua/roca en ambiente volcánico con basaltos/andesitas y cenizas arcillas, (2) posibles aportes antrópicos de Cl^- y SO_4^{2-} (aguas residuales), y (3) altos sólidos disueltos (TDS promedio: 1,089 ppm). Los manantiales del sur (ej. Río Ayla, Cañada San Miguel) son reservorios estratégicos de agua dulce, mientras que algunos pozos y manantiales/ríos afectados por actividad antropogénica reflejan incidencia urbana (hasta 9.99 mg/L y de 153.6 mg/L de NH3+ respectivamente). Es necesario proteger las zonas de recarga del sur de la Ciudad de México y establecer redes de monitoreo para prevenir futuras crisis.

GEOH-13 CARTEL

CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA E ISOTÓPICA DE AGUA SUPERFICIAL EN ZONAS DE RECARGA Y EN ÁREAS URBANAS DE LA ZONA SUROESTE DE LA CDMX: INCIDENCIA ANTRÓPICA A LO LARGO DE AFLUENTES

López Ramírez Nancy Naomi[1], Landa Arreguín Jorge Federico Arturo[2], Morales Arredondo José Iván[2], Armienta Hernández María Aurora[2], Ramos Organillo Francisco Javier[3], Espinoza Juárez Tania Karen[3], Hernández Marín Tadeo[4], Cortéz Galindo Lorena[4], Mosso Mendoza Evelyn Abigail[4], Flores Flores Karina[1] y Núñez Méndez Karyme[5]

[1]*Facultad de Ciencias, UNAM*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[3]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
[4]*Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra, UNAM*
[5]*Facultad de Ingeniería, UNAM*
nancynaomiljs@ciencias.unam.mx

Uno de los retos que enfrenta actualmente la CDMX es el manejo integral y sostenible del recurso hídrico. En las zonas altas de las sierras que rodean a la ciudad aún existen afluentes que representan una fuente de abastecimiento para las alcaldías en las que se encuentran. No obstante, el crecimiento de la mancha urbana ha dado lugar a que cauces de ríos se conviertan en sitios de descargas de aguas residuales, propiciando la contaminación de afluentes superficiales y disminuyendo la calidad del agua. El estudio presenta una caracterización hidrogeoquímica e isotópica de aguas superficiales en zonas de recarga y en áreas de descargas residuales al suroeste de la CDMX. Se tomaron datos de parámetros fisicoquímicos, muestras para elementos mayores e isótopos y se midieron concentraciones de especies nitrogenadas (N-NO3 y N- NH3). Los resultados indican que las aguas de recarga son de tipo bicarbonatado magnésico, con valores de Eh similares y condiciones oxidantes, así como bajas concentraciones de CE (44–157 µS/cm) y STD (22–79 ppm). En contraste, las aguas en sitios de descargas residuales presentan mayor heterogeneidad, con CE (543–1879 µS/cm) y STD (271–958 ppm). A través del estudio se evidencia el impacto de las descargas residuales en los afluentes superficiales que nacen en zonas de recarga y siguen su curso a lo largo de la mancha urbana. Con ello, se podrá plantear nuevas estrategias y promover un manejo adecuado de la zona estudiada. Preservar las zonas de recarga es de vital importancia debido a los beneficios que otorga a la sociedad y por el equilibrio ecológico que mantiene.

GEOH-14 CARTEL

CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA DEL SISTEMA LAGUNAR CHASCHOC-SEJÁ, TABASCO

Galindo Cortéz Lorena[1], Morales Arredondo José Iván[2], Armienta Hernández María Aurora[2], Solórzano Diego Ernesto[2], Neri Hernández Omar[2], Aguayo Ríos Alejandra[2] y Cruz Ronquillo Olivia[2]

[1]*Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra, UNAM*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
lorenagalindo@encit.unam.mx

El Sistema Lagunar Chaschoc-Sejá (SLCS), en Emiliano Zapata, Tabasco, es un ecosistema lacustre de alta relevancia ecológica e hídrica. En septiembre de 2024 se recolectaron 29 muestras de agua superficial y subterránea para identificar procesos hidrogeoquímicos dominantes. La mayoría presentó pH entre 6 y 7.3, en equilibrio o ligera disolución de calcita, y CO_2 entre 0.01 y 0.1 atm, característicos de sistemas semiabiertos o cerrados. Algunas alcanzaron pH de 8.5, asociado a sistemas más abiertos y aporte externo de alcalinidad, mientras que otras mostraron CO_2 > 0.1 atm, posiblemente asociado a suelos muy húmedos y alta actividad microbiana. El análisis iónico permitió identificar cinco grupos: (1) bicarbonatadas sódicas evolucionadas, por intercambio catiónico en zonas profundas; (2) bicarbonatadas cálcicas/magnésicas de reciente infiltración, dominadas por disolución de carbonatos y dolomita; (3) sulfatadas sódicas, derivadas de oxidación de sulfuros o aporte de yeso o anhidrita; (4) cloruradas sódicas, influenciadas por evaporación o mezcla con aguas salinas; y (5) aguas mixtas, producto de transición o mezcla entre diversas fuentes. Las aguas superficiales se asocian mayoritariamente a disolución de carbonatos, mientras que las subterráneas muestran transición hacia este entorno, con algunas firmas silicatadas. La composición química está controlada principalmente por interacción agua-roca, junto con procesos de evaporación, intercambio iónico y mezcla hidrogeoquímica .

GEOH-15 CARTEL

EVOLUCIÓN HIDROGEOQUÍMICA E ISOTÓPICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ACUÍFERO MORELIA- QUERÉNDARO Y SU RELACIÓN CON FUENTES DE NITRATOS Y CLORUROS

Hernández Marín Tadeo[1], Morales Arredondo José Iván[2], Armienta Hernández María Aurora[2], Hernández Hernández Mario Alberto[2], Ramos Organillos Francisco Javier[3], Cortés Galindo Lorena[4] y Mosso Mendoza Evelyn Abigail[4]

[1]*Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra, UNAM*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[3]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
[4]*Escuela Nacional en Ciencias de la Tierra*
tadeohernandez@encit.unam.mx

Se integraron resultados hidrogeoquímicos e isotópicos de campañas de muestreo (2012–2024) en pozos, manantiales y ríos en la zona de Morelia-Capula para evaluar la evolución química del agua subterránea y su interacción con posibles fuentes de contaminantes inorgánicos. El análisis de diagramas de Piper indicó predominio de aguas bicarbonatadas sódicas y bicarbonatadas cálcico- magnésicas, con algunas muestras superficiales cálcico-sulfatadas y sódico-cloruradas. El diagrama de Mifflin identificó flujos locales e intermedios, vinculando la presencia elevada de nitratos a mezclas con agua de origen antropogénico (residual, agrícola) y a la interacción con zonas de recarga afectadas por actividades humanas. El estudio isotópico ($\delta^{18}O$, exceso de deuterio, $\delta^{13}C$) reveló que el cloruro proviene de fuentes mixtas, principalmente disolución de minerales del suelo y aporte antropogénico. La relación NO_3/Cl^- permitió diferenciar aportes de agua residual, liberación de nitrógeno desde el suelo y fuentes mixtas, confirmadas por la ubicación de pozos cercanos a descargas, zonas agrícolas, áreas verdes y tiraderos municipales. Los resultados muestran que la evolución química del acuífero responde a la interacción agua-roca en entornos volcánicos y a la mezcla de flujos de diferente origen, influenciados por actividades urbanas e industriales. El enfoque combinado hidrogeoquímico e isotópico permitió discriminar procesos naturales y antropogénicos, proporcionando una base sólida para estrategias de manejo y protección del recurso hídrico en la región.

GEOH-16 CARTEL

ESTUDIO GEOHIDROLÓGICO Y GEOFÍSICO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CONEXIÓN HIDRÁULICA Y LOCALIZACIÓN DE UN NUEVO POZO DE EXTRACCIÓN DE AGUA EN EL MUNICIPIO DE ALLENDE, COAHUILA

Torres Gaytan David Ernesto, Hinojosa Reyes Mariana y Ramos Leal José Alfredo
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT
david.torres@ipicyt.edu.mx

El estudio, enmarcado en el contexto de la problemática hídrica en Allende, Coahuila, ofrece un diagnóstico detallado de la situación actual del acuífero Allende-Piedras Negras (APN). Con base en la información de diversos estudios geohidrológicos, se busca sentar las bases para una gestión hídrica sostenible

y adaptada a las necesidades presentes y futuras de la región. El acuífero APN mostró una recuperación tras el cese de la extracción de agua en una operación minera, sin embargo, la relación entre recarga y descarga sigue siendo un punto crítico. La descarga del acuífero es mayor que su recarga, lo que provoca un descenso en el nivel estático del agua y un déficit de 16 hm3/año. La demanda de agua en el acuífero somero es dominada por el uso agrícola, seguido por el uso público, industrial y urbano. El acuífero APN se comporta como un sistema multicapa con unidades permeables y semipermeables intercaladas. Las principales unidades hidrogeológicas explotadas son el Conglomerado Sabinas-Reynosa del Terciario y el aluvión cuaternario, utilizados para el abastecimiento de consumo humano, agrícola e industrial. Se reporta que algunas extracciones de agua provienen de un acuífero cretácico de piedra caliza, situado a más de 400 m de profundidad. El objetivo principal de esta investigación es proporcionar información sobre la posible conexión hidráulica entre las capas permeables e impermeables que forman el sistema acuífero APN y de esta manera determinar el sitio óptimo para perforar un nuevo pozo. Para ello, se realizaron estudios geofísicos utilizando el método de Transitorio Electromagnético en el Dominio del Tiempo (TEM). Los resultados de estos sondeos geofísicos permitieron identificar varias unidades geoeléctricas: La Unidad Geoeléctrica 1 (UG-1) se relaciona con el Conglomerado Sabinas-Reynosa y el aluvión cuaternario, las unidades más superficiales y explotadas. Por abajo, se encuentra la UG-2, compuesta por materiales con alto contenido de arcillas que actúan como barreras de baja o nula permeabilidad. Las UG-3 y UG-4 se correlacionan con calizas fracturadas que tienen potencial para contener agua. Finalmente, la UG-5 se detectó a más de 600 m de profundidad y está relacionada con flujos regionales clasificadas como aguas sulfatadas cálcicas y termales. Con este estudio se confirmó que la recarga del acuífero APN proviene de la Serranía del Burro, y que los flujos regionales pueden transitar por el subsuelo de Allende a profundidades mayores a los 600 m, validando que las unidades más profundas podrían ofrecer grandes volúmenes de agua subterránea de manera sostenible, aunque la magnitud exacta de este recurso aún necesita ser determinada con mayor precisión con otras técnicas geofísicas. El informe concluye con la perforación de un pozo en un punto geográficamente definido dentro de la planta potabilizadora de Allende, Coahuila. Este sitio, basado en los sondeos geofísicos, presenta la mejor opción para la extracción, con potencial de obtener agua a profundidades entre 250 m y superiores a los 650 m. Con esta recomendación se satisface la demanda básica de la población teniendo una estrategia hídrica robusta y sostenible.

GEOH-17 CARTEL

ANÁLISIS DE LAS COMPONENTES DEL BALANCE HÍDRICO A TRAVÉS DE HERRAMIENTAS SATELITALES Y BASES DE DATOS OBSERVACIONALES EN EL SISTEMA LAGUNAR CHASCHOC-SEJÁ (TABASCO)

Ortiz Cruz Sara Geraldine[1], Hernández Hernández Mario Alberto[2] y Cortés Silva Alejandra[2]

[1] *Universidad Nacional Autónoma de México*
[2] *Instituto de Geofísica, UNAM*
gesortc18@gmail.com

El presente trabajo propone identificar y caracterizar los sistemas lagunares desde una perspectiva hidrogeológica mediante habilidades prácticas y teóricas, para aproximarse a la gestión sostenible de estos. El sistema lagunar Chaschoc-Sejá se encuentra ubicado al norte del municipio Emiliano Zapata en el Estado de Tabasco, presentando una amplia variabilidad dinámica desde el punto de vista hidrológico, dependiendo de las épocas de estiaje, lluvia y monzón tropical. El estudio de su dinámica y comportamiento se apoyó en el manejo de herramientas de hidrometría, meteorología y de percepción remota como SWOT (Surface Water and Ocean Topography) y CHELSA Climate, además de datos observacionales del Servicio Meteorológico Nacional. La visualización y análisis del comportamiento de las variables climáticas de interés (precipitació, temperatura, evaporación) fueron evaluadas para diferentes años hidrológicos (julio-junio) establecidos y considerados dentro de un periodo histórico (1955-1999) y uno actual (2000-2025), presentando la misma tendencia en periodo de lluvias (junio-octubre) y estiaje (noviembre-mayo). Se observó un patrón similar y congruente entre periodos estacionales (lluvia, estiaje) y superficies de inundación, obtenidos a través de imágenes satelitales procesadas de SWOT. Los registros en época de lluvia muestran rangos de la profundidad de las lagunas y sus volúmenes almacenados de 4.7-4.9 m y 11.9- 23.2 hm3, respectivamente, en la laguna Chaschoc y de 3.4-6.2 m y 12.1-19.6 hm3 en la laguna Sejá. En la época de estiaje, los rangos de profundidad de lagunas y volúmenes almacenados varían de 0.7- 1.5 m y 1.0- 3.8 hm3, en Chaschoc y de 0.02- 3.8 m y 0.03- 1.7 hm3, en Sejá. La evapotranspiración fue superada en 11 de los 12 meses estudiados del periodo actual por la precipitación, siendo los mayores flujos de entrada en octubre y noviembre, mientras que los de salida se registraron en abril y mayo. El balance hídrico resultó negativo en 7 de 12 meses, siendo positivo en julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre. El análisis del balance hídrico del sistema lagunar Chaschoc-Sejá, realizado en dos periodos de evaluación nos permitió evaluar la dinámica estacional y a largo plazo del funcionamiento hídrico del sistema lagunar, anticipándonos a periodos de alta y baja disponibilidad de agua y sus efectos en el sistema estudiado.

GEOH-18 CARTEL

REVISIÓN DE ESTUDIOS SOBRE VULNERABILIDAD A LA CONTAMINACIÓN DE ACUÍFEROS EN MÉXICO

Cuéllar Ramírez Elisa[1] y Morales Arredondo José Iván[2]

[1] *Colegio de Geofísica, Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP*
[2] *Instituto de Geofísica, UNAM*
elisatl.cuellar@gmail.com

La evaluación de la vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos es una herramienta fundamental para la gestión sostenible de los recursos hídricos subterráneos. En México, métodos como DRASTIC, GOD, SINTACS, AVI, entre otros, han sido aplicados en diversas regiones con características heterogéneas, cada uno con alcances específicos. El presente trabajo realiza una revisión bibliográfica sistematizada de estudios publicados en las últimas dos décadas, con el objetivo de identificar las metodologías más utilizadas, los contextos hidrogeológicos en los que se han aplicado, así como sus adaptaciones locales y las regiones del país donde se ha concentrado la investigación. Como complemento, se incluye una breve descripción de la metodología de búsqueda (buscadores, palabras clave, criterios de selección y ejemplo de tabla de registro) y la bibliografía se compartirá mediante código QR, a fin de servir como referencia para otros estudiantes o investigadores interesados en replicar o ampliar la búsqueda en futuros estudios. Esta síntesis busca aportar un panorama general del estado del arte en México, útil para investigadores y tomadores de decisiones, y contribuir al diseño de estrategias de protección y manejo de acuíferos en escenarios presentes y futuros. Además, al identificar los contextos hidrogeológicos en los que se aplicaron los métodos, este trabajo puede servir de guía para quienes estudien zonas con características similares.

GEOH-19 CARTEL

COMPORTAMIENTO DE LA COMPACTACIÓN Y VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN EN LOS SUELOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE GUADALAJARA (2023-2024)

Álvarez Pozos Sandra Luz[1], Sánchez Gómez Ruben[2], García García Edith Xiomara[1] y Estrada Vargas Arturo[1]

[1] *Universidad de Guadalajara, CUT, Posgrado en Geología*
[2] *Departamento de Matemáticas, Universidad de Guadalajara, CUCEI*
sandra.alvarez8365@alumnos.udg.mx

En términos generales, el crecimiento de la mancha urbana y su efecto antropogénico en ciudades grandes, han llegado a sellar el suelo (SAS) por el uso de materiales como asfalto, cemento (cobertura permanente) o por el simple tránsito diario, entendiendo por sellado del suelo a la formación de una capa delgada e impermeable en la superficie, que reduce la infiltración de agua y afectando el ecosistémicos. Este efecto de degradación física del suelo en grandes extensiones culmina en la reducción de la infiltración de agua de lluvia y en consecuencia, la disminución en la capacidad de captación en mantos acuíferos. Así, en este trabajo se presentan los resultados preliminares de un estudio en el que se tomó un muestreo de 19 puntos libres de cobertura permanente en el Área Metropolitana de Guadalajara (AMG) durante el periodo seco 2023-2024 y en cada punto se evaluó la compactación del suelo, utilizando el Índice de Cono (IC) y la velocidad de infiltración aplicando el método de Zhang (1997) y se clasifica la textura del suelo. Los resultados muestran que los puntos evaluados (totalmente urbanizados o en proceso de urbanización) presentan un nivel alarmante de compactación del suelo a una profundidad promedio desde la superficie del suelo y a 5.6 cm de profundidad con IC de 335.8 psi (pound per square inch) y máximos de IC de 649.1 psi.

Sesión regular

GEOLOGÍA DEL PETRÓLEO

Organizador

Javier Arellano Gil

GP-1

MODELADO ESTOCÁSTICO DE TRANSPORTE DE PARTÍCULAS EN LUTITAS BASADO EN AUTÓMATAS CELULARES: VALIDACIÓN EXPERIMENTAL CON CARMAN-KOZENY

Cortéz-de la Cruz Pablo Axel, Valenzuela-Gutiérrez Valeria, Farrera-Salazar Darío, Estrada-Oviedo Jonathan Josías, Andaverde-Guevara Belinda Jazmín y Briones-Carrillo Jorge Alberto

Universidad Autónoma de Nuevo León

pablo.cortezdlc@uanl.edu.mx

Este estudio presenta la implementación de un modelo numérico basado en autómatas celulares para simular el transporte de partículas en medios porosos bidimensionales. El modelo se aplica a microestructuras porosas derivadas de micrografías digitales de muestras de lutitas de las formaciones La Peña y Eagle Ford en la cuenca de Sabinas, Coahuila. La dinámica de desplazamiento incorpora una tendencia direccional, gobernada por un gradiente de presión, superpuesta a una componente de movimiento aleatorio. Este enfoque permite caracterizar la interacción entre el fluido (modelado como un caminante aleatorio sesgado) y la compleja microestructura de la roca, cuantificando parámetros petrofísicos fundamentales como tortuosidad, porosidad efectiva y área específica superficial. El preprocesamiento de las imágenes, incluyendo su binarización y segmentación, se realizó utilizando software de código abierto (GIMP, Inkscape, Fiji). Adicionalmente, los resultados de la simulación se utilizaron como input para la ecuación de Carman-Kozeny, con el fin de estimar la permeabilidad absoluta y caracterizar el comportamiento del flujo a nivel de poro. La metodología desarrollada proporciona una herramienta robusta para la caracterización petrofísica a partir de imágenes digitales, con aplicaciones potenciales en la evaluación de yacimientos no convencionales.

GP-2

SIMULACIÓN DE LA INYECCIÓN DE GEL Y SU BENEFICIO EN LA PRODUCCIÓN DE HIDROCARBURO EN UN YACIMIENTO PETROLERO HOMOGÉNEO

Zárate Díaz Sandra Paola, Martínez Valadez Yeslia Juliana, Broca Acopa Mariana y Matías Pérez Victor

Universidad Autónoma de Nuevo León

sandra.zarated@uanl.edu.mx

Las técnicas de recuperación secundaria y mejorada de hidrocarburo tendrán un papel fundamental en la explotación y recuperación de yacimientos petroleros en Mexico por lo que su estudio tiene gran relevancia. La inyección de gel es un método de recuperación que se puede aplicar al yacimiento para aumentar el factor de recuperación. El gel tiene un efecto de taponamiento temporal de agua en las zonas de alta permeabilidad por lo que contribuye a la disminución del corte de agua y permite a su vez el flujo de aceite a través de zonas menos permeables. El siguiente trabajo presenta un análisis detallado, mediante una simulación en el software BOAST 98, de la eficiencia de barrido y la posibilidad de utilizar la inyección de gel como método de recuperación mejorada en un yacimiento homogéneo de petróleo y se realiza una comparación con la técnica de inyección de agua. Para la ejecución de la simulación se propuso una metodología basada en un modelo matemático simple para caracterizar la viscosidad del gel en el software BOAST 98 y así poder representar este tipo de fluidos complejos en un proceso de inyección y como este afecta en la producción de hidrocarburo. Con base a los resultados obtenidos mediante simulación, se determinó que la técnica de inyección de gel tuvo un mejor desempeño en el aumento de la producción en comparación a la técnica de inyección de agua propuesta en el ejemplo original, esto debido a las diferencias en las propiedades reológicas de los fluidos.

GP-3

ANÁLISIS TEÓRICO-COMPUTACIONAL DE LA PERMEABILIDAD RELATIVA BIFÁSICA EN MEDIOS POROSOS EN CONDICIONES DINÁMICAS - APLICACIÓN DE PROBLEMAS DE CERRADURA Y USO DE MICROGRAFÍAS DIGITALMENTE PROCESADAS

Briones-Carrillo Jorge Alberto[1], Aguilar-Madera Carlos Gilberto[1], Espinosa-Paredes Gilberto[2], Matías-Pérez Víctor[1] y Flores-Cano José Valente[1]

[1]*Universidad Autónoma de Nuevo León*

[2]*Universidad Autónoma Metropolitana*

jorge.brionescr@uanl.edu.mx

El flujo bifásico en medios porosos sigue siendo un tema de interés científico y tecnológico. Es de tal importancia, que se han puesto grandes esfuerzos en proponer modelos desde la década de 1930 hasta el presente, y han contribuido significativamente a describir el fenómeno a escala de poro. Un medio poroso con interfaces móviles plantea grandes desafíos debido a las interrelaciones físicas que presentan las interfaces. En este trabajo, se estudia el flujo bifásico inmiscible en medios porosos a través del modelo derivado por Whitaker en 1994. Este modelo es compuesto por cuatro ecuaciones: dos para el balance de masa de las fases móviles, y dos para el momentum lineal. Las ecuaciones de momentum lineal se acoplan a través de cuatro tensores, uno para cada fase y los dos cruzados entre fases. Dos de estos tensores corresponden a la permeabilidad efectiva de las fases, y los otros dos son denominados tensores de arrastre viscosos. Estos coeficientes se determinan resolviendo problemas de cerradura tensoriales asociados en geometrías representativas. Las primeras estimaciones concuerdan con las predicciones analíticas de Whitaker, y parcialmente con las correlaciones empíricas de la literatura.

GP-4

SIMULACIÓN DE FLUJO BIFÁSICO CON MODELOS DE REDES DE POROS EN MEDIOS POROSOS DE CHICONTEPEC: INTEGRACIÓN DE IMÁGENES SEM, OPENPNM Y DATOS DE LABORATORIO

Ruiz-Ramos Roberto, Romo-Castillo Sebastian, Acevedo-González Juan Emiliano, Escobar-Hernández Leonel y Briones-Carrillo Jorge Alberto

Universidad Autónoma de Nuevo León

roberto.ruizr@uanl.edu.mx

En este trabajo se aplicó la metodología del modelo de redes de poros, técnica ampliamente utilizada para simular flujo multifásico. Se planteó un caso de estudio para estimar parámetros petrofísicos (porosidad, permeabilidad, permeabilidades relativas, tortuosidad, presión capilar y difusividad efectiva) en medios porosos generados con el software OpenPNM a partir de datos obtenidos de imágenes SEM de rocas sedimentarias procedentes del paleocanal de Chicontepec. En el experimento numérico se simularon dos fluidos inmiscibles en escenarios de imbibición y drene. Se utilizó ImageJ para hacer un análisis cuantitativo para calcular la distribución de poros y gargantas de poro, así como su diámetro y área superficial. A la par se hicieron pruebas de desplazamiento en laboratorio de ingeniería Petrolera de la UANL para obtener la porosidad y permeabilidad de las muestras de roca. Los resultados obtenidos son de suma importancia para la industria petrolera y se asemejan a resultados experimentales y datos publicados en la literatura.

GP-5 CARTEL

SIMULACIÓN DE LA INYECCIÓN DE GEL EN YACIMIENTOS NATURALMENTE FRACTURADOS

Méndez Medrano Olga Joselin, Matías Pérez Victor y García Torres Luis Sebastián

Universidad Autónoma de Nuevo León

olga.mendezm@uanl.edu.mx

En este trabajo se presenta una metodología para simular y evaluar el beneficio en el factor de recuperación de hidrocarburo debido a la inyección de gel en un yacimiento naturalmente fracturado mediante un modelo matemático simple para representar al fluido. Para la realización de la simulación y evaluación del beneficio en el factor de recuperación se realizó simulación en BOAST-NFR,

un simulador tipo Black Oil para yacimientos naturalmente fracturados. Los resultados de simulación mostraron en los casos estudiados que la inyección de gel incrementó la producción diaria/acumulada, redujo el corte de agua y además que la adaptación o modificación de un modelo matemático simple para representar al gel es una opción para estudiar su comportamiento en yacimientos naturalmente fracturados.

GP-6 CARTEL

SIMULACIÓN DE INYECCIÓN DE AGUA COMO RECUPERACIÓN SECUNDARIA DE PETRÓLEO EN UN YACIMIENTO FRACTURADO

Rodríguez Guerra Jesús Salvador, Pérez Morales
Diego Alejandro y Aguilar Madera Carlos Gilberto
Universidad Autónoma de Nuevo León
salvador.rodriguezg@uanl.edu.mx

En este trabajo se presenta la simulación de inyección de agua como un método de recuperación secundaria en un yacimiento de petróleo heterogéneo. Se plantea un modelo matemático de dos fluidos que utiliza la Ley de Darcy. Tal modelo se resolvió en el software Comsol Multiphysics. Se estudió la eficiencia de barrido en dominios con diferentes arreglos de fractura, y se investigó el efecto de la tasa de inyección de agua.

GP-7 CARTEL

PERMEABILIDAD AL GAS DE CALIZAS Y ROCAS VOLCÁNICAS FRESCAS, ALTERADAS Y CON FRACTURAS INDUCIDAS SIN DESPLAZAMIENTO

Pola Antonio, Sereno Hugo y Castro Amador
Escuela Nacional de Estudios Superiores - Unidad Morelia, UNAM
antoniopolavilla@gmail.com

El estudio de las características petrofísicas, hídricas y mecánicas de rocas es de gran importancia para distintas áreas de la geología, ingeniería y la industria energética como la explotación de energías renovables. Particularmente, los valores obtenidos en laboratorio representan características de la matriz o roca intacta y dejan fuera o no consideran las características de las cavidades y las fracturas; sin embargo, la información que resulta de los experimentos es muy importante si consideramos que la gran mayoría de los recursos se encuentra alojada en la matriz. El objetivo de este estudio ha sido el de caracterizar físicamente una serie de rocas sedimentarias y rocas volcánicas porosas, algunas de ellas alteradas hidrotermalmente y otras fracturadas. Particularmente, los valores de permeabilidad se obtuvieron con base en el uso del permeámetro de gas, mientras que los valores de porosidad efectiva y su distribución se obtuvieron con base en el uso del porosímetro de intrusión de mercurio. Los resultados sugieren que la variación en los valores de permeabilidad no sólo depende de los valores de la porosidad efectiva, sino también de la arquitectura de los poros conectados (el tamaño y la geometría tienen una influencia dominante). Otro factor muy importante es el aumento de la macroporosidad de cada espécimen asociado con el contenido de microfracturas, el relleno, la apertura, la recristalización de minerales secundarios y la alteración hidrotermal que modifica el sistema en gran medida (e.g., porosidad tipo vuggy). Por el contrario, en las muestras de roca que contienen bajo porcentaje de poros como las lavas, en las que prácticamente no existe conectividad entre poros, y todos ellos se encuentran en el mismo rango de tamaño, el valor de permeabilidad depende completamente de la presencia de microfracturas.

Sesión regular

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL Y TECTÓNICA

Organizador

Carlos Simón Reyes Martínez

GET-1

UNUSUAL INTRAPLATE TECTONIC DEFORMATION BLOCK IN THE CENTRAL INDIAN BASIN

Yutsis Vsevolod[1], Levchenko Oleg[2], Tevelev Alexander[3], Marinova Yulia[2], Veklich Ilia Veklich[2] y Del Razo González Abraham[1]

[1]*Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT*
[2]*Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*
[3]*Geological Faculty, Moscow State University, Moscow, Russia*

vsevolod.yutsis@ipicyt.edu.mx

The Central Indian Ocean Basin (CIOB) is distinguished by unusually high tectonic activity, setting it apart from all other passive oceanic basins. Within the interior of the Indo-Australian lithospheric plate lies a unique area of intraplate deformation. This region is characterized by the highest recorded intraplate oceanic seismicity, with earthquake magnitudes reaching up to M = 8, abnormally high heat flow—measured to be two to four times higher than background levels for the ancient oceanic lithosphere of the Cretaceous age—and, most notably, intense folding and faulting of sediments and the basement, which are typically associated only with boundary zones of lithospheric plates. This anomalously tectonically active intraplate area was studied during regular research cruises in the 1970s–1980s, after which new conclusions were mainly drawn from satellite data modeling. Substantially new geophysical data were obtained in 2017 after a long gap. Bathymetric surveys using multibeam echosounders during the 42nd cruise of the R/V (Research Vessel) Akademik Boris Petrov and the SO258/2 cruise of the R/V Sonne provided full coverage of a large portion of the intraplate deformation area in the CIOB. This confirmed the mosaic-block structure of the intraplate deformation zone in the Central Indian Ocean Basin, consisting of numerous isometrically deformed tectonic blocks. A linear block at 0.2–0.6# S, which has a branch-like shape in plain view, is morphologically distinct from these blocks. It represents a system of structural elements of different scales (folds, flexures, ruptures), which constitute a structural paragenesis formed in the mechanical environment of a dextral transpressive tectonic setting.

GET-2

GEOMORFOLOGÍA TECTÓNICA DE ZONAS DE RECARGA DE ACUÍFEROS - EJEMPLO DE LA SERRANÍA DEL BURRO, COAHUILA

Almaguer Carmenates Yuri, Medina Martínez Juan Fernando, Batista Cruz Ramón Yosvanis, Batista Rodríguez José Alberto, López Saucedo Felipe de Jesús, Herrera Palacio Ariana Denise y Martínez Villarreal Areli Leticia

Escuela Superior de Ingeniería, Universidad Autónoma de Coahuila, ESI-UAdeC

y_almaguer@uadec.edu.mx

En el estado de Coahuila los recursos hídricos son escasos y en muchos de ellos sus reservas están afectadas por sobreexplotación, o sus aguas manifiestan procesos de salinización. De los 28 acuíferos existentes, 19 tienen oficialmente un déficit de disponibilidad de agua; aunado a ello, la sequía histórica y la falta de eficiencia en el uso de agua, hacen que el estado se encuentre en estrés hídrico. En este entorno, los estudios morfotectónicos constituyen una valiosa herramienta para realizar análisis regionales de las zonas de recargas e identificar patrones entre las geoformas, morfoalineamientos y flujos de aguas superficiales y subterráneaos. Es por ello que se realiza un análisis de geomorfología tectónica de zonas de recarga de acuíferos en el norte de Coahuila, en el caso de estudio de la Serranía del Burro, con vistas a identificar las estructuras tectónicas que contribuyen en la infiltración de las aguas de escorrentía y alimentación de dichos acuíferos. La metodología está basada en el procesamiento de modelos digitales de elevación mediante herramientas SIG. Para cumplir con el objetivo se interpretaron varios mapas morfométricos (hipsométrico, pendientes, drenaje superficial, isobases, disección vertical) y se analizaron índices geomórficos (gradiente de corriente de primer orden, sinuosidad del frente montañoso y asimetría de cuenca). Los mapas morfométricos permitieron identificar morfoalineamientos de dirección NE-SW y NW-SE, estos últimos son de mayor extensión espacial y son paralelos a la traza de la Falla La Babia ubicada al sur del área. Los morfoalineamientos se caracterizan por pendientes pronunciadas (>30°), mayores gradientes (0.22 - 0.51), cierres de isobases y disección vertical elevada, lo que sugiere un control estructural sobre el relieve. El índice de sinuosidad del frente montañoso (Smf) reveló frentes con valores de 2.677 al NW y 9.534 al SE de la serranía, indicando una mayor actividad tectónica en el sector NW. El índice de asimetría de cuenca (AF) mostró desviaciones sistemáticas hacia las vertientes orientales de las mismas, sugiriendo un basculamiento regional activo asociado a la Falla La Babia. Estas condiciones estructurales, condicionan el nivel de fracturamiento, permeabilidad y potencial de recarga, subdividen la serranía en bloques morfotectónicos y condicionan los flujos subterráneos hacia el SE del área, beneficiando a los acuíferos Región Carbonífera y Allende-Piedras Negras.

GET-3

ANALISIS TECTÓNICO DESDE EL PUNTO DE VISTA GRAVIMETRICO DE LA ZONA DE SUBDUCION DEL ISTMO DE TEHUANTEPEC

Camacho Ascanio Miguel Alejandro[1], Arango Galván Claudia[1] y Álvarez Román[2]

[1]*Departamento de Geomagnetismo y Exploración Geofísica, Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM*

miguelcamacho@igeofisica.unam.mx

El Istmo de Tehuantepec, localizado en el sureste de México, constituye una región tectónicamente activa y compleja, donde la Placa de Cocos subduce de manera oblicua bajo la Placa de Norteamérica a velocidades estimadas entre 60 y 80 mm/año. Esta dinámica está fuertemente influenciada por la entrada en subducción de la dorsal de Tehuantepec, una prominente elevación oceánica que, al colisionar con la margen continental, modifica la geometría de la placa subducida e induce condiciones favorables para la generación de desgarres o rupturas en la losa, tanto en dirección vertical como paralela a la fosa. Diversos estudios sísmicos han propuesto que la Placa de Cocos presenta discontinuidades significativas, las cuales se manifiestan como gaps sísmicos, zonas de baja sismicidad intermedia y regiones del manto superior caracterizadas por densidades anómalamente bajas, interpretadas como indicios de fragmentación o desacoplamiento de la losa subducida. Estos procesos afectan no solo la distribución de la actividad sísmica y volcánica, sino también la dinámica del manto, favoreciendo posibles flujos ascendentes y reorganización litosférica. Con el objetivo de contribuir al entendimiento de estas estructuras profundas, se emplearon modelos gravimétricos de alta resolución derivados de datos satelitales, específicamente EIGEN-6C4 y XGM2019e_2159, los cuales integran información de los satélites GOCE y GRACE junto con observaciones terrestres. A partir de estos modelos se generaron mapas regionales de anomalía de Bouguer y se aplicaron técnicas de reducción y filtrado espectral para identificar patrones asociados a discontinuidades litosféricas. Los resultados revelan patrones de anomalías positivas y negativas a lo largo del trazo proyectado del Tehuantepec Ridge, lo que respalda su continuidad hacia el continente, mientras que en el interior del Istmo se identifican anomalías negativas localizadas, interpretadas como posibles zonas de baja densidad relacionadas con desgarres o ausencia parcial del slab. Adicionalmente, el análisis espectral sugiere variaciones en la profundidad de las fuentes responsables de estas anomalías, con estimaciones compatibles con estructuras situadas entre la corteza inferior y el manto superior. Estos hallazgos gravimétricos son consistentes con hipótesis tectónicas previas basadas en tomografía sísmica, las cuales proponen un régimen de subducción segmentado en el Istmo, caracterizado por desgarres activos en la Placa de Cocos. En conjunto, los resultados presentados demuestran el valor de los modelos de gravedad satelital de alta resolución como herramientas efectivas para la caracterización de estructuras profundas en zonas de subducción oblicua y aportan evidencia adicional sobre la complejidad geodinámica del sureste mexicano, particularmente en la interacción entre el Tehuantepec Ridge, la Placa de Cocos y la Placa de Norte América.

GET-4

RESULTADOS PRELIMINARES DEL ANÁLISIS DE GRAVIMETRÍA SATELITAL EN LA PORCIÓN OCCIDENTAL DE LA CUENCA DE MÉXICO

Camacho Ascanio Miguel Alejandro[1], Arango Galván Claudia[1] y Álvarez Román[2]

[1]*Departamento de Geomagnetismo y Exploración Geofísica, Instituto de Geofísica, UNAM*

[2]*Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM*

miguelcamacho@igeofisica.unam.mx

La Cuenca de México, con más de 25 millones de habitantes, manifiesta una intensa actividad tectónica por su bicación en la Faja Volcánica Transmexicana, lo que presenta importantes riesgos geológicos. Estos incluyen vulcanismo activo y una alta actividad neotectónica, agravada por una grave subsidencia del terreno resultante de la sobreexplotación de aguas subterráneas. Este estudio emplea gravimetría satelital para investigar la estructura profunda del sector sur de la cuenca, con especial atención a la zona Plateros-Mixcoac, cuya actividad sísmica se ha visto incrementada en años recientes. Los valores de la anomalía de Bouguer se calculó siguiendo las metodologías actualizadas del USGS, incluyendo correcciones de terreno, atmosféricas y de aire libre. Los datos se procesaron posteriormente mediante filtrado gaussiano y derivadas verticales para mejorar las características estructurales del subsuelo. Se definieron dos ventanas de análisis, una local centrada en la zona de interés y una ventana regional más amplia para definir el entorno tectónico. Los resultados preliminares reportan un lineamiento mínimo distintivo con orientación NW-SE, coincidente con la fisura Plateros-Mixcoac. El mapa regional de la anomalía de Bouguer muestra anomalías positivas y negativas dominantes asociadas con cuerpos magmáticos enfriados en la sierra Chichinautzin y zonas de baja densidad bajo la Sierra de las Cruces. Las derivadas verticales del campo de la anomalía de Bouguer señalan dos familias principales de lineamientos coincidentes con el estado de esfuerzos predominante en la cuenca. La interpretación de estos lineamientos gravimétricos, junto con los datos geológicos de campo, revela un sistema de fallas con orientación predominantemente NE-SW, con estructuras secundarias ENE-WSW, siendo el sistema de fallas Contreras la estructura dominante. El mapa de derivadas verticales muestra que la sismicidad reciente observada en la zona de Mixcoac, se alinea con estas estructuras, lo que indica deformación activa. Además, el modelado de inversión del campo gravitatorio a una resolución de 250 m revela anomalías superficiales de baja densidad — interpretadas como fallas normales con componente lateral, enriquecidas con sedimentos y fluidos— que probablemente contribuyen a la inestabilidad superficial.

GET-5

AN ANALYSIS OF THE FACTORS THAT CONTROL FAULT ZONE ARCHITECTURE AND THE IMPORTANCE OF FAULT ORIENTATION RELATIVE TO REGIONAL STRESS

Fletcher John[1], Teran Orlando[1], Rockwell Thomas K.[2], Oskin Michael E.[3], Hudnut Kenneth W[4], Spelz Ronald M[5], Lacan Pierre[6], Ostermeijer Giles[7], Mitchel Thomas M[7], Hinojosa-Corona Alejandro[1] y Peña-Villa Ivan[1]

[1]*CICESE*

[2]*San Dlego State University*

[3]*University of California, Davis*

[4]*United States Geological Survey*

[5]*Universidad Autónoma de Baja California*

[6]*Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM*

[7]*University College London*

jfletche@cicese.mx

The structural style of a fault is generally thought to reflect its mechanical behavior. Stick slip behavior is associated with simple narrow fault zones that have a single high-strain core. These are commonly developed from quartzo-feldspathic protoliths and this structural style is thought to result from the positive feedback between comminution and transformation weakening (Chester et al., 1993). Stable sliding behavior is commonly associated with complex wide fault zones that have multiple anastomosing high-strain cores. These are commonly developed from phyllosilicate rich protoliths, and are thought to reflect strain hardening (Faulkner et al., 2003). The MW 7.2 El Mayor-Cucapah earthquake of 2010 produced a cascading rupture that propagated through a complex network of intersecting faults that cut metamorphic and plutonic rocks exposed in northern Baja California. Coseismic slip of 1-6 m was accommodated by fault zones displaying the full spectrum of previously mentioned styles, which demonstrates that stick-slip mode is not restricted to a certain type of fault. As fault zone complexity and width increase, coseismic slip becomes more broadly distributed on a greater number of scarps that form wider arrays. Thus the slip of a single earthquake replicates many of the fabric elements of the long- lived fault. In addition to protolith, we find that orientation strongly affects fault zone complexity, which increases with decreasing dip. Projecting regional stress onto individual faults, shows that fault zone complexity increases systematically with resolved normal stress, which is known to increase gouge production in laboratory experiments (Yoshioka, 1986). The progressive rotation of faults is thus a previously unrecognized form of strain hardening. We also conclude that regardless of protolith, all faults should experience alternating cycles of stick slip, gouge production and weakening followed by creep, ductile attenuation of gouge and strengthening.

GET-6

REGISTRO DE GRANDES RUPTURAS SÍSMICAS DURANTE EL CUATERNARIO TARDÍO EN EL SECTOR NORTE DE LA FALLA NORMAL DE BAJO ÁNGULO CAÑADA DAVID, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Cambrón Jaziel Froylan[1], Fletcher John M.[1], Rockwell Thomas K.[2], Spelz Ronald M.[3], Guerrero-Murcia Luis Andrés[1], Hinojosa Alejandro[1], Lacan Pierre[4], Rösler Boris[1], Peña-Villa Iván Arturo[1], Gudino-Elizondo Napoleón[5] y González-Ortega Alejandro[1]

[1]*CICESE*

[2]*SDSU*

[3]*UABC*

[4]*UNAM*

[5]*IIO-UABC*

jaziel@cicese.edu.mx

La mecánica de las fallas normales de bajo ángulo sigue siendo motivo de debate, en particular en la manera cómo se acomoda el deslizamiento. Este estudio examina el desplazamiento cosísmico vertical a lo largo del sistema de fallas Cañón Rojo–Chupamirtos (CR-CH), parte de la falla normal de bajo ángulo sísmicamente activa conocida como detachment Cañada David (CDD). Marcadores geomorfológicos y paleosísmicos muestran que el desplazamiento cosísmico vertical se acumula con el tiempo, con superficies de abanicos aluviales más antiguos que preservan un mayor número de eventos de ruptura. El sismo de Laguna Salada de 1892 (M 7.2) produjo el mayor desplazamiento registrado (~6 m), este es observado en la intersección de la falla Cañón Rojo–Chupamirtos y la falla de alto ángulo Laguna Salada. Se observan variaciones significativas en la magnitud del desplazamiento a lo largo de la traza del sistema CR-CH, donde los segmentos de rumbo NNE, registran casi el doble de desplazamiento vertical que los segmentos con rumbo NW. El análisis de superficies de abanicos aluviales del Holoceno revela al menos seis eventos principales de ruptura superficial. La evidencia observada con este análisis sugiere que han ocurrido entre 15 y 27 eventos sísmicos desde el Pleistoceno tardío, en intervalos de ~2 ka. Estos resultados indican que la falla CDD es controlada por una mecánica cosísmica de "stick-slip". Además, la frecuente co-ruptura entre las fallas CDD y Laguna Salada, sugiere que futuros sismos en la región podrían involucrar patrones de ruptura complejos, capaces de producir un componente no doble par pronunciado en sus mecanismos focales.

GET-7

EVALUACIÓN DE MODELOS PARA LA GÉNESIS DE FALLAS NORMALES DE BAJO ÁNGULO: UN ESTUDIO MULTIDISCIPLINARIO DE CAÑADA DAVID DETACHMENT, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Balbuena Salomón Martha Carolina[1], Fletcher John M.[1], Pérez-Flores Marco A.[1], Ruiz-Aguilar Diego[1], González-Escobar Mario[1], Romo-Jones José Manuel[1], Spelz Ronald M.[2], Mastache-Román Edgar[1], Gallardo Luis A.[1], González-Ortega Alejandro[1], Cortés Arroyo Olaf[1] y Cambrón-Rosas Jaziel F.[1]

[1]*División de Ciencias de la Tierra, CICESE*

[2]*Universidad Autónoma de Baja California*

mbalbuena@cicese.edu.mx

Las fallas normales de bajo ángulo (FNBA) son estructuras importantes en entornos extensionales en todo el mundo, pero su génesis y la mecánica de su deslizamiento siguen siendo poco comprendidas. La falla Cañada David detachment (CDD) es una falla normal de bajo ángulo sísmicamente activa que se extiende de 55 a 60 km a lo largo de su traza y se enraíza hacia el oeste bajo la cuenca de rift de Laguna Salada, en el norte de Baja California, México. Con el fin de poner a prueba los modelos genéticos de las FNBA más ampliamente aplicados, presentamos un estudio multidisciplinario que combina gravimetría, magnetotelúrico, perfiles de reflexión sísmica, registros de pozos, cartografía geológica y geomorfología tectónica para construir tres perfiles bidimensionales de la estructura cortical y de la geometría subsuperficial de la falla CDD. Encontramos que CDD corta la corteza sismogénica hasta profundidades de 15 km con una geometría plana-rampa-plana, y los perfiles corticales muestran un engrosamiento del 150 % de la corteza inferior bajo la rampa de CDD, lo que sugiere una compensación isostática impulsada por flujo cortical inferior, similar a las FNBA en la Provincia Basin and Range (EE. UU.), el Mar Egeo (Grecia) y el Complejo Metamórfico Linglong (China). Las variaciones en el relieve topográfico y la geomorfología de las cuencas de drenaje sugieren que los megamullions antiformales están emergiendo a tasas significativamente más altas, lo que indica que se formaron por el plegamiento del detachment en respuesta a la deformación constriccional. Los megamullions sinformales son dominios donde el fallamiento superficial ha migrado hacia la cuenca para formar nuevos bloques pasajeros del sistema detachment. Estos hallazgos son consistentes con el modelo Rolling hinge de fallamiento detachment. La evidencia de migración de fluidos hidrotermales a lo largo de la zona detchment concuerda

con observaciones en otras FNBA, reforzando el papel del debilitamiento asistido por fluidos.

GET-8

PERSPECTIVAS TECTÓNICAS Y SEDIMENTARIAS DE LAS CUENCAS TRANSTENSIONALES A LO LARGO DEL LÍMITE DE PLACAS PACÍFICO–NORTEAMÉRICA EN EL NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA

González Escobar Mario, Gallegos Castillo Cristian Alejandro, Arregui Ojeda Sergio Manuel, Mastache Román Edgar Agustin y Reyes Martínez Carlos Simón
CICESE
mgonzale@cicese.mx

En su sector norte, el Golfo de California presenta características tectónicas y sedimentarias complejas, que ofrecen información valiosa sobre la evolución geológica de la región. Con base en perfiles sísmicos de reflexión bidimensionales, exploramos su estilo estructural y propiedades sedimentarias. Los espesores de sedimentos varían de 7 km a más de 10 km, fuertemente influenciados por los sedimentos del río Colorado que rellenan cuencas axiales limitadas por fallas, incluyendo las cuencas Wagner, Consag, Delfín Superior y Delfín Inferior. La Cuenca Wagner comprende dos subcuencas asimétricas con orientación NNE. Una falla de bajo ángulo controla la subcuenca norte, la cual carece de expresión batimétrica. En contraste, fallas oblicuas influyen en la subcuenca sur, de 12 a 15 km de ancho, al confluir en la Falla Wagner y transferir el esfuerzo a la Falla de Transformación de Cerro Prieto. La deformación del Plioceno tardío es evidente, con una subsidencia significativa reflejada en el horizonte superior del Plioceno. Las cuencas axiales del norte del Golfo exhiben una geometría de separación compuesta, con cuatro subcuencas de orientación norte–sur enlazadas por fallas de transformación, incluyendo el Canal de Ballenas en el sur y Cerro Prieto en el norte. La transferencia de esfuerzo desde la Falla del Canal de Ballenas genera una compleja red en "cola de caballo", resultando en deformación transpresional distribuida dentro de las cuencas Delfín Superior e Inferior. Las fallas activas cortan predominantemente el fondo marino al oeste de la Zona de Falla Tepoca, definiendo el límite oriental del rift moderno. Cuencas marginales limitadas por fallas, como las de la Isla Tiburón y la costa adyacente del Golfo en Sonora, exponen depósitos no marinos fallados del Mioceno tardío, lo que indica extensión NE–SO y la formación de cuencas de rift. Los depósitos marinos del Plioceno inferior revelan incursiones marinas debidas a los movimientos de las placas del Pacífico y de Norteamérica. Fallas normales y oblicuas con orientación NE controlan los depocentros activos en las cuencas Wagner, Consag, Delfín Superior e Inferior. En la Cuenca Delfín Superior, se evidencian de cuatro a cinco depocentros asimétricos, moldeados por la actividad tectónica. La Cuenca Delfín Inferior presenta un rift simétrico de orientación NE paralelo al alto estructural Ángel de la Guarda, lo que resalta su alineamiento tectónico. La Cuenca Tiburón, caracterizada por un basamento acústico poco definido, revela un importante relleno sedimentario sobre la corteza continental inferior, indicando una acumulación sedimentaria significativa. Las fallas Tiburón y De Mar controlan los depocentros asimétricos de orientación NE en la Cuenca Tiburón. Las cuencas abandonadas a lo largo del margen oriental, incluyendo Tiburón, Tepoca, Peñasco y Altar, están separadas de las cuencas activas por altos estructurales. Las irregularidades del basamento en las cuencas Delfín y Consag reflejan remanentes de corteza continental hiperextendida, con altos estructurales intra-cuenca que asemejan trozos de corteza continental inferior. Este estudio subraya la importancia de los procesos tectónicos y sedimentarios en la configuración del norte del Golfo de California, destacando el papel de las fallas mayores en su evolución geológica y topográfica.

GET-9

INTEGRANDO GEOLOGÍA Y GEOFÍSICA MARINA Y TERRESTRE PARA DILUCIDAR LA ESTRUCTURA DE LA MARGEN SUROESTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Ferrari Luca[1], González Mario[2], López Margarita[2], Orozco Teresa[1], Gallegos Cristian[2], Arregui Sergio[2] y Mastache Agustin[2]
[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*CICESE*
luca@unam.mx

La parte sur del Golfo de California contiene información importante para entender la evolución inicial del rift anterior a la etapa transtensional del Mioceno tardío. En esta región el rift es marcadamente asimétrico con los centros de expansión de las cuencas de reciente oceanización (Alarcón, Pescadero, Farallón, Carmen) ubicados mucho más cerca de la margen de Baja California que de la de Nayarit-Sinaloa. Presentamos una integración de datos geológicos y geocronológicos publicados e inéditos (39 nuevas edades Ar-Ar y U-Pb) de la margen occidental que, junto con perfiles sísmicos multicanal, permiten definir su estructura y la edad del magmatismo. Ambas márgenes sumergidas están dominadas por rocas graníticas a granodioríticas del Cretácico Tardío (101-85 Ma), correlativas con las encontradas en los bloques de Los Cabos y Jalisco y el batolito de Sinaloa. En la margen oriental del rift, estas rocas solo están expuestas en el escarpe que delimita la cuenca oceánica Alarcón, en el borde oriental de la fosa Tamayo (Escarpes Nayarit), y en las Islas Marías; pero se encuentran sepultadas más al este en la cuenca de San Blas (cuenca de Mazatlán en los reportes de PEMEX). En cambio, en la margen occidental, en la región costa afuera entre Loreto y La Paz, la estructura inicial del rift está mejor expuesta. En esta región las rocas intrusivas del Cretácico Tardío constituyen un alto estructural, que puede seguirse por ~330 km desde Península Concepción al norte hasta la Isla Cerralvo al sur y que aflora en las islas Santa Catalina, Santa Cruz, San José y Espíritu Santo. Las muestras submarinas y los perfiles sísmicos muestran la continuidad de este alto del basamento que denominamos Concepción-Cerralvo (ABCC) y que está segmentado por zonas de acomodación lateral izquierda al sur de Loreto y al sur de Isla San José. El ABCC está cubierto solo por unas delgadas ignimbritas fechadas entre ~22 y 19 Ma y está intrusionado por granitoides de 21.5-18.2 Ma, contemporáneos con el último pulso silícico de la Sierra Madre Occidental en Nayarit y con el miembro inferior del Grupo Comondú. Lavas de composición intermedia de ~17-14 Ma e intrusiones someras, correlativas con el miembro medio del Grupo Comondú, se encuentran en un cinturón extendido alrededor de los bancos Foca y Cerralvo, al este del ABCC. En la sierra La Giganta, las brechas y los flujos de lava del miembro medio del Grupo Comondú superan los 750 m de espesor. La ausencia de estas rocas por encima del AABC y el enfriamiento muy rápido de las intrusiones del Mioceno medio en el cinturón Foca-Cerralvo sugieren que el AABC era un horst que separaba dos cuencas: una occidental, posteriormente exhumada e inclinada al OSO (sierra La Giganta), y otra oriental, parcialmente expuesta en el cinturón Foca-Cerralvo. Esta última representaría la contraparte occidental de la cuenca de San Blas, ahora separada por la cuenca oceánica Alarcón y la fosa Tamayo. Conjuntamente formarían el rift axial que empezó a formarse a ~19 Ma.

GET-10

CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL Y ESTRATIGRÁFICA DE LA CUENCA DE ANTEARCO MAGDALENA

González Álvarez Moisés Daniel[1], González Escobar Mario[1] y Ferrari Luca[2]
[1]*División de Ciencias de la Tierra, CICESE*
[2]*Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM*
mdgonzalez@cicese.edu.mx

Este estudio presenta un análisis estructural y estratigráfico de la cuenca de antearco Magdalena, en el occidente de México, una región de antearco moldeada por las etapas finales de la subducción de la Placa de Farallón. A partir de perfiles sísmicos de reflexión 2D en tierra y registros de pozos, identificamos tres unidades tectonoestratigráficas (M2–M4) que suprayacen a un basamento acústico deformado (M1), limitadas por dos discordancias de importancia regional. La más prominente, la discordancia D-2, se traza a lo largo de múltiples líneas sísmicas y marca la transición de los estratos Maastrichtianos a los Paleoceno–Oligocenos. Su truncamiento angular, la extensión regional y las relaciones de onlap sugieren una fase de levantamiento y erosión concentrada cerca del margen suroeste de la cuenca, potencialmente vinculada a deformación dentro de un prisma de acreción subyacente. Interpretamos esta discordancia como la expresión superficial de un cambio en el régimen tectónico durante el Paleógeno tardío. La evidencia sísmica de fallamiento inverso en las unidades más antiguas —ausente en las secuencias más jóvenes — respalda un cambio en las condiciones de esfuerzo en la placa superior. Estas observaciones se correlacionan con reconfiguraciones tectónicas regionales, incluyendo cambios en la oblicuidad de la convergencia y el retroceso o cese de la subducción de Farallón.

GET-11

IMPACTO DE LOS PROCESOS EN LA ZONA DE SUBDUCCIÓN DE MÉXICO A LAS DEFORMACIONES CORTICALES EN EL CINTURÓN VOLCÁNICO TRANSMEXICANO

Kazachkina Ekaterina[1], Suárez Gerardo[1], Zúñiga F. Ramón[2], Lacan Pierre[2], Pollitz Frederick[3] y Materna Kathryn[4]
[1]*UNAM*
[2]*Instituto de Geociencias, UNAM*
[3]*USGS*
[4]*University of Colorado*
kazachkina@igeofisica.unam.mx

Los procesos tectonicos en México tienen diversas y unicas manifestaciones. En este trabajo se analiza la interacción entre los procesos en la zona de subducción de México y las deformaciones corticales en el Cinturón Volcánico Transmexicano (CVTM). Ambas estructuras tienen caracteristicas particulares que las distingue de otros lugares del mundo. La zona de subducción mexicana tiene oblicuidad de ~10-13° que aumenta a lo largo de la costa del Pacifico del noroeste al sureste (Kazachkina et al., 2019). Además la placa oceanica del Cocos tiene una parte plana que se extiende ~250km (Perez-Campos et al., 2008) principalmente abajo del estado de Guerrero sirviendo como un limite al sur del CVTM. El Cinturón Volcánico en México también tiene una oblicuidad con respecto a la zona de subducción (Suárez et al., 2019). Los trabajos previos sobre otras zonas del mundo, ej., Farias et al., 2011, Toda et al., 2011, muestran que los sismos grandes de subducción afectan el estado de esfuerzos en las fallas corticales de la placa continental. El estudio actual busca encontrar que impacto

tienen los procesos de subducción en México, tales como: eventos asismicos lentos y sismos grandes interplaca, a las fallas corticales del CVTM. Este analisis es una extensión del estudio geodésico de los esfuerzos tectonicos (Kazachkina et al., 2023) que mostró la dominancia del regimen de compresión en la parte oeste del CVTM provocada por la subducción de las placas Rivera y Cocos bajo la placa Norteamericana.

GET-12

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOCRONOLÓGICAS DE LAS ROCAS DEL CENOZOICO EN LOS ALREDEDORES DEL CERRO DEL CUBILETE, GUANAJUATO, MÉXICO: IMPLICACIONES EN LA EVOLUCIÓN GEOLÓGICO-ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE FALLAS EL BAJÍO

Ángeles-Moreno Edgar[1], Loza-Aguirre Isidro[1], Beltrán-Martínez Beatriz Coral[2], Nieto-Samaniego Angel Francisco[3], Salas-Vallejo Néstor[4], Solé-Viñas Jesús[5] y Miranda-Avilés Raúl[1]

[1]*Universidad de Guanajuato*
[2]*Geo and Petroservices*
[3]*Instituto de Geociencias, UNAM*
[4]*Servicios Industriales Peñoles*
[5]*Instituto de Geología, UNAM*
e.angeles@ugto.mx

El sistema de fallas El Bajío (SFB) es considerado el límite tectónico sur de la Mesa Central, es una zona de fallas con cerca de 110 km de longitud, con dirección NW-SE que tiene un ancho mínimo de 5 km. El SFB limita a la Cuenca del Bajío y la Sierra de Guanajuato. La región de Silao y del Cerro del Cubilete se encuentran en esta zona de falla y es una zona de interacción entre sistemas de fallas NW-SE (SFB) y NE-SW (Falla Aldana). En este trabajo se presentan las características geológico-estructurales y algunos datos geocronológicos de las unidades cenozoicas que rodean al Cerro del Cubilete. Se realizó cartografía geológica foto interpretativa y de campo, así como fechamiento de rocas volcánicas (U-Pb y K-Ar). Los resultados muestran que hay varias unidades sedimentarias clásticas: Conglomerado Guanajuato, Gravas El Capulín, y unidad de gravas con arenas nombrada informalmente en este trabajo como Aguas Buenas. Las gravas y arenas El Capulín son sobreyacidas por andesitas e ignimbritas (ignimbrita Pabileros) equivalentes en edad a la ignimbrita Media Luna. La ignimbrita Pabileros (ca. 23 Ma) sobreyace concordantemente a andesitas, pero a su vez es sobreyacida por andesitas/basaltos de 13.0 ± 1.1 Ma (K-Ar), esta edad es cercana a la reportada en trabajos anteriores para el Basalto El Cubilete (13.5 Ma). Estas relaciones geológicas se determinaron en los bloques del alto de la Falla El Bajío y de la Falla Aldana. La Falla El Bajío corta unidades volcánicas y sedimentarias mencionadas como también a las andesitas/basaltos de 13.0 Ma lo que implica una edad del fallamiento del Mioceno. La geometría de fallas en la intersección de las fallas El Bajío (NW-SE) y Aldana (NE-SW) muestra que es una zona de acomodo estructural (falla de transferencia) en la cual se desarrolló una cuenca sedimentaria (unidad Aguas Buenas) y localización de focos de aguas termales (Baños de Aguas Buenas), así como otros tipos de actividad hidrotermal. Estos resultados muestran que este sector del SFB es un sistema de fallas de larga vida con actividad del Eoceno al Mioceno, acompañado de fallamiento, vulcanismo, formación de depósitos sedimentarios e hidrotermalismo.

GET-13 CARTEL

TIPOS DE DISCONTINUIDADES EN MASAS ROCOSAS Y SU ANÁLISIS GEOLÓGICO-ESTRUCTURAL EN LAS INMEDIACIONES DE LA PRESA SAN RENOVATO, GUANAJUATO, MÉXICO: IMPLICACIONES EN ALGUNOS RIESGOS GEOLÓGICOS A OBRAS ARQUITECTÓNICAS DE PATRIMONIO HISTÓRICO

Ramírez-Torres Pamela[1], Martínez-Romero Diana Gabriela[1], Ángeles-Moreno Edgar[1], Beltrán-Martínez Beatriz Coral[2], Boni-Noguez Andrew Felix[1], Flores-Olvera Patricia[3] y Loza-Aguirre Isidro[1]

[1]*Universidad de Guanajuato*
[2]*Geo and Petroservices*
[3]*Universidad Autónoma del Estado de México*
p.ramireztorres@ugto.mx

Las laderas rocosas que rodean a la presa San Renovato (construida entre 1832 a 1852) están constituidas por las formaciones geológicas del Conglomerado Guanajuato, Losero y La Bufa; así como por discontinuidades geológicas importantes como fracturas, fallas y discordancias. El desarrollo urbano desordenado es evidente en algunas laderas, y hay varias construcciones históricas que son patrimonio cultural, por ejemplo, casas de la época del porfiriato a lo largo del Paseo de la Presa, Presa de la Olla y Presa San Renovato. La importancia de los estudios por amenaza y afectación de los procesos geológicos hacia sitios de patrimonio cultural en varias ciudades se ha incrementado en los últimos años. En este trabajo se realizó una cartografía geológico-estructural en las laderas rocosas que rodean a la Presa San Renovato, así como un análisis estructural de fallas antiguas y fallas inducidas por la extracción de roca arenisca de la Formación Losero en canteras. Los resultados muestran que, en las laderas y escarpes rocosos de los alrededores de la Presa San Renovato, se tienen varios tipos de movimientos de masa e inestabilidades de ladera. Estos procesos geológico-geomorfológicos han sido controlados por la existencia de tres grupos de fracturas y fallas geológicas oligocenas: Cerro de la Bolita, San Renovato y El Faro. Estos grupos de fracturas y fallas definen una zona de acomodo estructural y son diferentes en sus características estructurales; para el grupo de Cerro de la Bolita dominan direcciones NW-SE y N-S, en el grupo de San Renovato domina una dirección NE-SW y en el grupo de El Faro domina E-W y N-S. Los resultados de análisis cinemático muestran que algunas de las fallas de los tres grupos han tenido movimientos de fallamiento oblicuo y después fallamiento de tipo normal. Además de la presencia de estos grupos de fallas, se observó que la existencia de cavidades por extracción de roca (canteras) en el nivel estratigráfico de la Formación Losero da origen a fallas inducidas, las cuales se movieron siguiendo los planos de debilidad de las fallas oligocénicas. Esto como consecuencia implica otro factor de inestabilidad de laderas, el cual se suma a los siguientes riesgos geológicos detectados: el flujo de detritos, derrumbes de rocas, deslizamientos, desprendimientos de bloques de rocas y varios tipos de fallas de talud. Estos riesgos son controlados por el fracturamiento y fallamiento provocando colapsos de cavidades, desprendimientos, deslizamientos y bloques de roca movilizados. Estos bloques fueron depositados en las cercanías de la Presa San Renovato y representan un riesgo tanto para la población como para las obras arquitectónicas de patrimonio histórico de la parte oriente de la Ciudad de Guanajuato.

GET-14 CARTEL

NUEVO MAPA GEOLÓGICO DE LA REGIÓN TASTIOTA-HIMALAYA, MARGEN ORIENTAL DEL RIFT DEL GOLFO DE CALIFORNIA, COSTA CENTRAL DE SONORA, MÉXICO

Del Pilar Martínez Alexis y Calmus Thierry
Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM
adelpilarmtz@gmail.com

En esta contribución presentamos un nuevo mapa geológico escala 1:50,000 de una porción del margen oriental del rift del Golfo de California en la región Tastiota-Himalaya, costa de Sonora. Esta región se encuentra dentro de un corredor estructural denominado la zona de falla de la costa de Sonora (ZFCS) que registra la evolución temprana del rift. La traza de la ZFCS permanece no documentada en su porción central debido a la falta de cartografía geológica base. Esto motivó la elaboración de un mapa enfocado en las estructuras y estratigrafía del Neógeno. Se establecieron seis unidades cronoestratigráficas a partir de una correlación litológica regional y nuevas edades geocronológicas. (1) Rocas sedimentarias calcáreas y clásticas y metasedimentarias de presumible edad Paleozoico aflorando como techos colgantes de (2) cuerpos granodioríticos de edad Cretácico. Estas rocas pre-Neógeno están sobreyacidas por una extensa cubierta volcánica del Mioceno categorizada en: (3) lavas porfídicas intermedias del Mioceno Inferior-Medio (21–15 Ma), (4) una sucesión de depósitos piroclásticos, diques y lavas félsicas del Mioceno Superior (11–10 Ma) y (5) flujos de lava de composición máfica del Mioceno Superior (10–8.5 Ma). La columna estratigráfica es coronada por (6) depósitos aluviales y coluviales del Plioceno al Reciente. Las estructuras consisten en fallas normales de rumbo N–S y fallas oblicuas y laterales con orientaciones NW y NE. Estas fallas estuvieron activas entre 11 y 8 Ma y produjeron el basculamiento de las rocas preferencialmente hacia el Este. Esta nueva cartografía proporciona nueva información que permite hacer comparaciones en el estilo y temporalidad de la deformación con respecto a las porciones norte y sur de la ZFCS y entender la evolución cinemática y tectónica del rift del Golfo de California durante el Mioceno Medio-Tardío.

GET-15 CARTEL

NUEVAS EDADES ISOTÓPICAS EN EL GRABEN PITÁYCACHI: APORTACIONES A LA ESTRATIGRAFÍA CENOZOICA EN SONORA NORORIENTAL, MÉXICO

Figueroa Castro Rodrigo Alejandro[1], Del Pilar Martínez Alexis[2], Gill Moisa Carlos Manuel[3], Rene Levresse Gilles Pierre[4] y Castillo Reynoso Juan Carlos[5]

[1]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM*
[2]*Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM*
[3]*Licenciatura en Geología, Universidad de Sonora*
[4]*Instituto de Geociencias, UNAM*
[5]*Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación, SECIHTI*
rodrigo.afc@outlook.com

La provincia de Valles y Sierras (Basin and Range) es un elemento fisiográfico característico en la geología cenozoica de Sonora y se formó como resultado de una extensión cortical ocurrida durante el Oligoceno-Mioceno. Una de las estructuras desarrolladas en este evento extensional es el graben Pitáycachi localizado en el noreste de Sonora, el cual tiene una orientación general N-S y dimensiones de 15 km de amplitud y 50 km de longitud. Su arquitectura corresponde a un semi-graben cuya falla maestra (falla Pitáycachi) se ubica en el flanco oriental. Actualmente, el graben Pitáycachi se considera una estructura tectónica activa debido al evento sísmico histórico de 7.5 Mw ocurrido en 1887. En este trabajo se presenta la estratigrafía cenozoica del graben Pitáycachi

sustentada por nuevos fechamientos isotópicos U-Pb y K-Ar. El sustrato se constituye de rocas sedimentarias del Grupo Bisbee del Cretácico Inferior. Las unidades cenozoicas que conforman la columna estratigráfica de la base a la cima son: 1) cuerpos de granodiorita (35.05 ± 0.95 Ma; U-Pb) emplazados en las rocas mesozoicas , 2) una sucesión de ignimbritas félsicas (34.7 ± 1.5 Ma; U-Pb) del Priaboniano que descansan discordantes sobre el sustrato mesozoico; 3) una sucesión volcánica bimodal de presumible edad Oligoceno compuesta de lavas máficas intercaladas con rocas piroclásticas y efusivas félsicas y cuerpos subvolcánicos asociados; 4) lavas basálticas del Mioceno Temprano (19.69 ± 0.34 Ma; K-Ar); 5) una secuencia sedimentaria del Mioceno Tardío-Plioceno de origen lacustre y fluvial con horizontes tobáceos félsicos fechados en ca. 5 Ma y 6) coladas de lavas basálticas del Pleistoceno (1.69 ± 0.1 Ma; K-Ar) correlacionables con el Campo Volcánico San Bernardino. Estas rocas son cubiertas por depósitos de gravas-arenas semiconsolidadas y el relleno aluvial. Con base en la revisión de la estratigrafía y los nuevos fechamientos isotópicos, se interpreta que la actividad del graben Pitáycachi pudo haber iniciado durante el Eoceno Tardío y la extensión produjo la exhumación de las rocas intrusivas granodioríticas. Durante el Mioceno Temprano (22-19 Ma) ocurrió fallamiento con derrames de lava basáltica sinextensionales seguido de un lapso de quietud volcánica y predominante actividad erosiva y sedimentación. Entre 5 y 6 Ma se depositaron tobas félsicas en ambientes fluvio-lacustres y el registro volcánico más joven es de composición máfica y de edad Pleistoceno. Esta nueva información permite correlacionar la estratigrafía del graben Pitáycachi con la de otras cuencas tectónicas aledañas y ayudará con futuras investigaciones para conocer el contexto tectónico asociado a su formación.

GET-16 CARTEL

ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y GEOCRONOLOGÍA K-AR DEL TRANSECTO EL CHOYUDO-HIMALAYA, SECTOR SUR DE LA ZONA DE FALLA DE LA COSTA DE SONORA

Garibay Mendoza Victoria[1], Del Pilar Martínez Alexis[2] y Calmus Thierry[2]

[1]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, Estación Regional del Noroeste, UNAM, Hermosillo, Sonora, México*
[2]*Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Hermosillo, Sonora, México*

victoriagm.90500@gmail.com

El rift del Golfo de California (GOC) es uno de los límites de placas más jóvenes en el mundo y su formación resultó de un cambio de un régimen tectónico de subducción a un límite transformante. La evolución temprana del GOC (12.5–6 Ma) quedó registrada en un corredor estructural transtensional orientado NW-SE denominado la zona de falla de la costa de Sonora (ZFCS), que va desde Puerto Libertad hasta Guaymas. Actualmente existen modelos de evolución estructural de la ZFCS; sin embargo, existen algunos sitios en su parte central donde no se conoce el estilo estructural y la temporalidad de la deformación como lo es en el transecto El Choyudo-Himalaya. Este trabajo integra análisis estructural, petrografía, fechamientos K-Ar de rocas volcánicas y SEM-EDS de rocas de falla para establecer la historia de deformación del área. La columna estratigráfica se compone una cubierta volcánica miocénica de lavas félsicas porfídicas, ignimbritas soldadas y no soldadas félsicas, un enjambre de diques félsicos porfídicos y de grano fino, coladas de lavas máficas porfídicas y el relleno aluvial. Las rocas de fallas se clasificaron como protocataclasitas (30-45% de matriz) y cataclasitas (~70% de matriz) caracterizadas por mosaicos, reducción de tamaño de grano y fracturas orientadas. El análisis de mapas composicionales de las superficies de fallas por SEM-EDS mostró la presencia de elementos como Fe, O, Si, Al y Ti, indicando la presencia de óxidos de hierro y silicatos. Se obtuvieron nuevas edades radiométricas por el método K-Ar: un dique félsico de 14.6 ± 0.5 Ma, una dacita de 10.4 ± 0.3 Ma, un basalto de 7.3 ± 1.4 Ma y una ignimbrita félsica de 7.4 ± 0.5 Ma. El análisis estructural de paleoesfuerzos mediante el programa WinTensor indica la coexistencia de regímenes tectónicos de transtensión con una extensión predominantemente E-W, extensión pura con distintas direcciones (NE, NW y N-S) y strike-slip con una extensión E-NE y una compresión N-NE. Estas soluciones son coherentes con la dinámica de la apertura del GOC. Los resultados indican que la extensión pudo haber iniciado ca. 14.6 Ma, evidenciada por el emplazamiento de un enjambre de diques de esa edad. Las rocas félsicas de 10.4 Ma muestran basculamientos mayores (20-70°) con respecto a las rocas máficas y félsicas de ~7 Ma (12-30°), lo que sugiere que la deformación pudo ocurrir contemporánea con el volcanismo. La temporalidad de la deformación documentada en El Choyudo-Himalaya es consistente con las edades de exhumación de 13.4 Ma y 8.5 Ma reportadas en la literatura a partir de termocronología de baja temperatura de las rocas graníticas que subyacen a la cubierta volcánica del Mioceno. Con esta información se puede establecer que en la parte central de la ZFCS la deformación está dominado por fallamiento lateral y que su actividad más joven ocurrió después ca. 7.3 Ma sin poder precisar su última fase de actividad.

GET-17 CARTEL

GEOMETRÍA, CINEMÁTICA Y EDAD DE ACTIVIDAD DE FALLAS DEL SUR DEL DISTRITO MINERO DE GUANAJUATO, ESTADO DE GUANAJUATO

Loza-Aguirre Isidro[1], Álvarez Campos Verónica Guadalupe[1], Rivera Figueroa Maricruz[1], Ángeles-Moreno Edgar[1], Del Pilar-Martínez Alexis[2], Miranda-Avilés Raúl[1] y Nieto-Samaniego Angel[3]

[1]*Departamento de Minas, Metalurgia y Geología, Universidad de Guanajuato*
[2]*Estación Regional del Noroeste, IGL-UNAM*
[3]*IGC-UNAM*

isidro.loza@ugto.mx

El Distrito Minero de Guanajuato (DMG) está ubicado en la Sierra de Guanajuato, en la porción sur de la Mesa Central de México, cerca de sus límites con la Faja Volcánica Transmexicana. El DMG se caracteriza por un basamento mesozoico compuesto de rocas ígneas y vulcanosedimentarias cubierto discordantemente por conglomerados continentales del Eoceno, que a su vez son cubiertos por una secuencia volcánica del Oligoceno temprano contemporánea con el primer pulso ignimbrítico de la Sierra Madre Occidental. Según la literatura, toda esta secuencia está afectada por fallamiento principalmente normal. Este distrito minero posee una larga historia de explotación minera, principalmente de plata, y se caracteriza por un sistema de vetas epitermales asociado a fallas geológicas cenozoicas. Su larga historia de explotación minera y la importancia económica que ha representado, contrastan con la escala de detalle en la información que existe en la literatura sobre las estructuras como fallas geológicas, ya que la mayoría de los trabajos existentes tienen un enfoque regional a escala del DMG o de toda la Sierra de Guanajuato. Se presenta un mapa geológico de una porción del sur del Distrito Minero de Guanajuato y un análisis de datos estructurales de planos de estratificación y pseudoestratificación, así como de las fallas geológicas colectados en campo. Los datos de las capas muestran diferencias en el rumbo y echado de las formaciones Losero (49.3-33.5 Ma), Bufa (33.5 Ma) y Calderones (31.3 Ma), teniendo Loseros un rumbo promedio NE-SW y buzamiento al SE, Bufa un rumbo promedio NW-SE con buzamiento al NE y Calderones un rumbo promedio NNE-SSW buzando al ESE. También hay variación en la magnitud del buzamiento, siendo este mayor en Loseros, con un promedio de °20, y menor en Bufa y Calderones, con un promedio de °10 de buzamiento para esta última unidad. Esto lo interpretamos como evidencia de sincronía entre el fallamiento y la actividad volcánica en el Oligoceno temprano, y como evidencia de variación en la dirección de alargamiento a lo largo de la historia de la deformación en el área de estudio. Los datos de falla fueron medidos en las formaciones Bufa (33.5 Ma), Calderones (31.3 Ma) y Cedro (30.6 Ma). El análisis geométrico muestra que las fallas presentan un rumbo preferencial NW-SE, con buzamiento al SW principalmente, y en menor proporción un rumbo NE-SW. La cinemática de las fallas indica deslizamientos normales a oblicuos, y en menor proporción laterales. A partir del análisis Bingham de las fallas medidas en la Formación Bufa, se obtuvo una dirección de alargamiento NE-SW, de las fallas en Calderones el alargamiento resultante fue NNE-SSW y el alargamiento resultante del análisis de las fallas medidas en Cedro es WNW-ESE. Estos resultados soportan la interpretación de que en el sur del DMG, durante el Oligoceno temprano ocurrieron volcanismo y extensión sincrónicos y que la dirección de alargamiento rotó, entre los distintos eventos eruptivos, de NE-SW a WNW-ESE.

GET-18 CARTEL

ANÁLISIS PRELIMINAR DE ESTRUCTURAS DE DEFORMACIÓN EN EL PARQUE NACIONAL LOS MÁRMOLES, NORESTE DE ZIMAPÁN, HIDALGO

Loza-Aguirre Isidro[1], Peña-Alonso Tomás Alejandro[2], Iriondo Alexander[3], Solari Luigi[3] y Kshirsagar Pooja[1]

[1]*Departamento de Minas, Metalurgia y Geología, Universidad de Guanajuato*
[2]*Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Tamaulipas*
[3]*IGC-UNAM*

isidro.loza@ugto.mx

Se presenta el análisis preliminar de datos estructurales recabados durante el trabajo de reconocimiento de un área ubicada al noreste de Zimapán, en la porción este-sureste del Parque Nacional Los Mármoles, estado de Hidalgo. En esta área calizas y dolomías de la Formación El Abra y una intercalación de lutita y caliza de la Formación Soyatal intrusionadas por un cuerpo granodiorítico según el SGM. En el área de estudio se colectaron muestras del intrusivo para análisis petrográfico, geocronológico y geoquímico, además, se midieron planos de estratificación en la roca de caja, así como fracturas y fallas en el intrusivo. Los planos de estratificación presentan una tendencia principal de rumbo NW-SE, con poblaciones menores de rumbo NNE y casi E-W. Las fracturas medidas en el intrusivo tienen una orientación principal NW-SE a NNW-SSE, con un buzamiento predominante al NE. También identificamos una población secundaria de fracturas de rumbo NE-SW a ENE-WSW, la mayoría con un buzamiento hacia el SE. Entre las fallas medidas en el intrusivo se encuentran fallas normales y fallas laterales derechas. La inversión de estrías por el método de Diedros Rectos se llevó a cabo en el Software Wintensor. Del análisis de las fallas laterales se identificaron dos tensores con configuraciones distintas, aunque ambos con σ2 en la vertical.

Un tensor resulta en acortamiento NE-SW, con σ1 en N216°, acompañado de extensión ortogonal. Otro tensor, sin embargo, resulta en acortamiento NW-SE, con σ1 en N310°, acompañado de extensión NE-SW. Del análisis de las fallas interpretadas con movimiento normal se obtuvo un tensor con σ1 vertical y σ3 en N299°; esto es extensión NW-SE, acompañada de extensión menor en dirección de σ2. Se midieron algunas fallas con estrías cuya cinemática se interpreta como probablemente normal. De estas se obtuvieron dos conjuntos cuyos tensores representan extensión de rumbo aproximado NE-SW y NW-SE. Como resultado preliminar, se obtuvo una edad de cristalización del intrusivo U-Pb en circones de ~53 Ma. Aunque es necesario continuar con la obtención de más datos estructurales para presentar un análisis más completo y robusto, se pueden esbozar algunas interpretaciones preliminares. El acortamiento principal fue anterior a la cristalización del intrusivo. La tendencia general de los planos de estratificación de la roca de caja es debida principalmente al acortamiento de rumbo NE-SW que caracteriza al CPCM. Mientras que, las fallas laterales que arrojan acortamiento NE-SW, acompañado de extensión ortogonal, pudieran asociarse a una etapa transtensional posterior al evento de acortamiento principal y posterior al enfriamiento del intrusivo. El conjunto de fallas probablemente normales que arrojan extensión NE-SW pudieran estar asociadas a la etapa final de relajación cortical en la evolución del orógeno. Mientras que las fallas normales que resultan en extensión NW-SE pudieran deberse a un evento posterior sin relación evidente con la evolución del CPCM.
La presente investigación es financiada por el proyecto SECIHTI CF-2023-G-488.

GET-19 CARTEL

ARQUITECTURA ESTRUCTURAL DE LA PORCIÓN CENTRAL DEL GRABEN LOS ARRIEROS, MARGEN OCCIDENTAL DE LA SIERRA LIBRE, SONORA

Vega Chávez Angel Manuel[1] y Del Pilar Martinez Alexis[2]
[1]*Universidad de Sonora*
[2]*Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM*
angelmanuelvega@outlook.com

Es bien reconocido que Sonora ha estado bajo una tectónica extensional durante el Cenozoico. Esto permitió la formación de dos grandes provincias extensionales: Basin and Range y rift del Golfo de California. El graben Los Arrieros se localiza en el borde occidental de la Sierra Libre, tiene una orientación general N-S, una longitud de 80 km y una amplitud de 10-15 km. En la parte central del graben aparece un arreglo de fallas subpapaleleas en-échelon que forman una elevación topográfica orientada NE-SW, oblicua a la orientación general del graben. Este rasgo estructural permite inferir que se trata de una zona de acomodo o una zona de transferencia. En este trabajo se presenta la cartografía geológica, petrografía y análisis estructural del sector central del graben Los Arrieros para establecer su historia estructural. La columna estratigráfica del área de estudio consiste en: 1) cuerpos de granodiorita del Cretácico (83-75 Ma) intruidos por dique félsicos afaníticos; 2) una sucesión volcánica del Mioceno Inferior (21-15 Ma) conformada por lavas intermedias que presentan rasgos texturales porfídicos y dominancia de anfíbol; 3) una sucesión del Mioceno Medio (13-12 Ma) de intercalaciones entre lavas félsicas, vitrófido y rocas piroclásticas vítreas con presencia de esferulitas; 4) lavas basálticas intergranulares de olivino y plagioclasa del Mioceno Superior (10-8.5 Ma). Estas secuencias de rocas se encuentran cubiertas por depósitos sedimentarios de conglomerados y el relleno aluvial. Estructuralmente las principales fallas que conforman el graben Los Arrieros presentan orientaciones predominantes NW-SE con rumbos azimutales entre 120°-160° y echados que varían de entre 50° hasta 80° con un valor promedio de 65° por estación estructural. Estas fallas basculan los estratos rocosos con un ángulo promedio de 40° preferente hacia el SE. Los ángulos rake de estas fallas varían de entre 90°-120° indicando una cinemática principal normal con una componente lateral derecha. Con base en la revisión estratigráfica y la nueva información obtenida en campo, se interpreta que la formación del graben Los Arrieros está asociada con la historia temprana de la apertura del Golfo de California y forma el borde occidental de la Sierra Libre. Estos estudios permiten caracterizar la arquitectura estructural, describir con mayor detalle la deformación ocurrida y contribuir a comprender el contexto tectónico asociado a su formación.

Sesión regular

GEOLOGÍA Y GEOFÍSICA AMBIENTAL

Organizadores

Laura Elizabeth Peña García
Martín Hernández Marín

GGA-1

GEOQUÍMICA DE ANTIGUOS JALES MINEROS Y SU IMPLICACIÓN EN LA CALIDAD AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RÍO GUANAJUATO

Rueda Garzon Luisa Fernanda[1], Carrillo-Chávez Alejandro[1], Miranda-Avilés Raúl[2], Calvo-Ramos Daniela Kristell[1], Muñoz-Torres Carolina[1] y García-Martínez Rocío[3]

[1]*Instituto de Geociencias, UNAM*
[2]*Universidad de Guanajuato*
[3]*Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM*
lfrueda@geociencias.unam.mx

La cuenca del Río Guanajuato concentra diversas fuentes naturales y antrópicas de elementos con potencial tóxico (EPT), comprendiendo litologías metalíferas, suelos residuales, pasivos mineros históricos y hasta descargas urbanas, que pueden modificar la calidad de suelo, sedimento y del agua superficial y subterránea. Estudios previos han documentado concentraciones anómalas de metales en la región; sin embargo, distinguir la señal geogénica de la antropogénica permite identificar las rutas de transporte de los metales y comprender su impacto en el sistema ambiental de la cuenca. Este trabajo integra los resultados geoquímicos de roca, mineral, antiguos jales, suelos, sedimentos y terrazas aluviales. Se determinaron las concentraciones de As, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb y Zn, y se analizaron junto con valores de fondo, estableciendo un marco de referencia común entre matrices para la cuenca. También fue posible estudiar la movilidad de metales desde sus fuentes hacia los receptores, así como evaluar su potencial de impacto ambiental mediante la aplicación de índices de contaminación y riesgo ecológico. Los resultados preliminares muestran que Cu, Pb y Zn alcanzan los valores más altos en los jales, en contraste con los suelos y sedimentos, que registran concentraciones menores, aunque con enriquecimientos locales. Mientras, el As, Cr y Ni mantienen patrones consistentes con su origen litogénico. Estos hallazgos destacan la utilidad de un enfoque geoquímico integral que permita evaluar el riesgo ecológico y priorizar estrategias de gestión ambiental en la cuenca del Río Guanajuato.

GGA-2

ROCAS CALIZAS COMO ALTERNATIVA SUSTENTABLE PARA LA ELIMINACIÓN DE ARSÉNICO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS CONTAMINADAS EN MÉXICO

Armienta M. Aurora[1], Sosa Islas Antonio Salvador[2], Morales-Arredondo José Iván[1], Manzo-Garrido Maribel[3], Solórzano Diego Ernesto[2], Aguayo Alejandra[1], Cruz Olivia[1] y Neri Omar[1]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
[3]*Facultad de Ingeniería, UNAM*
victoria@geofisica.unam.mx

La presencia de altas concentraciones de arsénico en aguas subterráneas es un problema de salud muy importante en México ya que alrededor de 1.5 millones de personas se encuentran expuestas a concentraciones mayores a 0.025 mg/L. Además de ser un carcinógeno, la exposición crónica al arsénico (en el agua o alimentos) ocasiona diversas enfermedades como lesiones cutáneas, afectaciones neurológicas, cardiovasculares, hipertensión y disminución del sistema inmunológico de los niños, entre otras patologías. A pesar de que se han desarrollado diversos métodos para su eliminación del agua, la mayoría implican problemáticas para su aplicación, ya sea por los costos elevados de los equipos, de mantenimiento o dificultades para su operación. Una alternativa sustentable para la remoción del arsénico se basa en la interacción del agua contaminada con rocas calizas. En este trabajo se presentan los resultados de estudios efectuados con rocas procedentes de dos áreas donde la población se encuentra expuesta a agua subterránea cuyas concentraciones de arsénico superan la norma actual para agua potable, entre 0.01 mg/L y 0.025 mg/L según el número de habitantes de la localidad (NOM-127-SSA1-2021). Los estudios incluyeron la caracterización química y mineralógica de las rocas, así como la determinación de área superficial y volumen promedio de poros para distintos tamaños de partícula. Se efectuaron experimentos en lote con soluciones cuyas concentraciones eran similares a las de pozos contaminados, así como con agua procedente de pozos en Juventino Rosas, Guanajuato, y Zimapán, Hidalgo. Se lograron tasas de remoción mayores al 50% con los menores tamaños de partícula en todos los casos y hasta del 87.6% para el agua subterránea con el mayor contenido de As (1.29 mg/L) al tratarla con rocas nativas con 89 % de calcita. Se obtuvieron menores eficiencias de remoción en las aguas naturales respecto a las soluciones preparadas en el laboratorio, debido a la presencia de iones interferentes, como bicarbonato, carbonato y sulfato, que compiten por los sitios de sorción. Aunque las rocas calizas tienen el potencial para remover arsénico, su eficiencia depende de sus características específicas, particularmente del contenido de calcita y presencia de otros minerales como oxihidróxidos de Fe así como del área superficial específica. Los resultados obtenidos y la abundancia de afloramientos de rocas calizas en el país, respalda su utilización como una opción sustentable para el tratamiento de aguas contaminadas con arsénico en México.

GGA-3

IDENTIFICACIÓN DE SUBSIDENCIA Y FALLAS ACTIVAS EN LA CIUDAD DE MORELIA, MICHOACÁN CON BASE EN EL GRADIENTE VERTICAL DE BOUGUER

Rivera-Calderón Elizabeth[1], Camacho-Ascanio Miguel[2], Álvarez Román[3] y Soto-Rodríguez Adriana Nadcielli[4]

[1]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia, UNAM*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[3]*Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM*
[4]*Escuela Nacional de Estudios Superiores-Unidad Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México, Antigua Carretera a Pátzcuaro 8701, C.P. 58190, Morelia, Michoacán, México.*
eriverac@enesmorelia.unam.mx

La ciudad de Morelia, Michoacán, se encuentra expuesta a procesos geodinámicos complejos que combinan subsidencia diferencial con deformación tectónica activa. En este trabajo se utilizaron datos gravimétricos de modelos satelitales, para un análisis espectral, empleando principalmente la derivada vertical de la anomalía de Bouguer (AB_Dz) como herramienta para identificar estructuras de fallas activas y zonas de subsidencia en un área urbana de aproximadamente 143 km2. GGMplus, es el modelo de datos gravimétricos satelitales con mayor resolución hasta la fecha (aprox. 220 m o 7.2 arc-s). El mapa de AB_Dz resultante revela contrastes importantes en la continuidad del subsuelo que se correlacionan con la presencia de fallas activas como La Paloma, La Colina, Nocupétaro, Cerritos y El Realito. Adicionalmente, se incluyeron datos estructurales de la zona (e.g., orientaciones y relaciones geomorfológicas) para mejorar la interpretación de las anomalías detectadas. Varias de estas fallas coinciden con zonas donde estudios previos de subsidencia y microzonificación sísmica han documentado fracturamiento superficial, colapsos diferenciales y afectaciones a la infraestructura urbana. En la zona sur del mapa se detectan gradientes negativos marcados en torno a la traza de la Falla La Paloma, que se extienden hacia zonas densamente urbanizadas, incluyendo avenidas principales y zonas residenciales. La Falla Cerritos y la zona de Torremolinos presentan también patrones consistentes con hundimientos diferenciales, mientras que, al norte, las fallas El Realito y La Colina se asocian a zonas de gradiente positivo, posiblemente vinculadas a bloques estructuralmente elevados de ignimbritas o flujos volcánicos densos. Este estudio demuestra que el gradiente vertical de Bouguer puede ser utilizado exitosamente como herramienta de microzonificación estructural en contextos urbanos. Sus resultados son replicables y aportan insumos valiosos para la evaluación de riesgo geológico, el ordenamiento territorial y la planeación urbana. Proponemos su integración sistemática en el análisis de ciudades ubicadas sobre terrenos volcánicos fracturados y activos como Morelia.

GGA-4

CAMBIOS EN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE AGUA DE LLUVIA Y AGUA DE DESHIELO COLECTADAS EN EL OBSERVATORIO ATMOSFÉRICO ALTZOMONI: COMO SUMIDERO DE MERCURIO Y METALES PESADOS

García Martínez Rocío[1] y Carrillo-Chávez Alejandro[2]
[1]*Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM*
[2]*Instituto de Geociencias, UNAM*
gmrocio@atmosfera.unam.mx

La geofísica ambiental desempeña un papel crucial para comprender el movimiento y el destino del mercurio y otros metales pesados en entornos glaciares, especialmente a medida que el cambio climático provoca el derretimiento de los glaciares. Estudios con núcleos de hielo y análisis del agua de deshielo revelan que los glaciares actúan como fuente y sumidero, y que el deshielo puede liberar el mercurio almacenado sobre tres matrices ambientales (agua-aire-hielo). Este mercurio puede ser transportado por el agua de deshielo, lo que podría afectar los entornos acuáticos y las redes tróficas aguas abajo. Los núcleos de hielo extraídos de los glaciares proporcionan un registro valioso de la deposición atmosférica de mercurio en el pasado y muestran cómo los niveles de mercurio han cambiado con el tiempo debido a las actividades naturales y humanas. En este trabajo se presentan datos de agua de lluvia y agua de deshielo colectadas en la estación de Altzomoni perteneciente a la Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos-UNAM (RUOA), ubicada a 3,985 m.s.n.m. a una altitud de 19.12 N longitud -98.65W de 2021 a 2024, se analizaron Al, Ba, Bi, Cr, Cu, Co, Hg, Ti y V, se estima que estos elementos provienen principalmente de roca y polvo de suelo. (Nriagu, 1989). La contribución de la sal marina y las emisiones biogénicas marinas es, de hecho, probablemente significante en este sitio de gran altitud (3,985 m.s.n.m.). Los volcanes son fuentes naturales para explicar al menos parte de los excesos observados sobre el polvo de roca y suelo. Otros autores han demostrado que los metales pesados están altamente enriquecidos en columnas volcánicas y fumarolas (Ferrari et al., 2000). Nuestros datos permiten realizar estimaciones cuantitativas de la contribución de las partículas biogénicas continentales o volátiles, así como de los incendios forestales, lo que también podría ser significativos al utilizar el modelo HYSPLIT para generar mapas de trayectoria para el análisis de los movimientos de las masas de aire y las fuentes de vapor en las ubicaciones de muestreo, ya que la mayoría de las masas de aire que producen precipitaciones provienen del Golfo de México y de la Amazonia.

GGA-5 CARTEL

DIAGNÓSTICO DE LAS CONDICIONES SOCIO-AMBIENTALES DE LA ZONA ALTA DE LA MICROCUENCA PLATANARES

Cisneros Ramirez Areli Monserrat[1], Haro González Leticia Daniela[2] y Bucheli Viteri Cristhian Iván[3]
[1]*Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP*
[2]*Universidad de Sonora*
[3]*Instituto de Educación Técnica Profesional de Roldanillo, Valle*
areli.cisne7@gmail.com

El estudio se realizó en la zona alta de la microcuenca Platanares, en el corregimiento El Retiro, donde existe una falta de información actualizada sobre las condiciones socioambientales, el acceso y uso de recursos hídricos y el manejo de aguas residuales, lo cual dificulta la implementación de estrategias sostenibles para el manejo integral del agua y limita la intervención efectiva de autoridades y comunidad. Este proyecto tiene como objetivo evaluar las condiciones socioambientales de la comunidad de El Retiro, mediante la descripción de las condiciones sociales de la población, la comparación de parámetros fisicoquímicos de los vertimientos de aguas residuales con la normativa vigente (Resolución 0631 de 2015 de Colombia) y el diseño de cartografía social de acuerdo con las condiciones identificadas. La ausencia de procesos participativos de recolección de datos y de análisis de las descargas de aguas residuales dificulta la toma de decisiones informadas y la identificación de problemáticas como la descarga directa de aguas negras y las deficiencias en los servicios esenciales, lo que genera impactos en la salud de la población y en la calidad de los cuerpos de agua. Experiencias similares en otras zonas rurales de América Latina evidencian que investigaciones de esta naturaleza fortalecen la gestión eficiente del agua y apoyan la planificación con criterios de sostenibilidad. El trabajo busca proporcionar información clave para la Alcaldía Municipal y la comunidad de El Retiro, facilitando la formulación de acciones que mejoren la calidad de vida, en línea con la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente los relacionados con la reducción de pobreza, acceso al agua limpia y la sostenibilidad de las comunidades rurales.

GGA-6 CARTEL

ISÓTOPOS ESTABLES DE ZINC Y SU USO COMO TRAZADORES EN EL MEDIO AMBIENTE DE NIEVE DE ALTA MONTAÑA EN MÉXICO (IZTACCIHUATL Y PICO DE ORIZABA)

Calvo Ramos Daniela kristell
Instituto de Geociencias, UNAM
dcalvo@geociencias.unam.mx

Desde hace unos 6,000 años hemos usado metales como Cu, Fe, Zn entre otros. Desde la revolución industrial (1700´s) aumentamos considerablemente el uso y cantidad de metales en procesos industriales. Pero en los últimos 40 años el número de metales usados en la tecnología moderna ronda los 68 (un buen ejemplo son nuestros dispositivos móviles). Por otro lado, algunos metales como: Ca, Mg, Fe, Cu, Zn (entre otros) son básicos en procesos metabólicos de plantas, animales, incluso el ser humano. Durante los últimos años se ha investigado el sistema isotópico de los metales de transición para comprender cuestiones importantes como rastreo de fuentes y destinos de contaminantes metálicos y el desarrollo de firmas biológicas de isótopos. Los isótopos de Zn y la relación Isotópica entre 66Zn y 64Zn nos sirve como trazador ambiental para determinar el origen de Zn: antropogénico u origen natural. El Zn es uno de los metales más minados y utilizados por el ser humano y tiene una función metabólica enzimática muy importante en organismos superiores, incluyendo al ser humano. En el ser humano y otros organismos, el Zn debe de estar en un balance, es decir, exceso o déficit de Zn en el organismo puede producir mal funcionamiento metabólico. En el centro de México existe un importante desarrollo industrial y es importante cuantificar los isótopos estables de Zn (δ66Zn) nieve de alta montaña de México con la finalidad de encontrar la concentración y fuente del Zn (ambiental o antropogénica).

GGA-7 CARTEL

LOMBRICES Y SUELOS SALUDABLES: UN ENFOQUE DESDE LA GEOFÍSICA AMBIENTAL

Aguilar Garrido Etzil Alejandra, López Plascencia Frida Itzel, Zamorano Trejo Leslie Daniela, Olivos Villanueva Jazmín, Manrique Moreno Silvestre y Meléndez Valenzuela Ana Lilia Guadalupe
Instituto Politécnico Nacional, IPN
eaguilarg2200@alumno.ipn.mx

La lombriz roja californiana (Eisenia foetida) es originaria de Europa, pero se le conoce con ese nombre porque en California comenzó a promoverse su uso para mejorar la tierra y aprovechar los residuos orgánicos. Es de color rojo oscuro, mide entre 6 y 8 cm y respira a través de la piel. Tiene una gran capacidad de reproducción en buenas condiciones de temperatura (14 a 27 °C) y humedad. La lombriz roja californiana es un anélido terrestre hermafrodita cuya reproducción se inicia a los 3 meses y continúa durante toda la vida. El apareamiento ocurre durante la noche y suele durar entre 30 y 240 minutos, a consecuencia del cual se produce una cápsula cada 7–10 días, de la cual, luego de 14–21 días de incubación, eclosionan entre 4 y 20 lombrices (Toccalino, Agüero, Serebrinsky, & Roux, 2004). Su alimentación está basada en restos de frutas, verduras, cáscaras, hojas secas, papel sin tinta y otros desechos orgánicos en descomposición. Al consumir estos materiales, generan un abono natural llamado humus de lombriz o vermicast, rico en nutrientes, microorganismos, enzimas y hormonas de crecimiento que ayudan a que las plantas crezcan más sanas y fuertes (Lofton, 2020). Este humus también mejora la aireación del suelo, su capacidad para retener agua y su estructura, evitando que se compacte. El uso de estas lombrices no solo mejora la fertilidad del suelo, sino que también puede incrementar la biomasa y productividad de cultivos como la zanahoria, cuando se aplica vermicomposta junto con las lombrices (Kováčik et al., 2022). Además, contribuye a reducir la cantidad de compuestos orgánicos que termina en los basureros, disminuyendo así la emisión de gases contaminantes como el metano y los óxidos de nitrógeno, y fomentando un manejo más sostenible de los suelos al reciclar residuos y transformar la materia orgánica en un recurso útil.

GGA-8 CARTEL

INCENDIOS FORESTALES Y CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA POR PM EN UNA CIUDAD MINERA DEL SEMIDESIERTO MEXICANO: ANÁLISIS ESPACIAL Y METEOROLÓGICO CON SENSORES DE BAJO COSTO

Camacho Macías Héctor, Castañeda Miranda Ana Gabriela, Bhonel Norbert Harald, Sandoval Arechiga Remberto, Ibarra Delgado Salvador, Gómez Rodríguez José Ricardo y Castañeda Miranda Rodrigo
Posgrado en Ingeniería para la Innovación Tecnológica, Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, UAZ
h.camacho@uaz.edu.mx

Zacatecas, ciudad minera ubicada en el semidesierto mexicano, enfrenta una compleja interacción entre fuentes emisoras locales (minería, industria, tráfico) y fenómenos regionales como incendios forestales, los cuales intensifican la carga de partículas en la atmósfera. Este estudio evaluó la distribución espacial de PM10, PM2.5 y PM1 en la zona conurbada Zacatecas–Guadalupe durante

el periodo del 25 de marzo al 4 de mayo de 2025, abarcando las transiciones entre la temporada cálida-seca y la húmeda-lluviosa. Se desplegó una red de 12 sensores portátiles Smart Citizen Kit 2.1 ubicados estratégicamente en zonas industriales, comerciales, mineras y de alto tránsito. Los picos de concentración más altos se presentan en dos periodos relevantes, del 25 al 28 de marzo cuando múltiples estaciones registraron niveles de PM1.0, PM2.5 y PM10 con un rango entre 166 y 353 (µg/m³) superando cualquier umbral estimado como crítico en la literatura científica (>50 µg/m³); y otro más a finales de abril, en coincidencia con eventos de incendios forestales regionales, especialmente en los sitios de Ahresty (815.75 µg/m³ para PM2.5) y zona industrial de Guadalupe (817.58 µg/m³ para PM10), ambos excediendo ampliamente los límites establecidos por la NOM-025-SSA1-2021 y las directrices de la OMS. Por el contrario, UPIIZ presentó las concentraciones más bajas en ambos contaminantes. El análisis de correlación de Spearman evidenció una relación positiva entre temperatura y niveles de partículas (ρ = 0.71), y correlaciones negativas con humedad y viento (ρ = –0.38), confirmando que condiciones térmicas y de calma atmosférica favorecen la acumulación de partículas en eventos de combustión. Los datos fueron integrados en un sistema de información geográfica (ArcGIS v11), aplicando interpolación geoestadística (Kriging) para construir mapas de isoconcentración que evidenciaron zonas de alta vulnerabilidad respiratoria. Este estudio demuestra la utilidad de tecnologías de bajo costo en ciudades con escaso monitoreo oficial, y destaca la necesidad de vigilancia atmosférica continua en regiones áridas con actividades mineras, donde la exposición simultánea a emisiones difusas y eventos naturales (como incendios) representa un riesgo acumulativo para la salud pública.

GGA-9 CARTEL

EVALUACIÓN MAGNÉTICA IN SITU DE LA CALIDAD DEL AIRE EN ÁREAS INTERIORES Y EXTERIORES VINCULADAS AL TRANSPORTE URBANO: ESTUDIO EN ZACATECAS, MÉXICO

Pacheco Tovar Juan José[1], Castañeda Miranda Ana Gabriela[1], Sandoval Arechiga Remberto[1], Bhönel Norbert Harald[2], Ibarra Delgado Salvador[1], Gómez Rodríguez José Ricardo[1], Rodríguez Abdalá Víktor Iván[1] y Castañeda Miranda Rodrigo[1]

[1]*Universidad Autónoma de Zacatecas*
[2]*Universidad Nacional Autónoma de México*
j.pacheco@uaz.edu.mx

Zacatecas, ubicada en el semidesierto del norte de México y reconocida por su histórico desarrollo minero, presenta condiciones atmosféricas influenciadas por múltiples fuentes emisoras de partículas, incluyendo el tráfico vehicular, la actividad industrial y la resuspensión de polvo proveniente de pasivos mineros. En este escenario, el transporte público y su infraestructura asociada representan microambientes urbanos de especial relevancia para la exposición de la población. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad del aire en entornos interiores y exteriores vinculados al transporte urbano, mediante la aplicación de magnetismo ambiental in situ, análisis químico de alta resolución y monitoreo con sensores ópticos de bajo costo como proxies de exposición respiratoria. Se instalaron colectores pasivos en el interior de unidades y en paraderos distribuidos a lo largo de dos rutas estratégicas. Simultáneamente, se implementó una red de sensores para registrar concentraciones de $PM_{2.5}$ y PM_{10} durante el trayecto. Las superficies de sedimentación fueron evaluadas con un susceptibilímetro portátil SM30, obteniendo mediciones in situ de la susceptibilidad magnética volumétrica y másica (χ_bulk) como estimadores indirectos de carga metálica. Las muestras serán analizadas por ICP-MS y caracterizadas mediante IRM, curvas termomagnéticas, distribución de tamaño de grano y curvas de histéresis, a fin de correlacionar la señal magnética con el contenido metálico. Los datos preliminares indicaron que, en las cabinas de espera, las concentraciones a 50 cm del suelo superaron las registradas a altura de respiración (160 cm) en hasta 3 µg/m³ para $PM_{2.5}$ y PM_{10}. En la Ruta 14, la zona delantera presentó mayores concentraciones ($PM_{2.5}$ = 27.58 µg/m³; PM_{10} = 36.42 µg/m³) que la trasera ($PM_{2.5}$ = 19.74 µg/m³; PM_{10} = 25.00 µg/m³), mientras que en Transportes de Guadalupe los valores fueron muy bajos ($PM_{2.5}$ < 2.1 µg/m³). Estos resultados muestran que la ubicación en la unidad, la proximidad al suelo y el tipo de vehículo influyen en la exposición. El monitoreo magnético de la calidad del aire constituye una técnica rápida, precisa y de bajo costo, previamente utilizada en diversos estudios para evaluar la contaminación atmosférica. No obstante, este trabajo se distingue por su enfoque en la exposición directa de las personas, al realizar las mediciones a alturas equivalentes a la zona de respiración y en un microambiente de alta relevancia sanitaria como el transporte público. Esta aproximación permite vincular la carga de partículas detectada con posibles riesgos a la salud, aportando evidencia clave para el desarrollo de estrategias de mitigación en entornos urbanos vulnerables. Palabras clave: Monitoreo magnético, colectores pasivos, sensores de bajo costo, transporte público, contaminación atmosférica.

GGA-10 CARTEL

DESARROLLO DE UN MÉTODO ANALÍTICO MEDIANTE HPLC PARA LA CUANTIFICACIÓN DE ESPECIES DE AZUFRE (S2-, SO32-, S2O32- Y S4O62-) Y SU APLICACIÓN EN EL ANÁLISIS DE MUESTRAS AMBIENTALES

Neri Hernández Omar[1], Armienta Hernández María Aurora[2], Aguayo Ríos Alejandra[2] y Cruz Ronquillo Olivia[2]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
omarneri@igeofisica.unam.mx

El presente trabajo expone los resultados obtenidos del desarrollo del método analítico mediante Cromatografía de Líquidos de Alta Eficiencia (HPLC) para la cuantificación de especies de azufre: sulfuro (S2-), sulfito (SO32-), tiosulfato (S2O32-) y tetrationato (S4O62-). La cuantificación de especies de azufre es esencial para comprender procesos, como la especiación en lagos de cráter volcánicos, el metabolismo por bacterias, así como en aguas residuales (fábricas de papel, industria alimentaria, industria farmacéutica y sitios mineros). Es importante contar con un método analítico que permita determinar las concentraciones de las especies de azufre en bajas concentraciones, ya que su presencia se ve influenciada por la temperatura, el pH y fenómenos de óxido reducción. Se han implementado diferentes metodologías, entre las que destaca por su versatilidad el HPLC, principalmente con detectores de conductividad; sin embargo, se han reportado limitaciones en la determinación de los politionatos (tiosulfato y tetrationato), los cuales se ven favorecidos utilizando el detector Ultra Violeta. En este trabajo se buscó obtener las concentraciones de S2-, SO32-, S2O32- y S4O62- en una misma corrida utilizando detectores de (1) Conductividad o (2) Ultravioleta (UV). El primer experimento consistió en identificar el S4O62- utilizando el detector de conductividad, diferentes columnas cromatográficas y fases móviles, sin obtener resultados satisfactorios. El segundo experimento consistió en identificar S2-, SO32-y S2O32- utilizando el detector UV en diferentes longitudes de onda, con las mismas columnas cromatográficas y fases móviles del primer experimento, sin obtener resultados satisfactorios completos. Del segundo experimento, se obtuvo que la mejor longitud de onda para las cuatro especies fue 254 nm con una mayor afinidad por la composición acuosa de la fase móvil, esto se observó en la columna XSELECT HSS C18 5µm 4.6x75 mm. Dentro de las fases móviles evaluadas, se utilizó como fase acuosa la mezcla de Na2CO3 (0.001 M) y C16H36BrN (0.002 M), y como fase orgánica C2H3N y CH3OH en diferentes proporciones de forma isocrática. Para las condiciones finales, se empleó la proporción 80:20 v/v de acuoso:orgánico (C2H3N), y fue necesario ajustar el pH de la fase acuosa a 9.5 con NH4OH para mantener estables los tiempos de retención del S4O62-; así como una temperatura de columna de 30 ºC (± 5ºC) y una velocidad de flujo de 2 mL/min. Se prepararon curvas de calibración para SO32-, S2O32- y S4O62- en una solución multiestándar (adicionando clorhidrato de hidroxilamina) obteniendo resultados lineales. Se evaluó y se observó linealidad en diferentes rangos de concentraciones para cada especie: de 4-20 mg/L, 2-15 mg/L y 1-5 mg/L para el SO32-, el S2O32- y el S4O62- respectivamente. Se dejó de evaluar la linealidad del S2-, debido a que es muy inestable en solución. Todas las curvas presentaron coeficientes de determinación (R2) mayores a 0.98, asimismo los porcentajes de desviación fueron menores al 10% para todos los niveles de concentración, lo que indica que el método arroja resultados confiables que permitirán validarlo y emplearlo en el análisis de muestras ambientales.

GGA-11 CARTEL

CARACTERIZACIÓN DE LAS ROCAS EN EL PATRIMONIO EDIFICADO POR MEDIO DE ESPECTROMETRÍA DE RAYOS GAMMA: APLICACIÓN EN DIFERENTES CONTEXTOS GEOLÓGICOS Y AMBIENTALES

Méndez Gaona Alejandro[1], Yutsis Vsevolod[1], López Doncel Rubén Alfonso[2], García Solís Claudia Araceli[3] y Aguillón Robles Alfredo[2]

[1]*Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT*
[2]*Instituto de Geología, UASLP*
[3]*Centro INAH-Yucatán*
alejandro.mendez@ipicyt.edu.mx

Las pruebas no destructivas son especialmente útiles para la evaluación de las rocas de construcción y su deterioro en el patrimonio cultural edificado porque mayormente no se permite muestrearlos. La espectrometría de rayos gamma es una técnica no destructiva que no se ha utilizado extensivamente para el estudio de este tipo de monumentos. Con la finalidad de demostrar su utilidad e incentivar su uso, se empleó la espectrometría de rayos gamma in situ para la caracterización de ignimbritas riolíticas en las Cajas del Agua en el Centro Histórico de San Luis Potosí y en calizas y brechas calcáreas del Templo Norte del Gran Juego de Pelota de la Zona Arqueológica de Chichén Itzá, además de varios afloramientos en ambas áreas. La metodología empleada se basó en la corrección de los datos espectrométricos por la atenuación originada por el contenido de humedad de las rocas, mientras que la interpretación se basó en la movilidad del potasio, uranio y torio causada por procesos de meteorización química. Los resultados se corroboraron además con análisis en

laboratorio (petrografía, geoquímica, petrofísica), demostrando que las rocas de las construcciones están más meteorizadas que las de los afloramientos. En el caso de las ignimbritas riolíticas, la variación de su radiación depende del deterioro y la distribución de óxidos de hierro. Por otra parte, las brechas calcáreas y algunas calizas presentan componentes terrígenos, lo que causa que tengan una radiación ligeramente más alta y, por lo tanto, se distinguen con la espectrometría de rayos gamma incluso cuando la litología no puede ser reconocida a simple vista por el deterioro de los bloques. La espectrometría de rayos gamma demostró ser útil para la caracterización de las rocas que componen las construcciones sin importar su litología o el clima húmedo y tropical en Chichén Itzá comparado con el clima seco y ambiente urbano en San Luis Potosí, además de los procesos de deterioro propios de cada área.

GGA-12 CARTEL

LA IMPORTANCIA DE LA APLICACIÓN DE ESTUDIOS GEOLÓGICO-GEOFÍSICO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE UN TIRADERO A CIELO ABIERTO EN ETAPA DE CLAUSURA PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGO SANITARIO

Hernández Oscoy Ariadna[1], Galaviz Alonso Alberto[1], Albarran Cruz Jesus[1], Cruz Pliego Miguel Ángel[1] y Salazar Peña Leobardo[2]
[1]*Geoscience Organization GO*
[2]*Instituto Politécnico Nacional, ESIA Unidad Ticomán*
ceo@go-science.com.mx

Los estudios geológicos-geofísicos han sido un apoyo fundamental para la caracterización de rellenos sanitarios y tiraderos a cielo abierto. En México la gestión de residuos sólidos urbanos es reciente, ya que en la práctica sólo se designan sitios de disposición final que no cuentan con la infraestructura para la contención de lixiviados y el aprovechamiento del biogás. Para la caracterización de un tiradero a cielo abierto, se incluyeron imágenes satelitales para identificar los procesos desde el inicio de operaciones hasta su clausura, así como para la identificación de zonas con emanación de metano. Posteriormente con recorridos geológicos, el uso de fotogrametría y de exploración geofísica de magnetometría de alta resolución y de potencial espontaneo, se obtuvo un modelo y se determinó las condiciones del basurero. Se pudo estimar la roca base magnética que sostiene al tiradero, el volumen de basura en el predio, las zonas de filtración, concentración y emanación de lixiviados, el biogás que genera dicho volumen y la inestabilidad de los taludes en la zona norte del sitio. Con la integración geológico-geofísica, se generaron las recomendaciones y acciones a seguir en la clausura y en la fase post-clausura del sitio, con la finalidad de reducir el riesgo por vectores contaminantes.

GGA-13 CARTEL

ANÁLISIS SATELITAL DEL LIRIO ACUÁTICO EN LA PRESA LÁZARO CÁRDENAS

Olivera Martínez Fabián y Baltazar Martínez Felipe
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP
oliveramartinezfabian@gmail.com

La presa Lázaro Cárdenas, ubicada en el estado de Oaxaca, ha enfrentado en los últimos años una notable disminución en su capacidad de almacenamiento debido a la escasez de lluvias y a la presencia de sequías recurrentes. A este problema se suma la proliferación del lirio acuático (Eichhornia crassipes), favorecida por un proyecto mal planeado para el filtrado de aguas residuales que desembocan en la presa. La expansión de esta especie invasora reduce la superficie útil de agua y afecta de manera directa a las comunidades que dependen de este recurso. El objetivo de este trabajo fue identificar la expansión del lirio acuático y comparar la variación de la superficie de agua entre 2020 y 2024 mediante el uso de imágenes satelitales Landsat 8 y 9. Las imágenes fueron procesadas para aplicar índices espectrales, específicamente el NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) para la detección de vegetación y el NDWI (Normalized Difference Water Index) para la delimitación de cuerpos de agua. Los resultados evidencian un incremento significativo en la cobertura del lirio acuático y una reducción en la superficie de agua disponible. Este análisis demuestra el potencial de la teledetección como herramienta para el monitoreo de ecosistemas acuáticos y la gestión de recursos hídricos.

Sesión regular

GEOMAGNETISMO Y PALEOMAGNETISMO

Organizadores

Fredy Rubén Cejudo Ruiz
Miguel Angel Cervantes Solano

GEOPAL-1

ESTUDIO PALEOMAGNÉTICO DEL MAAR JOYA PRIETA, CAMPO VOLCÁNICO SANTO DOMINGO, SAN LUIS POTOSÍ, PRIMEROS RESULTADOS

Dávila-Harris Pablo[1], Mcintosh Shelby[2], Brosson Christophe[2], Rodríguez-Trejo Alejandro[3], Venegas-Rodríguez Gastón[1], Yutsis Vsevolod[1] y Lippert Peter C.[2]

[1]*División de Geociencias Aplicadas, IPICYT*
[2]*Department of Geology and Geophysics, University of Utah*
[3]*Instituto de Geociencias, UNAM*
pablo.davila@ipicyt.edu.mx

El paleomagnetismo es una herramienta muy útil en el estudio de procesos geológicos, entre los que destaca el volcanismo. En este trabajo se presentan los primeros resultados de un estudio paleomagnético del maar Joya Prieta en el Campo Volcánico de Santo Domingo, San Luis Potosí. El cráter Joya Prieta se encuentra en los límites occidentales de la Sierra Madre Oriental y la Mesa Central, en una región caracterizada por serranías conformadas por calizas plegadas del Mesozoico. El ambiente tectónico en el que se encuentra este volcán es de tipo intraplaca. Conforme a una edad de una estructura vecina (450 ka), se infiere que la extensión había cesado y existía una corteza continental ligeramente adelgazada, lo que permitió el ascenso de magmas alcalinos máficos, que expulsaron basaltos, basanitas y hawaiitas con presencia de xenolitos de olivino, granulitas, y kaersutita. Esto resultó en la formación de algunos cráteres de explosión freatomagmática, con lavas y tobas, en las que se registra el campo magnético del Pleistoceno para dicha parte de México. Los métodos para esta caracterización consistieron en trabajo de campo estratigráfico y cartografía, así como el muestreo de 54 localidades alrededor del cráter. Se realizó caracterización megascópica y petrográfica con láminas delgadas. Adicionalmente, se realizaron análisis de porosidad y permeabilidad. Respecto al paleomagnetismo, se midió la variación de la susceptibilidad magnética vs temperatura (curvas de k-T), análisis de anisotropía de susceptibilidad magnética (AMS) y análisis de desmagnetización de campo alterno. Las litologías estudiadas conformaron seis grupos: 1) calizas de basamento; 2) basaltos pre-maar; 3) tobas freatomagmáticas; 4) líticos de basalto; 5) xenolitos y; 6) clastos juveniles. Siendo las más relevantes las litologías 2, 3, 4 y 6. Las lavas son basaltos y basanitas con olivino, de textura traquítica. Las tobas son rocas piroclásticas ricas en líticos de caliza y basalto en tamaños de lapilli fino a grueso, cementados en matriz de ceniza y carbonatos, con alta litificación. Por otro lado, los líticos de basalto son de textura variada y de distinto grado de alteración y vesicularidad, pueden provenir del sustrato, de la explosión o haber sufrido retrabajo. Los clastos juveniles son escorias de basalto y pómez microvesicular. Se analizaron 19 muestras representativas para curvas de susceptibilidad magnética en función de la temperatura, donde se determinó la mineralogía magnética. Las muestras de basalto pre-maar se comportan homogéneas, con magnetita como su principal mineral ferromagnético y formando otras fases al enfriar. En los clastos líticos si existe una variación importante de acuerdo a su composición y grado de alteración. Finalmente, para las tobas, los resultados varían de acuerdo a sus distintas facies y contenido de clastos, con posible existencia de hematita. Los resultados para las calizas y los xenolitos no son concluyentes por su baja susceptibilidad magnética. La segunda fase de este estudio consistirá trabajo experimental de propiedades magnéticas mediante un micromag VSM 2900, para determinar ciclos de histéresis, curvas reversibles de primer orden (FORC), así como la determinación de las temperaturas de emplazamiento a través de desmagnetización termorremanente.

GEOPAL-2

ESTUDIO PALEOMAGNÉTICO Y DE MAGNETISMO DE ROCAS DE LAS UNIDADES VOLCÁNICAS DE PÁTZCUARO Y LA NIEVE, CAMPO VOLCÁNICO MICHOACÁN-GUANAJUATO

Cervantes Solano Miguel Angel[1], Sánchez Ruiz Andrea[2], García-Ruiz Rafael[3], Gogichaishvili Avto[3] y Cejudo Fredy Rubén[3]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México, ENES Morelia*
[2]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
[3]*Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM*
miguel_cervantes@enesmorelia.unam.mx

Estudios paleomagnéticos recientes en rocas volcánicas han generado nuevos datos de alta calidad técnica que han contribuido a mejorar significativamente los modelos del campo geomagnético y de variación paleosecular. Esto ha hecho evidente la necesidad de revisar sistemáticamente los registros paleomagnéticos más antiguos, con el fin de descartar posibles sesgos metodológicos o la inclusión de datos de baja precisión que puedan comprometer la calidad e interpretación de los modelos geofísicos. En México, recopilaciones recientes han demostrado que, al aplicar los criterios de selección más actuales, la calidad de los datos de la Faja Volcánica Transmexicana resulta irregular, pues en algunos casos se ha descartado hasta el 50 % de los registros paleomagnéticos disponibles para esta región. Asimismo, se ha observado la existencia de registros con edades que se consideran iguales pero con direcciones paleomagnéticas discrepantes, las cuales han sido atribuidas a diversas causas, que van desde movimientos locales no advertidos durante el muestreo, hasta diferencias significativas en la localización de los sitios muestreados respecto de los reportados en las dataciones. En este trabajo se presentan los resultados de un nuevo estudio paleomagnético y de magnetismo de rocas realizado en rocas ignéas provenientes de los campos volcánicos de Pátzcuaro y La Nieve, ambos pertenecientes a la Faja Volcánica Transmexicana. En total, se analizaron catorce unidades volcánicas con edades isotópicas correspondientes a los últimos cinco millones de años.

GEOPAL-3

ESTUDIO PALEOMAGNÉTICO Y CARACTERIZACIÓN DE LA FRONTERA BRUNHES-MATUYAMA EN MÉXICO

García Ruiz Rafael[1], Sebastián Reyes José Daniel[2], Gonzáles García Brenda Alicia[3], Cervantes Solano Miguel Ángel[4], Gogichaishvili Avto[1] y Avellán López Denis Ramon[5]

[1]*Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM*
[2]*Posgrado en Ingeniería Física, UMSNH*
[3]*Licenciatura en Físico Matemáticas, UMSNH*
[4]*Escuela Nacional de Estudios Superiores, Morelia, UNAM*
[5]*Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM, Investigador por México SECIHTI*
asrael.rafael@gmail.com

Las investigaciones paleomagneticas de los últimos 5 millones de años han permitido delimitar con precisión los cambios de polaridad, así como identificar eventos relativamente cortos de excursiones geomagnéticas. Ampliar este tipo de estudios ayuda en la caracterización y comprensión de la morfología de Campo magnético Terrestre (CMT) durante las transiciones de polaridad. A pesar de numerosos estudios a lo largo y ancho del Campo Volcánico de Michoacán–Guanajuato (CVMG), aun hay escasos datos confiables disponibles, marcadamente de la paleointensidad absoluta. Aquí, reportamos nuevos resultados de vector completo de CMT registrados en flujos de lava de CVMG, asociados a la frontera Brunhes–Matuyama. Adicionalmente se consideraron estudios previos en México junto con registros globales disponibles permitiendo realizar un análisis detallado

GEOPAL-4

ESTUDIO ARQUEOMAGNÉTICO INTEGRAL DE UN HORNO METALÚRGICO EN EL SITIO ARQUEOLÓGICO DE TEÚL (ZACATECAS): CONTRIBUCIONES A LA CRONOLOGÍA ABSOLUTA DEL NOROESTE DE MESOAMÉRICA

Aldape García Metzi Yamile

Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia, ENES Morelia.
Servicio Arqueomagnético Nacional del Instituto de Geofísica Unidad Morelia.

metzialdape20@gmail.com

En el extremo meridional del valle de Tlaltenango, el cual fue escenario de una prolongada ocupación humana en tiempos prehispánicos, se eleva el Cerro del Teúl, sobre este se construyó uno de los principales centros ceremoniales del sur de Zacatecas, con el reciente descubrimiento del, hasta ahora, único horno metalúrgico de Mesoamérica se abrieron distintas dudas arqueológicas, metalúrgicas y cronológicas, en el presente trabajo se reporta un avance del estudio arqueomagnético. Dentro del horno metalúrgico se distinguieron tres niveles, del más profundo al más somero se encuentran, el horno (con 6 bloques de mano recolectados), la superficie quemada o ”plancheta” (con 6 bloques de mano recolectados), y los elementos tardíos (con 2 bloques de mano recolectados). Los experimentos magnéticos realizados incluyen los registros de la susceptibilidad en función de temperatura, desmagnetizaciones por campos alternos y mediciones de paleointensidad absoluta geomagnética en muestras seleccionadas acoplados con las pruebas de anisotropía y ritmo de enfriamiento. Las direcciones medias por bloque o por nivel muestran valores muy similares dentro de la incertidumbre de determinación. No así las paleointensidades donde se observa una variación moderada. Se discuten los alcances del estudio en términos cronológicos y geomagnéticos

Sesión regular

GEOQUÍMICA Y PETROLOGÍA

Organizador

Claudio Inguaggiato

GEOQP-1

ANÁLISIS GEOQUÍMICO INTEGRAL (ELEMENTOS MAYORES, MENORES, TRAZA, REE+Y E ISÓTOPOS ESTABLES) EN ELEMENTOS DENTALES SELECTOS DE MAMÍFEROS DEL PLIOCENO Y PLEISTOCENO DE MÉXICO

Reyes-Muñoz Cecilio[1], Montellano-Ballesteros Marisol[2], Sánchez-Beristain Francisco[3], Bernal Juan Pablo[4], Hernández-Cristóbal Orlando[5], Pack Andreas[6], Vasconcelos-Ginzo Ricardo[7] y Hernández-Sandoval Diego[8]

[1]*Facultad de Ciencias, UNAM*
[2]*Instituto de Geología, UNAM*
[3]*Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación, Facultad de Ciencias, UNAM*
[4]*Instituto de Geociencias, UNAM*
[5]*Laboratorio de Microscopía, Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia*
[6]*Geowissenschaftliches Zentrum Göttingen, Abteilung Geochemie und Isotopengeologie; Göttingen, Alemania*
[7]*Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM*
[8]*Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, UNAM*

pcecilio@ciencias.unam.mx

El presente estudio se enfocó en el análisis de la composición geoquímica de elementos dentales fósiles con el fin de inferir condiciones paleoambientales y aspectos biológicos de proboscídeos, équidos y bóvidos provenientes de distintos horizontes estratigráficos de México. Los proboscídeos proceden de una localidad del Blancano (Plioceno) en el estado de Sonora, mientras que los équidos provienen de cinco localidades: cuatro sitios pleistocénicos en los estados de Puebla, Jalisco y Zacatecas, así como del mismo sitio blancano en Sonora. Finalmente, los bóvidos provienen de un sitio rancholabreano (Pleistoceno) del estado de Tamaulipas. El estado de conservación de las muestras se evaluó mediante la determinación de la concentración de tierras raras e itrio (REE+Y) por espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente y ablación láser (LA-ICP-MS), así como mediante el análisis de elementos mayores, menores y trazas utilizando un sistema SEM-EDS. Asimismo, se midieron isótopos estables de carbono y oxígeno (^{13}C, ^{18}O) con el fin de obtener inferencias paleoecológicas y paleobiológicas. Los patrones normalizados al estándar PAAS de todas las muestras presentaron una anomalía negativa de cerio (Ce) y una distribución llana de REE+Y, lo que indica condiciones de buena oxigenación y mínima alteración diagenética. Esta interpretación se reforzó con observaciones al microscopio electrónico de barrido (SEM-EDS), que revelaron una ultraestructura prismático-hexagonal típica del apatito, relaciones Ca/P superiores a 2.3 y ausencia de elementos indicativos de contaminación diagenética como Fe, Si, Al o Mn. Los análisis isotópicos (IRMS) arrojaron valores de $\delta^{13}C$ cercanos a -5‰ (V-PDB) y $\delta^{18}O$ en torno a -4.5‰ (V-PDB), lo que sugiere una dieta mixta de ramoneo y pastoreo, así como regímenes hídricos similares entre los taxones estudiados. Este estudio demuestra la excelente preservación de los fósiles analizados y su alto potencial para futuras investigaciones paleoambientales y paleobiológicas de alta fiabilidad. (Agradecimiento a UNAM DGAPA / PAPIIT: IN107724 - Responsable: FSB; SNII SECIHTI CVU: MMB-6546; FSB-57743; JPB-121186; OHC-205740).

GEOQP-2

MAGMATISMO JURÁSICO MEDIO-CRETÁCICO TARDÍO EN EL SECTOR SEPTENTRIONAL DEL ARCO ALISITOS (SANTIAGO PEAK), VALLE OJOS NEGROS, BAJA CALIFORNIA

Apolinar Morales Blanca Sughey[1], Delgado Argote Luis A.[1], Contreras López Manuel[2], Carrillo López Jonathan[1] y Pérez Flores Marco Antonio[1]

[1]*División de Ciencias de la Tierra, CICESE*
[2]*Instituto de Geología, UNAM*

sughey@cicese.edu.mx

Entre la ciudad de Ensenada y el valle de Ojos Negros (valle ON), norte de Baja California, aflora ampliamente una sucesión de lavas y depósitos volcaniclásticos de la Formación Santiago Peak (Fm. SP), equivalente septentrional del arco Alisitos del Cretácico Temprano-Tardío. Dicho arco se construye en una cuenca de la margen oeste de Norteamérica en donde se deposita el Complejo Bedford Canyon (ca. 170 Ma), formado por metapelitas y metasamitas en facies de anfibolita inferior que afloran en el este del valle ON. La porción más antigua de la Fm. SP aflora en la parte central del valle, está formada por metalavas en facies de esquistos verdes intrusionadas por sills de composición basáltica (picritas?). Ambas unidades litológicas se deformaron antes de ca. 126 Ma, edad más antigua del Cinturón Batolítico Peninsular en esta región y del enjambre de diques San Marcos de ca. 124 Ma. Los plutones y diques muestran variaciones composicionales desde diorita hasta granito, pertenecientes a las series cálcica y calcoalcalina. De ellos, los plutones orientales de composición granítica del oriente del valle ON contienen dos micas y granate, son los más diferenciados y menos magnéticos. En contraste los plutones del oeste del valle ON son muy magnéticos y, hacia el sureste del valle, es claro el traslape entre las series magnéticas, y que posiblemente refleje la naturaleza de su basamento dominantemente ígneo en el oeste y sedimentario en el este. El modelado magnético 3D evidencia un sistema de conectividad magmática al oeste del valle ON y que los plutones alcanzan más de 6 km de profundidad. Las fallas San Miguel y Ojos Negros muestran un decremento en la magnetización hasta los 3 km de profundidad. Geoquímicamente, se concluye que los plutones, el Enjambre de Diques San Marcos y las lavas y sills de la Formación Santiago Peak son parte del mismo sistema magmático que evolucionó en el margen occidental de Norteamérica.

GEOQP-3

ESTUDIO MINERALÓGICO Y GEOQUÍMICO DEL CARBONO GRAFÍTICO EN ROCAS METAMÓRFICAS DEL COMPLEJO OAXAQUEÑO

Trejo Patiño Luis Alberto[1], Pi Puig Teresa[1], Culí Laura[2] y Solé Viñas Jesús[1]

[1]*Instituto de Geología, UNAM*
[2]*Universitat Autònoma de Barcelona*

lalbertotrejop@gmail.com

Los depósitos de grafito cristalino en Oaxaca se localizan principalmente en la región de los Valles Centrales y están alojados en rocas metamórficas (paragneises, anfibolitas, piroxenitas, calcisilicatos, entre otros) del Complejo Oaxaqueño. Este grafito se originó principalmente a partir de la transformación de materia orgánica sedimentaria, la cual, sometida a condiciones de metamorfismo regional de alto grado, se transformó en grafito cristalino mediante procesos complejos de carbonización y grafitización. Para el estudio del carbono grafítico, se utilizaron las técnicas de la mineralogía óptica, la difracción de rayos X, la espectrometría Raman y los isótopos estables. En conjunto, nos permiten diferenciar entre grafito altamente ordenado y fases menos cristalinas, así como sus relaciones texturales, la mineralogía asociada y la discriminación de su origen (singenético o epigenético). Mediante la difracción de rayos X se midió el índice de cristalinidad, la distancia interplanar del pico basal con índices de Miller 002 [d(002)] y la dimensión de los cristales de grafito en la dirección del eje c, parámetros que en conjunto nos indican un grafito de alta cristalinidad formado a más de 800°C. Por su parte, la espectrometría Raman mediante las relaciones entre las intensidades de las bandas G y D1, nos permitió conocer el grado de ordenamiento estructural (cristalinidad) que, para todas las rocas, es de muy alto grado. En el caso de los isótopos estables, mediante el análisis del par mineralógico calcita-grafito ($\delta^{13}C$ y $\delta^{18}O$) de los calcisilicatos, se definió una temperatura de ~900°C. Estos resultados preliminares son concordantes con los estudios petrológicos y termométricos existentes en el área. En este trabajo se presentará un estudio detallado de la petrografía, cristalografía, composición química e isotópica del grafito oaxaqueño, y se mostrará como la metodología utilizada constituye una herramienta geotermométrica para la reconstrucción de procesos geológicos que ocurren en rangos de temperatura de media (~300°C) a alta (> 600°C).

GEOQP-4

CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA Y GEOQUÍMICA DE "PIEDRAS VERDES" (JADE) PROCEDENTES DEL CENOTE SAGRADO DE CHICHEN ITZÁ, YUCATÁN

López Hickethier Jan Niklas[1], Velasco Tapia Fernando[1], Rodríguez Díaz Augusto Antonio[2], Rodríguez Saavedra Pedro[1], García Solís Claudia Araceli[3] y López Doncel Rubén Alfonso[4]

[1]*Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[3]*Sección de Conservación y Restauración, Centro INAH-Yucatán*
[4]*Instituto de Geología, UASLP*

niklas.lopezh@uanl.edu.mx

El jade fue considerado una piedra preciosa por los antiguos mayas. Se utilizo para la fabricación de objetos ornamentales de élite y como ofrenda en sus rituales. En el famoso cenote de Chichén Itzá, uno de los principales centros de peregrinaje de la época prehispánica en Yucatán, en el que se ofrecían ofrendas y sacrificios al dios Chaac. En las exploraciones de este lugar se han recuperado diversas piezas de joyería lapidaria que por su color son conocidos como "piedras verdes", junto con oro, cerámica y restos óseos. El presente estudio se ha efectuado la caracterización preliminar de 99 muestras de esquirlas de "piedras verdes" del cenote de Chichén Itzá, para su análisis mineralógico todas las muestras fueron analizadas por espectroscopía de infrarrojo de onda corta, 13 fragmentos fueron seleccionadas para petrografía y microscopia electrónica de barrido, 60 muestras se molieron para difracción de rayos-X y espectrometría de masas acoplada inductivamente a plasma. Los resultados mineralógicos han revelado que estos materiales se encuentran constituidos por jadeíta (hasta 65%) mezclada con cantidades variables de albita, nontronita, onfacita, analcima y/o muscovita. Las muestras bajo estudio se caracterizan, en general, por: (a) una relativa alta retención de los elementos compatibles Cr (485-863 ppm) y Ni (44-73 ppm), (b) una baja retención de lantánidos (REE = 0.93-2.00 ppm), con patrones, normalizados a condrita, semiplanos y, en algunos casos, con pequeñas anomalías positivas en Nd y Eu y (c) una relativa alta retención de Sr (35-77 ppm). Trabajos arqueológicos sugieren que la fuente principal del jade maya se encontraba en el Valle de Motagua, Guatemala, se ha efectuado un ejercicio de comparación preliminar de la geoquímica generada en este trabajo con información reportada en la literatura para las "piedras verdes" de la región de Polochic-Motagua.

GEOQP-5 PLÁTICA INVITADA

EQUILIBRIO ISOTÓPICO EN LAVAS: RESULTADOS DE SR-ND Y PB EN PÓMEZ DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL

Sosa-Ceballos Giovanni

Universidad Nacional Autónoma de México

giovannis@igeofisica.unam.mx

El volcán Popocatépetl ha tenido erupciones Plinianas al menos cinco veces en los últimos 23,000 años. Las desviaciones extremas en la composición y las características texturales de diferentes poblaciones de plagioclasa y piroxeno, y la presencia ocasional de xenocristales de óxidos de Fe-Ti ricos en Cr, olivinos y piroxenos ricos en Mg indican que la mezcla de magmas ha sido un proceso importante que afecta al sistema magmático. La composición casi invariable de los productos eruptados (andesítico-dacítico) sugiere, sin embargo, que la mezcla no actúa sola y debe equilibrarse por asimilación y/o cristalización. Para investigar los procesos magmáticos que han modificado los magmas Plinianos, se utilizaron variaciones texturales y composicionales y tasas de crecimiento en plagioclasa para aproximar la frecuencia de los eventos de mezcla que afectan a cada magma. Se llevó a cabo un análisis sistemático de los isótopos de Sr, Nd y Pb en plagioclasa, piroxeno y matriz de vidrio de pómez para limitar el grado de asimilación de las rocas de la corteza superior. La frecuencia de la mezcla y el impacto relativo en las composiciones y texturas minerales ha variado con el tiempo. La asimilación de rocas calcáreas debajo de Popocatépetl no ha sido generalizada y no contribuye significativamente a la evolución de los magmas Plinianos. Las composiciones similares de magmas con diversas historias de mezcla sugieren que la cristalización fraccionada, y posiblemente la asimilación de la corteza profunda, tiene lugar en profundidad y que los magmas intermedios ascienden a la corteza superior ya diferenciados. Los resultados sugieren que los sistemas isotópicos no varían de forma homogénea y que procesos de mezcla o calentamiento dominan la difusión de los isótopos generando variaciones diferenciales.

GEOQP-6

EL SKARN DE CO-AU-FE±CU DE SARA ALICIA: UNA NUEVA LOCALIDAD DE TIPO IOCG EN EL SUR DE SONORA, MÉXICO

García-Ruiz Sebastián[1], Valencia-Moreno Martín Andrés[1], Del Rio-Salas Rafael Eduardo[1], Ochoa-Landín Lucas Hilario[2], Cázares-Hernández Facundo[3], Espinosa-Nevárez Javier Alberto[3] y Cruz-Obezo Jesús Amado[3]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*Universidad de Sonora*
[3]*Bendito Resources Inc*

sebastiangarcia8789@gmail.com

Debido a los últimos avances tecnológicos, el cobalto se ha convertido en un mineral estratégico. Este elemento ocurre en la naturaleza en una variedad de minerales asociados a distintos depósitos, que incluyen a los IOCG (Iron Oxide-Copper-Gold). En el sur de Sonora existe un depósito conocido como Sara Alicia, el cual es un skarn con mineralización de cobalto. Esta mineralización es atípica y se emplazó durante el Cretácico Tardío, poco antes del gran cinturón de pórfidos de cobre del suroeste de Norte América. Sara Alicia es un depósito relativamente aislado, pero existe otra zona con mineralización de cobalto reportado, un skarn conocido como La Esperanza, que se ubica en la porción centro oriental de Sonora. Este tipo de mineralización es relativamente contemporánea y se plantea la posibilidad de una asociación con un magmatismo de tipo adakítico. Sara Alicia se clasifica como skarn Au-Co, presentando valores extraordinarios, con leyes puntuales de hasta 66.1 g/ton Au, y 7.02% Co, acompañados de valores económicos de hasta 60% Fe y leyes máximas de 0.9% Cu. La mineralización se presenta en forma de manto de magnetita masiva, que es reemplazada por sulfuros con Au, principalmente arsenopirita, cobaltita (CoAsS) y pirita, con concentraciones menores de calcopirita, y safflorita (Co,Ni,Fe)As2). El skarn se forma en la zona de contacto entre una unidad volcanosedimentaria del Cretácico Temprano, y un granitoide de edad similar, aunque la relación exacta intrusión-mineralización no están del todo definidas. En sus niveles someros, el depósito presenta una zona de oxidación, donde la alteración de sulfuros de cobalto ha dado lugar para la formación de eritrita (Co3(AsO4)2·8H2O). El cuerpo magmático responsable de la mineralización de cobalto se encuentra cortado por un stock granític, asociado al emplazamiento del llamado Arco Magmático Mexicano DEL Cretácico-Eoceno (CEMMA). Este segundo pulso habría dado origen a una mineralización del estilo pórfido Cu-Mo, dado que se ha identificado molibdenita en un barreno de exploración que corta a este granitoide. Este trabajo propone evaluar la pertinencia del sistema mineralizado de Sara Alicia dentro de la tipología de los IOCG. Para esto se han colectado muestras de afloramiento, así como de núcleos de barrenos para realizar análisis petrográficos y geoquímicos que permitan entender la evolución magmática y la paragénesis del yacimiento. La idea es elaborar un modelo conceptual que explique este depósito, el cual parece no encajar con los esquemas metalogenéticos previamente establecidos.

GEOQP-7

DELIMITACIÓN DEL COMPLEJO VOLCÁNICO SIERRA SAN MIGUELITO EN BASE A ESTRATIGRAFÍA, GEOQUÍMICA, GEOFÍSICA Y SU ASOCIACIÓN AL CVSLP, SUR DE LA MESA CENTRAL, MÉXICO

Aguillón Robles Alfredo[1], Almaguer Joselin[2], Guevara Betancourt Randall[3], Serna Bafún José Helios[4] y Tristan Gonzalez Margarito[1]

[1]*Instituto de Geología, UASLP*
[2]*Post-Doc SECIHTI e Instituto de Geología, UASLP*
[3]*Post-Doc SECIHTI-Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C.*
[4]*Area Ciencias de la Tierra, Facultad de Ingeniería, UASLP*

aaguillonr@uaslp.mx

El CVSLP (Campo Volcánico de San Luis Potosí), se ubica en la parte septentrional de la Mesa Central, inició su registro geológico con la emisión de flujos de lava andesítica que sobreyacen o intercalan con sedimentos lacustres continentales del Paleoceno-Eoceno. Durante el Oligoceno se depositó una sucesión de derrames de lava y depósitos piroclásticos de composición intermedia a riolítica. El CVSLP, se delimitó separándose en complejos volcánicos definiéndose como centros volcánicos que identifican diferentes centros eruptivos; en donde se incluye el Complejo Volcánico Sierra San Miguelito ubicado al sur de la ciudad de San Luis Potosí, representa la extensión de la Provincia Magmática de la Sierra Madre Occidental; caracterizado por 918 km2 de derrames de lavas intercalados con flujos piroclásticos emplazados durante el Oligoceno hasta principios del Mioceno. La evolución está asociada a sucesiones de vulcanismo explosivo y efusivo variando en composición desde andesitas basálticas hasta dacitas y riolitas con alto contenido en sílice y elementos alcalinos. El patrón de elementos de tierras raras normalizada a condritas y multi-elemental normalizado a manto primitivo muestra enriquecimiento en LREE, elementos incompatibles y un patrón casi horizontal en HREE y elementos compatibles, sugiere que los magmas que originaron estas rocas involucran procesos de asimilación y cristalización fraccionada, que ascendieron desde la base de la corteza continental frágil, emplazados a través de fallas y fracturas con orientación NW-SE. Comparando edades K-Ar de las secuencias volcánicas varían desde 32.2 ± 0.7 a 20.1 ± 0.5 Ma y edad ponderada 40Ar-39Ar

de cristales individuales de sanidino 30.33 ± 0.08 a 27.53 ± 0.04 Ma, se alinean con las posiciones estratigráficas documentadas para el complejo volcánico Sierra San Miguelito. También corresponden con edades isotópicas previamente reportadas en las unidades geológicas afines y/o co-magmáticas en el Campo Volcánico de San Luis Potosí y con eventos volcanotectónicos registrados en la región sur de la Mesa Central. Los análisis geofísicos, indican una intercalación de anomalías magnéticas positivas e intermedias (de 386 a -345 nT) relacionadas con los tipos de rocas y su composición intermedia a máfica. Se concluye, la importancia del control estratigráfico, geoquímico y geocronológico apoyan para determinar la distribución espacial y temporal de unidades geológicas. Los análisis geofísicos de magnetometría y gravimetría apoyaron en la delimitación del complejo volcánico y determinar un análisis de lineamientos locales asociados a la tectónica regional con orientación NW-SE, que utilizó conductos alimentadores para el ascenso de los magmas que conformaron los complejos volcánicos del CVSLP.

GEOQP-8

DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE UNA METODOLOGÍA INTEGRADA PARA EL SISTEMA ISOTÓPICO DE BARIO MEDIANTE DILUCIÓN ISOTÓPICA, TQ-ICP-MS Y TIMS

Gutiérrez Aguilar Fabián[1], Gómez-Tuena Arturo[2], Sánchez-Gutiérrez Andrea V.[2], Parolari Mattia[3], Arrieta-García Gerardo[4], Martínez-Serrano Raymundo Gerardo[4], Solís-Pichardo Gabriela[5] y Hernández-Treviño Teodoro[4]

[1]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM*
[2]*Laboratorio de Isotopía, Geocronología y Microanálisis Avanzado, Instituto de Geología, UNAM*
[3]*Instituto de Geología, UNAM*
[4]*Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica, Instituto de Geofísica, UNAM*
[5]*Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica, Instituto de Geología, UNAM*
fabian.gutierrez.379@gmail.com

El sistema isotópico del bario (Ba) constituye una herramienta geoquímica fundamental para rastrear procesos clave de la evolución terrestre y planetaria, con aplicaciones que abarcan desde la identificación de fuentes en magmatismo de arco y reconstrucciones paleooceánicas, hasta la evolución de sistemas hidrotermales, la caracterización de yacimientos minerales y la diferenciación de cuerpos parentales meteoríticos. No obstante, su aplicación requiere metodologías de separación y medición altamente precisas, que aseguren altos porcentajes de recuperación, minimicen o eliminen las interferencias isobáricas y mantengan niveles de blanco lo más bajos posible. En el Laboratorio de Isotopía, Geocronología y Microanálisis Avanzado (LIGMA-UNAM), en colaboración con el Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica (LUGIS, Instituto de Geofísica-UNAM), desarrollamos un protocolo de separación cromatográfica optimizado para la purificación de Ba utilizando la resina Eichrome Sr, y su análisis isotópico mediante espectrometría de masas por ionización térmica (TIMS). La separación cromatográfica se validó utilizando espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente y triple cuadrupolo (iCap-TQ-ICP-MS, LIGMA), confirmando su capacidad para eliminar de manera eficiente las interferencias isobáricas de lantano y cerio, así como para eluir completamente el estroncio y reducir las concentraciones de rubidio a valores <0.44 ppb en estándares naturales. Notablemente, las recuperaciones de Ba obtenidas se sitúan entre 96% y 98% en los estándares naturales AGV-2, BHVO-2 y BCR-2, así como en el estándar artificial IV-ICPMS-71A, mientras que los blancos analíticos se mantuvieron por debajo de los 500 pg. Las mediciones isotópicas del estándar NIST3104a mediante TIMS en el LUGIS arrojaron un valor de δ138/134Ba = 0.00 ± 0.01 (2SD), lo que respalda la alta precisión del protocolo. La combinación de elevadas tasas de recuperación de Ba, la eliminación efectiva de interferencias isobáricas, la reducción de los niveles de blanco y la precisión en las mediciones isotópicas demuestra que esta metodología es óptima para la preparación de estándares y muestras naturales. Estos resultados constituyen un paso decisivo hacia el establecimiento del análisis isotópico de Ba como una práctica rutinaria en México, con el potencial de impulsar investigaciones que aborden desde la generación de magmas en zonas de subducción y la reconstrucción de condiciones oceánicas en el pasado, hasta la evolución de sistemas hidrotermales, la caracterización de yacimientos minerales y el estudio de procesos de diferenciación en cuerpos planetarios.

GEOQP-9

COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOQUÍMICO DE LOS ELEMENTOS DE TIERRAS RARAS EN LAGOS CRATÉRICOS HIPERÁCIDOS Y ALCALINOS

Inguaggiato Claudio[1] y Pappaterra Sabrina[2]

[1]*Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, CICESE*
[2]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, CICESE*
inguaggiato@cicese.mx

Los Elementos de Tierras Raras (ETR), son elementos estratégicos y de alto interés económico, debido a su amplio uso en la industria y su papel críticos en el desarrollo tecnológico. El estudio del comportamiento de los ETR en otros sistemas naturales menos convencionales, además de los ambientes en donde se encuentran los reservorios convencionales, es clave para la identificación de nuevos reservorios no convencionales. Este estudio compara el comportamiento geoquímico de los ETR en sistemas extremos como los lagos hiperácidos y alcalinos/hiperalcalinos, muchos de los cuales son también hipersalinos. Los lagos cratéricos pueden tener un amplio rango de valores de pH, desde negativos hasta ~ 12. En los lagos cratéricos hiperácidos, como Poás, Kawah Ijen, Rincón de la Vieja, se han reportado más altas concentraciones de los ETR respectos a los alcalinos. La concentración total de ETR (ΣETR) en aguas hiperácidas alcanza concentraciones del orden de ppm, mientras que en los lagos alcalinos se limita a alcanzar decenas de ppb. En los lagos cratéricos hiperácidos se ha evidenciado una alta disolución de la roca, así como el verificarse de la precipitación de minerales secundarios, entre los cuales los minerales de yeso/anhidrita y alunita, los cuales fraccionan los ETR removiendo desde el agua preferentemente los ETRL respecto a los ETRP. En algunos lagos alcalinos e hipersalinos con pH > 9.5 se ha evidenciado la precipitación de varios minerales, entre los cuales trona, natrita, halita y silvita. En particular, se identificó que en el Rincón de Parangueo (Guanajuato, México) las concentraciones de los ETR en los minerales que precipitan (trona, natrita, halita y silvita) son de alrededor 1 ppm, concentraciones más bajas respecto a las concentraciones del yeso que precipita en los lagos hiperácidos con concentraciones de hasta alrededor 80 ppm. Las concentraciones más elevadas de ETR en los lagos hiperácidos respecto a los lagos alcalinos, hacen que estos sistemas resulten más atractivos para futuros estudios que tengan el objetivo de evaluar si existen sitios económicamente convenientes para la explotación de ETR desde los lagos hiperácidos.

GEOQP-10

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE LAS ANOMALÍAS DE LITIO EN LAS CUENCAS DE TEOCALTICHE- JUCHIPILA, MÉXICO

Ramírez Rangel Dania Ximena[1], Loza Aguirre Isidro[2], Pierre René Levresse Gilles[1], Castillo Reynoso Juan Carlos[1] y Ferrari Luca[1]

[1]*Instituto de Geociencias, UNAM*
[2]*Universidad de Guanajuato*
daniaramirez94756@gmail.com

El litio es un elemento cuya importancia económica ha aumentado en los últimos años debido a su aplicación en baterías. Entre sus yacimientos, los asociados a estratos de arcillas representan un recurso poco explorado a escala global y nacional. En México su estudio se encuentra en etapas iniciales con la identificación de depósitos vulcano-sedimentarios al norte y centro del país con similitudes geológicas con depósitos relevantes de otras regiones. Sin embargo, la información disponible es aún limitada para establecer un modelo general de su distribución y enriquecimiento. Este trabajo, se enfoca en la caracterización de depósitos con estratos de arcillas en el centro-occidente de México con el objetivo de evaluar si las condiciones identificadas en otras partes del territorio mexicano y el mundo son replicables o, en su caso, determinar los factores que limitan el desarrollo de anomalías significativas. El área de estudio abarca la convergencia del sureste de la Sierra Madre Occidental y suroeste de la Mesa Central, conformadas por sucesiones vulcano-sedimentarias del Oligoceno-Mioceno asociadas a los eventos extensionales que culminaron con la apertura del Golfo de California. Se estudiaron los depósitos lacustres miocénicos de dos cuencas, en Teocaltiche (Jalisco) y Juchipila (Zacatecas), que comparten una historia geológica simultánea. Se aplicaron técnicas de difracción de rayos X para la identificación de fases minerales, espectroscopía de plasma inducido por láser (LIBS) con equipo portátil para la cuantificación elemental, y microscopía electrónica de barrido (SEM) y espectroscopía de energía dispersa (EDS) para la caracterización morfológica y química de fracciones arcillosas. Los resultados indican la presencia de illita y esmectita, las cuales presentan grados de cristalinidad consistentes con alteración de bajo grado. Las concentraciones máximas de litio alcanzaron 536 ppm en Teocaltiche y 496 ppm en Juchipila, valores bajos comparados con depósitos internacionales de referencia. El análisis estadístico reveló una correlación positiva entre el factor de ancho de pico en illita y el enriquecimiento de Li, lo que sugiere una relación directa entre procesos de alteración y concentración del elemento. Estos hallazgos resaltan el potencial de los rellenos lacustres del Mioceno como hospederos de litio en México y la necesidad de evaluarlos sistemáticamente para ampliar el conocimiento sobre este tipo de yacimientos en el país.

GEOQP-11

MINERALOGÍA Y GEOQUÍMICA DE SEDIMENTOS DETRÍTICOS DE LAS PLAYAS NAVARRO Y BOQUILLA DE PIEDRA VERACRUZ, GOLFO DE MÉXICO, MÉXICO

Del Villar Arciniega Jorge Manuel, Verma Sanjeet Kumar y Ramos Vázquez Mayla Alhelí

Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT
jorge.delvillar@ipicyt.edu.mx

Este estudio analiza los sedimentos de las playas Navarro y Boquilla de Piedra en Veracruz utilizando métodos granulométricos y geoquímicos para determinar su origen y las condiciones de transporte. Los resultados granulométricos muestran condiciones hidráulicas similares en ambos ambientes sedimentarios, con energía constante y períodos de incremento en la energía, durante los cuales se depositan partículas finas y se erosionan las partículas de tamaño medio. Los análisis por Difracción

de Rayos X y Fluorescencia de Rayos X identificaron minerales ricos en calcio como el carbonato de calcio, anortita y augita, lo que sugiere una deposición cercana a la roca fuente. Los elementos trazas y las tierras raras confirmaron un origen félsico para los sedimentos, aunque algunos elementos fueron alterados, como lo indican los índices de geoacumulación (Igeo) y enriquecimiento (EF). Estos resultados sugieren que, a pesar de cierta alteración, la composición sedimentaria se mantiene mayormente intacta sin sufrir procesos de meteorización extensivos. Los índices CIX y CIW' mostraron una baja alteración geoquímica, lo que concuerda con las relaciones Th/U y Rb/Sr, que también sugieren una alteración mínima. Los valores del Índice de Madurez Composicional (ICV) y el diagrama ternario Zr-TiO_2*300-Al_2O_3*15 respaldan la hipótesis de una composición inmadura. Estos hallazgos sugieren que los sedimentos provienen principalmente de rocas fuente relativamente poco meteorizadas, con una alteración química limitada durante el transporte. En los sedimentos de Navarro se detectó una contaminación severa, con altos niveles de Se, Cd, Zn, Cr, As y Co, según los índices EF e Igeo. En Boquilla de Piedra, la contaminación fue más selectiva, destacando únicamente el Se, mientras que otros elementos se mantuvieron en niveles naturales. Las condiciones redox predominantes en ambos ambientes son oxidantes, lo que favorece la precipitación de ciertos elementos y afecta la distribución de metales como Fe, Mn y Co, que son más estables bajo condiciones oxidantes. Estos resultados subrayan la importancia de los factores ambientales locales y las dinámicas de transporte en los procesos sedimentarios de la región.

GEOQP-12

PALEOPROTEROZOIC A-TYPE MAGMATISM IN THE CENTRAL INDIAN TECTONIC ZONE (CITZ): INSIGHTS FROM THE DUDHI GRANITOID COMPLEX (MAHAKOSHAL BELT), INDIA

Shukla Mahendra[1], Verma Sanjeet K.[1], Malviya Vivek P.[2], Oliveira Elson P.[3] y Mishra Sumit[4]

[1]*División de Geociencias Aplicadas, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica*
[2]*Department of Applied Geology, Dr. Harisingh Gour Vishwavidyalaya, Sagar, Madhya Pradesh, India*
[3]*Department of Geology and Natural Resources, Institute of Geosciences, University of Campinas,Campinas, São Paulo, Brazil*
[4]*Instituto de Geociencias, UNAM*

mahendra.shukla@ipicyt.edu.mx

The Dudhi Granitoid Complex, situated within the Mahakoshal Belt of the Central Indian Tectonic Zone (CITZ), comprises Paleoproterozoic granites. This Mahakoshal Belt is one of the most significant Paleoproterozoic supracrustal belts in the central India, preserving a complex record of geological, tectonic, and metallogenic evolution. Despite its importance, the Paleoproterozoic granites of this belt remain poorly understood, particularly with respect to their petrogenesis and tectonic setting. This study presents new whole-rock geochemical and zircon U–Pb geochronological data for A-type granites to constrain their magma generation and geodynamic evolution. The studied rocks are high-silica, ferroan, metaluminous, with enrichment in light rare earth elements (LREE). Zircon U–Pb dating yields a concordant emplacement age of ca. 1.76–1.73 Ga. Geochemical data signatures indicate that the A-type granites were derived from partial melting of the lower crust source during a post-collisional to intraplate extensional regime. These results provide new insights into the Proterozoic crustal evolution of the Mahakoshal Belt within CITZ and have implications for the assembly of the Columbia supercontinent. Keywords: A-type granites, U–Pb geochronology, Dudhi Granitoid Complex, Mahakoshal Belt (MB), Central Indian Tectonic Zone (CITZ), Columbia supercontinent.

GEOQP-13

CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA Y GEOQUÍMICA DE CÁLCULOS RENALES DEL ESTADO DE YUCATÁN

Esparza Herrera David E.[1], Cruz May Teresa N.[1], Velasco Tapia Fernando[2], Flores Tapia Juan Pablo[3] y Quintana Owen Patricia[1]

[1]*CINVESTAV - Instituto Politécnico Nacional - Unidad Mérida*
[2]*Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL*
[3]*Departamento de Urología, Hospital Regional de Alta Especialidad de la Península de Yucatán*

david.esparza@cinvestav.mx

El término GeoBioMed se ha propuesto para describir una línea de conocimiento emergente que integra a la geología y la biología con la medicina. Actualmente, la urolitiasis se ha convertido en un problema de salud pública, principalmente en regiones tropicales y subtropicales, que incluye al Sureste de México. El estado de Yucatán presenta la mayor incidencia nacional en cálculos renales (12.5%/1000 habitantes). Sus condiciones regionales de calidad de agua y de dieta nutricional (rica en proteínas y carbohidratos + bebidas carbonatadas) favorecen la urolitiasis. Durante el presente estudio se ha efectuado la caracterización mineralógica y geoquímica, así como el análisis estadístico, de 136 muestras obtenidas quirúrgicamente en el Departamento de Urología del Hospital Regional de Alta Especialidad de la Península de Yucatán en el periodo 2018-2021. Los pacientes cubrieron un intervalo de edad de 17-78 años, con una relación 1:3 entre géneros masculino:femenino y en donde el 62% de los casos presentaba al menos un apellido de origen maya. Se ha realizado un análisis de distribución espacial de los casos, a fin de identificar zonas de alta prevalencia. Los análisis de difracción de rayos-X y de espectroscopía de infrarrojo han confirmado la presencia de (a) oxalatos (36.7%: whewellita, $CaC_2O_4{\cdot}H_2O$; weddellita, $CaC_2O_4{\cdot}2H_2O$); (b) fosfatos (28.6%: struvita, $NH_4MgPO_4{\cdot}6H_2O$; hidroxiapatito, $Ca_5(PO_4)_3OH$; brushita, $CaHPO_4{\cdot}2H_2O$), y (c) uratos (34.7%: ácido úrico, $C_5H_4N_4O_3$; marchetita, $NH_4C_5H_4N_4O_3$). La mayoría de las muestras representan mezclas de dos o tres de estos tipos. Un pH bajo (aproximadamente 5) en volúmenes limitados de líquido urinario, acompañando de la presencia de Ca, Mg, P y NH4+ favorecen la formación de cálculos de ácido úrico, pero impiden la formación de los constituidos por oxalatos y fosfatos. La mayor parte de los cálculos de ácido úrico se han observado en pacientes masculinos. En contraste, condiciones de pH que tienden a ser neutras favorecen la formación de oxalatos y fosfatos, que dominan en pacientes de género femenino. La presencia de Al (3.5 – 485.3 ppm), Fe (2.3 – 463.3 ppm), Zn (4.7 – 1470.9 ppm) y Ba (3.5 – 399.5 ppm) fue detectada en todas las muestras, en donde los oxalatos y fosfatos mostraron las mayores concentraciones. Particularmente, las abundancias de Al y Ba exceden a las esperadas en humanos adultos. Adicionalmente, el 12.5% de los cálculos renales incluyen elementos traza tóxicos (Pb, As y Cd).

GEOQP-14

VARIACIÓN PETROGENÉTICA DE LAS ROCAS MÁFICAS CUATERNARIAS DE LA REGIÓN PACHUCA-CERRO GORDO, SECTOR ORIENTAL DE LA FAJA VOLCÁNICA TRANSMEXICANA Y SU RELACIÓN CON PROCESOS TECTONOMAGMÁTICOS

Martínez-Serrano Raymundo Gerardo[1], García-Tovar Gloria Patricia[2], Solís-Pichardo Gabriela[3], Arrieta-García Gerardo[1] y Hernández-Treviño Teodoro[1]

[1]*Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica, Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
[3]*Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica, Instituto de Geología, UNAM*

rms@igeofisica.unam.mx

Diversas estructuras monogenéticas cuaternarias, como conos de escoria, volcanes escudo y lavas fisurales de composición máfica, y algunos domos dacíticos se emplazaron entre la Sierra de Pachuca, Hidalgo y Cerro Gordo, Edo. de México (SP-SG). Esta región se localiza a ~425km de distancia de la Trinchera Mesoamericana, dentro del sector oriental de la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM), detrás del frente volcánico actual. Las estructuras monogenéticas muestran una orientación predominante NE-SW y en menor proporción NW-SE. Con base en datos geocronológicos, geoquímicos e isotópicos determinados de diferentes productos volcánicos de dicha región, por estudiantes y académicos asociados con el Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica, UNAM, se efectúo la interpretación petrogenética del magmatismo de dicha región. De acuerdo con edades K-Ar disponibles, las rocas máficas de la región SP-SG parecen haberse emplazado de manera continua desde hace ~2.5 Ma hasta ~0.2Ma, por lo que son casi contemporáneas con los primeros eventos del campo volcánico monogenético de la Sierra Chichinuatzin (SC), frente volcánico de la FVTM. La mayoría de los conos de escoria y lavas asociadas tienen composiciones de basalto (SiO2<52% en peso), mientras que volcanes escudo y lavas fisurales presentan composiciones de andesita basáltica (SiO2>52% en peso). Se considera que primero se emplazaron los volcanes escudo y lavas fisurales con características geoquímicas de elementos mayores y traza que son típicas de arco volcánico relacionados con subducción (Ba/Nb=19-63). Mientras que los conos de escoria parecen emplazarse sobre los volcanes escudo y lavas fisurales y exhiben características transicionales entre una fuente de tipo calcoalcalina y magmas tipo OIB (Ba/Na=12-30). Las rocas máficas de la SP-CG presentan valores isotópicos relativamente más altos (87Sr/86Sr: 0.70384-0.70503 y 144Nd/143Nd: 0.51264-0.51283) que el promedio de las rocas del actual frente volcánico (Popocatépetl y SC). En cuanto a los valores de isótopos de Pb común, se observa una línea de mezcla entre una fuente de tipo MORB y materiales corticales similares al Complejo Acatlán. Procesos tectono-magmáticos producidos por el retroceso de la placa en subducción, desde el Mioceno Tardío al Holoceno, pueden explicar el origen y evolución de las rocas estudiadas.

GEOQP-15

AVANCES PRELIMINARES DE LA PETROGRAFÍA Y GEOQUÍMICA DEL CAMPO VOLCÁNICO DE SAN QUINTÍN, BAJA CALIFORNIA: PISTAS SOBRE EL ORIGEN Y NATURALEZA DE SUS XENOLITOS

González-Preciado Delia Isabel[1], Sosa-Ceballos Giovanni[1], Macías Jose Luis[1], Ortega-Gutiérrez Fernando[2] y Andrews Benjamin[3]

[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Instituto de Geología, UNAM*
[3]*Smithsonian Institution*

deliaisa.gonzalez@gmail.com

El Campo Volcánico de San Quintín (CVSQ), ubicado al oeste de la Península de Baja California, está compuesto por 14 centros volcánicos y constituye un escenario excepcional para estudiar la interacción entre magmas intraplaca y la litósfera. Una de sus particularidades es la abundancia de xenolitos de manto y corteza, que proporcionan información directa sobre los procesos

profundos que acompañaron el vulcanismo pleistocénico. Este trabajo presenta avances preliminares que integran datos geoquímicos compilados de la literatura con nuevas observaciones petrográficas en lámina delgada, con el objetivo de evaluar la naturaleza de los magmas y la distribución de xenolitos en el campo. Las dataciones radiométricas y las relaciones estratigráficas permiten distinguir al menos tres etapas eruptivas: (1) antigua (165–126 ka), representada por los volcanes Woodford, Kenton, Callado Internacional y Monte San Quintín; (2) intermedia (125–90 ka), que incluye Ceniza, Basu y Medialuna; y (3) joven (46–22 ka), formada por Isla San Martín, Sudoeste y Picacho-Vizcaíno. Petrográficamente, las lavas presentan predominantemente texturas microporfídicas, con fenocristales de olivino y plagioclasa, aunque se observa un contraste marcado entre los centros: los más antiguos (Kenton, Woodford) son ricos en plagioclasa milimétrica y muestran cristalinidad elevada, mientras que los más jóvenes son vítreos con escaso contenido de fenocristales. Se documentan con frecuencia olivinos con bordes de reacción, glomerocristales y xenocristales de plagioclasa, rasgos que apuntan a procesos de interacción magma–cristal y magma–litósfera. La geoquímica compilada muestra una evolución coherente con estas diferencias. Los volcanes antiguos exhiben afinidad toleítica, con enriquecimiento en Fe–Ti y rasgos indicativos de cierta diferenciación. Los centros intermedios muestran un claro enriquecimiento alcalino (Na–K) y rasgos compatibles con composiciones shoshoníticas, mientras que los centros jóvenes corresponden a basaltos primitivos con elevados contenidos de Ni y Cr, de afinidad OIB (ocean island basalt), que sugieren un ascenso rápido desde el manto con mínima interacción litosférica. La distribución de xenolitos se concentra en Medialuna y en el complejo Woodford (Woodford, Monte San Quintín y Callado Internacional), con ocurrencias menores en Basu. Los xenolitos incluyen principalmente peridotitas y granulitas, algunos con evidencias de infiltración de fundido y bordes reactivos, indicando que los magmas relativamente diferenciados desempeñaron un papel clave en su arrastre desde la litósfera. Estos resultados preliminares sugieren un modelo donde el CVSQ registra un gradiente temporal y espacial: desde vulcanismo con mayor influencia litosférica y abundancia de xenolitos hacia vulcanismo más primitivo con aporte directo del manto. El estudio será complementado con análisis de química mineral, actualmente en desarrollo, lo que permitirá afinar la interpretación de los procesos petrogenéticos y la naturaleza de los xenolitos en el campo.

GEOQP-16

ESTIMACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE CIRCULACIÓN DEL FLUIDO HIDROTERMAL, MEDIANTE LA RELACIÓN LINEAL DE LAS TEMPERATURAS BASADAS EN EL CONTENIDO DE SÍLICE Y EL FLUJO DE CALOR, EN EL YACIMIENTO DEL CAMPO GEOTÉRMICO LOS HUMEROS, PUEBLA, MÉXICO

Valencia Cabrera Diana[1], Gómez Arias Efraín[1], Oliva Zavala Mónica[2] y Tello Hinojosa Enrique[3]

[1]*Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE*
[2]*Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares*
[3]*Geocónsul, S.A. de C.V.*

dvalencia@cicese.edu.mx

En los sistemas geotérmicos la circulación de fluidos hidrotermales ocurre a través de zonas profundas de la corteza terrestre, o donde el gradiente geotérmico es elevado. A medida que el fluido hidrotermal desciende, entra en contacto con rocas calientes o bordes de cuerpos magmáticos, provocando que ocurran cambios fisicoquímicos en la roca, como la disolución de minerales. Durante la circulación del fluido hidrotermal, la solubilidad/disolución mineral de la sílice depende directamente de la temperatura, lo que permite utilizarla como indicador indirecto de la condición térmica del yacimiento. A su vez, la ley de Fourier de conducción establece que la conductividad térmica de las rocas en el yacimiento controla el flujo de calor transferido verticalmente, desde el interior de la Tierra hacia la superficie en una profundidad determinada y por lo tanto se establece una relación cuantitativa con la profundidad de circulación del fluido. En este estudio, se utilizaron los registros de temperatura de fondo de pozo (BHT) del campo geotérmico Los Humeros en Puebla México, y mediante el método analítico de flujo de calor de Horner, para obtener temperaturas estabilizadas de formación (TEF). Los resultados indican valores de ~35 $mW{\cdot}m^{-2}$ en pozos poco profundos (<2000 m) y de hasta 120 $mW{\cdot}m^{-2}$ en pozos más profundos (>2500 m). Además, con base en la composición química de 43 muestras de agua geotérmica, se aplicaron geotermómetros de sílice que estimaron temperaturas entre 112 y 305 °C. A partir de estos resultados, se desarrolló una ecuación empírica que describe la relación lineal entre las temperaturas estimadas con geotermómetros de sílice y el flujo de calor en el reservorio. Esta metodología permite aprovechar los datos geoquímicos de aguas geotérmicas directas de pozos productores, como indicadores indirectos del estado térmico del reservorio geotérmico. Los resultados se presentan a través de dos perfiles litológicos del campo geotérmico de los Humeros, donde se delimita preliminarmente la circulación de fluido hidrotermal y aporta una actualización al modelo conceptual del reservorio.

GEOQP-17 CARTEL

DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE UNA METODOLOGÍA INTEGRADA PARA EL SISTEMA ISOTÓPICO DEL BARIO: UNA APROXIMACIÓN DESDE LA ESPECTROMETRÍA DE MASAS CON FUENTE DE IONIZACIÓN TÉRMICA

Arrieta-García Gerardo[1], Gutiérrez-Aguilar Fabián[2], Gómez-Tuena Arturo[3], Martínez-Serrano Raymundo Gerardo[1], Solís-Pichardo Gabriela[4], Parolari Mattia[5], Sánchez-Gutiérrez Andrea V.[3] y Hernández-Treviño Teodoro[1]

[1]*Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica, Instituto de Geofisica, UNAM*
[2]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM*
[3]*Laboratorio de Isotopía, Geocronología y Microanálisis Avanzado, Instituto de Geología, UNAM*
[4]*Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica, Instituto de Geología, UNAM*
[5]*Instituto de Geología, UNAM*

arrieta@igeofisica.unam.mx

El bario (Ba) es un elemento metálico alcalinotérreo con siete isotopos estables (130Ba 132Ba, 134Ba, 135Ba,136Ba,137Ba y 138Ba) cuyo fraccionamiento isotópico registra procesos de interacción entre la hidrosfera, la corteza y el manto, lo que lo convierte en un trazador clave para el estudio de ciclos geoquímicos, magmatismo, reconstrucciones pale-oceanográficas y yacimientos minerales. En este trabajo se presenta el desarrollo y validación de una metodología integral para la determinación de las relaciones isotópicas de Ba en el estándar internacional NIST3104a mediante espectrometría de masas por ionización térmica (TIMS). La metodología se estableció en el Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica (LUGIS, Instituto de Geofísica, UNAM) en colaboración con el Laboratorio de Isotopía, Geocronología y Microanálisis Avanzado (LIGMA, Instituto de Geología LANGEM-UNAM). La determinación de las relaciones isotópicas de Ba enfrenta retos significativos debido a que solo dos de sus masas están libres de interferencias isobáricas, requiriendo una separación química rigurosa y un control estricto de fraccionamiento por temperatura, por lo que se requiere extremo cuidado en la carga y en las condiciones de desgasificación previas a la medición. Para optimizar la medición, se utilizaron distintas configuraciones que variaron volumen de carga (1–2 µl), tipo de filamentos (simple o doble), condiciones de desgasificación y uso de activadores (H3PO4). Las relaciones isotópicas de Ba del estándar internacional NIST3104a se realizaron en un TIMS Thermo Scientific TRITON Plus con nueve colectores Faraday. Las masas 134Ba, 135Ba, 136Ba, 137Ba, 138Ba, 139La y 140Ce fueron monitoreadas con siete colectores Faraday, con amplificadores de 1011 Ω. El haz de iones fue recolectado en 40 bloques de 10 integraciones cada uno, con una duración individual de 8.4 segundos. Se aplicó una corrección detallada de interferencias isobáricas (Ce y La) y una normalización interna con base en 136Ba/134Ba=3.249116. Los resultados fueron expresados como δ138Ba/134Ba en relación con el estándar internacional NIST3104a. Los datos obtenidos muestran una excelente precisión y reproducibilidad entre configuraciones analíticas, con valores promedio de δ138Ba/134Ba que oscilan entre –0.005 ‰ y +0.005 ‰, y errores absolutos de ±0.01 ‰ (2SD). Particularmente, la comparación entre los experimentos con la fuente previamente desgasificada y no desgasificada permitió evaluar efectos de fraccionamiento isotópico inducido por condiciones de ionización. Estas mediciones impulsan las bases para llevar a cabo estudios aplicados del sistema isotópico del Ba en contextos geoquímicos complejos, tales como las zonas de subducción, reconstrucciones pale-oceonográficas, ambientes hidrotermales y yacimientos minerales.

GEOQP-18 CARTEL

GEOQUÍMICA Y ANÁLISIS GEOESTADÍSTICO DE ARENISCAS DEL CERRO DE LA PAVA, HUIMANGUILLO, TABASCO: IMPLICACIONES DE PROVENIENCIA Y MADUREZ COMPOSICIONAL

Guzmán-de la Cruz Miguel Ángel[1], Jiménez-Vázquez Adriana Guadalupe[1] y Torres-Sánchez Sonia Alejandra[2]

[1]*División Académica de Ciencias Básicas - Universidad Juárez Autónoma de Tabasco*
[2]*Facultad de Ingeniería, UASLP*

m.guzdlc@gmail.com

El presente trabajo aborda la caracterización geoquímica de areniscas del Cerro de la Pava, en Huimanguillo, Tabasco, mediante análisis de fluorescencia de rayos X (FRX). Se determinaron concentraciones de elementos mayores, menores y traza, comparándolas con valores de referencia de la corteza continental superior con el fin de identificar patrones de fraccionamiento y procesos de proveniencia. Los diagramas multielementales normalizados revelan un enriquecimiento relativo en As y Ba, así como variaciones significativas en U, Sr y Pb, lo que sugiere aportes de material con afinidad volcánica y procesos de lixiviación vinculados a la meteorización. Los óxidos mayores muestran predominio de SiO_2 (48–75 %), acompañado de contenidos moderados de Al_2O_3 (10–20 %) y bajas proporciones de Fe_2O_3, MgO y CaO, características coherentes con areniscas maduras. Los análisis de correlación señalan relaciones negativas destacadas entre SiO_2–MgO (r = –0.98) y SiO_2–CaO (r = –0.82), lo que refleja un fuerte control mineralógico entre cuarzo y carbonatos. Asimismo, la correlación positiva entre SiO_2–K_2O (r = 0.92) indica la presencia de feldespatos potásicos, mientras que la asociación SiO_2–

Na_2O (r = 0.77) evidencia una contribución secundaria de plagioclasa. Estos resultados apuntan a un origen continental con elevado grado de reciclaje sedimentario y fuerte influencia de la meteorización química. En conjunto, los datos geoquímicos respaldados por análisis geoestadísticos permiten concluir que las areniscas del Cerro de la Pava derivan de fuentes ígneas continentales, alcanzaron un alto nivel de madurez composicional y constituyen un registro clave para la reconstrucción de la evolución sedimentaria en el sur del Golfo de México.

Sesión regular

MODELACIÓN DE SISTEMAS GEOFÍSICOS

Organizadores

Vlad Manea
Víctor de la Luz

MSG-1

SIMULACIÓN DE LA DEFORMACIÓN VERTICAL EN ACUITARDOS ALTAMENTE COMPRESIBLES ACOPLADA CON ENKF: APLICACIÓN EN LA CUENCA DE MÉXICO

Zapata Norberto Berenice[1], Morales Casique Eric[2], Herrera Zamarrón Graciela[3], Contreras Galván René[4] y Ramos Leal José Alfredo[1]

[1]*Geociencias Aplicadas, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica*
[2]*Instituto de Geología, UNAM*
[3]*Instituto de Geofisica, UNAM*
[4]*TGC Geotecnia S.A. de C.V.*

berenice.zapata@ipicyt.edu.mx

Este estudio presenta la aplicación de una metodología para simular el flujo de agua subterránea y la subsidencia unidimensional, acoplada con el filtro de Kalman ensamblado (EnKF). El enfoque permite actualizar los parámetros hidráulicos y estimar los asentamientos en un acuitardo heterogéneo y altamente compresible, asociados a la extracción de agua subterránea en el acuífero subyacente. El caso de estudio se localiza en la cuenca de México e involucra una columna de 136 m de espesor, derivada de una sección hidrogeomecánica, en donde, 100 m corresponden al acuitardo y 36 m al acuífero (Zapata-Norberto et al., 2025). En el sitio se cuenta con más de 10 años de monitoreo, con registros de presiones de poro mediante una estación piezométrica y mediciones de deformación a través de multi-extensómetros de hasta 82 m de profundidad. La simulación del flujo y la subsidencia no lineal en 1D, con parámetros dependientes del esfuerzo, se realizó mediante el algoritmo de Neuman et al. (1982), modificado por Rudolph y Frind (1991). En el esquema de EnKF se utilizó la serie temporal piezométrica como conjunto de observaciones, asumiendo un error de medición constante por piezómetro. Los resultados muestran que el promedio del ensamble de conductividad hidráulica reproduce adecuadamente las condiciones hidrostáticas en la parte somera del acuitardo y el abatimiento en la parte inferior. En cuanto al asentamiento, el promedio del ensamble mejoró su ajuste con los datos de campo conforme se incorporaron nuevas mediciones. En general, los asentamientos se corrigieron satisfactoriamente utilizando datos piezométricos, lo que demuestra la eficacia y viabilidad de la metodología aplicada.

MSG-2

TONALLI: UN CÓDIGO MHD 3D NLTE MULTIESPECIE PARA MODELAR LA CROMOSFERA SOLAR

Huipe-Domratcheva Elizandro[1], De la Luz Victor[2], Zapata Luis[1], González-Aviles Jose Juan[2] y Ojeda Arian[3]

[1]*UNAM IRyA*
[2]*UNAM ENES Morelia*
[3]*UNIVAP*

e.huipe@irya.unam.mx

La cromósfera se encuentra fuera de equilibrio termodinámico local (NLTE en inglés) este estado describe sistemas físicos donde las poblaciones de niveles atómicos y el campo de radiación no pueden describirse únicamente mediante parámetros termodinámicos locales como la temperatura cinética. ALMA es un radiotelescopio que ofrece nuevas oportunidades para estudiar las condiciones físicas de la cromosfera solar, particularmente en el submilimétrico, como mediciones de temperatura y en el futuro polarización. Los modelos magnetohidrodinámicos MHD 3D (MHD), las condiciones NLTE y la transferencia radiativa son fundamentales para analizar los espectros de ALMA y comprender la física cromosférica. En este trabajo buscamos crear un modelo de plasma que tenga las condiciones necesarias para sostener una cromosfera solar y calcular la densidad electrónica requerida para reproducir la emisión de continuo en longitudes de onda milimétricas y submilimétricas y compararlas con las observaciones de ALMA. Para abordar este desafío, se desarrolló el código Tonalli, combinando dos modelos existentes de la atmósfera solar: CAFE, un modelo MHD 3D que estudia fenómenos de plasma ionizado como espículas y eyecciones de masa coronal (CMEs); y PakalMPI, un modelo hidrostático NLTE enfocado en emisión cromosférica, usado también en fulguraciones solares y estrellas similares al Sol. Este modelo ha generado con éxito cubos representativos del plasma con perfiles cromosféricos de temperatura, presión y densidad para las especies NLTE del hidrógeno incluyendo electrones.

MSG-3

MODELADO DE LA RED CROMOSFERICA SOLAR A LONGITUDES DE ONDA SUBMILIMÉTRICAS

De la Luz Victor y Arjang Mona

ENES Morelia, UNAM

vdelaluz@enesmorelia.unam.mx

En este trabajo presentamos los resultados de la modelación de la red cromosferica solar a través de dos modelos hidrostaticos para elementos frios y calientes que integran la red. Para las condiciones iniciales se realizó un estudio estadistico de las imágenes de la misión VAULT para determinar un correcto balance de la energia total radiada en el UV y posteriormente se utilizó el código PakalMPI para resolver la ecuación de transporte radiativo a longitudes de onda centradas en los receptores de observatorios modernos (ALMA, LMT, SST).

MSG-4

PERFIL VERTICAL ATMOSFÉRICO DE FOTOIONIZACIÓN DURANTE EXPLOSIONES SOLARES: APLICACIÓN AL ESTUDIO DE LA ABSORCIÓN EN ONDAS HF

Cornejo Deysi[1], Paulo Claudio[1], Raulin Jean Pierre[2] y Szpigel Sergio[1]

[1]*UNAM ENES Morelia*
[2]*CRAAM*

veronicadce@gmail.com

Durante una explosión solar, se libera una gran cantidad de radiación en las bandas de rayos X y ultravioleta, lo que altera significativamente la densidad electrónica en la ionosfera terrestre, especialmente en las regiones D y E. El depósito de energía causado por esta radiación puede ser estimado a través del perfil vertical de fotoionización, un parámetro fundamental para estimar la densidad electrónica. El exceso de ionización durante estos eventos solares permite validar la absorción de ondas de alta frecuencia (HF, 3-30 MHz) en la atmósfera terrestre. El estudio de HF es crucial para las telecomunicaciones en esa banda, ya que una absorción muy alta puede generar apagones temporales en las comunicaciones. El modelo de Predicción de Absorción de la Región D (D-RAP), desarrollado por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA), se utiliza para emitir alertas de apagones en alta frecuencia (HF) durante eventos solares. Asi, con el objetivo de caracterizar el perfil vertical de ionización producido por la radiación de rayos X de baja energía emitida durante una explosión solar, se utilizó el código Monte Carlo GEANT4. Este código permite simular la tasa de producción de pares electrón-ión generada por N fotones solares de baja energía en la atmosfera. Dicha tasa será empleada como dato de entrada en el modelo numérico de Glukhov-Pasko-Inan (GPI), el cual permitirá calcular la densidad electrónica en la ionosfera. Finalmente, se presentarán y discutirán los principales resultados obtenidos.

MSG-5

MODELADO NUMÉRICO VISCO-ELASTO-PLÁSTICO 2D DE LA SUBDUCCIÓN DE LA PLACA DE COCOS EN CHIAPAS

Martínez Rodríguez Miguel Ángel, Manea Marina y Manea Vlad

Instituto de Geociencias, UNAM

miguelmartinez@geociencias.unam.mx

Las zonas de subducción son sistemas complejos que, para ser estudiados, exigen un importante trabajo multidisciplinario entre geofísica, geología, geoquímica y geodinámica. Dentro de una amplia gama de herramientas, los modelos computacionales permiten simular cómo evoluciona un proceso de subducción en tiempo y espacio, ofreciendo una visión del pasado, presente y futuro de la subducción, al tiempo que nos dan la posibilidad de controlar y experimentar con los procesos que tienen lugar ahí. Dada su versatilidad, resulta prometedora la posibilidad de llevar a cabo estudios geodinámicos en zonas que aún no cuentan con ellos, como la zona subducción de la placa de Cocos en el sur de México. En este trabajo se emplea un modelo termo-mecánico de subducción 2D para rocas con reología visco-elasto-plástica para modelar la subducción de la placa de Cocos en el sur de México, en la zona costera de Chiapas, que ha sido de interés debido a su compleja historia

geológica. Se generó un conjunto de modelos empleando las propiedades conocidas de la zona y reproduciendo los principales procesos que se cree que tienen lugar en esta región: transporte de fluidos (H2O), metamorfismo, fusión parcial y desprendimiento de losa. Los resultados muestran que los fluidos en la zona de subducción funcionan como catalizadores que favorecen la serpentinización del manto debajo de la corteza oceánica subducida y en la cuña del manto, lo que a su vez modifica considerablemente la reología de las rocas y con ello la evolución de la subducción. Al favorecer la fusión del manto, el contenido de agua también determina dónde ocurre el vulcanismo de arco. Un mayor ingreso de agua ayuda a obtener una estructura térmica de la subducción más fría que ayuda a explicar el bajo flujo de calor reportado en la superficie continental de Chiapas y el vulcanismo de arco actualmente lejano a la trinchera, por ejemplo, en el complejo volcánico El Chichón. A su vez, el desprendimiento de una porción de la losa produce un efecto de "rebote" en la placa, lo que disminuye su profundidad e incrementa su distancia horizontal respecto a la trinchera. Esto sugiere que la migración del vulcanismo de arco que se cree que ha ocurrido en Chiapas pudo ser una respuesta al desprendimiento de una porción de la placa de Cocos.

MSG-6

MODELACIÓN DE FLUJO Y TRANSPORTE CONSERVATIVO EN AGUAS SUBTERRÁNEAS CON MODFLOW, MT3D Y PYTHON CON FLOPY: BASE PARA SIMULACIÓN REACTIVA

Hernández García Guillermo de Jesús, Vera Guzmán Norberto C., Contreras Trejo Iván G. y Herrera Zamarrón Graciela
Universidad Nacional Autónoma de México
ghdez@igeofisica.unam.mx

En el marco del proyecto "Soluciones basadas en la naturaleza a la contaminación del agua subterránea por especies de nitrógeno (CF-2023-G-904)", financiado por el programa Ciencia de Frontera de la SECIHTI, se desarrolla un simulador de transporte reactivo en aguas subterráneas, entendido como el movimiento de sustancias que, además de desplazarse con el flujo, participan en reacciones químicas o biológicas en el medio. El enfoque metodológico para la parte reactiva se basa en la estrategia Water Mixing Approach del Dr. Jesús Carrera y su grupo, que desacopla el problema en dos etapas: un modelo de transporte conservativo y una componente reactiva (no lineal). La parte conservativa se resuelve mediante MODFLOW 6 (módulos GWF y GWT) o mediante MODFLOW 6 y MT3D-USGS, este último desarrollado por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). En este caso, se emplea un paso intermedio para convertir los archivos de salida de MODFLOW 6 al formato requerido por MT3D-USGS. El módulo reactivo se desarrolla en FORTRAN con programación orientada a objetos y se acoplará posteriormente al modelo conservativo. FLOPY se utiliza en PYTHON para gestionar la ejecución, el control de datos y el posprocesamiento, mientras que los resultados se comparan con una solución analítica. Los resultados incluyen perfiles de niveles piezométricos, velocidades y evolución espacial y temporal de concentraciones. En esta presentación se muestra únicamente la modelación de la parte conservativa y el desarrollo de un caso de referencia (benchmark) inicial, que servirá de base para el acoplamiento posterior con el módulo reactivo. El caso de referencia consiste en un dominio unidimensional con transporte conservativo, configurado en estado transitorio. Para cada periodo de esfuerzo de flujo, se ejecuta GWF y posteriormente MT3D-USGS para todos los pasos de tiempo de transporte, empleando su propio ciclo interno.

MSG-7

FLUJO EN MACRO FRACTURAS UTILIZANDO DESCOMPOSICIÓN DE DOMINIO Y MPI

Vera Norberto
Universidad Nacional Autónoma de México
nrbrtvr@gmail.com

En este trabajo se presenta un modelo de flujo en medios porosos fracturados en 3D con base en dos modelos mixtos acoplados: uno para las bloques y otro para fracturas. En la formulación de ambos modelos se aplica descomposición de dominio para reformular el problema original como dos conjuntos de problemas acoplados, uno en 3D y otro en 2D. El dominio de las fracturas está constituído por las interfaces entre bloques después de hacer la descomposición de dominio y tiene una orientación arbitraria en el espacio 3D. Para la búsqueda de una solución aproximada del problema de flujo en macrofracturas, se utiliza una formulación variacional de ambos conjuntos de problemas, aproximaciones de elemento finito mixto y algoritmos de punto próximo tanto para los problemas en bloques como en fracturas. Se presentan los resultados obtenidos hasta el momento, considerando variaciones en el ancho de las fracturas y en sus propiedades físicas que pueden incluir un comportamiento semejante al de canales o barreras.

MSG-8

FORMULACIÓN Y ANÁLISIS DE UN MODELO LINEAL PARA LA ESTIMACIÓN DE COEFICIENTES DE REACCIÓN

Parra Guevara David y Skiba Yuri N.
Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM
pdavid@atmosfera.unam.mx

Los modelos de la calidad del aire se utilizan para pronosticar la concentración de sustancias contaminantes en una región de la atmósfera o para analizar diferentes estrategias de control de emisiones [1]. El objetivo es estimar el riesgo en la población y proponer medidas de protección. Este tipo de modelos requiere información de las fuentes de emisión, de los parámetros que definen el estado de la atmósfera y de los valores que determinan la velocidad de reacción de las sustancias contaminantes. Esta información se obtiene directamente como medidas de instrumentos, o indirectamente, mediante el uso de datos y técnicas auxiliares. En este trabajo se describe un modelo lineal de dispersión y reacción para un contaminante primario y un contaminante secundario en una región acotada de la atmósfera. Dicho modelo es una aproximación lineal de la dispersión y reacción de algunos contaminantes del aire [2], y tiene el objetivo de ser un auxiliar en la estimación de los coeficientes de reacción de dichas sustancias. La integración de este modelo conduce a una fórmula explícita que permite calcular el coeficiente de reacción del contaminante primario, y a una ecuación no-lineal cuya solución estima el coeficiente de reacción del contaminante secundario. Se prueba que tal solución se puede calcular por el método de punto fijo. Este método de estimación de parámetros sólo requiere de la medida indirecta, en un tiempo específico, de la masa del contaminante primario y secundario [3, 4]. Referencias 1. Skiba, Yu. N. and David Parra-Guevara (2024). "Mathematical Methods for the Assessment and Control of Industrial Emissions" (289 p). Mathematical Engineering Series, Springer. Hardcover ISBN 978-3-031-58108-3, Softcover ISBN 978-3-031-58111-3. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-58109-0. 2. Gough C. A., M. J. Chadwick, B. Biewald, J. Kylenstierna, P. D. Bailey and S. Cinderby. Developing Optimal Abatement Strategies for the Effects of Sulphur and Nitrogen Deposition at European Scale. Water, Air and Soil Pollution, 85 (4), 2601-2606 (1995). 3. Park S., M. Shin, J. Im, C-K Song, M. Choi, J. Kim, S. Lee, R. Park, J. Kim, D-W Lee and S-K Kim. Estimation of Ground-Level Particulate Matter Concentrations Through the Synergistic Use of Satellite Observations and Process-Based Models Over South Korea. Atmos. Chem. Phys., EGU, Vol. 19, 1097–1113 (2019). 4. Saleh S. and G. Hasan. Estimation of PM10 Concentration Using Ground Measurements and Landsat 8 OLI Satellite Image. J. Geophys. Remote Sens., Vol. 3, No. 2, 1-6 (2014).

MSG-9

MODELADO GRAVIMÉTRICO Y MAGNÉTICO DE LA CUENCA SEDIMENTARIA DE SALINAS VICTORIA, UBICADA AL NORTE DE MONTERREY, NUEVO LEÓN

Garza Alanis Diana Angelina, Romero de la Cruz Oscar Mario, Ramírez Peña César Francisco y Méndez Delgado Sóstenes
Facultad de Ciencias de la Tierra, FCT
diana.garzaas@uanl.edu.mx

El análisis del contraste de propiedades petrofísicas como la densidad y la susceptibilidad magnética en rocas es un parámetro importante en los métodos potenciales para identificar estructuras tectónicas, como cuencas sedimentarias, las cuales son estructuras que pueden contener la presencia de acuíferos. En el presente trabajo se tiene como objetivo obtener un modelado gravimétrico y magnético 2D de la cuenca ubicada en el municipio de Salinas Victoria, la cual se concentra entre los anticlinales Minas Viejas y Mamulique, que forman un sistema estructural ubicado al norte de la zona metropolitana de Monterrey, Nuevo León. Se pretende obtener las anomalías gravimétrica y magnética que responden a la geometría del basamento de la cuenca. Partiendo de una base de datos gravimétricos y magnéticos se pretende obtener un modelo preliminar de la cuenca, debido al contraste de densidades y de susceptibilidad magnética, entre los sedimentos erosionados de los anticlinales y el basamento que define la geometría. Con base a las respuestas obtenidas, se contempla la extensión para usar metodologías clásicas de modelado 3D, como aproximación con prismas o el uso de un proceso de inversión lineal tanto de densidad, como de magnetización.

MSG-10

RETOS EN LA INVERSIÓN CONJUNTA DE DATOS ELÉCTRICOS E HIDRÁULICOS EN UN MEDIO VARIABLEMENTE SATURADO

Salas Ariza Jessica Jazmin y Gallardo Luis A.
CICESE
jsalas@cicese.edu.mx

Una parte esencial en la identificación conjunta de parámetros en procesos altamente no lineales es la elección y configuración de un método de búsqueda por gradiente adecuado para la solución iterativa de la función de desajuste y su gradiente. Específicamente, para la inversión de datos eléctricos e hidráulicos

en un medio variablemente saturado, la diferencia en los órdenes de magnitud de la respuesta de cada fenómeno presenta un reto importante. Este se refleja en la dificultad de determinar un tamaño de paso óptimo compartido; así como en los pesos otorgados a cada componente en el proceso de búsqueda de la solución de la función objetivo. En este trabajo presentamos el desarrollo del problema inverso electro-hidráulico empleando un algoritmo de gradientes conjugados no lineales. La hipótesis para acoplarlos es que ambos procesos (eléctrico e hidráulico) están influenciados por la variación del contenido de agua en la zona drenada y en la interfase saturado/no-saturada representada por una curva de saturación. Para evaluar el desajuste, las ecuaciones fundamentales se resuelven en cada iteración tanto para el campo de presión y como para el potencial eléctrico y sus variaciones con las iteraciones son determinadas a través de la formulación de estado adjunto. Esta función de desajuste, se complementa por funciones de regularización basadas en la suavidad de ambos modelos y en modelos fijos de referencia para formular una función objetivo completa. El algoritmo desarrollado se prueba en un experimento sintético que simula mediciones geoeléctricas e hidráulicas hechas en un medio poroso parcialmente saturado. Los resultados demuestran que el algoritmo de gradientes conjugados converge gradualmente en cada paso iterativo, ajustando ambos datos y logrando identificar los parámetros de conductividad eléctrica y permeabilidad hidráulica saturadas.

MSG-11

CONTROLES REOLÓGICOS EN EL EMPLAZAMIENTO DE SILLS: EVIDENCIAS PETROFÍSICAS EN LA CUENCA DE GUAYMAS, GOLFO DE CALIFORNIA

Fuentes Karina[1], Negrete Aranda Raquel[1], Contreras Perez Juan[1], Neumann Florian[2] y Yarbuh Ismael[3]

[1]*División de Ciencias de la Tierra, CICESE*

[2]*MARUM - Center for Marine Environmental Sciences, University of Bremen*

[3]*Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California*

kfuentes@cicese.edu.mx

Comprender el emplazamiento de sills es clave para interpretar los sistemas de plomería magmática y su impacto térmico en las cuencas sedimentarias. Aunque los contrastes mecánicos, las barreras diagenéticas y las fuerzas de flotabilidad neutra se consideran controles primarios, su influencia sigue siendo motivo de debate en el emplazamiento a poca profundidad en sedimentos húmedos no consolidados. Este estudio investiga el emplazamiento de sills en un contexto de rift activo, centrándose en el sill Ringvent en la Cuenca de Guaymas, en el centro del Golfo de California. Nuestros resultados ofrecen nuevas perspectivas sobre la dinámica de emplazamiento magmático en cuencas de rift bien sedimentadas, mediante la comparación de sitios alterados y no alterados por el sill, perforados dentro de la cuenca. Analizamos las propiedades petrofísicas y reológicas de los sedimentos circundantes, empleando datos de laboratorio y registros de pozo de la Expedición 385 del IODP, incluyendo densidad, porosidad, velocidad de onda sísmica, datos de resistencia al corte por cizalla (AVS) y estimaciones del módulo de compresión, junto con descripciones de núcleo e informes de transición diagenéticos, específicamente de ópalo. Mediante un modelo de la resistencia litosférica en función de la profundidad, encontramos que las tendencias controladas por compactación muestran un aumento de la densidad y la resistencia, y una disminución de la porosidad con la profundidad. Sin embargo, Ringvent intruye una lutita silícea altamente porosa y saturada en humedad que se desvía de estas tendencias. Esta capa se comporta como un material elástico-plástico con una resistencia al corte inusualmente baja, situada entre una capa de lutita frágil e indurada y una capa rígida elástico-plástica. Contrario a lo que se asume convencionalmente, el sill no se emplaza precisamente en la interfaz entre capas mecánicamente contrastantes o bajo límites diagenéticos. En cambio, intruye dentro de una zona dúctil incapaz de acomodar fracturamiento inducido por el dique. La propagación lateral del sill parece estar facilitada por una combinación de baja resistencia al corte y alta porosidad, lo que favorece la rápida igualación de la presión hidrostática. Esto inhibe el desarrollo de fracturas favoreciendo el crecimiento lateral del sill y la flexión de los estratos suprayacentes.

MSG-12

GEO2GMSH: FLUJO DE TRABAJO EN PYTHON PARA GENERACIÓN AUTOMÁTICA DE MALLAS GEOLÓGICAS USANDO GMSH

Buitrago Segura Harol Stiven[1], Contreras Perez Juan[1] y Neumann Florian[2]

[1]*División de Ciencias de la Tierra, CICESE*

[2]*MARUM - Center for Marine Environmental Sciences, University of Bremen*

hbuitrago@cicese.edu.mx

Presentamos Geo2Gmsh, un flujo de trabajo modular en Python que amplía las capacidades de Gmsh para la generación de mallas geológicas tridimensionales de alta calidad. La herramienta automatiza la construcción de mallas no estructuradas a partir de archivos de texto (.txt) que contienen coordenadas x, y, z de superficies, fallas y pozos, usualmente derivados de sistemas de información geográfica (GIS) o software geocientífico convencional. Geo2Gmsh permite la refinación localizada alrededor de fallas, pozos e interfaces, y facilita la asignación de identificadores de grupos físicos, totalmente compatibles con solucionadores externos de ecuaciones diferenciales parciales (EDP) basados en elementos finitos. Con esta automatización, se reducen errores humanos, se disminuyen de manera significativa los tiempos de preprocesamiento y se vuelve más accesible la generación de mallas para usuarios con experiencia limitada. La funcionalidad de Geo2Gmsh se ilustró mediante dos casos de estudio: (1) el sistema hidrotermal de Ringvent en la Cuenca de Guaymas (Golfo de California) y (2) la Cuenca de los Llanos Orientales en Colombia, actualmente investigada por su potencial geotérmico. Las mallas generadas se exportaron y se emplearon en simulaciones térmicas pseudo-advectivas con SfePy, demostrando la capacidad de la herramienta para producir mallas de alta calidad, listas para la simulación numérica de transferencia de calor y otros procesos físicos en dominios geológicos complejos. Este tipo de aplicaciones es particularmente relevante en geociencias, donde la solución numérica de ecuaciones diferenciales parciales suele realizarse sobre mallas con geometrías simplificadas, lo que puede limitar la capacidad predictiva de los modelos al no capturar adecuadamente los efectos asociados a la geometría real y a la heterogeneidad espacial de las propiedades.

MSG-13

MODELACIÓN NUMÉRICA DE FLUJO CONVECTIVO EN MEDIOS POROSOS CON EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS MIXTOS

Martínez Nicolás Alma[1], Flores Márquez Elsa Leticia[2], Parra Guevara David[3] y Teja Juárez Víctor Leonardo[4]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*

[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*

[3]*Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM*

[4]*Facultad de Ingeniería, UNAM*

amn.ingpet@gmail.com

La modelación numérica de flujo de fluidos y transporte de calor por convección en medios porosos es fundamental en la caracterización de yacimientos geotérmicos y en algunos procesos de recuperación de petróleo. El estudio de este fenómeno es indispensable para comprender la evolución térmica de las formaciones geológicas que pueden contener fluidos, como: agua, vapor, gas e hidrocarburos. Además, nos ayuda a predecir el comportamiento de un sistema o yacimiento para tomar las decisiones convenientes sobre su evolución o explotación. La solución de las ecuaciones de flujo convectivo en medios porosos toma como base los modelos geométricos conceptuales que representan las condiciones geológicas de un yacimiento. Éstas pueden resolverse de manera analítica cuando el sistema es sencillo y homogéneo; sin embargo, para modelos heterogéneos y anisotrópicos, como en las condiciones geológicas reales, es necesario desarrollar códigos numéricos para solucionar dichas ecuaciones. Uno de los métodos usados es el método de elemento finito (FEM: Finite Element Method), el cual divide al dominio geométrico en subdominios sobre los cuales se definen funciones, se interpolan y aproximan de manera tal, que la solución aproximada converge a la solución del problema real. Los modelos de convección requieren resolver numéricamente las ecuaciones de balance de las propiedades de los fluidos (masa y energía), e incorporar las ecuaciones que representan el medio de desplazamiento, que puede ser poroso o fracturado. Con estas consideraciones se puede reproducir el comportamiento real del sistema. El objetivo de este trabajo es implementar el método de elementos finitos en su forma mixta. El método mixto se desarrolla para aproximar a la vez las variables escalares de temperatura y stream (función de corriente), así como de la velocidad del fluido que satura al medio poroso. En lugar de un único espacio de elementos finitos utilizado en FEM Clásico, FEM Mixto emplea 2 espacios diferentes, lo que sugiere el nombre mixto. Estos dos espacios deben satisfacer una condición de inf-sup para que FEM Mixto sea estable.

MSG-14

EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO EN LA HIDROLOGÍA Y RECARGA DE ACUÍFEROS DE LA PARTE SUR DE LA CUENCA DE MÉXICO MEDIANTE MODELACIÓN CONJUNTA SWAT-MODFLOW

Ávila Carrasco José Roberto[1], Herrera Zamarrón Graciela del Socorro[2], Hernández Hernández Mario Alberto[3], Correa González Alejandra[4], Hernández García Guillermo[1] y Ramírez Serrato Nelly[1]

[1]*Facultad de Ingeniería, Departamento de Hidráulica, Universidad Nacional Autónoma de México*

[2]*Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM*

[3]*Investigador por México, SECIHTI, Instituto de Geofísica, UNAM*

[4]*Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*

avilacarrasco@yahoo.com.mx

Los cambios en el uso y cobertura del suelo (LU/LC) modifican de manera significativa los procesos hidrológicos, en particular la recarga de agua subterránea, cuyo análisis requiere herramientas de modelación a escala de cuenca. Entre los modelos más empleados se encuentran SWAT (Soil and Water Assessment Tool), un modelo hidrológico semidistribuido que integra variables climáticas, edáficas y de uso de suelo para simular procesos

de escorrentía, infiltración y producción de sedimentos, y MODFLOW, un modelo numérico tridimensional que simula el flujo subterráneo en medios heterogéneos y anisótropos. La integración de ambos modelos constituye una herramienta robusta para evaluar los efectos de cambios en LU/LC y variabilidad climática sobre la dinámica hidrológica y los acuíferos. En este trabajo se calibra de manera conjunta SWAT y MODFLOW para la parte sur de la Cuenca de México, que incluye los acuíferos de Texcoco, Chalco-Amecameca y la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. La metodología permite vincular la estimación espacial de la recarga obtenida con SWAT con la simulación de niveles piezométricos y flujo subterráneo en MODFLOW. Los resultados permiten evaluar la influencia del cambio de uso del suelo en el comportamiento hidrológico de la cuenca y en los procesos de recarga, proporcionando una base técnica para la gestión sustentable del recurso hídrico en una región caracterizada por una alta presión sobre los acuíferos.

MSG-15 CARTEL

MODELADO NUMÉRICO 2D PARA INVESTIGAR LA FORMACIÓN Y EVOLUCIÓN DEL GRABEN DE COLIMA

Juárez Valle Cristian Alberto[1], Manea Marina[2] y Constantin Manea Vlad[2]

[1]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geociencias, UNAM*
[2]*Laboratorio de Geodinámica Computacional, Instituto de Geociencias, UNAM*

cristianjuvalle@geociencias.unam.mx

En las últimas décadas, la aplicación de métodos numéricos para resolver problemas en Ciencias de la Tierra ha experimentado un crecimiento significativo, ya que permiten modelar el comportamiento dinámico de estructuras geológicas complejas, como calderas volcánicas, zonas de subducción y deformaciones crustales. En este trabajo, implementamos simulaciones 2D de alta resolución (~ 1 km) con una reología de tipo visco-elasto-plástica para reconstruir la evolución geodinámica del Graben de Colima, cuyo origen aún es tema de debate. Para ello, se utilizó el método de diferencias finitas combinado con la técnica de marcadores en celda. Asimismo, se consideró la influencia de una anomalía térmica como posible causa del vulcanismo anómalo del Complejo Volcánico de Colima (CVC). Los resultados obtenidos muestran los modelos termomecánicos 2D que mejor se ajustan a las observaciones geofísicas del Graben de Colima.

MSG-16 CARTEL

MODELO DE LA CROMOSFERA SOLAR UTILIZANDO LEVENBERG-MARQUARDT

López-Gutiérrez José Ángel[1], De la Luz Victor[1], Ojeda Arian[2] y Cornejo Deysi[1]

[1]*UNAM ENES Morelia*
[2]*UNIVAP*

jalg030129@gmail.com

En este trabajo presentamos una revisión bibliográfica exhaustiva de observaciones solares a longitudes de onda milimétricas y sub-milimétricas publicadas entre 1962 y 2018, empleando el portal Astrophysics Data System (ADS) y otras fuentes especializadas, además de incorporar datos recientes del Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA). Con estos datos se inició la ejecución del modelo Kinich-Pakal, un modelo de convergencia no-lineal de barrido de espacios de parametros. Estos primeros resultados muestran el cálculo de una cromosfera solar utilizando unicamente observaciones sub-milimétricas las cuales se han utilizado unicamente para probar la autoconsistencia de modelos centrados principalmente en el UV.

MSG-17 CARTEL

TRAZADO DE RAYOS SÍSMICOS EN SUPERFICIES COMPLEJAS USANDO UNA METAHEURÍSTICA

Castillo Solis Jesús y Soto Villalobos Roberto

Facultad de Ciencias de la Tierra-Universidad Autónoma de Nuevo León, FCT-UANL

casj1847063@uanl.edu.mx

Es posible estimar la trayectoria de un rayo sísmico aplicando técnicas de optimización global, sin la necesidad de utilizar los métodos estándar y depender de soluciones iniciales. La metaheurística puede determinar los tiempos óptimos o cercanos a pesar de la complejidad geológica en un tiempo de cómputo razonable y permite modelar un amplio espectro de posibles trayectorias que serán útiles para tener un mejor control en los procesos geofísicos que utilicen esta técnica. En este trabajo, el modelado y la implementación de la metaheurística se realizaron utilizando el lenguaje de programación R, aprovechando su capacidad para manejar algoritmos de optimización y visualización de resultados en entornos geofísicos.

MSG-18 CARTEL

ANÁLISIS DE LA CLASIFICACIÓN RMR MEDIANTE CONFIGURACIÓN GEOMECÁNICA Y MODELACIÓN GEOESTADÍSTICA DE UN MACIZO ROCOSO: CASO SAN ANTONIO TENEXTEPEC, PEROTE, VERACRUZ

Aguilar Fuentes Brenda, González Guevara José Luis, Serrano Ortiz José, Martínez Mirón Yleana Claudia, González Hernández Julio César, Castillo Pensado Juan Luis, Flores Tello Ana Judith, Chiñas Reyes Jessica y Ruiz Paredes Jaasai

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

brenda.aguilarfu@alumno.buap.mx

La presente investigación está enfocada en implementar un modelo geoestadístico a partir de los datos que brinda la caracterización geomecánica RMR (Rock Mass Rating), misma que puede generar beneficios en la explotación del yacimiento a estudiar, considerando que la roca es la materia prima en la industria minera. La zona de estudio se encuentra en la localidad San Antonio Tenextepec, dentro del municipio de Perote en el estado de Veracruz. Los datos de campo en los que se basa el modelo geoestadístico se obtuvieron en el año 2022 por medio de una empresa privada, y son usados para ese trabajo con el fin de analizarlos geoestadísticamente y generar un modelo predictivo basado en interpolación tipo kriging. Para generar el modelo se utilizó el software RStudio, cual está diseñado específicamente para el desarrollo en el lenguaje de programación R. El modelo obtenido complementa los datos RMR de las zonas que no fueron caracterizadas, de igual forma el análisis geoestadístico permite conocer las características geomecánicas del yacimiento, así como zonas no aprovechables para explotación.

MSG-19 CARTEL

MODELADO MATEMÁTICO PARA POROSIDAD EN 3D

Prado Omar[1], Escobar Alondra[2], Soto Roberto[2], Méndez Sostenes[2], Astacio Diane[2], Martínez Yeslia[2], Ortega Michell[3] y Valenzuela Valeria[2]

[1]*Universidad Autónoma de Nuevo León*
[2]*UANL*
[3]*IPN*

omar.izaguirrepr@uanl.edu.mx

A partir de conceptos básicos de geometría analítica y el uso de metaheuriticas se propone una forma alternativa para realizar el modelado de poros de matrices rocosas. Por lo que se utiliza las ecuaciones básicas de la circunferencia y de la elipse para poder realizar dicho modelado y se busca el uso de estrategias evolutivas para realizar el proceso y además para acelerar la convergencia de dicho modelado.

Sesión regular

OCEANOGRAFÍA COSTERA

Organizadores

Braulio Juárez Araiza
Isaac Rodríguez Padilla

OCC-1

EFECTO DEL PASO DE FRENTES FRÍOS EN LA MAREA DE TORMENTA SOBRE UNA PLATAFORMA SOMERA Y ANCHA

San Pedro Granados Angélica[1], Juárez Araiza Braulio[2] y Kurczyn Robledo Jorge Alejandro[3]
[1]*Universidad Autónoma de Baja California*
[2]*Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC*
[3]*Universidad Nacional Autónoma de México*
angelica.san@uabc.edu.mx

En este trabajo se analiza el impacto de los frentes fríos en la generación de mareas de tormenta. El objetivo es identificar las condiciones climáticas y oceánicas que ocurren cuando se presenta este fenómeno y su posible impacto en las inundaciones a lo largo de la costa. Como caso particular, se estudió la costa norte adyacente a una plataforma costera somera y ancha como la Península de Yucatán. Datos de un perfilador acústico de corrientes (ADCP) ubicado en la región, permitieron evaluar la respuesta del mar ante el forzamiento atmosférico durante el paso del frente frío. Mediante modelos numéricos de reanálisis (ERA5 y GLORYS), junto con datos satelitales, se analizó la evolución del sistema meteorológico. Los resultados muestran una relación directa de la intensificación de los vientos costeros, producidos por el frente frío, con las corrientes y elevación del nivel del mar. La importancia de este tipo de estudios recae en generar información para la zona costera del norte de la Península de Yucatán, propensa a inundaciones durante estos eventos. Esta información puede ayudar a comprender mejor la relación entre los frentes fríos y las mareas de tormenta para generar herramientas que ayuden a la prevención y gestión del riesgo en comunidades costeras expuestas a estos fenómenos.

OCC-2

MAREAS DE AGUAS SOMERAS EN UN ESTUARIO IMPACTADO POR INUNDACIONES COMPUESTAS ASOCIADAS A HURACANES

Juárez Braulio[1] y Valle-Levinson Arnoldo[2]
[1]*Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC*
[2]*Departamento de Ingenieria Civil y Costera, Universidad de Florida*
braulio.juarez@uabc.edu.mx

Las mareas en aguas someras se vuelven asimétricas por efectos de fricción, gradientes espaciales de velocidad, o por conservación de masa. Estas asimetrías se manifiestan en armónicos de 'aguas someras' con las alinealidades de las ecuaciones de conservación de masa y momento. Dichas asimetrías pueden acentuarse por descargas fluviales y por la acción de tormentas. Este estudio analiza la influencia de los efectos compuestos del Huracán Irma en la generación de mareas de aguas someras en la parte baja del estuario del río St. Johns, utilizando datos de velocidad de corriente de dos estaciones. Los vientos hacia la costa durante el huracán, con velocidades superiores a 20 m/s, y una lluvia acumulada de más de 20 cm en un solo día, produjeron transporte de agua hacia dentro del sistema impulsado por el viento y también una descarga de rio superior a 3000 m^3/s. Índices propuestos identificaron dos fases distintas de generación de mareas de aguas someras cuarti-diurnas (D4): la primera inducida por una prolongada entrada de volumen de agua forzada por el viento, y la segunda desencadenada por un pulso fluvial que ocurrió tras la relajación del viento. Este pulso fluvial también inhibió la generación del armónico sexti-diurno (D6) al reducir la intensidad del flujo entrante. Los resultados documentan, por primera vez, evidencia observacional de mareas de aguas someras generadas por dos mecanismos actuando secuencialmente en direcciones opuestas. Los hallazgos subrayan la complejidad de las respuestas de la onda de marea a efectos no lineales bajo condiciones de inundación compuesta asociadas a algunos huracanes.

OCC-3

ANÁLISIS TEMPORAL DEL COMPORTAMIENTO HIDROGRÁFICO Y CORRIENTES DE UN ESTUARIO SEMIÁRIDO TRAS UNA TEMPORADA DE LLUVIAS

Badillo Ferrer Dafne Itzel[1] y Juárez Araiza Braulio[2]
[1]*Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, CUCEI-UDG*
[2]*Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC*
dafne.badillo4740@alumnos.udg.mx

Los estuarios de aporte reducido se localizan en zonas semiáridas y generalmente, después de temporada de lluvias, presentan un gradiente positivo de densidad; donde el agua menos densa se encuentra al interior del estuario. En general, hay poca evidencia observacional de la sensibilidad de estos sistemas al aporte de agua dulce por lluvias. El presente trabajo expone la circulación e hidrografía de un estuario semiárido, el Estero de Punta Banda ubicado en la ciudad de Ensenada, Baja California, utilizando series de tiempo. Los datos fueron colectados mediante anclajes de un perfilador acústico de corrientes (ADCP) y CTD después de un aporte de agua dulce producido por la temporada de lluvias del 2024. Datos de temperatura y salinidad medidos en una estación cerca de la boca y otra cerca de la cabeza mostraron un gradiente positivo de densidad durante la tercera semana de abril. El perfil de corrientes medido por el ADCP mostró una circulación de dos capas. El número densimétrico de Froude determinó el rol de los esfuerzos de marea y gradientes de densidad en la generación de la circulación observada. Estos resultados aportan al conocimiento de los patrones de circulación que se observan en estuarios de aporte reducido en regiones semiáridas.

OCC-4

MODELACIÓN HIDRODINÁMICA DE LA LAGUNA DE BARRA DE NAVIDAD: ANÁLISIS DE VARIABILIDAD DIURNA Y SEMIDIURNA

Pérez Hernández Maria Fernanda[1], Velázquez-Muñoz Federico Angel[1], Giunti Luca[2] y Cruz Rodrigo Vicente[2]
[1]*Universidad de Guadalajara*
[2]*Euro-Mediterranean Center on Climate Change*
maria.perez4672@alumnos.udg.mx

La Laguna de Barra de Navidad (LBN) es un sistema costero situado en el sur del estado de Jalisco, dentro del municipio de Cihuatlán, México. Se comunica con la Bahía de Barra de Navidad a través de una boca de aproximadamente 80 metros de ancho. Por su alta biodiversidad y relevancia ecológica, fue reconocida en 2008 como humedal de importancia internacional bajo la Convención Ramsar. La dinámica del sistema bahía-laguna está influenciada principalmente por la marea y, de manera estacional, por las corrientes de mesoescala que se desarrollan en el Pacífico Tropical, como la Corriente Costera Mexicana. Comprender estas interacciones resulta esencial para evaluar los procesos físicos que regulan el intercambio de agua, nutrientes y sedimentos en la región. El presente estudio constituye un primer esfuerzo para caracterizar la hidrodinámica de la LBN. Se presentan los resultados iniciales obtenidos mediante simulaciones numéricas realizadas con el modelo SURF SHYFEM-MPI, el cual emplea una malla triangular no estructurada y el método de elementos finitos, permitiendo representar con alta resolución la dinámica de zonas costeras complejas. A partir de simulaciones de un mes, complementadas con mediciones in situ, se analizaron series temporales de temperatura y nivel del mar, así como mapas de velocidad y patrones de dirección del flujo. El objetivo principal fue identificar los efectos diurnos y semidiurnos asociados con los forzamientos atmosféricos y mareales dentro de la laguna, sentando así las bases para estudios posteriores orientados a comprender su variabilidad hidrodinámica a largo plazo.

OCC-5

CIRCULACIÓN POR MAREA EN EL SISTEMA LAGUNAR OJO DE LIEBRE - GUERRERO NEGRO A TRAVÉS DE UN MODELO NUMÉRICO

Solorza Rodríguez Victor Daniel[1], Parés Sierra Alejandro F.[1] y Flores Morales Ana Laura[2]
[1]*Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE*
[2]*Universidad Autónoma de Baja California*
vsolorza@cicese.edu.mx

El complejo lagunar Ojo de Liebre - Guerrero Negro (LOL-GN) es un importante ecosistema ubicado en la península de Baja California, México. Reconocido por ser parte del ciclo de vida de mamíferos marinos y aves migratorias, ha obtenido el título internacional de Patrimonio Natural de la Humanidad (1993) por la UNESCO. En este trabajo, se estudia la hidrodinámica interna de LOL-GN a partir del modelo numérico FVCOM, que cuenta con una malla no estructurada y de alta resolución. Como una primera aproximación, se utilizó como forzamiento la marea del océano Pacífico para estudiar las corrientes residuales y la evolución de la onda de marea dentro del sistema lagunar. Además, se implementó un modelo lagrangiano para estimar los tiempos de residencia del agua. Los resultados han mostrado la formación de remolinos de marea en la zonas cercanas a la boca de ambas lagunas, así como otros en la zona cercana a los canales. La fricción del fondo y la línea de costa no solamente repercuten en las corrientes, sino también en la onda de marea generando componentes de aguas someras, principalmente la M4, la cual se propaga desde la explanada de Ojo de Liebre hasta otras zonas de la laguna, amplificandose en las partes más someras y provocando asimetrías en las corrientes. Por otro lado, el tiempo de residencia fue menor en las zonas de la boca y mayor en la cabeza de Ojo de Liebre.

OCC-6

MODELACIÓN NUMÉRICA DE ONDAS INTERNAS EN LA PLATAFORMA CONTINENTAL DE NAYARIT, MÉXICO

Gómez Inda Mario[1] y Pantoja Diego Armando[2]
[1]*CUCEI, Universidad de Guadalajara*
[2]*Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería, Universidad de Guadalajara, CUCEI UDeG*
mario.gomez8648@alumnos.udg.mx

La Plataforma Continental de Nayarit (PCN) es una zona de transición y compleja dinámica ubicada en la entrada del Golfo de California. En esta zona confluyen tres corrientes importantes: Corriente de California, Corriente del Golfo de California y Corriente Costera Mexicana, cada una con su variabilidad respectiva. A pesar de que la zona cuenta con diversos estudios multidisciplinarios, hay pocos o nulos sobre la oceanografía física de la PCN. Este estudio analiza la dinámica tridimensional de la PCN, enfocándose en la velocidad vertical generada por la interacción con las mareas. Las simulaciones numéricas anidadas con forzamientos por mareas se realizan mediante software Delft3D con mallas numéricas con resolución de ~3 km y 50 niveles verticales. Mediante análisis armónico de los componentes de marea principales y diagramas de Hovmöller se logran identificar las principales zonas de generación de ondas internas. También se analizan posibles regiones de resonancia de este tipo de ondas. Este estudio aportará información sobre la posible dispersión vertical y los procesos físicos que influyen en la productividad de la PCN, ya que las plataformas continentales son zonas someras y productoras de materia viva y su interacción con la marea permite la generación de ondas internas, las cuales participan en el intercambio vertical de nutrientes.

OCC-7

ESTUDIO NUMÉRICO DE LA CIRCULACIÓN ESTACIONAL EN BAHÍA VIZCAÍNO B.C.S, MEXICO

Chacón Anguiano Karla Gabriela[1], Rodríguez Melgarejo Susana Abigail[1], Flores Morales Ana Laura[2], Solorza Rodríguez Victor Daniel[1] y Parés Sierra Alejandro Francisco[1]
[1]*División de Oceanología, CICESE*
[2]*Universidad Autónoma de Baja California*
kgchacon@cicese.edu.mx

Bahía Vizcaíno, ubicada en la costa occidental de Baja California, es una zona de relevancia por su alta productividad biológica y pesquera, funcionando como un área clave de crianza y crecimiento de diversas especies marinas. Esta productividad está asociada a procesos físicos como las surgencias costeras y la dinámica de los giros, que modulan la distribución y disponibilidad de nutrientes. Con el fin de analizar estos procesos, se empleó el modelo numérico CROCO a la región del Pacífico nororiental y, mediante un modelo anidado centrado en la Bahía Vizcaíno, se logró capturar con mayor resolución los procesos locales y su interacción con la Corriente de California. El análisis se enfocó en evaluar la variabilidad estacional e identificar las condiciones que favorecen la formación de giros anticiclónicos dentro de la bahía. Los principales resultados muestran la presencia de una circulación anticiclónica al este de la Isla Cedros, generada por la interacción de su morfología costera semicerrada, la batimetría y los vientos del noroeste. Estos factores actúan de forma conjunta modulando la circulación y el intercambio de agua con el océano adyacente así como con las lagunas Ojo de Liebre y Guerrero Negro. Los hallazgos de este trabajo son claves para entender la variabilidad biológica de la región y su relevancia en el mantenimiento de importantes pesquerías locales para consumo nacional y exportación.

OCC-8

INFLUENCIA DE LA RESOLUCIÓN EN LA REPRESENTACIÓN DE PROCESOS HIDRODINÁMICOS FRENTE A PUNTA COLONET EN LA COSTA OESTE DE BAJA CALIFORNIA

Durán Colmenares Azucena Hermelinda y Ramírez Mendoza Rafael
División de Oceanologia, CICESE
dcolmenares@cicese.mx

La circulación costera frente a Baja California, México, está dominada por la influencia de la Corriente de California, los procesos de surgencias costeras y la generación de estructuras de mesoescala. Esta dinámica es relevante por su impacto en la productividad biológica y en la variabilidad interanual asociada a fenómenos climáticos de gran escala. Con el propósito de caracterizar la dinámica costera, se llevaron a cabo simulaciones numéricas empleando el modelo oceánico CROCO (Coastal and Regional Ocean COmmunity model), configurado en dos experimentos anidados con distinta resolución horizontal: uno de baja resolución (~4 km), que reproduce adecuadamente la circulación regional, y otro de alta resolución (~800 m), que permite representar con mayor detalle los procesos costeros y la dinámica de submesoescala. Ambos experimentos fueron forzados con condiciones de contorno provenientes del reanálisis oceánico Mercator y el reanálisis atmosférico ERA5. Además, se incluyó el forzamiento mareal del modelo global TPXO7, cubriendo un periodo representativo de la variabilidad estacional. Los resultados muestran que el experimento de baja resolución reproduce los patrones regionales y su estacionalidad, pero suaviza la respuesta costera y subestima la intensidad de las surgencias. En contraste, la simulación de alta resolución captura con mayor detalle la estructura de jets costeros, así como la presencia de estructuras y filamentos que emergen de las zonas de surgencia. Una ventaja adicional del experimento de alta resolución es la mejor representación de la batimetría local, lo que permite reproducir con mayor realismo la influencia de cañones submarinos, puntas y plataformas costeras sobre la circulación. Este estudio cobra relevancia cuando se pretende analizar los posibles cambios hidrodinámicos asociados a construcciones antropogénicas, como la instalación de un puerto. En el caso de Punta Colonet, al sur de Ensenada, surge la necesidad de evaluar si una infraestructura portuaria de gran escala podría modificar los patrones locales de circulación, influir en la intensidad de las surgencias costeras o alterar la dispersión de sedimentos y contaminantes. Las simulaciones de alta resolución, al representar con mayor fidelidad la batimetría y los procesos costeros, ofrecen un marco de referencia sólido para explorar escenarios con y sin puerto, aportando elementos clave a la evaluación de impacto ambiental.

OCC-9

MODELACIÓN DIFUSA DE CONTAMINANTES EN EL GOLFO DE CALIFORNIA: UN ENFOQUE PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL BAJO INCERTIDUMBRE

Olvera Fuentes Norma Elizabeth, González Villarreal Fernando Jorge y Gay García Carlos
Universidad Nacional Autónoma de México
norma.olvera@atmosfera.unam.mx

La contaminación de las aguas del Golfo de California ha generado impactos significativos en todos sus ecosistemas, particularmente en el marino. No obstante, la documentación y los estudios de impacto resultan limitados frente a la relevancia ecosistémica, productiva y de conservación de esta ecorregión. Entre las principales fuentes de contaminación directa se identifican las descargas industriales, la escorrentía proveniente de actividades agrícolas, ganaderas y acuícolas, así como los efluentes municipales. Asimismo, se reconocen fuentes difusas derivadas de actividades realizadas a distancia de la costa, que incluyen el uso de pesticidas, nutrientes y contaminantes atmosféricos. En este estudio se modeló la distribución espacial de los contaminantes más relevantes vertidos al Golfo de California mediante la resolución de la ecuación de advección-dispersión, acoplando la teoría de conjuntos difusos con el método computacional del elemento finito. Este enfoque resulta especialmente adecuado ante la escasez de información y la incertidumbre asociada a los coeficientes de contaminación, dado que la lógica difusa proporciona un marco teórico-metodológico que permite incorporar de forma natural la incertidumbre inherente a la modelación de sistemas físicos. La caracterización de las concentraciones se efectuó en términos de rangos de pertenencia, en lugar de valores puntuales, y la región de estudio fue discretizada mediante una malla de elementos finitos. El modelo permitió resolver computacionalmente la ecuación de advección-dispersión con parámetros difusos y representar los resultados mediante mapas que describen la distribución espacial de los contaminantes en el Golfo de California.

OCC-10

ANÁLISIS DEL EFECTO DEL OLEAJE Y DE LAS CORRIENTES EN LAS MEDICIONES CON RADAR HF

Herrera Vázquez Carlos Francisco, Ocampo Torres Francisco Javier y Osuna Cañedo José Pedro
División de Oceanología, CICESE
cherrera@cicese.edu.mx

Los radares de alta frecuencia (HF) se utilizan ampliamente para medir corrientes superficiales en zonas costeras, dichas meditiones tiene aplicaciones directas en actividades marítimas. Las corrientes superficiales se estiman a partir del corrimiento Doppler de la señal de Bragg retrodispersada por la superficie del mar. Sin embargo, dicha estimación dependerá de las características del oleaje y de la estructura vertical de corrientes preexistentes en el medio. Este trabajo analiza el efecto del oleaje y del perfil vertical de las corrientes sobre las mediciones obtenidas con radar HF. El estudio se basa en mediciones in situ realizadas en la Bahía de Todos Santos, Ensenada, B. C. , donde se instalaron dos perfiladores acústicos (ADCP) anclados al fondo y un sistema radar HF tipo WERA, así como un modelo numérico que nos facilita la comprensión de los resultados obtenidos por el radar. Se propone una metodología para validar las estimaciones del radar a partir de los perfiles de velocidad medidos con los ADCP, y se reconstruyen numéricamente casos particulares para interpretar con mayor precisión los resultados. Los análisis indican que las discrepancias entre ambos instrumentos se relacionan con la forma y variabilidad temporal del perfil de velocidad, así como con el efecto de las corrientes inducidas por olas de baja frecuencia sobre la señal de Bragg. Este estudio contribuye a una mejor comprensión de los mecanismos que afectan la exactitud de las mediciones de radar HF.

OCC-11

DESCRIPCIÓN DEL CAMPO DE OLAS Y CORRIENTES SUPERFICIALES EN LA BAHÍA DE TODOS SANTOS UTILIZANDO UN RADAR DE NAVEGACIÓN

Romero Guevara Andres[1], Díaz Méndez Guillermo Mauricio[1], Osuna Cañedo José Pedro[1], Ocampo Torres Francisco Javier[1], Pittman Randall W.[2] y Haller Merrick C.[2]
[1]*Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE*
[2]*Escuela de Ingeniería Civil y de Construcción, Universidad Estatal de Oregón*
andres.romero@cicese.edu.mx

En este estudio, se ha empleado información obtenida mediante un radar de navegación (banda X) para determinar las características del oleaje y las corrientes en la Bahía de Todos Santos, Ensenada, B. C., a partir del análisis de secuencias de imágenes adquiridas por el radar. El sistema de teledetección activa de la rugosidad superficial del océano, conformado por el radar marino, una computadora de procesamiento, una tarjeta digitalizadora y un sistema de procesamiento y control, se encuentra instalado en el campus del CICESE, aproximadamente a 100 m de altitud. Mediante análisis de Fourier se obtuvo información espectral del eco de las microondas en tres dimensiones, a partir de la cual es posible aproximar el espectro tridimensional de las olas, S(kx,ky,f), para cada secuencia de imágenes y para cualquier ubicación dentro del dominio de observación del radar. El procesamiento de estos espectros permite el cálculo de parámetros integrales del oleaje, como altura significante, periodo, longitud de onda y dirección asociados al pico espectral (Hs, Tp, Lp y Dp, respectivamente). Los parámetros del oleaje obtenidos con el radar, han sido validados y calibrados con mediciones registradas por un perfilador acústico Doppler (ADCP, por sus siglas en inglés), instalado a 1 km de la costa y a 20 metros de profundidad. El análisis sistemático de secuencias de imágenes para una serie de muestras espaciales ubicadas dentro del área de cobertura del radar, han permitido la creación de mapas de los parámetros integrales mencionados. Estos mapas revelan la distribución espacial y los patrones de variabilidad del oleaje en la bahía para los meses de enero a junio de 2025. Para estimar la magnitud y la dirección de las corrientes superficiales, se analizó el corrimiento Doppler en la relación de dispersión del oleaje calculado a partir de los espectros tridimensionales del radar. Estas estimaciones de corriente, validadas con las observaciones del ADCP, permitieron mostrar la estructura espacial de las corrientes superficiales en la bahía.

OCC-12

APLICACIONES DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA PRONOSTICAR LA EVOLUCIÓN ESTACIONAL E INTERANUAL DE LA LÍNEA DE COSTA DE UNA PLAYA ARENOSA DOMINADA POR EL OLEAJE

Rodríguez Padilla Isaac, Ruiz de Alegría Arzaburu Amaia y Juárez Araiza Braulio
Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC
isaac.rodriguez.padilla@uabc.edu.mx

Definimos la posición de la línea de costa como la intersección del perfil de playa con un datum de marea específico, seleccionado según su mejor correlación con la variabilidad volumétrica de la playa. Así, los cambios en la posición de la línea de costa sirven como un proxy para inferir la evolución morfológica de la playa. En particular, las playas arenosas dominadas por el oleaje son altamente dinámicas, pues responden principalmente a la variabilidad temporal de la energía del oleaje. Esta energía, liberada con el rompimiento de las olas, induce corrientes y transporte de sedimento que, de manera continua, alteran la posición de la línea de costa y dan forma al litoral. Por ello, comprender y predecir estos cambios es clave para la gestión costera. En este trabajo evaluamos la capacidad de un modelo de aprendizaje automático para reproducir la evolución estacional e interanual de la línea de costa. Se consideró como área de estudio Playa La Misión, una playa arenosa de 2.2 km de longitud ubicada en la costa noroeste de la península de Baja California, caracterizada por condiciones morfodinámicas intermedias y fuerte estacionalidad del oleaje. La predicción se llevó a cabo mediante un modelo basado en redes neuronales recurrentes tipo LSTM (Long Short-Term Memory), capaz de aprender patrones en series temporales a corto y largo plazo. El modelo consideró datos distribuidos en periodos de calibración y validación, abarcando 37 años (1984-2020) de reanálisis del oleaje (ERA5) y posiciones de línea de costa obtenidas a partir de imágenes satelitales procesadas con CoastSat, incluyendo 5 años de mediciones in situ (2015-2020). Los resultados del modelo LSTM se validaron con datos observados y adicionalmente se compararon con estimaciones del modelo semi-empírico ShoreFor, que se basa en la premisa de que la línea de costa tiende a una posición de equilibrio modulada por la energía del oleaje. Esta comparación permitió evaluar fortalezas y limitaciones de ambos enfoques para reproducir los cambios observados en la línea de costa a distintas escalas temporales.

OCC-13 CARTEL

ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DEL FITOPLANCTON EN BAHÍA DE BANDERAS, JALISCO–NAYARIT, MÉXICO, DURANTE EL FINAL DE LA TEMPORADA SECA

Cupul-Velázquez Ana Mercedes, Vega-Villasante Fernando, Cortés-Lara María del Carmen, Fuentes-Arreazola Mario Alberto, Guerrero-Galván Saúl Rogelio y Cupul-Magaña Amílcar Leví
Universidad de Guadalajara, CUCosta-UdeG
anacupul@gmail.com

La estructura y composición de la comunidad del fitoplancton en Bahía de Banderas está influenciada por la variabilidad oceanográfica de la región, sin embargo, existen pocos estudios que analicen los factores determinantes de esta variabilidad. Por lo que, el objetivo de este trabajo fue identificar la comunidad del fitoplancton en la bahía y las variables ambientales que más influyen en su composición y abundancia. En mayo de 2021, se colectaron muestras de agua en dos áreas de la bahía, registrando en superficie y fondo variables fisicoquímicas, nutrientes, pigmentos y fitoplancton. Los resultados mostraron que la temperatura varió entre 14.66 y 27.7 °C con un promedio de 18.39 °C, la salinidad entre 32.96 – 34.62, mientras que los nitritos variaron entre 0.02 a 3.48 µM y la clorofila–a varió entre 1.21 y 11.49 mg/m3. Se identificaron 229 especies, incluyendo 124 dinoflagelados, 88 diatomeas, seis silicoflagelados, cuatro cianobacterias, tres haptofitas, dos ebrideos y una sola especie para euglenofitas y ciliados, de estos, 60 son nuevos registros. La abundancia celular varió entre 1,960 y 1,065,660 cél/L, mientras que la riqueza de especies (S) varió entre 17 y 92 especies, la equidad (J') entre 0.16 – 0.81, la diversidad (H') con 0.67 – 4.59 bits y la dominancia (λ) con 0.08 – 0.85. Las especies dominantes fueron Trichodesmium erythraeum, Prorocentrum micans, Scrippsiella acuminata, Guinardia striata, Pentapharsodinium dalei y Prorocentrum gracile. De acuerdo con el CCA se presentó una correlación de 97.40 % entre las variables ambientales y la comunidad del fitoplancton donde el primer eje explicó el 52.80%, en total el 70.10% de la varianza se atribuyó a la relación entre las variables ambientales temperatura, salinidad, nitritos, clorofila–a las cuales influyeron en la abundancia y distribución de los organismos dominantes del fitoplancton en la bahía. En conclusión, en este estudio se evidencia que la estructura y composición fitoplanctónica en la bahía durante el final de la temporada seca están fuertemente moduladas por el conjunto de variables fisicoquímicas, principalmente la temperatura. Por lo tanto, este trabajo plantea un actual marco de referencia de la estructura y composición de la comunidad del fitoplancton en la bahía, variables fisicoquímicas, nutrientes y pigmentos, para conocer las interacciones entre el medio que condiciona la abundancia y composición de la comunidad fitoplanctónica y los procesos oceanográficos que ocurren en la Bahía de Banderas, Jalisco–Nayarit, México.

OCC-14 CARTEL

EFECTOS DE LA ESTACIONALIDAD EN LA ABUNDANCIA Y LAS CARACTERÍSTICAS DE MICROPLÁSTICOS PRESENTES EN SEDIMENTOS COSTEROS DE BARRA DE CAZONES, VERACRUZ

Flores Cortés Mayte[1] y Armstrong Altrin-Sam John Selvamony[2]
[1]*Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, ICML, UNAM*
[2]*Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM*
mayteflorescortes@gmail.com

La presencia de microplásticos (MPs) en ambientes costeros es una problemática ambiental de creciente relevancia dada su persistencia, potencial tóxico y capacidad de interacción con otros contaminantes. En este estudio se evaluó la abundancia, morfología y características fisicoquímicas de MPs presentes en sedimentos costeros de la playa de Barra de Cazones, ubicada en el litoral norte del estado de Veracruz, México. Asimismo, se analizó la relación entre la concentración de estas partículas y la granulometría del sedimento, considerando su posible influencia en los procesos de transporte y acumulación. El estudio se desarrolló bajo un enfoque comparativo entre dos periodos climáticos contrastantes: temporada de lluvias (Octubre 2024) y temporada de estiaje (Junio 2025). La extracción de MPs se realizó mediante el método de separación por densidad empleando una solución salina saturada de cloruro de zinc ($ZnCl_2$), recuperando los microplásticos en filtros de nitrocelulosa mediante filtración asistida por una bomba de vacío. Los MPs recuperados fueron caracterizados a través de estereomicroscopía óptica, clasificándose en función de su morfología (fragmentos, fibras, films y esferas), color y tamaño. Paralelamente, se efectuó un análisis granulométrico por tamizado mecánico en seco, con la finalidad de determinar el tamaño de grano de los sedimentos e inferir los procesos dinámicos que permitieron su depósito. Los resultados obtenidos revelan diferencias significativas en la abundancia y características de los MPs entre ambos periodos. Durante el estiaje se registró una mayor concentración de partículas, atribuida a una disminución en la dinámica costera y, por ende, una mayor estabilidad sedimentaria, lo que favorece su retención. Por el contrario, en la temporada de lluvias se identificó una mayor heterogeneidad morfológica y presencia de partículas de mayor tamaño, lo cual podría estar relacionado con procesos de transporte superficial y aporte de residuos desde zonas continentales. En ambos periodos, las fibras constituyeron el tipo predominante de MPs, lo que sugiere una fuente constante asociada a desechos domésticos. En cuanto a la relación con la granulometría, se observó una mayor concentración de microplásticos en las fracciones más finas del sedimento. Los resultados obtenidos constituyen una base útil para el desarrollo de estrategias de manejo costero, prevención de contaminación plástica y fortalecimiento de políticas públicas orientadas a la conservación de ecosistemas marinos.

OCC-15 CARTEL

CARACTERÍSTICAS DEL OLEAJE EN LA BAHÍA DE TODOS SANTOS (ENSENADA, BAJA CALIFORNIA) Y SU EFECTO EN LA DERIVA SUPERFICIAL

Herrera Vázquez Carlos Francisco, Ocampo Torres Francisco Javier, Osuna Cañedo José Pedro y García Gómez Beatriz Ixetl
División de Oceanología, CICESE
cherrera@cicese.edu.mx

En este trabajo se presenta la caracterización del oleaje en la Bahía de Todos Santos, Ensenada, Baja California, a partir de mediciones in situ y simulaciones numéricas. Se analizaron registros de oleaje en Bajo San Miguel (BSM), Punta Morro (PM) e Isla Todos Santos (ITS), con series de mediciones y simulaciones de hasta 10 y 25 años, respectivamente. El análisis se centró en describir las propiedades principales del oleaje mediante el espectro direccional, parámetros integrales, direccionalidad y dispersión angular. Además, se estimaron los periodos de retorno de la altura significante del oleaje utilizando dos enfoques: Block Maxima (máximos semanales) y Peaks Over Threshold (POT) aplicados a los máximos por tormenta, con umbrales definidos estacionalmente para representar de manera consistente la variabilidad anual. El oleaje en la bahía está dominado por swell y oleaje local (wind-sea), hecho que ha sido reportado previamente en la literatura. Sin embargo, el origen del swell varía según la estación del año, lo que determina en cierta medida la energía, la dirección y la dispersión angular, factores que influyen directamente en la magnitud de la deriva de Stokes y, en consecuencia, en la deriva superficial. Además, la comparación con simulaciones numéricas indica que los modelos tienden a subestimar los eventos extremos, lo que resalta la importancia de contar con observaciones directas para caracterizar con precisión el régimen de oleaje en esta región de interés estratégico nacional.

OCC-16 CARTEL

DETECCIÓN DE ONDAS DE FRECUENCIAS INFERIORES A LAS DEL OLEAJE CON UN RADAR DE NAVEGACIÓN

Díaz Méndez Guillermo[1], De Dios Sánchez Diego[2] y Romero Guevara Andrés[1]
[1]*CICESE*
[2]*Colaborador independiente*
gdiaz@cicese.mx

En este trabajo mostraremos las características de ondas internas, y de otros procesos físicos que modulan la rugosidad de la superficie del océano, detectadas mediante un radar de navegación ubicado en el campus del CICESE en Ensenada. Las oscilaciones detectadas se propagan al interior de la bahía de Todos Santos con frecuencias menores que las típicamente asociadas con el oleaje. De particular interés es la señal asociada con el tsunami generado por el sismo de casi M9, ocurrido en la vecindad de la península de Kamchatka el 29 de julio de este año. Esta es la primera vez que un tsunami se registra mediante un sistema de teledetección activa este tipo en México. La estación terrestre de teledetección activa de la rugosidad superficial del océano del CICESE se instaló en 2018 y consiste de un radar de navegación comercial que opera en la banda-X (9.45 GHz) de las microondas, un servidor de procesamiento y un convertidor de señales analógico-digital. El servidor opera mediante un sistema de procesamiento no-comercial desarrollado por colegas de la Universidad Estatal de Oregón, EE. UU., sobre un ambiente Linux. El radar ilumina la superficie del océano mediante una antena de 2.5 m de longitud que transmite y recibe radiación electromagnética con polarización horizontal. De resolución radial configurable, el sistema registra secuencias de imágenes de la superficie del mar en un radio de hasta 15 km con una tasa de rotación fija de 25 rpm.

Sesión regular

OCEANOLOGÍA

Organizadores

Erik Coria Monter
Elizabeth Durán
Jorge Alejandro Kurczyn Robledo

OCE-1

IMPACTO DE OBSERVACIONES EN SISTEMAS 4DVAR PARA LA PREDICCIÓN DE LA DINÁMICA OCEÁNICA DOMINANTE EN MARES MEXICANOS

Estrada-Allis Sheila Natali[1], Sheinbaum Julio[1], Moore Andrew[2], Pallàs-Sanz Enric[1], Nájera Domitilo[1], Tenreiro Miguel[1], García Paula[1], Rodríguez Jose Luis[1], Pérez-Brunius Paula[1], Ashida Eduardo[1], García Ivonne[1], Munguia Daniela[1], García Ixetl[1] y Osuna Pedro[1]

[1] *CICESE, Departamento de Oceanografía Física, División Oceanología*
[2] *University of California, Santa Cruz*
sheila@cicese.mx

El entendimiento de los procesos físicos que gobiernan la dinámica oceánica es clave para mejorar la predicción de eventos extremos, desastres naturales y antropogénicos. México, cuenta con tres regiones oceánicas susceptibles a tales eventos, como lo son el Golfo de México, Caribe y Pacífico tropical mexicano. A través del proyecto UGOS (Understanding Gulf Ocean Systems) financiado por la National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, se cuantificó la contribución de diferentes observaciones en sistemas de asimilación de datos ROMS-4DVar con el objetivo de mejorar el entendimiento y predicción de la Corriente del Lazo y el desprendimiento de sus remolinos en el golfo de México. Nuestros resultados muestran que largas series de velocidad son determinantes para reproducir aspectos baroclinos y energéticos de las liberaciones de remolinos en sinergia con la altimetría satelital en regiones con fuerte incidencia mesoescalar. Estos avances metodológicos ofrecen un marco transferible al proyecto APIXQUI (Sistema Interinstitucional de Monitoreo Metoceánico y Alerta Temprana de Eventos Extremos) financiado por SECIHTI, orientado a la predicción y monitoreo de fenómenos extremos en México, enfocado en el Pacífico mexicano, donde se integrarán gliders, boyas, y configuraciones de modelos oceánicos, atmosféricos y acoplados a diferentes resoluciones. En esta región, la interacción entre la mesoescala, ondas ecuatoriales, jets costeros y frentes interactúan con la variabilidad estacional e interanual (ENSO, Ondas de Kelvin y su propagación costera). No está claro como estos mecanismos controlan la redistribución del contenido de calor oceánico, un factor clave en el rápido intensificamiento de huracanes, como se evidenció en el caso de OTIS. Aplicar metodologías de impacto de observaciones en sistemas de asimilación de datos en el Pacífico permitirá determinar qué observaciones y en qué región son más relevantes para captar estos procesos y, por ende, mejorar la predicción de fenómenos extremos. Así, la experiencia en UGOS no solo demuestra el valor de las observaciones en momentos y regiones clave de una cuenca dominada por la corriente del Lazo, sino que constituye también la base metodológica para APIXQUI, donde la dinámica Pacífico plantea interrogantes aún abiertos, pero decisivos para el desarrollo de capacidades de alerta temprana y resiliencia frente a fenómenos extremos.

OCE-2

EVALUACIÓN DEL CAMPO TERMOHALINO DE MODELOS EMPÍRICOS Y NUMÉRICOS EN LA REGIÓN DE LA CORRIENTE DEL LAZO MEDIANTE PROYECCIONES SOBRE EL ESPACIO DE LA FUNCIÓN CORRIENTE GEOSTRÓFICA

Pérez Brunius Paula, García Carrillo Paula, Donohue Kathleen, Bower Amy y Furey Heather

Departamento de Oceanografía Física, CICESE
brunius@cicese.mx

La variabilidad de la corriente del Lazo ha sido ampliamente estudiada debido a su influencia en la distribución de energía y calor en el Golfo de México, lo cual impacta tanto a la industria petrolera como a la predicción de huracanes. Mejorar la capacidad de pronóstico de su trayectoria y la separación de sus remolinos requiere una buena representación de su estructura termohalina. Actualmente existen modelos empíricos y numéricos, incluidos modelos operacionales, que intentan reproducir el campo termohalino en la región. Sin embargo, no todos logran representar adecuadamente la estructura termohalina del frente de mesoescala asociado a la corriente de Lazo y los remolinos asociados. En particular, utilizados como insumo en los sistemas de predicción de huracanes suelen presentar un sesgo hacia aguas más frías y menos salinas, salvo cuando asimilan datos de perfiles verticales obtenidos mediante boyas Argo o vehículos autónomos submarinos (gliders), cuya cobertura espacial y temporal es limitada. Además, los métodos estadísticos comúnmente empleados para validar la estructura termohalina de los modelos no contemplan una forma sistemática de extraer la variabilidad de mesoescala. Esto dificulta discernir si los errores se deben principalmente a una ubicación incorrecta de las estructuras frontales del Lazo y remolinos, o si la estructura termohalina y las masas de agua están mal representadas. Este trabajo presenta una metodología para extraer la variabilidad de mesoescala mediante proyecciones sobre el espacio de la función corriente geostrófica. Se muestran ejemplos de evaluación del campo termohalino en distintos modelos empíricos y numéricos utilizados por la comunidad científica que estudia el Golfo de México, empleando como referencia observaciones reales obtenidas a partir de boyas perfiladoras Argo y gliders submarinos.

OCE-3

THERMOHALINE PROFILE PREDICTION IN THE GULF OF MEXICO USING DEEP LEARNING AND ARGO DATA

Zavala Romero Olmo

Florida State Univesity, FSU
osz09@fsu.edu

Accurate circulation modeling in the Gulf of Mexico (GoM) is limited by the scarcity of in-situ subsurface observations, which leads to errors in subsurface representations. These deficiencies reduce the reliability of ocean models and shorten the horizon of skillful forecasts. To address this challenge, we present the latest version of the Neural Synthetic Profiles from Remote Sensing and Observations (NeSPReSO), a data-driven framework designed to efficiently reconstruct subsurface temperature and salinity profiles from satellite-derived surface variables. This approach offers a robust alternative to conventional synthetic profile generation methods. NeSPReSO employs Principal Component Analysis (PCA) to extract dominant modes of variability from Argo temperature and salinity profiles. A neural network is then trained to predict these modes using input features such as time, location, and satellite-based variables, including absolute dynamic topography, sea surface temperature, and sea surface salinity. Model performance was rigorously validated against independent Argo profiles and glider measurements in the GoM, and results show consistent improvements over traditional techniques such as Gravest Empirical Modes (GEM), Multiple Linear Regression (MLR), and the Improved Synthetic Ocean Profile (ISOP). NeSPReSO reduces both root mean square error and bias while effectively capturing key subsurface variability. The resulting synthetic profiles reproduce observed features such as thermoclines, haloclines, and the region's characteristic temperature–salinity structure. To support broad community use, we provide an accessible API that enables users to generate synthetic profiles for any location in the GoM across a range of spatial and temporal resolutions. This resource offers the scientific community a valuable tool for estimating quantities such as regional heat content, while enhancing research and forecasting capabilities in oceanography.

OCE-4

FLUJOS VERTICALES DE CALOR Y SAL EN EL OESTE DEL GOLFO DE MÉXICO

Reyes-Jiménez Tania[1], Pallàs-Sanz Enric[1], Tenreiro Miguel[1] y Ulloa-Torres Marco[2]

[1] *Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE*
[2] *Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Unidad Altamira*
treyes@cicese.mx

El oeste del Golfo de México (GoM, por sus siglas en inglés) es una zona en la cual se observan diversos fenómenos de mesoescala, como son los remolinos de la Corriente de Lazo que se desprenden y, algunos de ellos, se desplazan hacia esta región. Estos fenómenos, a su vez, interactúan con el agua de la zona

costera en el quiebre de la plataforma. Esta interacción puede generar frentes oceánicos que, dependiendo de la intensidad del frente, pueden originar flujos verticales de calor (VHT, por sus siglas en inglés) y sal (VST, por sus siglas en inglés) intensos. Los flujos verticales oceánicos son un mecanismo importante en la regulación del clima del planeta, ya que impulsan la transferencia de calor desde la superficie hasta el interior del océano y viceversa. Esta transferencia se puede ver afectada por el cambio climático que estamos atravesando. En este estudio se analiza la interacción quiebre de la plataforma (QP) / océano abierto (OA) de VHT y VST en la región oeste del GoM, cercana a la zona sur de Tamaulipas, desde superficie y hasta los 1000 m de profundidad, mediante el uso de datos in-situ de planeadores submarinos autónomos (seagliders en inglés) desde agosto 2022 a febrero 2023 y el cálculo de la componente vertical de la velocidad a partir de una simplificación 2D de la ecuación omega quasi-geostrófica. Se observó un contraste entre ambas regiones de estudio (QP/OA) a lo largo del monitoreo, así como un contraste entre las capas superficial (<100m) y profunda (>100m), derivado tanto de la variabilidad espacial y estacional del forzamiento atmosférico, como también por la influencia de remolinos de mesoescala que modulan la circulación en la región.

OCE-5

DIAGNÓSTICO OBSERVACIONAL DE LA HUELLA A PROFUNDIDAD DE LAS OLAS DE CALOR MARINAS EN EL MAR CARIBE

Romero González Citlalli, Cetina Heredia Paulina y García Martínez Ivonne Mariela
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, CICESE
citlalli@cicese.edu.mx

Las olas de calor marinas (MHWs) son eventos extremos de calentamiento oceánico que han aumentado en frecuencia e intensidad en las últimas décadas, y se asocian con impactos cada vez más severos sobre los organismos marinos, sus ecosistemas, y las actividades humanas que dependen de ellos en todo el mundo. Aunque el calentamiento superficial asociado a estos eventos puede propagarse hacia el océano profundo, la estructura vertical de las MHWs sigue siendo poco conocida a escala global. Utilizando perfiles de temperatura medidos in situ con boyas ARGOS, este trabajo determina la profundidad a la que se extiende la anomalía de temperatura positiva durante MHWs superficiales en el Mar Caribe (1993–2021), una región de alta biodiversidad marina donde estos eventos extremos han sido vinculados con episodios recurrentes de blanqueamiento coralino y otros efectos ecológicos significativos. En este estudio encontramos que, en esta región, la profundidad de la extensión vertical de las MHWs varía principalmente entre los 0-150 m, pero puede extenderse hasta aproximadamente 800 m. Adicionalmente exploramos la relación entre la profundidad que alcanza la huella de las MHWs y las características superficiales del evento, la estructura del perfil de temperatura asociado, la presencia de remolinos de mesoescala y la profundidad local de la capa de mezcla. Los resultados de este estudio contribuyen a una mejor caracterización de las MHWs en la región y entendimiento de posibles mecanismos forzadores. Esta información es de utilidad para la planeación de estrategias de monitoreo y de manejo de ecosistemas marinos vulnerables en el contexto del cambio climático en curso.

OCE-6

ANOMALÍAS DE SAL Y CALOR EN BANCO CHINCHORRO

Larios Rodríguez Diego[1], Tenreiro Costa De Almeida Jose Miguel[2] y Pallàs Sanz Enric[2]
[1]*División de Oceanología, CICESE*
[2]*CICESE*
dlarios@cicese.edu.mx

Se desarrolló un producto que cuantifica la anomalía de salinidad (kg m^{-2}) y de contenido de calor (GJ m^{-2}) en los primeros 1000 m de profundidad del Golfo de México. Este producto se obtiene a partir de los mapas de elevación de la superficie del mar (SSH, por sus siglas en inglés), derivados de altimetría satelital de AVISO. Con base en una amplia base de datos in situ proveniente de boyas Argo en el Golfo de México, Meunier et al. (2020) establecieron relaciones lineales entre las anomalías termohalinas y el nivel del mar. Estas relaciones permiten, a partir de los mapas diarios de topografía dinámica absoluta (ADT) y de las ecuaciones correspondientes a las anomalías de salinidad y temperatura, generar de manera rutinaria mapas diarios de anomalía de sal y calor. Posteriormente, los productos generados se interpolan en posiciones cercanas a Banco Chinchorro, lo que facilita contar con información localizada de alta relevancia. Los mapas resultantes se distribuyen diariamente a través de la página web del GMOG (https://gliders.cicese.mx/datos) y, adicionalmente, se envían por correo electrónico a usuarios como la CONANP, que mantiene un especial interés en el monitoreo de las anomalías de temperatura en esta región. Finalmente, se presentan las anomalías más negativas de temperatura y salinidad registradas en el Caribe mexicano desde 2016, aportando un antecedente relevante para el análisis de la variabilidad oceanográfica y sus implicaciones en el ecosistema marino.

OCE-7

PROYECCIÓN VERTICAL DE OBSERVACIONES SUPERFICIALES ASIMILADAS EN UN REMOLINO IDEALIZADO EN EL GOLFO DE MÉXICO

Ashida Hernández Eduardo[1], Estrada Allis Sheila Natalí[1], Moore Andrew M.[2] y Sheinbaum Pardo Julio[1]
[1]*División de Oceanología, CICESE*
[2]*Department of Ocean Sciences, University of California, Santa Cruz*
ashida@cicese.edu.mx

Los remolinos de la Corriente de Lazo (LCE) modifican la dinámica del Golfo de México, sin embargo, sus procesos de formación y desprendimiento aún no se comprenden del todo. Además, su representación en modelos numéricos presenta errores persistentes en tamaño, momento de desprendimiento y posición. La asimilación de datos busca reducir estos errores al restringir los modelos con observaciones, sin embargo, aún no está del todo claro cómo los datos superficiales impactan en la reconstrucción de la estructura termohalina de los remolinos. En este trabajo utilizamos un Experimento de Simulación de un Sistema de Observación Oceánica (OSSE) para evaluar cómo la información superficial asimilada con ROMS-4DVar se proyecta en la columna de agua de un LCE idealizado. Se generó una simulación de control con HYCOM, representando un remolino aislado con propiedades termohalinas típicas de los LCE, en un dominio en reposo, sin forzamiento, mareas ni fronteras. A partir de esta simulación se extrajeron datos sintéticos de altura del nivel del mar (SSH) y de perfiles de temperatura/salinidad (T/S), los cuales fueron asimilados en ROMS-4DVar. Se analizaron dos escenarios con condiciones iniciales que reflejan errores comunes de los modelos: (1) ausencia de un remolino y (2) presencia de un remolino con ubicación, tamaño o fase incorrectos Los resultados muestran que, en ambos escenarios, la asimilación de perfiles T/S permite reconstruir exitosamente la estructura completa, tanto horizontal como vertical, del remolino. En contraste, al asimilar únicamente SSH, la superficie del remolino se reproduce correctamente, pero la estructura vertical no se corrige adecuadamente. En el primer escenario, los campos subsuperficiales de temperatura y salinidad se encuentran desfasados respecto al hundimiento característico de un LCE. En el segundo, las estructuras verticales tienden a inclinarse hacia la superficie durante los primeros ciclos de asimilación, ajustándose gradualmente después a su profundidad correcta. En conjunto, los resultados muestran la necesidad de condiciones iniciales que representen de forma adecuada las masas de agua y su distribución espacial, evidenciando las limitaciones de depender solo de datos superficiales y el valor añadido de las observaciones subsuperficiales para la restricción de modelos oceánicos.

OCE-8

FLUJOS VERTICALES TERMOHALINOS Y BIO-ÓPTICOS EN UN REMOLINO CÁLIDO DEL GOLFO DE MÉXICO

Pallàs Sanz Enric[1], Gentil Mathieu[2], Costa de Almeida Tenreiro Miguel José[3], Ruiz Angulo Angel[4], Velásquez Aristizabal Jorge[3], Linacre Lorena[3], Samperio Ramos Guillermo[5], Herzka Sharon[6], Sheinbaum Julio[3], Hernández Ayón Martín[5] y Camacho Ibar Víctor[5]
[1]*División de Oceanología, CICESE*
[2]*LOCEAN-IRD*
[3]*CICESE*
[4]*Universidad de Islandia*
[5]*IIO-UABC*
[6]*Universidad de Texas*
epallas@cicese.mx

Los remolinos de la corriente de Lazo (RCL) son importantes por su capacidad en el transporte de masas de agua y ecosistemas de origen Atlántico a través del golfo de México. Durante su propagación hacia el oeste, los RCL se erosionan por la interacción con la atmósfera y otras estructuras de flujo presentes. Sin embargo, se conoce muy poco acerca de los mecansimos físicos que contribuyen al decaimiento de estos remolinos y la distribución de propiedades termohalinas y biogeoquímicas. El RCL Yazoo (https://www.horizonmarine.com/loop-current-eddies) fue muestreado multidisciplinariamente en Noviembre 2022 con el B/O Pelican y planeadores submarinos del Grupo de Monitoreo Oceanográfico con Gliders. Las medidas simultáneas de variables físicas y bio-ópticas ofrecen la oportunidad de calcular los flujos verticales, tanto advectivos como difusivos, a través de un RCL. La velocidad vertical es calculada mediante una aproximación de la ecuación omega cuasi-geostrófica 2D a partir de la densidad y mapas de elevación del nivel del mar; y la disipación vertical turbulenta mediante observaciones de microestructura. Las estimaciones de los flujos verticales indican que la advección domina la distribución de calor, sal y variables biogeoquímicas en el RCL. En general, el agua más densa (ligera) de las periferias (centro) del RCL se hunde (aflora). El campo de velocidad vertical del RCL resulta en flujos promedio de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto positivos y de signo alternante (positivos y negativos) para la clorofila-a y la retrodispersión de la luz (Backscatter en inglés). Los flujos verticales difusivos son máximos en la capa de mezcla y a lo largo de la periferia de los remolinos asociado a procesos de submesoescala que contribuyen a la mezcla por doble-difusión. Estos resultados indican la importancia de la velocidad vertical en el decaimiento de los LCEs; así como la necesidad de incluir procesos de doble

difusión en los modelos numéricos de mezcla en remolinos mesoescalares de la Corriente de Lazo.

OCE-9

PARTÍCULAS EXOPOLIMÉRICAS TRANSPARENTES Y SU PAPEL EN LA EXPORTACIÓN VERTICAL DE CARBONO EN UN REMOLINO ANTICICLÓNICO RECIENTEMENTE DESPRENDIDO DE LA CORRIENTE DEL LAZO

Velásquez-Aristizábal Jorge Armando[1], Moreno-Polo Karen[2], Samperio-Ramos Guillermo[2], Estrada-Allis Sheila[3], Camacho-Ibar Víctor[2], Pallàs-Sanz Enric[3], Linacre Lorena[3], Shienbaum Julio[3] y Gutiérrez Ricardo Aarón[2]

[1]*División de Oceanología, CICESE*
[2]*Universidad Autónoma de Baja California*
[3]*Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE*
velasquez.jorge@uabc.edu.mx

El secuestro de carbono atmosférico por el fitoplancton oceánico y la consecuente exportación de carbono orgánico particulado (POC) hacia capas profundas constituyen procesos centrales en la bomba biológica de carbono. Entre los principales componentes del POC se encuentran las partículas exopoliméricas transparentes (TEP), agregados gelatinosos con alta relación Carbono:Nitrógeno que se forman a partir de monosacáridos exudados por el fitoplancton, particularmente bajo condiciones de limitación de nutrientes. Estudios recientes sugieren que las TEP representan una fracción significativa del POC; sin embargo, su papel en el flujo de carbono dentro de remolinos anticiclónicos desprendidos de la Corriente del Lazo (LCE) no había sido explorado hasta la fecha. Durante la campaña PhytBloomEddy (8–17 de noviembre de 2022) se muestreó un transecto longitudinal en el remolino anticiclónico joven Yazzo. Se colectaron muestras para análisis de variables hidrográficas y biogeoquímicas en 16 estaciones, incluyendo concentraciones de TEP en nueve profundidades de diez de estas estaciones. A partir de estas mediciones se estimó la contribución relativa de TEP al POC, así como sus tasas de agregación y velocidades de sedimentación dentro y fuera del remolino. Los resultados muestran que las TEP constituyen el principal componente biológico del POC, aportando entre ~45 y 70% del carbono particulado. En el interior de Yazzo, los agregados de TEP de 100 µm presentaron las mayores velocidades de sedimentación (~2.4–3 m d^{-1}), especialmente por debajo de la capa de mezcla. Sin embargo, en la capa de mezcla, dichas velocidades de sedimentación de TEP inducen flujos de carbono que son mayores en las estaciones fuera del remolino, pero en toda la sección longitudinal aumentan con la profundidad hasta alcanzar un máximo de ~100 mg C m^{-2} d^{-1} en la base de la capa de mezcla de Yazoo. Posteriormente, los flujos decrecen con la profundidad hasta valores de ~30 mg C m^{-2} d^{-1} a los 300 m, aunque en este intervalo de profundidad son mayores que los flujos observados fuera del LCE. Así, los remolinos anticiclónicos como Yazzo favorecen la exportación vertical de partículas enriquecidas en carbono por debajo de la zona eufótica. Estos resultados sugieren que las TEP no solo representan un componente clave del POC en el Golfo de México, sino que también podrían desempeñar un papel relevante en la modulación de la bomba biológica de carbono en la región oceánica del Golfo, particularmente en el interior de los LCE.

OCE-10

VARIABILIDAD EN LA DISTRIBUCIÓN DE NUTRIENTES A LO LARGO DE UN REMOLINO ANTICICLÓNICO "JOVEN" DE LA CORRIENTE DEL LAZO

Camacho-Ibar Víctor F.[1], Velásquez-Aristizábal Jorge Armando[2], Quintero Mata Jesús René[1], Samperio-Ramos Guillermo Alberto[1], Linacre Lorena[2], Herzka Sharon[3], Pallàs Sanz Enric[2], Hernández-Ayón José Martín[1], Gutiérrez Ricardo Aarón[1] y Sheinbaum Julio[2]

[1]*Universidad Autónoma de Baja California*
[2]*CICESE*
[3]*University of Texas at Austin*
vcamacho@uabc.edu.mx

La disponibilidad de nutrientes en la zona eufótica juega un papel importante en el control de la producción primaria fitoplanctónica en los océanos. Esta disponibilidad resulta del balance entre la adición y la remoción de los nutrientes por procesos biológicos y físicos y en el Golfo de México (GoM) está fuertemente modulada por los remolinos de mesoescala. En este trabajo se presentarán los resultados de la distribución de nitrato, fosfato y ácido silícico en el interior de un remolino anticiclónico de la Corriente del Lazo (LCE) a dos meses de su desprendimiento. Las muestras fueron recolectadas durante la campaña oceanográfica PhytBloomEddy realizada del 8 al17 de noviembre 2022. El muestreo incluyó 12 estaciones en el LCE y cuatro estaciones fuera del remolino, en las que se recolectó agua en 16 profundidades entre 0 y 500 m y se realizaron lances hidrográficos con CTD. Las secciones verticales de las concentraciones de nutrientes muestran una tendencia general similar a las isopicnas, indicando que la dinámica física del LCE tuvo una fuerte influencia en la distribución de las variables biogeoquímicas. Discutiremos la relación entre la localización de las nutriclinas, el máximo profundo de clorofila y la profundidad de la capa de mezcla. Se discutirán también algunas diferencias a lo largo del remolino, y dentro y fuera del LCE, en la distribución vertical de los diferentes nutrientes que generan rasgos como una anomalía negativa en el nitrato preformado, un máximo en la relación nitrato/fosfato debajo de la zona eufótica, un máximo de ácido silícico en la capa superior de la zona eufótica donde el nitrato y fosfato son casi indetectables, y un mínimo de ácido silícico alrededor del máximo de clorofila.

OCE-11

ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA ASOCIADA CON LA VARIABILIDAD DE LOS REMOLINOS DE MESOESCALA DEL GOLFO DE MÉXICO

Mirabal Uriel[1], Linacre Lorena[2], Durazo-Arvizu Reginaldo[1], Camacho-Ibar Victor[1], Pallás-Sanz Enric[2] y González-Silvera Adriana[1]

[1]*Universidad Autónoma de Baja California*
[2]*Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, CICESE*
umirabal@cicese.edu.mx

El Golfo de México (GoM) es un ecosistema oligotrófico modulado por procesos de mesoescala, principalmente remolinos ciclónicos (CE), anticiclónicos (AE) y remolinos anticiclónicos de la Corriente de Lazo (LCE), que modifican la disponibilidad de nutrientes, la penetración de la luz y la estructura de la comunidad fitoplanctónica. Se realizaron siete cruceros oceanográficos entre agosto de 2015 y noviembre de 2022, con el objetivo de caracterizar la composición de la comunidad fitoplanctónica a partir de una aproximación quimiotaxonómica basada en pigmentos fotosintéticos obtenidos por HPLC y procesados con CHEMTAX. Este análisis permitió determinar la contribución relativa de nueve grupos fitoplanctónicos a la clorofila-a total (TChla) en tres estratos: la capa de mezcla (ML), el máximo profundo de clorofila-a (DCM) y la base de la zona eufótica. Los resultados del CHEMTAX mostraron que los CE se distinguieron por tener una alta contribución de cianobacterias (~70%) en el ML, así como una mayor diversidad en el DCM, con la presencia de grupos minoritarios (<15% de la TChla), tales como criptófitas, prasinofitas, algas verdes (Green) y diatomeas, en contraste, los AE y LCE se caracterizaron por una fuerte contribución de Synechococcus (>55% de la TChla en el ML, ~15% más que en los CE), mientras que en el DCM y en la base de la zona eufótica los principales contribuyentes fueron haptófitas y Prochlorococcus (>65%). Durante la época fría, dentro de un CE se observaron cambios notables principalmente en el DCM, donde la contribución de los grupos minoritarios (criptófitas, prasinofitas, Green y diatomeas) se incrementó hasta ~40% de la TChla, asimismo, en el LCE, dentro de la ML, Prochlorococcus alcanzó la mayor contribución (>50%), desplazando a Synechococcus (<10%). Estos resultados evidencian que la variabilidad de mesoescala en el GoM regula de manera significativa la distribución y composición del fitoplancton, en función de la capacidad de los distintos grupos fitoplanctónicos para adaptarse a las condiciones de luz y nutrientes impuestas por cada tipo de remolino.

OCE-12

LA PROFUNDIDAD DE LA CAPA DE MEZCLA OCEÁNICA GLOBAL DERIVADA DE UN ENFOQUE ENERGÉTICO BASADO EN EL TRABAJO DE FLOTABILIDAD

Moreles Vazquez Luis Efrain[1], Romero Emmanuel[2], Ramos Musalem Karina[3] y Tenorio Fernandez Leonardo[4]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*Departamento Académico de Sistemas Computacionales, Universidad Autónoma de Baja California Sur*
[3]*Departamento de Oceanografía Física, CICESE*
[4]*Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Departamento de Oceanología*
moreles@cmarl.unam.mx

La profundidad de la capa de mezcla (MLD) es fundamental para comprender las interacciones océano-atmósfera y la dinámica interna del océano. Los métodos tradicionales para determinar la MLD, basados en umbrales constantes de temperatura y densidad, podrían no abordar adecuadamente las variaciones espaciales y temporales de las condiciones oceanográficas locales, lo que limita su consistencia y aplicabilidad a escala global. Proponemos una metodología derivada físicamente y basada en energía, que define la capa de mezcla como la capa superior del océano energéticamente homogénea en la que las parcelas de agua pueden moverse con poco o ningún trabajo de flotabilidad. Se investigó el umbral en el trabajo de flotabilidad que determina la capa de mezcla a nivel global durante todo el año y se generó una climatología mensual global de MLD. Nuestra metodología MLD proporciona un criterio robusto y consistente a nivel global y temporal, manteniendo una cuasi homogeneidad en energía, densidad y temperatura durante todo el año en la mayor parte del océano global. Este estudio promueve el desarrollo de metodologías MLD basadas en energía, que podrían ofrecer un gran potencial para avanzar en el estudio de diversos procesos dinámicos y termodinámicos. Nuestra metodología también podría servir como una herramienta para validar modelos de circulación oceánica y apoyar estudios de intercomparación en iniciativas como el Proyecto de Intercomparación de Modelos Oceánicos (OMIP) y el Proyecto Internacional de Intercomparación de Modelos Acoplados (CMIP).

OCE-13

CARACTERIZACIÓN DE LA PROFUNDIDAD ESTACIONAL DE LA CAPA DE MEZCLA EN EL CARIBE MEXICANO: ENFOQUE EN LA CORRIENTE DE YUCATÁN

Navarro Rosales Diego Alejandro y Tenreiro Miguel
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, CICESE
dnavarro@cicese.edu.mx

Estudiar la región del Caribe mexicano y en particular la Corriente de Yucatán (CY) es clave para comprender el proceso de desprendimiento de los remolinos de la Corriente de Lazo (CL) en el Golfo de México (GM), entender la intensificación de fenómenos atmosféricos extremos en la región caribeña, conocer la variabilidad de procesos de regulación climática del planeta, entre muchos otros fenómenos y procesos. Así, conocer la variabilidad espacial y temporal de la CY y sus propiedades dinámicas y termohalinas es fundamental. En este contexto, el presente estudio se centra en la capa de mezcla superficial y su profundidad (Mixed Layer Depth, MLD) en el núcleo de una de las corrientes más intensas del planeta. Con recurso a datos de alta resolución obtenidos con planeadores submarinos autónomos (gliders), perfiladores Argo y altimetría satelital durante el periodo 2023-2024, se caracterizó el ciclo estacional de la MLD en la región del Caribe Mexicano y se identificó el núcleo de la CY para estudiar las propiedades de este sistema dinámico. La variabilidad estacional de la MLD en el núcleo de la CY además del comportamiento forzado mayoritariamente por procesos atmosféricos, se caracteriza por un máximo de velocidad sobre una capa de mezcla más somera cuando comparada con su flanco oeste (este) típicamente con una MLD somera (profunda). Se encontró que el contenido de calor en la MLD y el contenido de calor oceánico del núcleo de la CY muestran un incremento considerable en los años recientes. Este fenómeno requiere atención urgente, ya que los picos más altos del contenido de calor ocurren durante el otoño, coincidiendo con la fase de intensificación de huracanes en el Caribe mexicano mostrando un mecanismo de retroalimentación peligroso entre aguas más cálidas y capas de mezcla más profundas lo que incrementa la energía disponible para el desarrollo de ciclones tropicales.

OCE-14

IMPLEMENTACIÓN DE UN PORTAL WEB DE BASE DE DATOS DE LA PROFUNDIDAD DE LA CAPA DE MEZCLA Y VARIABLES ASOCIADAS

Álvarez Sánchez León Felipe[1], Moreles Efraín[1] y Romero Emmanuel[2]
[1]*Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM*
[2]*Departamento Académico de Sistemas Computacionales, UABCS*
leon@cmarl.unam.mx

La profundidad de la capa de mezcla del océano (MLD, por sus siglas en inglés) representa un parámetro fundamental en la comprensión de la interacción océano-atmósfera y la dinámica interna del océano. Tradicionalmente, su cálculo ha dependido de criterios hidrográficos que varían con las condiciones locales, lo que limita su coherencia y aplicabilidad a escala global. En respuesta a esta limitación, se ha desarrollado una metodología basada en principios físicos, utilizando el trabajo de flotabilidad (WB) como criterio energético para definir la MLD. La capa de mezcla está determinada por la capa superior del océano energéticamente homogénea en la que las parcelas de agua pueden moverse con poco o ningún trabajo de flotabilidad. Se generó una climatología mensual de la MLD con cobertura global, robusta y aplicable en contextos donde los métodos convencionales fallan. Dada la calidad y relevancia de este producto, es necesario su resguardo apropiado y su difusión bajo estándares internacionales. La propuesta contempla el uso de plataformas abiertas como ERDDAP y OWGIS, que permiten la descarga, consulta geoespacial y visualización de los datos de forma dinámica. Además, se plantea la creación de una página institucional del proyecto con documentación bilingüe (español/inglés), fichas técnicas accesibles, y citación normalizada en sus metadatos. La implementación de esta estrategia no sólo garantizará el acceso público a un conjunto de datos de alto valor científico, sino que también facilitará su transferencia entre plataformas de otras instituciones y proyectos. Garantizar su acceso y resguardo es invertir en transparencia, reproducibilidad científica y cooperación global frente a los retos ambientales actuales asociados al cambio climático.

OCE-15

RECONSTRUCCIÓN DE FITOPLANCTON DE UN MODELO NPZD A PARTIR DE FACTORES FÍSICOS MODELADOS UTILIZANDO REDES NEURONALES ARTIFICIALES

Rivas David
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
drivas76bgo@gmail.com

El fitoplancton es una variable clave en los modelos numéricos acoplados físico-biogeoquímicos, comúnmente utilizada como indicador de la producción biológica marina. En este trabajo se reconstruyen las salidas tridimensionales de fitoplancton de un modelo de nutrientes-fitoplancton-zooplancton-detrito (NPZD) acoplado a un modelo hidrodinámico regional implementado para el noroeste de Baja California, México, utilizando un modelo empírico basado en redes autorregresivas no lineales con entradas exógenas (NARX). Los factores físicos seleccionados (salidas), obtenidos del mismo modelo numérico acoplado, se utilizan como predictores en el modelo de red neuronal para estimar la variable objetivo, el fitoplancton, minimizando la cantidad de predictores necesarios para una estimación de alta calidad. Luego se evalúa la capacidad de predicción de este método para determinar con cuánto tiempo de antelación se podrá reconstruir con éxito el fitoplancton.

OCE-16

MAPAS DE SENSIBILIDAD DEL GOLFO DE MÉXICO CON BASE EN SIMULACIONES DE DERRAMES DE HIDROCARBURO

Reséndiz Colorado Gabriela[1], Romero Centeno Rosario[1], Zavala Hidalgo Jorge[1], Vega Peña Ernesto[2] y Zaragoza Alvarez Rigel Alfonso[3]
[1]*Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM*
[2]*Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, UNAM*
[3]*SEMARNAT*
gabriela.resendiz@atmosfera.unam.mx

El Golfo de México (GoM), un ecosistema marino de gran biodiversidad y relevancia económica, es susceptible a derrames de petróleo debido a la intensa exploración y explotación de hidrocarburos. Incidentes pasados, como el derrame del pozo Ixtoc en 1979 y el de Macondo en 2010, subrayan la necesidad de planes de respuesta efectivos. Este trabajo presenta el desarrollo de un mapa de sensibilidad para la Zona Económica Exclusiva (ZEE) mexicana del GoM, incorporando un índice de vulnerabilidad basado en simulaciones de derrames y una regionalización ambiental. Se emplearon datos oceanográficos y atmosféricos de los modelos HYCOM y WRF para configurar los escenarios de derrame. Se realizaron simulaciones con el paquete PyGnome para tres ubicaciones de pozos petroleros: Tamaulipas, Tabasco y Sonda de Campeche. Se construyó un índice de vulnerabilidad a partir de tres componentes: la probabilidad máxima de impacto, el espesor máximo normalizado del hidrocarburo y el tiempo de exposición normalizado. Los resultados muestran que el tiempo de exposición tiene una influencia significativa en la distribución del índice de vulnerabilidad, extendiendo las áreas de alta sensibilidad más allá de la proximidad inmediata al punto del derrame. Se observaron variaciones estacionales en la dispersión del petróleo y las áreas afectadas, lo que subraya la importancia de considerar la dinámica estacional de las corrientes en el GoM. El mapa de sensibilidad integra este índice de vulnerabilidad con capas de información crucial como la regionalización multipropósito del GoM, clasificaciones de tipos de costa y la distribución de manglares. Este mapa representa un avance significativo al integrar una evaluación de la vulnerabilidad con una regionalización detallada de los recursos. Proporciona una herramienta robusta y concisa para los tomadores de decisiones en la generación de planes de contingencia y la respuesta a emergencias por derrames de petróleo en el GoM, permitiendo una rápida identificación de áreas prioritarias y recursos potencialmente afectados.

OCE-17

CARACTERIZACIÓN DEL AFLORAMIENTO COSTERO FRENTE A LA COSTA NORTE DE BAJA CALIFORNIA

Gómez Romero Marcela Elisa[1], Enríquez Ortiz Cecilia E.[2], Camacho Ibar Víctor F.[1], Ruiz de Alegría Arzaburu Amaia[1] y Mariño Tapia Ismael[2]
[1]*Universidad Autónoma de Baja California*
[2]*Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM*
gomez.marcela@uabc.edu.mx

En la zona sur del Sistema de la Corriente de California (SCC), el afloramiento costero es un evento recurrente que se presenta con mayor intensidad en los meses de primavera y verano y esto determina en gran parte la dinámica física y biológica que ahí se presenta. El afloramiento ha sido ampliamente estudiado en California, en las zonas norte y central de la SCC, pero los estudios que describen este proceso en el Pacífico Mexicano Nororiental, particularmente en la costa oeste del norte de la Península de Baja California son limitados y suelen presentar una baja resolución espacial y temporal. En esta investigación se analizan once años (1998-2008) de datos de temperatura y corrientes del modelo de reanálisis global HYCOM y de viento del modelo ERA5. Se identificó la duración, intensidad y frecuencia de cada evento de afloramiento costero al norte de la Bahía de Todos Santos (BTS) del período temporal. Con esta información se identificaron las características particulares de los afloramientos de esta zona y su relación con el transporte de Ekman local, calculado a partir de datos de viento. Se encontró que en su mayoría, los eventos de afloramiento costero frente a la BTS son eventos de duración media (de entre 3 y 10 días). Los eventos de larga duración en esta zona (hasta 25 días) se asociaron con temperaturas más frías y en promedio, se estimó que aproximadamente 105 días por año se presentan condiciones indicativas de afloramiento costero en la región.

OCE-18

UNA BREVE REVISIÓN A LA DISTRIBUCIÓN SUPERFICIAL DE LA SALINIDAD EN LA COSTA SUR DEL PACÍFICO MEXICANO

Reyes Hernandez Cristobal
Universidad del Mar
creyes@angel.umar.mx

En este trabajo se hace una revisión a la distribución estacional de la salinidad superficial (SSS) y en los primeros 70 m en la costa sur del Pacífico Mexicano y especialmente en el Golfo de Tehuantepec. Para ello se utilizaron datos satelitales climáticos de evaporación, precipitación, presión atmosférica superficial, velocidad del viento, velocidad del agua por deriva y datos hidrográficos generados en diez campañas oceanográficas realizadas por la Secretaría de Marina y la Universidad del Mar entre los años 2004 y 2013. Aunque los datos climáticos no son totalmente coincidentes entre sí en el rango de años utilizado, los resultados muestran una correspondencia satisfactoria entre ellos. Los resultados indican que la distribución estacional de la salinidad superficial es controlada por tres factores: 1) La relación evaporación menos precipitación, 2) La circulación oceánica superficial y 3) Los procesos de surgencia por bombeo de Ekman en el Golfo de Tehuantepec. La salinidad superficial en función de la relación evaporación menos precipitación muestra claramente las condiciones de lluvia y estiaje. Las zonas convectivas atmosféricas correspondientes a la ZCIT que afectan a la costa sur de México progresan de abril a septiembre del oeste al este. La circulación oceánica superficial modifica la salinidad superficial a través de la Corriente Costera de Costa Rica y de la corriente hacia el oeste que transporta a la alberca de agua dulce que se desprende de las costas de Costa Rica, Panamá y Colombia. Esta última corriente, al alcanzar los 105°W, gira hacia el norte para integrarse a la circulación del Tazón de Tehuantepec, desde donde entra al Golfo de Tehuantepec. Por otro lado, los vientos norte en el Golfo de Tehuantepec, que ocurren no solo en el invierno, provocan aumentos de la salinidad superficial mediante el bombeo de Ekman.

OCE-19

VARIACIÓN TEMPORAL DEL APORTE ATMOSFÉRICO DE POLVO Y DE HIERRO HACIA LA ZONA COSTERA DEL NOROESTE DE MÉXICO DURANTE LOS ÚLTIMOS 15 AÑOS (2010-2024)

Félix-Bermúdez Armando[1], Delgadillo-Hinojosa Francisco[1], Torres-Delgado Eunise Vanessa[1] y Castro Rubén[2]
[1]*Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC*
[2]*Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California*
armando.felix@uabc.edu.mx

El aporte atmosférico de hierro (Fe) hacia el océano, un elemento indispensable para la vida, cobra relevancia ante pronósticos que anticipan la expansión de zonas áridas productoras de polvo y la disminución del suministro de Fe desde capas subsuperficiales asociada con el incremento de la temperatura superficial del mar. En particular, las aguas costeras del noroeste de México han sido afectadas por ondas cálidas y eventos El Niño, cuyas altas temperaturas han menguado el aporte subsuperficial de Fe por surgencias costeras. Esta disminución podría verse parcialmente compensada por el incremento en la producción de polvo asociado a las sequías prolongadas en las regiones continentales adyacentes (e.g., California, Baja California), que representan una fuente alternativa de Fe para los productores primarios.. El objetivo de este trabajo fue evaluar la magnitud y variación temporal de los flujos atmosféricos de polvo y de Fe a lo largo de 15 años (2010-2024) en la estación ICAARO, Ensenada, Baja California. Esta estación, del tipo serie de tiempo, se ubica en uno de los principales corredores de viento y polvo del noroeste de México, a 10 metros de la costa y 15 metros sobre el nivel del mar. Se realizaron muestreos mensuales utilizando colectores pasivos de partículas atmosféricas, además de colectas especiales durante eventos de Vientos Santa Ana (SAW, por sus siglas en inglés), vientos catabáticos de corta duración (1-3 días) que soplan desde el desierto y transportan grandes cantidades de partículas litogénicas y pirogénicas hacia el océano. La concentración de Fe total en el polvo colectado fue determinada utilizando digestiones ácidas y espectrofotometría de absorción atómica con flama. Nuestros resultados revelan la prevalencia de una marcada estacionalidad en los flujos atmosféricos promedio de polvo y de Fe, la cual se mantiene incluso en años con bajo aporte atmosférico: valores significativamente menores en la temporada calidad (abril-octubre) en comparación con la temporada fría (noviembre-marzo). Dicha estacionalidad se explica por los recorridos de las masas de aire en cada temporada: oceánico-costero durante la temporada cálida y continental durante la fría. En la temporada fría, los eventos SAW registraron un mayor aporte de polvo y de Fe durante años de extrema sequía (2010-2014), disminuyendo notablemente en años con mayores precipitaciones (2014-2024). La asociación sequía-aporte atmosférico también fue detectada al analizar la variación interanual del aporte eólico promedio de la temporada fría, con un incremento gradual en los flujos durante años secos y un marcado decremento en años lluviosos. Estos hallazgos aportan información valiosa para comprender las interrelaciones temporales entre las condiciones de sequía en la región y su impacto en la magnitud del aporte de Fe hacia la zona costera del noroeste de México. Considerando el pronóstico de aumento en la frecuencia e intensidad de sequías, esta información es fundamental para anticipar cambios en el ciclo biogeoquímico del Fe y sus implicaciones ecológicas.

OCE-20 CARTEL

GRAN ADAPTATIVE SAMPLING EXPERIMENT (GRASE) EN EL CARIBE MEXICANO

Tenreiro Miguel y Pallàs Sanz Enric
División de Oceanología, CICESE
tenreiro@cicese.mx

El Gran Experimento de Muestreo Adaptativo (GRASE), parte del programa UGOS3-NAS y sucesor del Mini-Prueba de Muestreo Adaptativo (MASTR), ha conducido al despliegue simultáneo de múltiples plataformas de monitoreo oceanográfico para proporcionar un conjunto de datos casi en tiempo real que los modelos numéricos de pronóstico puedan asimilar y así aumentar la capacidad predictiva del proceso de desprendimiento de remolinos anticiclónicos del sistema de la Corriente del Lazo en el Golfo de México. Este experimento oceanográfico internacional y multiinstitucional se llevó a cabo entre abril y octubre de 2025, centrándose en dos características principales del sistema: (i) los remolinos ciclónicos frontales de la Corriente del Lazo y (ii) la Corriente de Yucatán en la región occidental del Caribe Mexicano, como precursora de la Corriente de Lazo y fuerza impulsora de la circulación anticiclónica que caracteriza a la región caribeña. Planeadores submarinos autónomos tipo Seaglider, equipados con perfiladores de corriente acústicos Doppler (AD2CP) del Grupo de Monitoreo Oceanográfico con Gliders (GMOG-CICESE), realizaron diversas misiones de monitoreo oceanográfico en la región y, de forma coordinada, contribuyeron a los objetivos del experimento. Se presentarán resultados preliminares del impacto de la variabilidad espacial y temporal de la Corriente de Yucatán en el proceso de separación de los remolinos anticiclónicos de la Corriente de Lazo y su ciclo estacional. La evolución hacia el noreste de la circulación anticiclónica del Caribe se relaciona con la intensificación de la corriente y se discute como posible agente forzante del proceso.

OCE-21 CARTEL

CARACTERIZACIÓN GLOBAL DE LAS CAPAS DE BARRERA MEDIANTE MÉTRICAS DE SU ESPESOR E INTENSIDAD DE ESTRATIFICACIÓN

Rodríguez García Luis Daniel[1], Moreles Efraín[2] y Romero Emmanuel[3]
[1]*Facultad de Ciencias, UNAM*
[2]*Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM*
[3]*Departamento Académico de Sistemas Computacionales, Universidad Autónoma de Baja California Sur*
luisrdgz@ciencias.unam.mx

Las capas de barrera (BL, por sus siglas en inglés) desempeñan un papel clave en la regulación del intercambio de calor, masa y momento entre el océano y la atmósfera, influyendo así en procesos climáticos a diferentes escalas. En este estudio, se presenta una caracterización casi global de las capas de barrera utilizando datos de flotadores Argo, abarcando un periodo de 19 años (2005-2023). Utilizando perfiles de temperatura, densidad y salinidad, se identificaron las capas de barrera y se analizó su variabilidad espaciotemporal mediante dos métricas: su grosor y su energía potencial de flotabilidad (BPE, por sus siglas en inglés), como medida de la intensidad de la estratificación inducida por la salinidad. Este trabajo permite describir la variabilidad espaciotemporal de las capas de barrera en función de un parámetro físico y uno energético, lo cual complementa el estudio de diversos procesos de interacción océano-atmósfera y de variabilidad climática en los cuales tengan relevancia las capas de barrera.

OCE-22 CARTEL

DISTRIBUCIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LA BIOMASA DEL FITOPLANCTON Y CIANOBACTERIAS POR FRACCIÓN DE TAMAÑOS FRENTE A BAJA CALIFORNIA, MÉXICO DURANTE LOS INVIERNOS 2001-2003

Millán Eduardo
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
emillan@cicese.mx

Se determinó la variabilidad espacio-temporal de la biomasa del fitoplancton y cianobacterias por fracciones de tamaño frente a Baja California durante los inviernos 2001-2003. El estudio contempló mediciones básicas de hidrografía y química a 10 m de profundidad, enfocándonos principalmente en la composición de la comunidad del fitoplancton. Nuestros resultados sobre nano-microfitoplancton >5 µm mostraron un máximo promedio de 70,000 células L-1 con una tendencia a disminuir en diversidad y abundancia hacia el 2003, contrario al picofitoplancton <5 µm que incrementó su abundancia en el 2002 hasta un 80.5 x 106 células L-1, equivalente a 36% más comparado con el

invierno 2001. El análisis de citometría de flujo determinó que los grupos de la población de cianobacterias: Prochlorococcus, Synechococcus y picoeukariotas mostraron una distribución espacial mezclada en relación a la costa-océano, excepto durante el invierno 2001 donde se incrementó el picofitoplancton hacia la zona océano. La variabilidad espacio-temporal de Prochlorococcus mostró un incremento durante el invierno 2003 con un valor promedio de 45 x106 células L-1. De igual manera, utilizamos los análisis pigmentarios-HPLC para detectar la presencia de la población Prochlorococcus y Synechococcus como: Divinyl chl-a y Zeaxantina, respectivamente; así como, la contribución de la biomasa total (µm C L-1) por grupos del picofitoplancton: 2001 (16%), 2002, (53%), y 2003 (98%). En este estudio, mostramos que la variabilidad espacio-temporal de la comunidad del fitoplancton frente a Baja California disminuyó drásticamente hacia el 2003, valores muy similares a condiciones anómalas como la presencia de El Niño.

OCE-23 CARTEL

EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DEL AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR EN EL GOLFO DE MÉXICO MEDIANTE DATOS SATELITALES Y DE ESTACIONES MAREOGRÁFICAS

Goenaga Tassier Josune[1], Zavala-Hidalgo Jorge[2], Trujillo Rojas Katia Denis[3], López Espinoza Erika Danaé[4], Gómez Ramos Octavio[5], Zarza Alvarado Miriam[5] y Gutiérrez Quijada Valente[5]

[1]*ENCIT, UNAM*

[2]*Universidad Nacional Autónoma de México*

[3]*Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM*

[4]*ICAyCC-UNAM*

[5]*Instituto de Geofísica, UNAM*

josunegoenaga@encit.unam.mx

La variabilidad del nivel medio del mar tiene un gran impacto sobre la calidad de vida en las zonas costeras y en eventos meteorológicos, por lo que estudiarla es de gran importancia. En este trabajo se analizan datos del nivel del mar de la era satelital para el Golfo de México (1993 - 2023) y se comparan con observaciones de la red de estaciones del Servicio Mareográfico Nacional, así como con observaciones satelitales del Océano Atlántico Norte y del mar global. Las observaciones satelitales se analizan a partir de un producto satelital mensual interpolado a una malla. Para el Golfo de México, a lo largo de todo el periodo, se muestra una tasa de incremento de 0.36 mm/mes. Sin embargo, los resultados de esa misma región también muestran tres etapas de diferentes tendencias: una de 1993-1999, con una tasa de incremento de 0.55 mm/mes, un periodo de 2000-2011 con una tasa de 0.10 mm/mes y de 2012-2023 con 0.55 mm/mes. En el periodo 2016 a 2023 también se observan dos máximos y dos mínimos. Esto es consistente tanto en las estaciones mareográficas como en los datos satelitales. Se encuentra que el ciclo estacional tiene mayor amplitud en los datos de las estaciones.

OCE-24 CARTEL

MODULACIÓN DE LA VELOCIDAD VERTICAL EN UN REMOLINO ANTICICLÓNICO POR EL PASO DE NORTES EN EL GOLFO DE MÉXICO

Jiménez Mendez Karina, García Ivonne, Jouanno Julien, Rodríguez José Luis, García Angeles Berenisse, Munguia Daniela y Sheinbaum Julio

División de Oceanología, CICESE

kjimenez@cicese.edu.mx

Comprender los procesos de interacción océano-atmósfera, en particular la compleja respuesta del océano a los forzamientos de viento en estructuras de mesoescala como los remolinos, es crucial para predecir la dinámica de los ecosistemas marinos. En este estudio se analiza la modulación de la velocidad vertical en un remolino anticiclónico desprendido de la Corriente del Lazo, inducida por el paso de eventos de viento intenso conocidos como Nortes. El análisis se basa en simulaciones numéricas de alta resolución (~3 km) realizadas con los modelos NEMO (Nucleus for European Modelling of the Ocean) y WRF (Weather Research and Forecasting). Para el periodo de noviembre a marzo de 2022, se contrastan los resultados de experimentos con y sin acoplamiento océano-atmósfera. Se describe la evolución del remolino, mostrando la variación en los patrones espaciales y la intensidad de la velocidad vertical, tanto en superficie como en la columna de agua, asociadas al forzamiento del viento. Entender los mecanismos que gobiernan las fluctuaciones de la velocidad vertical bajo diferentes intensidades de viento es fundamental para avanzar en el estudio de la redistribución vertical de nutrientes, plancton y larvas dentro de los remolinos, con implicaciones para la productividad biológica del Golfo de México.

OCE-25 CARTEL

RECOLECCIÓN Y MONITOREO DE DATOS AMBIENTALES MEDIANTE BOYA METEOROLÓGICA PORTÁTIL EN ZONAS DE DIFÍCIL ACCESO

Vega Gueorguieva Sirma, Zavala Cisneros Erika Yadira y Cázarez Marco Angelo

Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia, ENES Morelia

sirmavega@gmail.com

El presente proyecto desarrolla una boya meteorológica portátil para la recolección de datos ambientales en zonas de difícil acceso. Su objetivo es medir parámetros meteorológicos y oceanográficos, incluyendo temperatura superficial y del agua, velocidad y dirección del viento, corrientes marinas y conductividad eléctrica. Los datos se transmiten en tiempo real vía Bluetooth, sin almacenamiento interno, facilitando el monitoreo remoto. La metodología se basa en la integración de sensores calibrados para cada variable, garantizando la estabilidad, flotabilidad, impermeabilidad y durabilidad de la boya en condiciones acuáticas o marinas adversas. Su diseño hidrodinámico minimiza la resistencia al oleaje y mejora la estabilidad, asegurando la calidad y confiabilidad de las mediciones. Este desarrollo representa una herramienta eficiente para el monitoreo ambiental en áreas remotas, proporcionando datos valiosos para investigaciones en geociencias y oceanografía. Palabras clave: monitoreo, boya meteorológica, velocidad de corriente, temperatura, dirección de corriente

Sesión regular

PALEONTOLOGÍA

Organizadores

Laura Almaraz Ruiz
María del Carmen Álvarez García

PALEO-1

RECONSTRUCCIÓN PALEOAMBIENTAL DEL HOLOCENO EN EL LAGO MARAVILLAS, CAMPECHE, MÉXICO

Vázquez Molina María Yosahandy[1], Correa Metrio Alexander[2], Escobar Jaime[3], Pérez Liseth[4], Curtis Jason H[5], Gibson Derek[6] y Hermosillo Delgado Evelin[7]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*Instituto de Geociencias, UNAM*
[3]*Universidad del Norte, Barranquilla*
[4]*Institute of Geosciences, Kiel University; Institute of Organic Biogeochemistry in Geo-Systems, RWTH Aachen University, Germany*
[5]*Department of Geological Sciences and Land Use and Environmental Change Institute, University of Florida, Gainesville, USA*
[6]*School of Earth Systems and Sustainability, Southern Illinois University, Carbondale, IL, USA 62901*
[7]*Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit*

yosahandy.vzml@gmail.com

Las reconstrucciones paleolimnológicas han sido fundamentales para comprender la dinámica del Holoceno, dada la alta sensibilidad de los sistemas lacustres a variaciones hidrológicas y cambios en el balance precipitación/evaporación. El Holoceno en los trópicos se ha caracterizado por una alta variabilidad ambiental causada principalmente por las oscilaciones climáticas y ocupación humana generalizada. En particular, la Península de Yucatán se ha caracterizado por una larga historia de ocupación humana, cuya influencia muestra distintos patrones de cambio ambiental que en ocasiones han sobrepasado los forzamientos naturales. En este contexto, el presente estudio se enfoca en el análisis de una secuencia sedimentaria recuperada del Lago Maravillas, ubicado a 47 msnm en Campeche, México. Este estudio se basó en el análisis de remanentes sub-fósiles de cladóceros y ostrácodos, análisis geoquímico multielemental (XRF) y orgánico (TOC, TIC, TN), y materia orgánica (δ13C, δ15N), con el fin de diferenciar los impactos de los forzamientos naturales y antrópicos sobre la evolcuón del paisaje. El análisis combinado de bioindicadores y geoquímica a lo largo de los últimos ~ 8,900 años permitió identificar cinco etapas ecológicas. De ~8,900 a ~7,300 años cal. AP, la mayor abundancia de organismos asociados al litoral y las variaciones en la geoquímica mostraron una fase lacustre estable, una alta productividad y mayor humedad, excepto por un pulso de Ca cerca de ~ 8,200 años cal. AP. De ~7,300 a~5,200 años cal. AP, La disminución en la abundancia de especies asociadas a litoral y las variaciones en la geoquímica mostraron una fase de transición, una mezcla de materia orgánica acuática (proveniente de macrófitas emergentes y aporte terrestre), condiciones más oxigenadas, y una reducción de la profundidad de la columna de agua. De ~5,200 a ~3,200 años cal. AP, la ausencia de organismos sugiere condiciones de alta turbiedad y niveles extremadamente bajos de oxígeno; se observó que la fuente dominante proviene de macrófitas emergentes y mayor aporte de materia orgánica de origen terrígeno lo que coincidió con un menor nivel lacustre. De ~3,200 a ~483 años cal. AP, aumenta la abundancia de organismos de hábitats someros asociados principalmente a macrófitas, la geoquímica sugiere una vegetación más densa y posiblemente la formación de un humedal somero con litoral muy marcado. De ~483 años cal. AP al presente, el aumento en abundancia de especies litorales y planctónicas mostró una recuperación del sistema, un aumento del nivel lacustre y una mezcla de las fuentes de materia orgánica. En general, nuestro registro mostró una dinámica ambiental marcada por transiciones abruptas y periodos de estabilidad, modulada por forzamientos climáticos regionales y posiblemente por influencias antrópicas durante el Holoceno. Este estudio demuestra el valor de integrar bioindicadores y geoquímica para reconstruir la historia ambiental de lagos de baja altitud, aportando un marco de referencia para evaluar la interacción entre clima y la respuesta de los sistemas lacustres en ambientes tropicales.

PALEO-2

RECONSTRUCCIÓN PALEOAMBIENTAL EN LA COSTA DE OAXACA, MÉXICO

Magno Brenda[1], López Daniela[2], Juárez Mariana[3], Joyce Arthur[4], Caballero Margarita[5] y Correa-Metrio Alexander[1]

[1]*Instituto de Geociencias, UNAM*
[2]*Universidad Autónoma de Querétaro*
[3]*Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Juriquilla UNAM, ENES Juriquilla*
[4]*University of Colorado, Boulder*
[5]*Instituto de Geofísica, UNAM*

brendam@geociencias.unam.mx

Las relaciones entre las actividades humanas y las condiciones ambientales son uno de los principales intereses de los estudios paleoambientales. Un ejemplo claro de la relación humano-ambiente proviene de la sequía que marcó el final del Clásico Maya, en donde múltiples autores han argumentado que cambios en las condiciones ambientales condujeron a cambios profundos en las sociedades y culturas Mesoamericanas. Aparentemente, la coincidencia de estos dos fenómenos indica una relación causal entre el final de la época de mayor desarrollo cultural, económico y político de la civilización maya con el producto de una serie de sequías reportadas en amplias áreas de Mesoamérica. No obstante, este escenario climático y sus consecuencias culturales han sido poco estudiados en la región costera del sur del Pacífico mexicano, en el estado de Oaxaca. Aún así, los estudios regionales en las tierras bajas de Oaxaca han descrito cambios geomorfológicos y cambios del uso del suelo importantes durante el desarrollo cultural de la zona, pero aún es necesario un esfuerzo sistemático que permita relacionar los sistemas naturales y antrópicos en esta región. Con el objeto de estudiar las relaciones humano-ambiente en la costa de Oaxaca, se recuperaron tres secuencias sedimentarias de las lagunas Charquito, Lávalo y Espejo. Estos cuerpos lacustres se ubican al sur de México en la parte baja de la cuenca del Río Verde, en el municipio de San Antonio Río Verde, Oaxaca. Las secuencias se procesaron y se almacenaron en el laboratorio de Paleoambientes del campus UNAM, Juriquilla, Querétaro. A cada secuencia se le realizaron análisis geoquímicos mediante espectrometría de fluorescencia de rayos X (FRX), y análisis polínicos y de partículas carbonizadas siguiendo metodologías estándar. Los análisis de geoquímica muestran variaciones entre el aporte de material detrítico, indicando el establecimiento de condiciones más secas durante los últimos ~1,500 años. Este periodo se ha caracterizado por fluctuaciones abruptas de alta frecuencia en la disponibilidad de humedad, posiblemente correspondiendo con las sequías mayas. Por su parte, el análisis de partículas carbonizadas mostró una variabilidad en los regímenes de incendios que corresponde con prácticas agrícolas indicadas por el análisis palinológico. El análisis palinológico sugiere una reorganización de la vegetación después de una reorganización social al término de la crisis ambiental del periodo Clásico. Este trabajo describe los patrones de variabilidad ambiental y de ocupación humana en las tierras bajas de Oaxaca, zona oeste de Mesoamérica durante los últimos ~2,900 años. Aporta información importante para comprender la evolución del paisaje en la costa Pacífica, mismo que ha resultado de la conjunción de variabilidad ambiental con la ocupación humana del paisaje. Así, contribuye a entender de mejor manera las relaciones clima-humanos en escalas temporales entre centenales y milenarias en el oeste de Mesoamérica.

PALEO-3

PRESENCIA DE COCCOLITHUS PELAGICUS SUBSP. BRAARUDII EN LA CUENCA DE GUAYMAS COMO INDICADOR DE AGUAS PROVENIENTES DE LA CORRIENTE DE CALIFORNIA

Álvarez García María del Carmen[1 y 2], Pérez-Cruz Ligia[3], Urrutia-Fucugauchi Jaime[3], Aldama-Cervantes Alejandro[4], Velázquez-Aguilar Mauricio[5], Saavedra-Pellitero Mariem[6] y Díaz-Flores Miguel Ángel[3]

[1]*Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación, SECIHTI*
[2]*Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM*
[3]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[4]*Posgrado UNAM*
[5]*Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*
[6]*Universidad de Portsmouth*
malvarez@igeofisica.unam.mx

Coccolithus pelagicus subsp. braarudii es un cocolito elíptico con área central abierta o atravesada por una barra discontinua en la superficie proximal. Es la subespecie con el representante vivo actual más grande (más de 10 µm de longitud) que habita en aguas con temperaturas de entre 10 y 20 °C (Geisen et al., 2002; Young et al., 2023). Se estudiaron los primeros cuarenta metros de sedimento del núcleo IODP U1549A, localizado en la cuenca del Guaymas (27° 28.33167′ N, 111° 28.7844′ O), correspondientes a los últimos 22000 años cal AP. Se observó la presencia de C. pelagicus subsp. braarudii concluyendo que es un taxón poco común y que presenta sus máximas abundancias en la parte inferior de la sección estudiada (20 511, 15 321 —el registro máximo—, 14 000 y 12 218 años cal AP) mientras que en la sección superior no se observa presencia de esta especie. En la zona del Pacífico sudoriental, la tasa máxima de acumulación de C. pelagicus subsp. braarudii se ha asociado a la zona de mezcla con entornos de alta fertilidad y fríos durante el Último Máximo Glacial (Saavedra-Pellitero et al., 2011). La temperatura media del mar en la cuenca de Guaymas oscila entre los 17 °C en invierno y los 30 °C en verano (Ziveri y Thunell, 2000; Goni et al., 2001, 2006). Sin embargo, durante el Último Máximo Glacial, la temperatura del mar era más baja, con un promedio de 21 °C (Mix et al., 2001; McClymont et al., 2012), estas condiciones son adecuadas para la presencia de C. pelagicus subsp. braarudii. Además, entre 17 800 y 11 820 años cal BP, en los sedimentos del núcleo U1549A se sugiere la afluencia de la corriente de California a la cuenca de Guaymas debido a la migración hacia el sur del Sistema de Corrientes de California (Velázquez-Aguilar et al., 2024), lo que traería aguas frías y de baja salinidad a la cuenca de Guaymas. Por lo tanto, se sugiere la presencia de C. pelagicus subsp. braarudii en la cuenca de Guaymas como indicadora de aguas provenientes de la corriente de California.

PALEO-4

PALEOPRODUCTIVIDAD EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC DURANTE LOS ÚLTIMOS 1400 AÑOS: EVIDENCIAS DE DIATOMEAS Y RESPUESTA A CAMBIOS CLIMÁTICOS

Almaraz Ruiz Laura[1], Machain Castillo María Luisa[2] y Rodríguez Ramírez Alejandro[2]

[1]*Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra, UNAM*
[2]*Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM*
laura.almaraz@encit.unam.mx

El Golfo de Tehuantepec, ubicado al sur del Pacifico mexicano, es conocido por el impacto estacional de fuertes vientos del norte, denominados Tehuanos, que propician una alta productividad en la zona, lo cual se ve reflejado en la comunidad fitoplanctónica principalmente en las diatomeas, microalgas síliceas abundantes en la región. El sitio de estudio es de gran interés paleoceanográfico debido a la presencia de aguas productivas y una zona de oxígeno mínimo en sus aguas subsuperficiales, que favorecen la preservación de sedimentos laminados, los cuales registran la variabilidad climática regional. Con el objetivo de evaluar los cambios en la productividad basada en diatomeas, se analizaron las asociaciones de diatomeas en el registro sedimentario. El modelo de edad basado en 210Pb y 14C indica que la resolución temporal de las muestras analizadas fue de ~10 años, abarcando los periodos climáticos fríos y cálidos caracteristicos de los últimos ~1400 años. El Periodo Cálido Medieval (~784 a ~1426 EC) fue identificado por la predomiancia de la asociación de Neodelphineis pelagica, Thalassionema nitzschioides var. parvum, Thalassiosira eccentrica y Plagiogramma minus, taxones comunes en aguas calidas y poco productivas. La Pequeña Edad de Hielo (~1436 a ~1620 EC) se caracterizó por la asociación de esporas de Chaetoceros spp., Thalassionema nitzschioides, Thalassionema bacillare y Lioloma pacificum, diatomeas asociadas a aguas frías y de alta productividad. El Periodo Cálido Actual (~1850 EC al presente) fue caracterizado por una asociación similar al Periodo Cálido Medieval; sin embargo, también fueron abundantes otros taxones típicos de aguas cálidas y oligotróficos (p.ej., Rhizossolenia bergonii, Nitzschia interrusptestriata, Thalassiosira oestrupii y Cymatosdiscus planetophorus) sugiriendo que los últimos 150 años han sido los más cálidos de los últimos ~1400 años.

PALEO-5

PALEOPRODUCTIVIDAD EN EL SUR DEL GOLFO DE MÉXICO A TRAVÉS DE MICROFÓSILES SÍLICEOS

Almaraz Ruiz Laura[1], Arellano Torres Elsa[1], Villafuerte Bazaldua Sandra Monserrat[2] y Cappanera García Menendez Florencia[1]

[1]*Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra, UNAM*
[2]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
laura.almaraz@encit.unam.mx

Los mares oligotróficos, como el Golfo de México, se caracterizan por presentar bajas concentraciones de nutrientes, lo que limita la productividad primaria y resulta en una escasa abundancia de productores primarios, particularmente de diatomeas, microalgas compuestas por sílice. Sin embargo, en estas aguas predominan otros grupos fitoplanctónicos silíceos con menores requerimientos nutricionales, como los silicoflagelados, así como consumidores primarios como los radiolarios. Gran parte de esta producción silícea en la columna de agua puede quedar registrada y preservada en los sedimentos marinos. Con el objetivo de identificar los cambios en la producción silícea durante el último ciclo glaciar-interglaciar (~50 ka), se analizaron microfósiles silíceos (diatomeas, radiolarios, silicoflagelados y restos de espículas de esponja) en un núcleo de sedimentos del sur del Golfo de México (18°53.3'N, 94°50.6'O), recolectado a 720 m de profundidad. Los resultados preliminares indican una baja productividad silícea a lo largo de todo el registro. No obstante, se observaron variaciones asociadas a los periodos glaciar e interglaciar, respaldadas por los análisis de carbono orgánico, nitrógeno total, fósforo y sílice. Durante el periodo glaciar, se identificó una mayor frecuencia de radiolarios y espículas de esponja, mientras que los silicoflagelados y las diatomeas fueron escasos. Estas últimas correspondieron principalmente a taxones de aguas abiertas. En contraste, durante el interglaciar, se observó un aumentó relativo en la abundancia de silicoflagelados y espículas de esponja, se redujo la frecuencia de radiolarios y se incrementó la abundancia de diatomeas, destacando especies costeras y, en algunos intervalos, incluso la presencia de taxones bentónicos, lo cual sugiere una mayor influencia de aportes terrígenos. Estos hallazgos permiten inferir que la productividad silícea en el sur del Golfo de México está estrechamente relacionada con el aporte de nutrientes procedentes de la zona costera.

PALEO-6

DETERMINACIÓN PALEOAMBIENTAL MEDIANTE ANÁLISIS MICROFACIAL DE UNA SECUENCIA DEL CRETÁCICO SUPERIOR, EN OCHUSJOB, TZIMOL, CHIAPAS

Lupercio Espericueta Nayeli[1], Alvarado Ortega Jesús[2] y Torres Hernández José Ramón[3]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM*
[2]*Instituto de Geología, UNAM*
[3]*Instituto de Geología, UASLP*
nayelupercio@gmail.com

En este trabajo se estudia La Cantera Tzimol, una localidad tipo Lagerstätte, ubicada a las afuera del pueblo Ochusjob, Municipio de Tzimol, Chiapas. Este sitio forma parte del Bloque Maya, el cual se encuentra rodeado por un sistema de fallas sinestrales conocida como Polochic-Motagua (límite entre la placa Norteamericana y Caribeña). El hallazgo de peces e invertebrados fósiles en la Cantera Tzimol fue recientemente reportado; sin embargo, sus rasgos geológicos y micropaleontológicos generales no fueron detallados. Así, en esta primera aproximación estratigráfica y micropaleontológica, donde se emplean estos elementos para definir el paleoambiente y resolver la pertenencia de las rocas de este sitio a una unidad geológica formal. Aquí, la secuencia estratigráfica de este sitio fosilífero se describe como una sección continua cercana a los 3 metros de espesor, compuesta por una alternancia cíclica de calizas y margas. A partir de las láminas delgadas, obtenidas a lo largo de esta sección, se llevó a cabo un análisis de facies para inferir las condiciones paleoambientales presentes en el depósito de las rocas de Tzimol. Además, se describen, identifican e ilustran los microfósiles recuperados de los estratos margosos por el método del levigado y los observados en láminas delgadas de los estratos de rocas calizas. En las margas se observaron distintos microfósiles, incluyendo ostrácodos (primera vez reportados en la zona), abundantes foraminíferos planctónicos como Heterohelix globulosa, Hedbergella sp y Globigerinelloides alvarezi?, pocos foraminíferos bentónicos que incluyen Muricohedbergella monmouthensis? y Navarella sp?, que indican que la edad de este sitio paleontológico podría ser Campaniano-Maastrichtiano. Las capas calcáreas de textura mudstone, wackestone y packestone muestran una laminación paralela persistente y componentes orgánicos como foraminíferos, espículas de esponja, ostrácodos y espinas de equinodermos; los foraminíferos más abundantes representan a las familias Miliolidae, Globotruncanidae y Textulariidae, lo cual sugiere que la secuencia rocosa de Tzimol, se depositó en aguas poco profundas e hipersalinas, dentro de una plataforma interna protegida, posiblemente con abundantes algas. Los rasgos litológicos, paleontológicos y paleoambientales de la Cantera Tzimol coinciden con aquellos de la Formación Angostura y difieren de los de la Formación Ocozocoautla.

PALEO-7

ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA SOBRE PALEONTOLOGÍA EN LATINOAMERICANOS: UN ESTUDIO BIBLIOMÉTRICO (2010-2024)

Sosa Zaragoza Perla[1], Gómez González Carlos Daniel[2] y Castro Escamilla Ricardo César[3]

[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*

[2]*Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM*

[3]*Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM*

perla@igeofisica.unam.mx

La disciplina de la paleontología ha sobresalido por hallazgos notables de fósiles de dinosaurios, mamíferos prehistóricos y otros organismos en naciones latinoamericanas como Argentina, Chile, México y Brasil. Estos descubrimientos quedaron consolidados por obras de gran envergadura en la literatura, aportando de manera esencial a la divulgación del conocimiento acerca de la historia de la vida en el planeta y a la comprensión de los procesos evolutivos a lo largo del tiempo geológico. La evolución académica en las instituciones universitarias y otras entidades favoreció que los investigadores, conscientes de la relevancia de profundizar e innovar en sus estudios, no vacilaran en promover sus contribuciones históricas con el objetivo de fomentar la divulgación y valoración de sus conceptos dentro de esta disciplina. Por consiguiente, el objetivo del trabajo es realizar un análisis métrico de la producción científica registrada en Scopus que se remonta a principios del siglo XX y hasta el año 2024, con el fin de ilustrar la evolución temática de la paleontología en América Latina. Para alcanzar el propósito, se implementaron múltiples estrategias de búsqueda basadas en las líneas temáticas de la paleontología, cuyos componentes estaban vinculados a los títulos de los trabajos, el resumen y las palabras clave. Esta estrategia permitió limitar y garantizar que los documentos abordaran el tema de paleontología, resultando en la obtención de más de 18 mil documentos procesados para la generación de gráficos y diagramas utilizando los sistemas Bibliometrix y VOSViewer, considerando factores como los autores más productivos y citados, la relación temática, los años de mayor producción, las sub-líneas temáticas, la colaboración institucional, entre otros aspectos. A través del proceso de recuperación de datos y su análisis de contenido, se identificaron autoridades prominentes que establecieron los cimientos de la paleontología regional, entre ellas, Florentino Ameghino, de Argentina, estableció un precedente en el estudio de la fauna fósil sudamericana, Mathilde Dolgopol de Sáez, quien se distinguió como la primera paleontóloga en Sudamérica, mientras que Gloria Alencáster Ybarra se consolidó como la primera paleontóloga, docente e investigadora en México. En Brasil, Zulma Brandoni de Gasparini realizó descripciones pioneras de reptiles fósiles y dinosaurios, mientras que Domenica de Oliveira ha desempeñado un papel significativo en la evolución de la disciplina. Entre los hallazgos obtenidos, se evidencia que desde una perspectiva institucional, la Sociedad Mexicana de Paleontología ha ejercido un papel significativo en el progreso de la disciplina, mientras que los expertos de la Universidad Veracruzana han promovido la generación de colecciones científicas y proyectos de investigación de relevancia significativa. El propósito del análisis métrico no se limita a cuantificar la producción científica regional, sino que también pone de manifiesto el efecto de Latinoamérica en la paleontología global. Este estudio fomenta la consolidación de la comunidad científica regional, directrices futuras líneas de investigación, fomenta redes de colaboración y actúa como un paradigma inspirador para nuevas generaciones de estudiantes con interés en las ciencias naturales, evidenciando que es factible lograr reconocimiento internacional desde contextos regionales.

PALEO-8 CARTEL

PROPUESTA DEL POLÍGONO DE PRESERVACIÓN PALEONTOLÓGIA EN EL ECOCAMPUS-VALSEQUILLO-CU2, PUEBLA

Ortega-Ortega America Vianney[1], Ramírez Rodríguez Miguel de Jesús[1], Zepeda Memije Rodolfo[2] y Castaneda-Posadas Carlos[1]

[1]*Laboratorio de Paleobiologia, Facultad de Ciencias Biológicas, BUAP*

[2]*Ecocampus Valsequillo, BUAP*

vianneyog90@gmail.com.mx

México a pesar de ser un país rico en zonas fosilíferas, solo tiene una zona paleontológica ante el INAH (Rincón Colorado, Coahuila), con fósiles de hace 72 Ma en rocas sedimentarias que revelan restos de organismos terrestres y marino. Esta zona tiene un enfoque sostenible, entre el medioambiente y el turismo, ya que está acondicionado para visitas de investigadores o aficionados, ofreciendo programas de enseñanza e investigación sobre el patrimonio paleontológico y geológico del sitio, así como de su biodiversidad y cultura. Actualmente Puebla no cuenta con sitios de preservación de esta índole, a pesar de poseer sitios que podrían ser candidatos a futuro puesto que el estado posee sitios con importancia paleontológica y geológica que cuentan la historia de la región, un ejemplo de esto es la zona de Valsequillo, sitio importante que ha revelado fósiles del Pleistoceno (2.5-12 Ma), pertenecientes a la famosa Edad de hielo. Una porción de esta región se encuentra en el Ecocampus-Valsequillo-CU2, perteneciente a la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Dichas instalaciones forman parte de un terreno de aproximadamente 113 hectáreas que están destinadas a la educación y a la preservación de los recursos naturales. En su polígono se albergan sitios con vestigios paleontológicos y formaciones rocosas provechosas para desarrollar programas enfocados a la conservación, educación, divulgación y cultura del sitio. Por lo tanto el objetivo del trabajo es presentar la propuesta de un polígono paleontológico como el primer sitio de conservación paleontológica del estado de Puebla, que beneficie principalmente a la ciencia con la investigación paleontológica, geológica y con las bases de datos de los fósiles del Pleistoceno tardío (12Ma) y también a la educación y divulgación con un museo que ofrezca talleres a las comunidades vecinas, con la vinculación académica que permita la colaboración de instituciones universitarias y estudiantes para generen conciencia ambiental al enseñar la importancia de preservar los recursos naturales y el patrimonio paleontológico del sitio. Consideramos que esta propuesta logre impulsar un enfoque al sitio cono una zona de desarrollo sostenible con la participación de las comunidades locales, científicas y turistas responsables para que Valsequillo muestre que la paleontología puede ser un motor económico sin perder su identidad y su valor científico.

PALEO-9 CARTEL

PROCESOS DE FOSILIZACIÓN EN EL ESTADO DE NUEVO LEON

Martell Banda Angel Nazareth[1] y Chacón Baca Elizabeth[2]

[1]*Universidad Humanista de las Américas*

[2]*Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León*

angel_nazareth@outlook.com

Nuevo León es un sitio con un rico acervo paleontológico en rocas de distintas edades, mayoritariamente del Cretácico. Es decir, la geología regional expone mayoritariamente las rocas cretácicas y muchas de ellas son formaciones geológicas con alto contenido de fósiles. Este trabajo presenta los resultados generales de los diferentes procesos de fosilización observados en ejemplares fósiles representativos de Nuevo León, incluyendo mayoritariamente el examen de fósiles de vertebrados, invertebrados y, en menor medida, microfósiles que muestran diferentes categorías de preservación. Además, también se revisaron diversas fuentes bibliográficas reportadas en la literatura científica regional, nacional e internacional, para evaluar cualitativamente los procesos de fosilización más comunes en las rocas estudiadas. De las 23 formaciones geológicas revisadas, se han seleccionado 10 formaciones que ilustran y representan paleoambientes diversos que fueron moldeando la historia geobiológica de Nuevo León. El reemplazamiento por calcita es uno de los procesos más comunes observados en la mayoría de los casos ilustrados. También se pudo observar que existe una estrecha correlación entre los procesos de fosilización y la composición química de los tipos de organismos fosilizados. Los ammonites de la Formación La Peña, muchos de ellos fósiles índice, constituyen marcadores bioestratigráficos fundamentales para los estudios geológicos. Sin embargo, el hallazgo más importante a nivel nacional y mundial lo ostentan los restos del gran pliosaurio, popularmente conocido como el monstruo de Arramberi, encontrado hace varios años en este municipio. No obstante, en cuanto a la calidad y número de fósiles, hasta hoy, sólo existe un caso excepcional, como en la localidad de la Formación Agua Nueva, donde se encuentra una preservación excepcional, técnicamente conocida como Konservart-Lagerstätten, donde se han descubierto los peces fósiles más emblemáticos de Nuevo León, localizados en Vallecillos, Hidalgo, Nuevo León. Comúnmente, también se han descrito otros hallazgos del Paleógeno que incluyen restos de mamuts, que a lo largo de más de cinco décadas se han rescatado.

PALEO-10 CARTEL

RESULTADOS PRELIMINARES DE LA HERPETOFAUNA PLEISTOCÉNICA DEL ECOCAMPUS VALSEQUILLO BUAP, PUEBLA, MÉXICO

Tomas Mosso Azarael[1], Medina Castañeda Carlos Iván[2], Cruz Silva Jose Alberto[3] y Castañeda Posadas Carlos[1]

[1]*Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Laboratorio de Paleobiología Ecocampus, Facultad de Ciencias Biológicas*

[2]*Doctorado en Ciencias Biológicas, Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta, Universidad Autónoma de Tlaxcala*

[3]*Instituto Nacional de Antropología e Historia, Laboratorio de Arqueozoología "M. en C. Ticúl Álvarez Solórzano"*

azaraeltomas@hotmail.com

El área de Valsequillo, Puebla, es ampliamente conocida por los estudios geológicos, que indican una gran actividad volcánica en el pasado; los estudios paleontológicos con la presencia de megafauna extinta; y los estudios arqueológicos con la posible presencia de actividad humana de los primeros pobladores de México. En esta región se encuentra el Ecocampus Valsequillo que forma parte de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). Paleontológicamente se caracteriza por ser rico en sedimentos pleistocénicos con edades entre los 200 mil a los 8 mil años AP. Aunque existen gran cantidad de estudios paleontológicos, estos se han enfocado en megafauna y sólo existe un trabajo estudiando los mamíferos pequeños. No se han realizado estudios de herpetofauna (anfibios y reptiles) fósil en Valsequillo, a pesar de que existe el registro en localidades cercanas. Sin embargo, los estudios en este tipo de organismos nos permiten conocer condiciones ambientales específicas como temperatura y humedad, debido a su distribución restringida y que son muy

susceptibles a las condiciones climáticas. El objetivo de este trabajo es realizar la identificación de herpetofauna fósil procedente del Ecocampus Valsequillo y realizar una aproximación paleoambiental de la zona. Los resultados muestran que los elementos recuperados constan de un atlas y una vértebra torácica pertenecientes a anfibios del orden Caudata (salamandras), además de un húmero de lacértido no determinado y cinco vertebras de colúbridos. El atlas tiene forma romboidal siendo la parte posterior más ancha, sin embargo, presenta un grado de erosión en su faceta articular, mientras que la vértebra presenta dos procesos laterales, una espina neural poco desarrollada, un centro con dos cotilos lo cual permite asignar este material dentro del orden Caudata y al género Ambystoma. El húmero presenta una forma general alargada con los extremos proximal y distal ensanchados, la parte anterior del húmero presenta una "cresta" distintiva en lagartijas, aunque no es posible asignarla a una categoría taxonómica concreta, ya que estos elementos son poco diagnósticos. Cuatro vértebras pertenecen a la región caudal y una de la región del tronco se asignaron a serpientes; sin embargo, las vértebras caudales no son diagnósticas; en cambio la vértebra del tronco no presenta hipapófisis y en su lugar una quilla hemal, la parapofisis y diapófisis son fácilmente distinguibles, por lo que se asignó este ejemplar a la familia Colubridae (culebras). Debido a la preservación de la vértebra del tronco no es posible asignarla a un género particular. Es el primer reporte de herpetofauna fósil para el área de Valsequillo y actualmente, los ajolotes (Ambystoma) no se encuentran en la localidad, ya que son de climas más fríos y húmedos de los que se encuentran actualmente. Lo siguiente es realizar los estudios tafonómicos de los restos para saber si la presencia de estos organismos es debida a arrastre de corrientes, conocer la ubicación estratigráfica y requerimientos climáticos es importante para reconocer si se trata de un ensamble de faunas sincrónicas o son elementos pertenecientes a diferentes momentos durante el Pleistoceno.

Sesión regular

RIESGOS NATURALES

Organizador

Juan Manuel Sandoval Hernández

RN-1

ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE GENERACIÓN DE BIOGÁS EN SUELO Y SUBSUELO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Rodríguez Guerrero Marco Vinicio[1], Cristóbal Legorreta Laura Esperanza[2], Hernández Isabel Leticia[2] y Uribe Castillo Violeta Andrea[2]

[1]*5 Sol Geoconsultores*

[2]*5 Sollum Mineral*

marco5sol.mr@gmail.com

El suelo y subsuelo de la Ciudad de México es un sistema complejo, el cual a lo largo de los años ha demostrado ser un sistema dinámico. Actualmente se ha estudiado desde diversas ramas de las ciencias de la tierra, sin embargo, aún falta una gran labor para comprender los procesos que afectan la calidad del suelo y subsuelo para uso habitacional y que se presentan en la superficie en forma de agrietamientos, hundimientos y deslizamientos, entre otros. Afectando directamente las edificaciones y obras civiles que se construyen sobre este tipo de suelo. Para comprender la dinámica del suelo y subsuelo de la Ciudad de México es importante conocer sus propiedades geoquímicas y asociarlas con la geología y geotecnia del lugar, por lo que se analizó la información correspondiente a seis sitios ubicados en la CDMX, principalmente asociados a zona lacustre y zona de transición. Los parámetros fisicoquímicos analizados son: pH, potencial óxido reducción, conductividad eléctrica, resistividad eléctrica y salinidad, además se analizó el contenido de gases, donde se incluyen las concentraciones de CH4, CO, CO2 y H2S (al conjunto de estos gases se le denominará biogás), estos parámetros son de vital importancia ya que hasta el momento no hay estudios sobre lo que implica la presencia de estos gases en el subsuelo y como afecta el nivel de concentración en el que pueden estar presentes. Así mismo, se analizaron los elementos mayoritarios y la mineralogía de cada zona a distintas profundidades. Al analizar el contenido de humedad de los sitios de estudio se observó que alcanzan valores de hasta el 400 %, fungiendo como un almacén de sólidos y gases disueltos, por lo que podemos considerar este sistema como un reactor natural, donde se pueden originar diversas reacciones biogeoquímicas. Los resultados obtenidos revelan que hay una asociación directa entre el comportamiento de los parámetros como el pH y el potencial óxido reducción con el contenido de gas metano, lo que indica que el suelo es un sistema muy reactivo , por lo que se puede esperar que en el medio estén ocurriendo diversos procesos, como la descomposición de materia orgánica del suelo principalmente por la acción bacteriana que se desarrolla en medios anóxicos, teniendo como productos de reacción la formación de gases y ácidos orgánicos que modifican las condiciones fisicoquímicas del suelo y subsuelo. Las concentraciones de biogás se presentan desde ppm, hasta valores de porcentaje, y se asocian a suelos afectados por grietas y fracturas.

RN-2

PRIMEROS RESULTADOS DEL MONITOREO DE GRIETAS Y PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CRESTÓN CHINO, ZACATECAS

Arrellín Aguilar Virginia, Carrillo Sánchez David Leonardo, Escalona Alcázar Felipe de Jesús, Hidalgo Santacruz Dominic Alejandro, Rodríguez González Baudelio, Pineda Martínez Luis Felipe, Valle Rodríguez Santiago y Ramírez Ramírez Claudia Jocelyn

Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, UAZ

tita2p.310102@gmail.com

Desde hace poco más de dos décadas las autoridades de Protección Civil indicaron la posibilidad del riesgo por peligros geológicos en el Crestón Chino, Zacatecas. Se han reportado grietas en los bordes oriental y sur y, durante la temporada de lluvias, pequeños derrumbes y caída de rocas. En el Atlas Estatal de Riesgos y Peligros solamente se considera como zona de riesgo la vialidad Paseo La Bufa. En este trabajo se presentan los primeros resultados del monitoreo de las grietas utilizando topografía de precisión en el periodo de diciembre de 2024 a junio de 2025; también, la cartografía geológica de detalle y de los procesos de erosión. La topografía se hizo con un sistema Topcon Hiper lite VR5 GNSS RTK de alta precisión que da un error de 3 a 5 mm. Las mediciones se hicieron en 7 perfiles, cada uno con tres puntos de monitoreo ubicados perpendicular a la orientación de las grietas. Los periodos de monitoreo fueron en la temporada de estiaje entre diciembre de 2024 y abril de 2025 y, después de las primeras lluvias de verano, en julio de 2025. Los desplazamientos que se observaron varían de nulos a < 1 cm, solamente en uno fueron 10 cm. Lo anterior implica que hay movimiento, aunque es necesario continuar el monitoreo para definir su magnitud. La secuencia estratigráfica la forman el Complejo Las Pilas en el que predominan los derrames de lava con estructura almohadillada; esta unidad está en contacto por falla normal con las facies de ricas en areniscas del Conglomerado Zacatecas y rocas pobremente descritas de la Secuencia Volcánica del Terciario (SVT). La SVT está formada por derrames riolíticos brechados, depósitos piroclásticos de flujo y tobas cristalinas. Localmente hay canales rellenos con un conglomerado rico en clastos de riolita y un depósito de talud. Los taludes de la margen oriental del Crestón Chino son subverticales y están en dos sitios casi paralelos, el primero y más pequeño es de hasta 20 m de altura está a lo largo del Paseo La Bufa. En este talud hay la caída de bloques de alrededor 1 m de diámetro de los derrames riolíticos brechados y, en menor proporción, del flujo piroclástico y conglomerado; también hay remoción de sedimentos de las facies ricas en arenisca por erosión diferencial y asociados con una falla. El segundo talud está controlado por una falla normal con colapso del bloque del techo, el desnivel varía de 50 a 60 m y es casi vertical; las grietas en el Crestón son paralelas a él en el bloque del piso. La remoción de sedimentos y la caída de bloques son los dos procesos que afectan al Crestón Chino, principalmente en la ladera occidental y en menor proporción en la sur. Las zonas con afectaciones son las vialidades Paseo La Bufa y posiblemente la Calzada Solidaridad; aunque aún falta realizar la zonificación del peligro y proponer acciones de mitigación.

RN-3

DESARROLLO DE CURVAS DE FRAGILIDAD SÍSMICA PARA EVALUACIÓN DE RIESGOS SÍSMICOS EN LA ZONA DE PUERTO VALLARTA

Amparo Partida Eduardo David y Escudero Ayala Christian Rene

Universidad de Guadalajara

eduardo.amparo8322@alumnos.udg.mx

Este estudio tiene como objetivo estimar curvas de fragilidad sísmica para edificaciones multifamiliares construidas hace aproximadamente 40 años, ubicadas en la colonia La Aurora, Puerto Vallarta, Jalisco. Estas edificaciones, actualmente no incluidas en los inventarios de vulnerabilidad sísmica existentes, representan un segmento de alto interés debido a su antigüedad y localización en una zona de crecimiento urbano acelerado. La metodología combina parámetros de sitio obtenidos mediante la medición in situ del Vs30, el uso de coeficientes sísmicos proporcionados por la plataforma Prodisis y análisis estructural mediante el software STAAD Pro para estimar desplazamientos ante distintos escenarios sísmicos. Las curvas de fragilidad se desarrollaron siguiendo el enfoque propuesto por el manual HAZUS, basadas en los desplazamientos estructurales esperados. Se utilizaron tres valores diferentes de Vs30: uno medido en campo, otro tomado de literatura técnica específica de la zona y uno más del reglamento de construcción de Puerto Vallarta. Los resultados preliminares indican una alta probabilidad de daño severo, lo que evidencia la vulnerabilidad de esta zona ante sismos de moderada a alta magnitud. Este trabajo busca aportar herramientas que permitan evaluar la vulnerabilidad sísmica local de manera más precisa y apoyar futuras estrategias de mitigación del riesgo en sectores con edificaciones similares.

RN-4

FRACTURAMIENTO URBANO EN LA CIUDAD DE ZACATECAS: ANÁLISIS CINEMÁTICO Y EVOLUCIÓN TEMPORAL (2017-2024) PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS

Escalona-Alcázar Felipe de Jesús[1], Pineda-Martínez Luis Felipe[1], Rodríguez-González Baudelio[1], Reveles-Flores Sayde María Teresa[1], Mandujano-García Cruz Daniel[2] y Valle-Rodríguez Santiago[1]

[1]*Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, UAZ*

[2]*Unidad Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Zacatecas "Francisco García Salinas"*

fescalona@hotmail.com

En la parte norte de la ciudad de Zacatecas, desde hace aproximadamente 5 años, ha sido materia de debate la posibilidad del incremento en el fracturamiento de las viviendas. El procedimiento de medición del fracturamiento en paredes y calles, así como la secuencia estratigráfica, han

sido presentados en la RAUGM de años anteriores. En este trabajo se presentan el análisis cinemático del fallamiento del área de estudio y la comparativa de la densidad del fracturamiento urbano medido intermitentemente entre 2014 y 2017, denominados conjuntamente "2017" y, los tomados entre enero y abril de 2024. Es importante mencionar que entre los diferentes periodos de medición hubo cambios en el entorno urbano como remodelación, pintura, crecimiento de árboles o la construcción de nuevas viviendas, ocultando algunas de las fracturas que se midieron en 2017. Sin embargo, si la hipótesis de que el fracturamiento urbano sigue el patrón de deformación regional es correcta, las fracturas en casas y paredes debieron volverse a formar o estarse formando siguiendo la tendencia de la deformación regional. El análisis cinemático de las fallas muestra que los ejes de paleoesfuerzos máximo para las fallas inversas (#1) y mínimo para las normales (#3) son paralelos y están orientados NE-SW. Esta orientación es paralela al agrupamiento mayor de datos de extensión obtenido en las fracturas en las paredes en los dos periodos analizados. La zona de estudio cubre, desde al menos 1971, los sistemas de vetas La Cantera, El Bote y El Grillo, que son parte del Sistema de Fallas San Luis-Tepehuanes (SFSLT) orientado NW-SE. El paralelismo entre ambos tipos de estructuras sugiere que el SFSLT controla el fracturamiento urbano. El número de fracturas en las paredes que se midieron y georeferenciaron en 2017 fue de 650, mientras que en 2024 fue de 409. En la parte norte de la ciudad, en los dos periodos analizados, la densidad de las fracturas en las paredes está orientadas hacia el NW-SE paralelas a las vetas La Cantera y El Bote; aunque también se observa una tendencia menos definida hacia el NNE paralela al cauce del Arroyo de la Plata u otros cauces de 4° y 5° orden. A partir del álgebra de mapas se resaltaron los sitios donde domina el fracturamiento en paredes de cada periodo; siendo mayor para 2017 y solo en unas pequeñas partes se formó entre 2017 y 2024. Además, al resaltar los sitios donde hay continuidad en las fracturas se observa que este se distribuye paralelo a los sistemas de fallas cubiertos por la zona urbana. Las fallas cartografiadas y analizadas difieren parcialmente en ubicación con respecto a las mostradas por el Centro de Inteligencia Territorial y el CENAPRED, lo que resalta la importancia de la cartografía geológica de detalle en la actualización de los Atlas de Riesgos y en la planeación del desarrollo urbano.

RN-5

EVOLUCIÓN DE DEFORMACIÓN SUPERFICIAL EN JOCOTEPEC, JALISCO

Hernández Marín Martín[1], González Cervantes Norma[1],
Luna Villavicencio Hugo[2] y Ochoa González Gil Humberto[3]
[1]*Universidad Autónoma de Aguascalientes*
[2]*Facultad de Ingeniería, Universidad Panamericana, campus Aguascalientes*
[3]*Departamento del Hábitat y Desarrollo Urbano, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente*
martin.hernandez@edu.uaa.mx

En este trabajo se revisa la evolución de la deformación superficial, en forma de subsidencia y fracturamiento en la localidad de Jocotepec, en el estado de Jalisco, México. Esta localidad se ubica al occidente de la cuenca de Chapala, en la ribera poniente del Lago con el mismo nombre. Desde hace varios años, esta localidad ha experimentado daños estructurales en construcciones debido sobre todo al fracturamiento, que viene acompañado a la subsidencia, teniendo como condicionantes principales para la ocurrencia de este proceso, una creciente extracción de agua subterránea para cubrir principalmente la demanda de agricultura, y en menor proporción de otros servicios, así como por una estratigrafía subsuperficial compuesta de una secuencia de sedimentos vulcano-lacustres, formada principalmente por limos arcillosos intercalados con varios lentes de material piroclástico. Estos lentes tienen varios centímetros de espesor cada uno (5 a 10 cm aproximadamente) y se observan interdigitados con los depósitos limo-arcillosos. En un trabajo previo (Hernandez-Marín et al., 2014), se observó que esta zona presentaba una máxima velocidad de subsidencia de 8.9 mm/mes, dato obtenido a partir del análisis de medición realizada durante un periodo de 8 meses (septiembre-noviembre). Sin embargo, una revisión reciente obtenida para un periodo más amplio, de agosto de 2017 a enero de 2024, arrojó una magnitud de velocidad de subsidencia mucho más alta, de 122.43 mm/mes como máximo. Los patrones de subsidencia son muy similares en los dos periodos de medición, a pesar de que para el de 2012 se utilizó la técnica de nivelación mediante estaciones totales en 14 puntos de monitorización colocados a lo largo de la localidad y la posterior interpolación de datos puntuales de subsidencia, mientras que para la segunda etapa se utilizó la técnica de InSAR SBAS (Interferometric Synthetic Aperture Radar with Small Baseline Subset), obteniendo datos de deformación de los mismos puntos utilizados previamente. Al comparar los datos de deformación en los 14 puntos mediante ambas técnicas de medición y ambos periodos, se encontró que existen incrementos notables de subsidencia, mismos que se discuten en este trabajo.

RN-6

EVALUACIÓN DE UN TALLER DE CIENCIA PARA LA ENSEÑANZA DE RIESGO DE DESASTRES DESDE LA VISIÓN ALTERNATIVA EN LA CDMX

Robles Olvera Luis Angel
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
luisxrobles@gmail.com

Este trabajo presenta la evaluación de un taller de ciencias diseñado para la enseñanza del riesgo de desastre desde la visión alternativa, aplicado en la asignatura de Geografía del nivel medio superior. El problema de investigación parte de la persistente vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos en México y la limitada incorporación de un enfoque crítico y socialmente contextualizado del riesgo en la educación geográfica. Aunque el país cuenta con antecedentes históricos de desastres significativos —como el sismo de 1985 —, la enseñanza escolar tiende a reproducir la visión dominante que asocia el desastre únicamente a fuerzas naturales, sin atender su carácter socialmente construido. El objetivo general es evaluar la eficacia de un taller de ciencia, sustentado en el enfoque constructivista y la geografía crítica, para desarrollar en estudiantes habilidades conceptuales, procedimentales y actitudinales que les permitan comprender y actuar frente al riesgo de desastre. Los objetivos particulares incluyen: a) diseñar una secuencia didáctica que vincule el contenido curricular con la visión alternativa de los desastres, b) implementar actividades prácticas y colaborativas que fomenten el pensamiento crítico, y c) medir el impacto del taller mediante un diseño cuasiexperimental con pretest y postest, comparando grupos experimental y de control. El marco psicopedagógico se fundamenta en el constructivismo, que reconoce al estudiante como protagonista de su aprendizaje, integrando experiencias previas, reflexión crítica y trabajo colaborativo. Se aplica la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), que permite abordar problemas reales y significativos mediante fases de indagación, experimentación y presentación de resultados. El marco disciplinar parte de la geografía crítica, que concibe el espacio como producto y soporte de relaciones sociales, y de la visión alternativa de los desastres, que interpreta el riesgo como interacción entre amenaza y vulnerabilidad. Este enfoque permite integrar la dimensión socioeconómica y territorial en la comprensión de fenómenos como inundaciones y sequías, vinculando la desigualdad y la producción del espacio urbano con la generación de riesgos. La propuesta educativa consiste en un taller experimental que simula la escorrentía e infiltración en tres modelos físicos: entorno natural, ciudad convencional impermeabilizada y ciudad sustentable. A través de la manipulación de materiales reciclados y la discusión guiada, los estudiantes identifican cómo el diseño urbano incide en el riesgo hidrometeorológico, reflexionando sobre estrategias de mitigación desde la gestión integral del riesgo. En conclusión, la integración del constructivismo, la geografía crítica y el ABP en talleres de ciencia constituye una vía efectiva para fortalecer la educación geográfica y formar ciudadanos capaces de enfrentar los desafíos socioambientales contemporáneos. Referencias: CRED. (2021). Human cost of disasters. An overview of the last 20 years 2000-2019. Brussels: CRED. Juárez, F., & Domínguez, E. (2019). La enseñanza de riesgos de deastres desde la geografía: ¿Una tarea inconclusa en iberoamérica? En R. Liliana, P. Wilches-Chaux, G. (1993). La vulnerabilidad global. En A. Maskrey, Los desastres no son naturales (págs. 11-44). Red de estudios sociales en prevención de Desastres en América Latina.

RN-7

ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD POR SUBSIDENCIA EN EL ACUÍFERO CITRÍCOLA SUR, NUEVO LEÓN, MÉXICO

Hernández Jesús, Salinas Jasso Jorge Alán, Ramírez
Fernández Juan Alonso y Montalvo Arrieta Juan Carlos
Universidad Autónoma de Nuevo León
jesus.hernandez@uanl.edu.mx

La subsidencia es un proceso geológico que se caracteriza por el descenso vertical del terreno. Entre las causas que provocan subsidencia a nivel global destaca la extracción de agua subterránea, particularmente en contextos urbanos y agrícolas donde el fenómeno se ha convertido en un peligro para diversos sectores de la población. Este proceso afecta a la infraestructura, el uso de suelo y compromete la capacidad futura del almacenamiento de los acuíferos, entre otros. La sobreexplotación de acuíferos en el noreste de México ha generado un desabasto del vital líquido que ha llevado a repercusiones sociales en los últimos años. En este trabajo se presentan la evaluación de causas y consecuencias del proceso de subsidencia por extracción de agua en el acuífero Citrícola Sur ubicado en la porción central del estado de Nuevo León utilizando evaluaciones multicriterio en Sistemas de Información Geográfica para identificar el desarrollo e impacto por extracción de agua en la zona de estudio. El análisis examina las condiciones de susceptibilidad que activan el proceso, como lo son litología, geomorfología, hidrología, uso de suelo y vegetación. Además, se documenta las primeras evidencias del desarrollo del fenómeno mediante la medición de las tasas de deformación del terreno con percepción remota satelital en zonas afectadas por hundimientos. Esta investigación representa la fase inicial de evaluación de riesgo por subsidencia en el noreste de México.

RN-8

"CARACTERIZACIÓN ESPACIOTEMPORAL DEL PROCESO DE SUBSIDENCIA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SOCIOECONÓMICA EN EL ÁREA METROPOLITANA DE GUADALAJARA, JALISCO"

Mancha Moreno Miryam Marlene, Cabral Cano Enrique y Hernández Luna Daniel
Universidad Nacional Autónoma de México
miryam.mancha04@gmail.com

La subsidencia del terreno, intensificada por la extracción intensiva de agua subterránea, representa un riesgo creciente para la infraestructura y la vivienda en zonas urbanas de México. Este estudio evalúa el riesgo que la subsidencia supone para la población en condición de vulnerabilidad socioeconómica en el Área Metropolitana de Guadalajara (AMG), la cual comprende los municipios de Guadalajara, Zapopan, San Pedro Tlaquepaque, Tlajomulco de Zúñiga, Tonalá, Tlajomulco de Zúñiga, El Salto, Ixtlahuacán de los Membrillos, Juanacatlán y Zapotlanejo cubriendo una superficie de 2 543 km2 y una población aproximada de 5' 000, 000 habitantes. Mediante un análisis InSAR-SBAS utilizando escenas Sentinel-1, se generó un mapa de velocidad de subsidencia para el periodo 2018–2021. Este análisis detectó una zona de alta subsidencia centrada en el sector suroccidental de la AMG, que cubre un área de 16 km2 con hundimientos desde -3 cm hasta velocidades máximas de -8 cm/año. Complementariamente se elaboró un mapa de riesgo integrado que combina niveles de peligro y la vulnerabilidad socioeconómica, identificando zonas con potencial de impactos significativos sobre la infraestructura y la calidad de vida. Los resultados muestran que la mayor parte del territorio presenta riesgo "Bajo" o "Moderado", concentrado principalmente en la zona limítrofe entre los municipios de Zapopan, Tlajomulco de Zúñiga y San Pedro Tlaquepaque. El índice de vulnerabilidad socioeconómica se construyó a partir de 13 variables del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI), siguiendo la metodología de Novelo-Casanova et al. (2022). Los valores fueron clasificados en cinco niveles mediante el método de Jenks. El análisis indica que más del 80% de la población presenta vulnerabilidad "Baja" (44%) o "Moderada" (40%), mientras que la "Alta" representa el 12% y las categorías Muy Baja y Muy Alta alcanzan apenas el 3% y 1% respectivamente. La categoría de Alta vulnerabilidad está presente en los nueve municipios, aunque en menor proporción que las categorías Moderada y Baja. La categoría Muy Alta (1% de la población total) se concentra exclusivamente en Zapopan (54%), San Pedro Tlaquepaque (28%) y Tonalá (16%) de ese 1%, lo que se asocia a alta densidad poblacional y limitaciones en el acceso a servicios básicos. En contraste, Ixtlahuacán de los Membrillos, Juanacatlán y Zapotlanejo suman apenas el 2% de la población del AMG y muestran menor presencia en categorías extremas, debido a su ubicación periférica y bajo nivel de urbanización.

RN-9

IMPACTO DE INCENDIOS FORESTALES EN LA ACTIVACIÓN DE MOVIMIENTOS EN MASA - CASOS DE ESTUDIO EN ITURBIDE, N.L., NORESTE DE MÉXICO

Pedraza Andaverde Alely y Salinas Jasso Jorge Alán
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL.
alely.pedrazandv@uanl.edu.mx

Los incendios forestales suelen ocurrir por causas naturales, aunque la mayor parte son iniciados por acciones humanas negligentes. Cuando estos fenómenos se presentan en zonas montañosas generan severas consecuencias ambientales y ecológicas. Se ha demostrado que los incendios forestales perturban las condiciones de estabilidad de laderas, principalmente relacionadas con cambios en la vegetación y las propiedades del suelo, lo cual propicia un aumento de zonas susceptibles a la ocurrencia de movimientos en masa. La relación espacio-temporal entre ambos fenómenos ha generado gran interés por evaluar las condiciones de peligro y riesgo asociado en diversos sectores de población y el medio ambiente. En el presente estudio se evalúa la relación entre un incendio forestal ocurrido al oriente del municipio de Iturbide, Nuevo León en 2021 con inestabilidades de laderas que se han presentado en los últimos años. El incendio se prolongó durante 25 días, cubriendo más de 1500 hectáreas y afectando comunidades locales. Mediante trabajo de campo, revisión de imágenes satelitales, análisis hidrológicos y mecánica de suelos se han identificado y estudiado varios movimientos en masa principalmente deslizamientos y flujos de detritos ocurridos en la zona de mayor impacto del incendio. Se reconoce que la combustión y pérdida de vegetación ha condicionado la inestabilidad de laderas, las cuales han sido desencadenadas por lluvias menores a las propuestas regionalmente como umbrales de precipitación. El estudio forma parte de la evaluación regional del peligro por movimientos en masa en el noreste de México.

RN-10

EDAD MÍNIMA DE DEPÓSITOS DE LAHARES EN TIEMPOS HISTÓRICOS EN LA BARRANCA DE JAMAPA, VOLCÁN PICO DE ORIZABA, MÉXICO

Carlón Allende Teodoro, Macías José Luis, Cisneros Máximo Guillermo, Alcalá Reygosa Jesús, Sánchez Núñez Juan Manuel, Saucedo Ricardo, Arce José Luis, Lara Jorge Iván, Pineda Julio César y Fernández Salvador
CONACYT-Instituto de Geofísica Unidad Michoacán
tcarlon@igeofisica.unam.mx

Los lahares (flujos de escombros) son fenómenos recurrentes en áreas volcánicas, tienen una alta capacidad de transformar el paisaje y causar pérdidas económicas y de vidas humanas. Durante las últimas décadas, los análisis proxy, como los anillos de crecimiento de los árboles y la correlación estratigráfica de sus depósitos, han sido útiles para comprender su ocurrencia espacio-temporal. En esta investigación se analizan los depósitos de lahar expuestos en la parte alta de la Barranca de Jamapa del volcán Pico de Orizaba, entre los 3,760 y 4,000 m s.n.m. Con este fin, se realizó un vuelo de dron para generar un ortomosaico y curvas de nivel a cada 5 cm, lo que permitió generar un Modelo Digital de Elevación para elaborar un mapa geológico detallado. También, se realizó la descripción de columnas estratigráficas, análisis granulométricos y de componentes, así como un muestreo dendrocronológico de 163 núcleos de crecimiento de Pinus hartwegii. Se generaron tres cronologías de ancho de anillo, la más longeva abarca de 1730 a 2022 (292 años). A partir del análisis dendrocronológico y estratigráficos, se lograron identificar tres terrazas antiguas formadas por depósitos de lahar, caracterizados por un aspecto masivo y heterolitológico en los que predominan bloques y gravas, soportados por una matriz de arena gruesa. La cima de estos depósitos (terrazas) es semiplana con presencia de Pinus hartwegii, lo que permitió estimar la edad de las terrazas en #292, #96 y #78 años que representan edades mínimas de la ocurrencia de los lahares. Es probable que uno de estos eventos haya sido desencadenado por un sismo que ocurrió el 3 de enero de 1920 que tuvo una magnitud de 6.4, y los otros causados por deshielos o lluvias extremas. Además, dentro de la barranca existen otras terrazas pequeñas y discontinuas sin presencia de árboles. Finalmente, destacamos que este tipo de estudio puede emplearse para estimar edades mínimas en otros volcanes de México, donde la ocurrencia de eventos de lahar es muy frecuente y han causado grandes daños a las infraestructuras y a la población.

RN-11

EVALUACIÓN DEL PERÍODO FUNDAMENTAL DE UN EDIFICIO DE MARCOS DE CONCRETO MEDIANTE DIFERENTES MÉTODOS DE RAZÓN ESPECTRAL A PARTIR DE SISMOS FUERTES Y LA CONTRIBUCIÓN DE LOS PRINCIPALES CUERPOS ESTRUCTURALES

Solís Nava Ana Laura[1], Ramírez Gaytán Gonzalo Alejandro[2] y Salgado Martínez Hafid[2]
[1]*Universidad de Guadalajara*
[2]*UDG*
ana.solis8323@alumnos.udg.mx

La frecuencia fundamental de un edificio (f_0) es un parámetro clave para el diseño estructural y la evaluación de vulnerabilidad. Existen varios métodos para estimar este parámetro, incluyendo el uso de datos sísmicos en métodos experimentales. Entre los métodos sísmicos más relevantes para determinarlo, el principal es la Razón Espectral Horizontal-Vertical (HVSR), así como aquellos que ignoran la componente vertical, como la Razón Espectral de Piso (FSR) y la Razón Espectral Horizontal-Horizontal (HHSR). En este trabajo, estos métodos se ponen a prueba y se comparan en un edificio específico. Para evaluar la contribución de los distintos módulos de la estructura a la frecuencia estructural (f_0), este parámetro se estimó para varios intervalos del edificio. El sitio, los instrumentos, el edificio y los datos utilizados en este trabajo reúnen características especiales y únicas difíciles de encontrar: (i) el edificio se ubica en la zona más vulnerable de la Ciudad de México, donde se depositaron los sedimentos del antiguo lago más grande. Esta zona está compuesta por capas gruesas y compresibles de arcillas separadas por capas arenosas; esta característica provoca una amplificación inusual de las ondas sísmicas, un efecto único en el mundo conocido como "efecto Ciudad de México". Este efecto está directamente relacionado con los daños y muertes ocasionados por los sismos de 1985 y 2017; (ii) el edificio fue instrumentado considerando los espectros más representativos de este; (iii) se utilizaron instrumentos de alta resolución para recopilar datos, y (iv) se registraron y utilizaron en el análisis datos de movimiento fuerte provenientes de dos sismos severos derivados de diferentes entornos tectónicos. El análisis reveló que el método FSR proporciona la mayor cantidad de información, ya que no solo identifica la frecuencia fundamental, sino también modos superiores de vibración, incluidos efectos torsionales y de acoplamiento. En contraste, el método HHSR es sensible a la influencia estructural cuando la estación libre se encuentra cerca de la cimentación. Además, el entorno tectónico, el mecanismo focal, la profundidad y la distancia epicentral no afectan significativamente la frecuencia fundamental en edificios con configuraciones similares. En cambio, la respuesta dinámica está gobernada principalmente por las características estructurales

de los niveles inferiores, especialmente cuando hay elementos confinados o reforzados como sótanos y estructuras de estacionamiento.

RN-12

DETECCIÓN MEDIANTE INSAR DE DEFORMACIÓN SUPERFICIAL ASOCIADAS A MICRO SISMICIDAD EN LA CIUDAD DE AGUASCALIENTES, AGS., MÉXICO

Pacheco-Martinez Jesús[1], Luna-Villavicencio Hugo[2], Padilla-Ceniceros Raudel[2], Hernández-Marín Martín[1] y Aguilar-Valdés Francisco Javier[3]

[1]*Universidad Autónoma de Aguascalientes*
[2]*Universidad Panamericana, Campus Aguascalientes*
[3]*Ciencias de la Tierra Asesores*
jesus.pacheco@edu.uaa.mx

La subsidencia del terreno debida a la extracción de agua subterránea es un fenómeno reciente, que comenzó a ser reportado en México y el mundo en la década de 1970 y 1980. Uno de los efectos más conocidos de la subsidencia es la generación de fracturas y fallas del terreno que se producen en las zonas de subsidencia diferencial. En la literatura se reporta que estas fallas y fracturas son asísmicas y que se tienen un movimiento gradual y continuo. Sin embargo, al oriente de la ciudad de Aguascalientes sobre la Falla Oriente, que es una de las fallas más activas en cuanto a su deformación diferencial por el proceso de subsidencia, se han reportado movimientos sísmicos, cuyos efectos han sido descritos por los pobladores de esa zona de la ciudad como sismos de grado III de la escala de intensidad de Mercalli modificada: "Perceptible por algunas personas dentro de los edificios, especialmente en pisos altos. Muchos no lo perciben como un terremoto. Los automóviles detenidos se mueven ligeramente. Sensación semejante al paso de un camión pequeño. Aceleración entre 2,5 y 6,0 Gal." En este trabajo se presenta y discute un análisis preliminar de la micro sismicidad reportada en la zona oriente de la ciudad de Aguascalientes, realizado a partir de mapas de velocidad de hundimiento y series de tiempo obtenidas mediante el procesamiento de imágenes SAR adquiridas antes y posteriormente a la ocurrencia de los microsismos, las cuales permitieron determinar la magnitud y extensión de la deformación asociada al evento sísmico. Se presenta y discute además una propuesta del mecanismo que pudiera estar originado sismos en zonas de subsidencia asociada a la extracción del agua subterránea.

RN-13

EVALUACIÓN DEL PELIGRO POR CICLONES TROPICALES E IDENTIFICACIÓN DE ZONAS SUSCEPTIBLES A INUNDACIONES EN LA ZONA URBANA DE PUERTO VALLARTA

Flores Navarro Karen Leticia[1 y 2], Jaimes Salmeron Diana Laura[1] y Escudero Ayala Christian Rene[1]

[1]*Universidad de Guadalajara*
[2]*Protección Civil y Bomberos de Puerto Vallarta*
karenlefn@gmail.com

La región costera del Pacífico mexicano, en particular el municipio de Puerto Vallarta, presenta una alta exposición a fenómenos hidrometeorológicos, entre los cuales los ciclones tropicales constituyen una amenaza recurrente con efectos significativos en la infraestructura, el territorio y las comunidades locales. En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo la evaluación del peligro por ciclones tropicales mediante la integración de métodos cartográficos y el análisis estadístico e histórico de los eventos de inundación presentados en el municipio, con el fin de aportar insumos técnicos para la gestión del riesgo y la planificación territorial. La metodología aplicada para la evaluación del peligro se basa en los lineamientos técnicos establecidos por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), así como en literatura especializada sobre el análisis regional de fenómenos extremos. Se recopilaron trayectorias históricas de huracanes y tormentas tropicales, de fuentes como la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA), bases de datos satelitales y meteorológicos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y el Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Los eventos fueron caracterizados utilizando la escala Saffir-Simpson y se elaboraron mapas temáticos que incluyen zonas ciclogénicas y áreas afectadas históricamente por vientos extremos, lluvias torrenciales e inundaciones costeras asociadas a mareas de tormenta. Los mapas de peligro generados reflejan la recurrencia y magnitud potencial de estos fenómenos. Se realizó un inventario de inundaciones, debidas al impacto de ciclones tropicales, con base en los registros de evaluaciones de daños (EDAN), que se llevaron a cabo para establecer las declaratorias de emergencias y/o desastres, publicadas para el municipio de Puerto Vallarta. A través de mapas de densidad de puntos y su relación con la zonificación de peligro por ciclones tropicales, se identificaron áreas de mayor susceptibilidad ante inundaciones generadas por ciclones tropicales en el área urbana de Puerto Vallarta. De manera paralela, se identificó la relación entre los patrones característicos de los diversos eventos ciclónicos analizados y la tendencia en el tipo y las zonas de inundaciones históricas que estos provocaron en el territorio. Los resultados obtenidos permitieron zonificar zonas susceptibles a inundaciones en circunstancias de peligro ciclónico, que requieren mayor atención en el diseño de medidas de mitigación y en la reducción de la vulnerabilidad de los elementos expuestos, reflejando así la necesidad de incorporar el análisis de peligro por ciclones tropicales, como un componente en los instrumentos de ordenamiento territorial y desarrollo urbano. Esta evaluación contribuye no solo a dimensionar el riesgo físico, sino también a fomentar estrategias preventivas de adaptación frente al cambio climático y la intensificación de eventos extremos en zonas costeras.

RN-14

ANÁLISIS ACTUAL DE LA SUBSIDENCIA INDUCIDA POR SOBREEXPLOTACIÓN DE ACUÍFEROS EN ZACATECAS MEDIANTE TÉCNICAS INSAR

Luna-Villavicencio Hugo[1], Pacheco-Martínez Jesús[2], González-Cervantes Norma[2], Reyes-Cedeño Isaí Gerardo[1], Hernández-Marín Martín[2], Pacheco-Guerrero Anuard[3] y Padilla-Ceniceros Raudel[1]

[1]*Facultad de Ingeniería, Universidad Panamericana, campus Aguascalientes*
[2]*Departamento de Ingeniería Civil, Universidad Autónoma de Aguascalientes*
[3]*Unidad Académica de Ingeniería, Universidad Autónoma de Zacatecas*
hlunav@up.edu.mx

La subsidencia inducida por la extracción de agua subterránea constituye un peligro geológico creciente en varias regiones del mundo y de México. En el estado de Zacatecas, este fenómeno se ha detectado en los últimos años y representa un riesgo emergente para las construcciones y la infraestructura urbana, carretera y agrícola. Su identificación ha sido posible gracias al uso de técnicas de percepción remota, en particular la Interferometría Diferencial de Radar de Apertura Sintética (InSAR), que permite detectar y caracterizar deformaciones del terreno con una cobertura a escala regional y con una resolución milimétrica. En este trabajo se presenta un análisis de la subsidencia y de las discontinuidades asociadas a la sobreexplotación de acuíferos en el estado de Zacatecas del año 2017 al 2024. El estudio se centra únicamente en la subsidencia generada por extracción de agua subterránea y en las discontinuidades que se derivan de este proceso. Si bien en el estado se desarrollan otros fenómenos geológicos que producen deformaciones del terreno, como hundimientos por minería u otros procesos naturales, estos se encuentran fuera de los alcances de este trabajo. Metodológicamente, se emplearon series temporales de imágenes satelitales procesadas con el software MintPy, correspondientes al periodo de septiembre de 2017 a enero de 2024. Con estos datos se evaluaron las velocidades de deformación del terreno y se delinearon zonas de subsidencia. Los resultados muestran que la subsidencia afecta a varios municipios y acuíferos, del estado de Zacatecas, por lo que ya es una de las entidades más afectadas del país. Se identificaron acuíferos con tasas de deformación significativa y extensas áreas afectadas, como Chupaderos, Calera y Aguanaval, todos ellos caracterizados por presentar déficit significativo en la disponibilidad media anual de agua subterránea y elevada densidad de pozos. En algunas zonas, la subsidencia se presenta con gradientes horizontales significativos lo que causa deformaciones de extensión horizontal y la generación de fallas y fracturas en la superficie del terreno, las cuales producen daños a las construcciones, caminos y sistemas de riego. La evidencia recopilada muestra que gran parte de las áreas afectadas se localizan en zonas agrícolas, aunque también se han reportado afectaciones en las principales zonas urbanas, lo que incrementa el riesgo social y económico. Sin embargo, en comparación con otras regiones de México, como la Ciudad de México o Aguascalientes, Zacatecas presenta aún pocos estudios científicos sistemáticos sobre el tema, lo que limita la integración del fenómeno en los instrumentos de planeación territorial y de gestión de riesgos. En conclusión, la subsidencia en Zacatecas es un problema emergente que requiere mayor atención académica e institucional. Este trabajo constituye una revisión de la situación actual, documenta las principales zonas afectadas y plantea la necesidad de incorporar el fenómeno en los programas de gestión hídrica y ordenamiento territorial. Con ello, se busca sentar bases para futuras investigaciones y para el diseño de estrategias de mitigación y resiliencia.

RN-15

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DEL FENÓMENO HIDROTERMAL ESPONTÁNEO EN SAN MARCOS EVANGELISTA, JALISCO (2025)

Sandoval Hernández Juan Manuel, Escudero Ayala Christian Rene, Pinzón López Juan Ignacio y Cocuñame Ricardo Danny Alexander

Universidad de Guadalajara
juan.sandoval@cusur.udg.mx

En enero de 2025 se registró un fenómeno hidrotermal tipo géiser en el núcleo urbano de San Marcos Evangelista, municipio de Zacoalco de Torres, Jalisco, México. Este evento inesperado ocurrió en zona poblada, generando una emisión repentina de vapor, agua y lodo a 89 °C. Ante la singularidad del caso, se realizó una investigación geocientífica multidisciplinaria con el objetivo de caracterizar el subsuelo y analizar la dinámica estructural que dio origen a la manifestación térmica. Se aplicaron métodos geofísicos de Tomografía de Resistividad Eléctrica (ERT), Polarización Inducida (IP), Refracción Sísmica (RS), con sismología se analizó espectro de frecuencia eruptiva, junto con una revisión geológica regional. Los resultados muestran zonas de baja resistividad (<1 Ω·m), alta cargabilidad (>50 mV/V), velocidades sísmicas P anómalamente

bajas (<400 m/s) y estructuras geológicas subterráneas interpretadas como capas arcillosas hidrotermalmente alteradas. A profundidades entre 20 y 35 m se infiere la existencia de microfracturas saturadas que habrían permitido el ascenso repentino de fluidos calientes. El evento se contextualiza dentro del sistema tectónico activo del Bloque de Jalisco, caracterizado por la interacción de tres rifts (Tepic-Zacoalco, Chapala-Tula y Colima-Zacoalco). En particular, la Falla de San Marcos se identificó como una estructura normal listrica asociada al half-graben de Zacoalco, actuando como posible conducto de migración térmica. Estudios previos han documentado subsidencia, acumulación de sedimentos lacustres, actividad sísmica moderada y circulación de fluidos profundos en la región, condiciones que favorecen manifestaciones hidrotermales someras. Comparativamente, se hace referencia a explosiones hidrotermales ocurridas en otros sistemas geotérmicos como Yellowstone (2024), donde una red multiparamétrica de sensores permitió registrar un evento súbito sin señales precursoras claras (Williams et al., 2025), así como a los casos de Ontake (Japón, 2014) y Whakaari (Nueva Zelanda, 2019), con consecuencias fatales. Estos antecedentes refuerzan la importancia de monitorear fenómenos de esta naturaleza, incluso en zonas sin volcanismo activo visible. El caso de San Marcos Evangelista, aunque no presenta volcanismo superficial, pone de manifiesto la necesidad de fortalecer las estrategias de monitoreo y análisis de peligros geológicos en contextos urbanos donde ocurren manifestaciones térmicas anómalas. Este trabajo pretende contribuir al entendimiento científico de tales eventos, brindando una base técnica y estructural que permita su futura incorporación en herramientas de gestión del riesgo a nivel local y regional.

RN-16

DEFORMACIÓN INVISIBLE Y CIENCIA CIUDADANA: DRONES, CELULARES, LIDAR DE CORTO ALCANCE Y RADAR SATELITAL PARA MONITOREAR SUBSIDENCIA Y HUNDIMIENTOS

Ramírez Serrato Nelly Lucero[1], García Cruzado Sergio Armando[2], Nieto Butrón Jacob Jesús[2], Vidal García Gabriela[3], Romero Herrera Alejandro[4], Vásquez Serrano Alberto[5], Arce Saldaña José Luis[6], Arango Galván Claudia[1], Macías José Luis[1], Sosa Ceballos Giovanni[1], Chávez Segura René Efraín[1], Rangel Granados Elizabeth[1] y Santiago Figueroa Lydia[3]

[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
[3]*Facultad de Ingeniería, UNAM*
[4]*IBERO*
[5]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[6]*Instituto de Geología, UNAM*
nellyrmz@igeofisica.unam.mx

La Ciudad de México presenta procesos de subsidencia continuos y episódicos, vinculados principalmente a la sobreexplotación del acuífero y a las condiciones geológicas del subsuelo, que ocasionan daños progresivos en infraestructura, vialidades y edificaciones. La lenta manifestación de este fenómeno dificulta su percepción inmediata y la implementación de medidas preventivas, situación que se ve agravada por la falta de monitoreo sistemático. La subsidencia, como proceso geodinámico acumulativo, puede caracterizarse mediante tecnologías de percepción remota que permiten su análisis multiescalar. Este trabajo tiene como objetivo demostrar la viabilidad de metodologías basadas en: interferometría de radar de apertura sintética; levantamientos fotogramétricos con drones RGB y multiespectrales; fotogrametría de smartphones y monitoreo con LiDAR de corto alcance, para la generación de mapas de deformación superficial que a su vez sirvan para la cartografía de lineamientos geológicos a distintas escalas. La metodología integra análisis interferométricos (al menos un mapa por cada dos meses) para estimar tasas de hundimiento, vuelos de dron para obtener ortomosaicos y modelos digitales de superficie, fotogrametría de imágenes digitales de cámaras comunes y levantamientos LiDAR para análisis de nubes de puntos multitemporales. Los resultados muestran la generación de productos como mapas de deformación regional y local, así como cartografía actualizada de fracturas. Para esto, se muestran los resultados obtenidos de distintas áreas de estudio como: el caso denominado "falla plateros-mixcoac", y distintas zonas de coyoacán y cuemanco, en CDMX. La importancia de este estudio radica en evidenciar el daño acumulativo asociado al fenómeno de subsidencia, que por su lentitud no recibe la atención necesaria para mejorar la planificación urbana y priorizar acciones de mitigación. Asimismo, se promueve el uso de tecnologías accesibles que permitan a las comunidades afectadas generar sus propios registros georreferenciados, fortaleciendo la participación ciudadana y la gestión del riesgo basada en evidencia científica.

RN-17

PROPUESTA DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA PARA LA CONURBACIÓN DE XALAPA (ZCX) VERACRUZ, MÉXICO: UNA PERSPECTIVA ACTUALIZADA PARA INGENIERÍA Y SEGURIDAD

Torres Morales Gilbert Francisco[1], Fox Rivera Guillermo[2], Castillo Aguilar Saul[2], Landa Ruiz Laura[2], Figueroa Pérez Fernando Isaac[2], Dávalos Sotelo Raymundo[3] y Lozano Laez David[2]

[1]*Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana*
[2]*Facultad de Ingeniería Civil, Zona Xalapa, Universidad Veracruzana*
[3]*Instituto de Ecología A.C.*
giltorresmorales@yahoo.com.mx

El estado de Veracruz ha experimentado daños significativos a lo largo de su historia debido a sismos de gran magnitud. Los eventos de Xalapa en 1920 y de Orizaba en 1973 generaron importantes pérdidas humanas y económicas, posicionando a la región en segundo y tercer lugar en fatalidades a nivel nacional, solo después del sismo de la Ciudad de México de 1985. Esta vulnerabilidad subraya la necesidad de estudiar a fondo los efectos sísmicos locales. La microzonificación sísmica es una herramienta fundamental que integra datos geofísicos, geológicos y geotécnicos para caracterizar la respuesta dinámica del suelo. El objetivo de esta investigación es actualizar la microzonificación sísmica de la Zona Conurbada de Xalapa (ZCX) para reflejar su crecimiento urbano e incorporar nuevos datos de campo. Los resultados permitirán generar insumos técnicos para la planeación urbana, la gestión de riesgos y, de manera crucial, para la actualización del reglamento de construcción municipal, orientado a promover diseños estructurales más seguros y resilientes. Para lograrlo, se ejecutó una campaña de mediciones de vibración ambiental y estudios geofísicos que permitieron determinar las velocidades de propagación de ondas de corte y la profundidad del basamento rocoso. Adicionalmente, se realizó un reanálisis de más de 500 registros de vibración ambiental existentes utilizando el software Geopsy. A partir de este análisis, se elaboraron mapas actualizados de isofrecuencias, isoperiodos e isoamplificaciones para la ZCX.

RN-18

ANÁLISIS DE RUGOSIDAD DE DISCONTINUIDADES EN MACIZOS ROCOSOS MEDIANTE FOTOGRAMETRÍA

Ruiz Flores Raymundo[1] y Mancera Alejandrez Javier[2]

[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Facultad de Ingeniería, UNAM*
rayruizflores2@gmail.com

El estudio de las estructuras geológicas en macizos rocosos es uno de los aspectos mas importantes durante los levantamientos geológicos con fines ingenieriles. Específicamente la caracterización de superficies de discontinuidad (planos de estratificación, fallas, foliación, etc.) permite estimar la posibilidad de deslizamientos de material a través de ellas. Trabajos como el propuesto por Barton (1973) han permitido establecer una serie de parámetros a analizar con el fin de estimar valores de resistencia al corte de estas superficies y establecer los procedimientos más adecuados para la estabilización de los macizos rocosos que las contengan. Sin embargo, Riquelme et al. (2016) y Mancera et al. (2021) muestran que esta misma estimación puede sufrir variaciones en sus valores de acuerdo con la experiencia y pericia de quien ejecuta los trabajos de exploración, además de la posibilidad de la existencia de problemas de acceso y seguridad en las zonas de estudio. Este trabajo se encarga de observar la viabilidad del uso de fotogrametría digital con drones para el análisis de la rugosidad de superficies de discontinuidades de un macizo rocoso basáltico ubicado en el Oeste de Ciudad Universitaria, UNAM, observando los cambios en la calidad de la reconstrucción de superficies a dos diferentes distancias horizontales en la toma de las fotografías. Además de estimar los valores del Joint Roughness Coefficient (JRC) con base en lo propuesto por Li y Zhang (2015) y observar las limitaciones que tenga de acuerdo con las variables que proponen. Los resultados muestran la eficiencia del uso de herramientas de percepción remota en la reconstrucción tridimensional y el posterior análisis de discontinuidades en un macizo rocoso para la caracterización de su rugosidad; a su vez las estimaciones de JRC muestran cambios considerables en sus valores al utilizar diferentes frecuencias de muestreo en perfiles de rugosidad, por lo cual es necesario el uso estricto del valor de validación de los autores.

RN-19

NUEVAS FALLAS GEOLÓGICAS DESCUBIERTAS AL PONIENTE DE MORELIA Y SU IMPACTO EN EL DESARROLLO URBANO

Martínez Godínez Ángel de la Cruz[1], Ramírez Cisneros Amuravi[1], Jiménez Haro Adrián[2] y Israde Alcántara Isabel[3]
[1]*Coordinación Estatal de Protección Civil Michoacán, CEPCM*
[2]*EXPLOTERRA*
[3]*Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH*
acmgnisher@gmail.com

En los últimos años, diversos estudios geológicos y observaciones sistemáticas de campo han revelado la existencia de un sistema de fallas no documentado previamente al poniente de la ciudad de Morelia, Michoacán. Estas estructuras presentan rasgos morfológicos bien definidos como deformación de suelos, daños diferenciales en infraestructura urbana y vial, así como un continuo e intenso hundimiento. La identificación de estas fallas adquiere gran relevancia, dado que la mancha urbana de Morelia ha mostrado un crecimiento acelerado hacia esta zona en las últimas dos décadas, aumentando la vulnerabilidad de la población ante estos fenómenos geológicos. El estudio se llevó a cabo mediante la integración de técnicas de análisis multiescala, que incluyeron la interpretación de imágenes satelitales y modelos digitales de elevación, fotogrametría con drone y estudios geofísicos, empleando la técnica de Tomografía de Resistividad Eléctrica. Como resultado, fue posible delimitar dos trazas con orientación predominante noreste-suroeste y evidencias de actividad reciente, las cuales estarían asociadas a una falla regional muy estudiada en la zona. Los hallazgos permiten discutir tres aspectos fundamentales: (1) la importancia de reconocer que la actividad tectónica local continúa modificando el relieve y condicionando la estabilidad del terreno; (2) la necesidad de incorporar la cartografía de fallas geológicas en la regulación del uso de suelo, la normatividad de construcción y los programas de desarrollo urbano; y (3) la urgencia de fortalecer los sistemas de monitoreo y evaluación de riesgos geológicos en coordinación con las instituciones gubernamentales y académicas. El caso de Morelia pone de manifiesto cómo la interacción entre dinámica tectónica y crecimiento urbano desordenado puede generar escenarios de riesgo significativos. Por ello, este trabajo busca no solo aportar evidencia científica sobre la presencia de nuevas fallas geológicas, sino también promover la integración de este conocimiento en la toma de decisiones territoriales. La identificación temprana de zonas susceptibles es clave para reducir la vulnerabilidad de la población, proteger la infraestructura y garantizar un desarrollo urbano más seguro y resiliente.

RN-20

EL INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS (1970-2023) EN VERACRUZ: UNA HERRAMIENTA CLAVE PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

Morales Barrera Wendy Vanesa y Rodríguez Elizarrarás Sergio Raúl
Instituto de Geología, UNAM
moralesw@geologia.unam.mx

La inestabilidad de laderas representa uno de los peligros más significativos para el estado de Veracruz; esta amenaza ha provocado daños significativos, pérdidas económicas y humanas. Para reducir el riesgo de manera efectiva, es esencial una evaluación adecuada del peligro, con el fin de implementar estrategias de reducción efectivas. Por consiguiente, resulta imprescindible contar con un inventario de deslizamientos que identifique y clasifique la tipología de los movimientos, su ubicación, fecha de ocurrencia, magnitud, daños y pérdidas, así como los factores condicionantes y desencadenantes (Alcántara y Murillo, 2008; McCalpin, 1984; Guzzetti et al., 2012, Gómez-Piña et al., 2019). Este estudio integra datos de diversas fuentes: Conjunto de datos nacional sobre la susceptibilidad del fenómeno de movimiento en masa 2012-2022 (INEGI, 2025); Atlas de Riesgo del Estado de Veracruz (SPC, 2024); Morales-Barrera W. y Rodríguez-Elizarrarás, S. (2014), Sistema de Inventario de Desastres DESINVENTAR (OSSO, C., 2025); y Rodríguez-Elizarrarás S. y Morales-Barrera, W. (2014). Estas bases utilizan diversas metodologías para recabar la información, por lo que fue necesario hacer un refinamiento de los datos y estandarizar la información. El catálogo resultante proporciona datos de los sucesos ocurridos entre 1970 y 2023, documentando 6,219 deslizamientos. No obstante, la distribución espaciotemporal anual solo pudo ser obtenida desde 1995 hasta 2024, resultando en un total de 6029 registros. El registro permitió identificar que el 52% de los deslizamientos se originan en rocas sedimentarias, predominantemente en calizas (1182), lutitas-areniscas (698), lutitas (373) y lutitas calcáreas (379). El 38% se localiza en rocas basálticas (874) y tobas básicas (734). Adicionalmente, existe un porcentaje inferior al 10% en los depósitos aluviales. Los suelos andosoles y luvisoles presentan un mayor grado de susceptibilidad, ya que registraron 1907 y 1152 deslizamientos respectivamente; mientras que en los acrisoles y regosoles la susceptibilidad es media, con 608 y 579 respectivamente. En áreas afectadas por incendios forestales, se han registrado 814 desplazamientos de laderas, mientras que, de los 865 manantiales documentados, en 284 se ha producido inestabilidad de laderas. Además, es imperativo subrayar que, de los 276 bancos oficiales de materiales, 127 han manifestado problemas de inestabilidad. Este inventario indica que la mayoría de los deslizamientos ocurren entre julio y noviembre, período que coincide con la temporada de lluvias y ciclones tropicales en el Atlántico, destacando la fuerte correlación entre estos fenómenos. Desafortunadamente, los registros existentes no permiten determinar la magnitud exacta de cada evento. Es importante subrayar que este inventario facilitará el desarrollo de métodos predictivos sólidos en relación con los deslizamientos desencadenados por lluvias, lo cual es fundamental para una reducción de riesgo efectiva. Además, proporciona información esencial que facilita la comprensión de la relación entre los factores ambientales, morfológicos, geológicos, antrópicos y la distribución espaciotemporal de los deslizamientos.

RN-21 CARTEL

CARACTERIZACIÓN DE LOS PELIGROS GEOLÓGICOS A PARTIR DE LA TECNOLOGÍA DINSAR Y PERFILES DE GEORADAR EN LA ZONA METROPOLITANA DE ZACATECAS-GUADALUPE

Martínez Álvarez Rebeca[1], Sarychikhina Olga[1] y Escalona Alcázar Felipe de Jesús[2]
[1]*División de Ciencias de la Tierra, CICESE*
[2]*Universidad Autónoma de Zacatecas*
rebeca.martinez@cicese.edu.mx

En la Zona Metropolitana de Zacatecas-Guadalupe (ZMZGZ) existen diversos procesos geológicos activos, tanto de origen natural como antropogénico, que producen inestabilidades de la superficie terrestre, constituyen peligros y generan condiciones de riesgo. Desde junio de 2020, se ha registrado un aumento significativo en la actividad sísmica, lo que ha generado preocupación social, principalmente en la parte norte de la ciudad de Zacatecas (como en la colonia Díaz Ordaz), donde los habitantes reportan sismos, ruidos y daños estructurales. Estos hechos sugieren la presencia de procesos geológicos activos que afectan la estabilidad del terreno. Ante este escenario, se aplicaron técnicas de interferometría diferencial SAR (DInSAR) y georadar para identificar zonas inestables y caracterizarlas en términos de magnitud y dirección del desplazamiento, extensión espacial, proceso geológico causante, posibles factores condicionantes y desencadenantes, así como los fenómenos asociados (fracturamientos, agrietamientos y hundimientos diferenciales) y nivel de urbanización. Aquí se presentan los resultados preliminares. Como trabajo a futuro, el análisis se complementará con información sísmica, datos de actividad minera y geología local para una evaluación integral de los procesos geológicos activos identificad

RN-22 CARTEL

ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA EN EL CERRO DEL CHIQUIHUITE MEDIANTE ANÁLISIS GEOESPACIAL

Aguilar Corrales Renata[1] y Baltazar Martínez Felipe[2]
[1]*Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP*
[2]*Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*
renata.aguilarc@alumno.buap.mx

El Cerro del Chiquihuite, ubicado al norte de la Ciudad de México, forma parte de la Sierra de Guadalupe, un complejo vulcano-tectónico compuesto por domos de lava, flujos piroclásticos, depósitos de lodo y derrames lávicos andesíticos. Esta zona constituye un límite geográfico y geológico relevante para el Valle de México. En las últimas décadas, se han registrado numerosos procesos de remoción en masa en sus laderas, generando pérdidas humanas y materiales, principalmente en el municipio de Tlalnepantla de Baz (Estado de México) y la alcaldía Gustavo A. Madero (CDMX). Con el objetivo de evaluar los grados de susceptibilidad asociados a los procesos de remoción en masa en el Cerro del Chiquihuite, se identificaron y analizaron factores condicionantes de origen geológico y geomorfológico. Para ello, se utilizaron imágenes satelitales, datos topográficos y modelos digitales de elevación, complementados con información geológica preexistente. El análisis permitió estimar la influencia de dichos factores en la ocurrencia de movimientos en masa y elaborar la zonificación de la susceptibilidad. Los resultados enfatizan la necesidad de estrategias de gestión del riesgo y de ordenamiento territorial en la zona. El mapa elaborado representa una herramienta útil para la toma de decisiones en materia ordenamiento del territorio y prevención de desastres.

RN-23 CARTEL

IDENTIFICACIÓN DE LAS ZONAS SUSCEPTIBLES A INCENDIOS FORESTALES EN EL ÁREA NATURAL PROTEGIDA (ANP) "TÁNGANO", QUERÉTARO, MÉXICO, POSTERIOR A UN PERIODO DE SEQUÍA

Cortés López Lizeth y Herrera de la Torre Israel
Coordinación Municipal de Protección Civil Querétaro
cortes.wlp.9@gmail.com

Las áreas naturales protegidas son zonas de gran importancia social y ambiental ya que en ellas albergan dinámicas espaciales, como la distribución

y conservación de la biodiversidad representativa de los distintos ecosistemas fundamentales para el entendimiento del espacio geográfico. En el Tángano, siendo declarada una "Zona Sujeta a Conservación Ecológica", han ocurrido varios fenómenos (ejemplo: contaminación) los cuales han modificado sus características; siendo el fuego el factor principal de su modificación, como el evento ocurrido en el mes de abril de 2025 donde se registró un incendio forestal en zona del Tángano, en el municipio El Marqués y avanzó rápidamente hacia los municipios de Querétaro y parte de Huimilpan. El análisis e identificación de las áreas susceptibles a conatos de incendios son fundamentales no solo para la determinación de las áreas que requieran mayor atención, sino también para identificar y determinar las medidas de mitigación correspondientes, el análisis de una correcta gestión de riesgos ante un fenómeno ya sea de origen natural o antropogénico. Este estudio se realizó a través de herramientas de cartografía y percepción remota y mediante una clasificación multicriterio de factores como el muestreo y la identificación de las especies de selva baja y matorral xerófilo, aunado a las características morfológicas (elevación, pendiente) y climáticas del área, el uso de suelo, y actividades humanas, junto a la clasificación de la vegetación a partir imágenes aéreas, utilizando los valores del espectro electromagnético. El análisis e integración de estos datos permitió identificar las zonas con mayor susceptibilidad ante un posible conato de incendio, que son representadas en un mapa resaltando el grado de susceptibilidad de las zonas ante incendios forestales posterior a un periodo de sequía y en temporada de secas. Si bien, el fuego es un elemento benéfico para los ecosistemas también resulta ser una de las principales causas de afectaciones por las cuales se pierden zonas de flora silvestre, perturbaciones en el paisaje y representa un riesgo a la ciudadanía. Por lo que estos resultados ofrecen herramientas clave para implementar medidas de mitigación, con el objetivo de reducir la exposición de la zona ante estos eventos.

RN-24 CARTEL

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DE INUNDACIÓN DE PARAÍSO, TABASCO MEDIANTE SIG

Castellanos Zamudio Roger Isarael y Rodríguez Rodríguez Zulema
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
211a19013@alumno.ujat.mx

El trabajo presenta un análisis de vulnerabilidad por inundación en el municipio de Paraíso, Tabasco, una región altamente expuesta a eventos hidrometeorológicos extremos debido a su topografía plana, cercanía a cuerpos de agua y desarrollo urbano desorganizado. A partir de antecedentes históricos de inundaciones y datos geoespaciales, se diseñó una metodología basada en Sistemas de Información Geográfica (SIG) para generar un mapa de riesgo. Se emplearon imágenes satelitales Sentinel-1A, modelos digitales de elevación y datos históricos proporcionados por CONAGUA y CENAPRED. La metodología incluyó la selección, normalización y ponderación de criterios como pendiente del terreno, uso del suelo, precipitación, cercanía a cuerpos de agua y densidad poblacional. Mediante el método Analytic Hierarchy Process (AHP) se asignaron pesos a cada criterio, y posteriormente se aplicó una suma ponderada en ambiente SIG para obtener un índice compuesto de vulnerabilidad. El resultado fue un mapa clasificado en cinco niveles de vulnerabilidad: muy baja, baja, moderada, alta y muy alta, destacando las zonas urbanas y costeras como las más expuestas. El estudio permite identificar áreas prioritarias para obras de mitigación, reubicación de viviendas o mejora de infraestructura.

RN-25 CARTEL

A MULTI-HAZARD APPROACH IN THE DESIGN OF A HYDROGEOCHEMICAL MONITORING NETWORK: THE STRAIT OF MESSINA (ITALY) CASE

Cangemi Marianna, Madonia Paolo, Mattia Mario y Selvaggi Giulio
INGV, Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia
marianna.cangemi@ingv.it

The Strait of Messina (hereafter SoM), separating Sicily from continental Italy, is prone to different geohazards, including energetic seismicity, as the 1908 M 7.1 Messina-Reggio Calabria earthquake. Climatic changes pose further treats, caused by the intensification of rainfalls, which modifies the runoff/infiltration ratio, fostering the pauperization of groundwater bodies, and sea level rise, causing the salinization of coastal aquifers. The landscape of the SoM area is the result of a capillary interdigitation of natural and built environments, where changes affecting the former could generate profound perturbations in the latter, and vice versa. Landscape management requires here the development of efficient environmental monitoring networks, including hydrogeochemical ones. Their implementation in the SoM area is one of the aims of the Work Package 5 "NEMESI" of the Italian post Covid-19 pandemic PNRR project "MEET", financed in the framework of the European Next Generation EU initiative and leaded by the Italian National Institute of geophysics and Volcanology (INGV). The strategy for designing the hydrogeochemical network has been developed through the following steps: i) Only parameters potentially influenced by the different hazard-generating processes acting in the SoM area have been selected, excluding those for which no efficient, or too much expensive (for the project budget) sensors are presently available, II) Geological, geomorphological, hydrogeochemical and seismic data have been analysed, also applying geostatistical tools, for extracting a first general list of potential sites (springs, wells, piezometers, drainage galleries, surface water bodies) candidate to host the network iii) All sites affected by unsurmountable logistic (absence of mobile network coverage for data transmission, impossibility of building structures hosting the instrumentation, etc.) and/or administrative (time to obtain permission of using the site not compatible with the project deadline) limitations have been excluded; iv) The remaining sites have been equipped with low cost dataloggers, integrated by periodic surveys, for verifying that, over a complete hydrological year at least, the recorded variations were compatible with the network aims: presence of transients emerging over a pure seasonal cycle. After the preliminary monitoring, the final list was extracted, preferring sites where variations of one or more physic-chemical parameters should represent a proxy of one or more hazard-generating processes. Some examples are: i) changes in water electrical conductivity due to saline wedge intrusion, ii) variations of temperature and piezometric levels induced by permeability changes driven by seismic and aseismic deformations, iii) changes in oxygenation, turbidity and dissolved CO_2, which can be controlled by both eutrophication and mixing with deep volatiles, whose flux is driven by neotectonic activity. The final aim is producing open access data of interest for the different stakeholders, including, but not limited to, the scientific community, the local shellfish food industry, urban planners, water companies, public agencies, general contractors involved in civil infrastructures construction.

RN-26 CARTEL

CARACTERIZACIÓN ESPACIOTEMPORAL DEL PROCESO DE SUBSIDENCIA EN ZONAS METROPOLITANAS DEL CENTRO Y NORTE DE MÉXICO

Luna Celín Leandra Abigail[1], Cabral Cano Enrique[2] y Hernández Luna Daniel[1]
[1]*Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
lunac@igeofisica.unam.mx

En México la fuente principal de abastecimiento de agua para usos urbano, agrícola e industrial, proviene de la extracción de agua subterránea de acuíferos locales. Lo cuál favorece al proceso de subsidencia en el terreno produciendo que sistemas de acuíferos susceptibles compacten entre sí (Galloway & Burbey, 2011). Este estudio se enfoca en la región centro-norte de México, en las áreas metropolitanas de los siguientes estados: Aguascalientes y San Luis Potosí. Las principales afectaciones de la subsidencia son los agrietamientos en diferentes infraestructuras generando perdidas económicas. Por tal motivo, es necesario conocer la evolución espaciotemporal de este proceso junto con la exposición de la población. Mediante la información de los censos realizados por el INEGI fue posible conocer las áreas de vulnerabilidad socioeconómicas (muy alta, alta, moderada, baja y muy baja). Por otra parte, para el cálculo de la velocidad de subsidencia se utilizó el método de Interferometría de Radar de Apertura Sintética (InSAR), el cuál permite medir las deformaciones del terreno a escala milimétrica en intervalos de tiempo de días a años. La serie de tiempo obtenida corresponde desde los años 2018 al 2021, la cuál tiene una cobertura de toda la zona del Bajío donde la velocidad máxima de subsidencia es de -0.164 m/año en la zona de Chaparrosa, Zacatecas. En San Luis Potosí el área afectada es de 94.32 Km^2 con una velocidad máxima de subsidencia de -0.045 m/año. Además, las zonas más vulnerables de las zonas metropolitanas coinciden espacialmente con el área de afectada por la subsidencia. La población total afectada por el proceso de subsidencia es de 347939 para el año 2020 donde aproximadamente el 40 % (138684 personas) se encuentran en zonas de vulnerabilidad muy alta. Durante el año 2010 el total de población afectada fue de 258996 donde el mayor porcentaje corresponde a la zona de vulnerabilidad moderada con un 37% (97923 personas) . El municipio principal afectado por el proceso de subsidencia es Soledad de Graciano Sánchez. En el caso de Aguascalientes se determinó que el área afectada es de 1015.21 Km^2 con una velocidad máxima de subsidencia de -0.097 m/año. La zona cubierta por la huella de subsidencia se encuentra delimitada por las fallas tectónicas del área con dirección N-S. La población total afectada por el proceso de subsidencia es de 771194 para el año 2020, con un mayor porcentaje de 29.7% (229187 personas) para la zona de vulnerabilidad moderada. La población total afectada por el proceso de subsidencia es de 623556 para el año 2010 donde el mayor porcentaje corresponde a la zona de vulnerabilidad moderada con un 31% (194338 personas). Los municipios principales afectados son: Aguascalientes, Jesús María, San Francisco de los Romo, Pabellón de Arteaga, Rincón de Romos y Cosío.

RN-27 CARTEL

ANÁLISIS DE LOS FACTORES GEOLÓGICOS QUE CONTRIBUYEN AL PELIGRO SÍSMICO, REGIÓN ATLIXCO-CHOLULA-PUEBLA

Gallegos Matías Karime Mayte[1], Cano Sánchez Genesis Sarahi[1], Lugo Bravo Maricarmen[1], Hernández Oscoy Ariadna[2], Romero Espejel Héctor[1] y Salazar Peña Leobardo[1]

[1]*Instituto Politécnico Nacional, ESIA Unidad Ticomán*

[2]*Geoscience Organization GO*

karimemayteg12@gmail.com

Estos estudios geológicos en la región Atlixco-Cholula-Puebla tienen por objeto analizar los factores en los efectos secundarios que son consecuencia de sismos importantes. Efectos sucedidos y los potenciales a futuro, tomando de referencia principalmente tres eventos: El de 1999 (Tehuacán, Puebla M = 7.0), 2014 (Petatlán, Guerrero M = 7.2) y el de 2017 (Chiautla, Puebla M = 7.1). Entre los efectos se pueden contar deslizamientos en laderas inestables, manifestaciones en el terreno como agrietamientos, hundimientos diferenciales, desniveles. Estos pueden presentarse de manera aislada o en casos que involucran edificaciones, algunas de carácter histórico-cultural. Las metodologías geológicas se aplicaron integralmente con metodologías geofísicas. Se partió sobre la información de daños en edificaciones, en la que contando con su ubicación, se generaron los mapas y gráficas en 3D de la distribución de daños. La secuencia de consideraciones geológicas partió de la información cartográfica. Esta es la distribución litológica que conforma el subsuelo superficial, el que muestra una respuesta zonificada ante el movimiento sísmico. Sobre los análisis del relieve, se identificaron laderas inestables que fueron corroboradas y analizadas con recorridos en campo. Se complementó con la generación de mapas de pendientes del terreno. La consideración del factor geohidrológico, se logró obteniendo mapas y gráficas 3D de las escorrentías, empleando el mismo relieve. La peligrosidad en laderas susceptibles a deslizarse ante movimiento sísmico intenso, conjunta factores litológicos, pendiente de terreno y geohidrológicos en los casos más desfavorables. El resto de aplicaciones geológicas se orientó a la identificación de grietas, hundimientos, desniveles sobre el terreno generados por sismos, principalmente relacionados con edificaciones. Un caso extensivo y de menor aplicación recayó en otro factor geohidrológico que considera las escorrentías como contribuyentes de infiltración de agua para reblandecimiento del subsuelo. Este tipo de suelo presenta mayor movimiento durante un sismo. La integración de información y resultados proporcionan indicadores zonificados de peligrosidad de los efectos secundarios generados por los sismos. Se conjuntan con las observaciones geofísicas. Se trasladan de manera gráfica para generar los mapas de peligro. Las aplicaciones computacionales extensivas, se orientan a la divulgación en la página del grupo de trabajo (www.esiatic.ipn.mx/geofenomenos/).

RN-28 CARTEL

ANÁLISIS DE LOS FACTORES GEOHIDROLÓGICOS RELACIONADOS CON UNA FALLA EN SAN PEDRO-SANTA MARÍA TOTOLTEPEC, TOLUCA ESTADO DE MÉXICO

Peña Francisco Diana Luz[1], Salazar Peña Leobardo[1], Zenteno Jiménez José Roberto[1], Hernández Oscoy Ariadna[2] y Galaviz Alonso Alberto[2]

[1]*Instituto Politécnico Nacional, IPN*

[2]*Geoscience Organization GO*

dianaluzpenafrancisco_est@esiaticipnct.com

En la zona de San Pedro y Santa María Totoltepec, Toluca de Lerdo, se identificó una falla geológica que se combina con efectos geohidrológicos. El fenómeno combinado ha causado daños en edificaciones. Las evidencias que se adicionan a las tectónicas en superficie, fueron saltos en superficie considerablemente más pronunciados, mayores daños en edificaciones, hundimientos diferenciales, zonas de infiltración de agua y socavón. Todo, a lo largo de una sección en la longitud de la falla. Este trabajo tiene el objeto de analizar los factores geohidrológicos que se suman a la falla geológica de la zona, mediante metodologías geológico-geofísicas. A lo largo de las manifestaciones por efectos geohidrológicos, se hicieron recorridos de campo para ubicar las edificaciones dañadas. De igual manera para ubicar otras manifestaciones sobre el terreno. Se obtuvo un mapa de escorrentías con el relieve disponible. A partir de esto, se identificó que una escorrentía principal atraviesa la falla geológica. Sobre las secciones y sitios identificados de daños, se llevó a cabo exploración geoeléctrica por un lado, para deducir la estructura del subsuelo con las evidencias de humedad o de agua subterránea. Por otro lado, para obtener estructura del subsuelo relacionada con agrietamientos geológicos u oquedades. También se ejecutó exploración sismológica para deducir la capa firme del subsuelo. Como resultados, en la zona de la escorrentía que atraviesa la falla, se tiene el mayor daño manifestado sobre la falla que se conjunta con altos contenidos de humedad en el subsuelo. En este mismo sitio la estructura de capa firme alcanza su mayor profundidad a lo largo de la falla. Esto se interpretó como una evolución de espesor de la capa blanda superficial por migración de agua subterránea. En las siguientes zonas, al extremo de la falla en Santa María Totoltepec, se identificaron grietas en el subsuelo que se manifiestan sobre el pavimento y son vía para infiltración de agua pluvial al subsuelo. Se relacionan con un socavón presentado en la zona. Con todos los indicadores se obtuvieron graficos o mapa de daños-peligro relacionado con rasgos geohidrológicos.

RN-29 CARTEL

ANÁLISIS DE RIESGO EN EDIFICACIONES RELACIONADOS CON FENÓMENOS DEL SUBSUELO EN UNA ZONA DEL NORTE Y DEL CENTRO DE LA CDMX, CONSIDERANDO FACTORES GEOHIDROLÓGICOS

Martínez Valdivia Frida Dalí[1], Salazar Peña Leobardo[1], Romero Espejel Héctor[1] y Hernández Oscoy Ariadna[2]

[1]*Instituto Politécnico Nacional, IPN*

[2]*Geoscience Organization GO*

fridadalimartinezvaldivia_est@esiaticipnct.com

Son diversos los riesgos a los que están expuestos las edificaciones en la Ciudad de México ante fenómenos relacionados con el subsuelo. Los principales son los sismos y algunos otros están influenciados por la evolución de la Cuenca de México, como es el caso de la subsidencia. Algunas edificaciones en distintas zonas han mostrado daños progresivos que conjuntan factores como la ocurrencia repetitiva de sismos, hundimientos y agrietamientos en el subsuelo principalmente. Este trabajo analiza manifestaciones en edificaciones a causa de fenómenos del subsuelo, con metodologías geológico-geofísicas para dos zonas de la Ciudad de México (norte y centro). En la zona norte se recabó información geológica disponible cartográfica y en lo posible, geología del subsuelo. También información geofísica sobre el subsuelo. Disponiendo del relieve de la Sierra de Guadalupe, se llevó a cabo análisis de escorrentías. Con estos indicadores se identificó convergencia de dos escorrentías principales hacia edificios de ESIA Ticomán que aportan agua al subsuelo. Se realizaron gráficas especializadas 3D que incluyen relieve, escorrentías, edificaciones y otros elementos estructurales. En la parte geofísica, se llevó a cabo exploración geoeléctrica para deducir la estructura del subsuelo con contenido de agua subterránea. También se ejecutó exploración sismológica para deducir la profundidad de capa firme que controla la migración de agua subterránea. Para esta parte norte, se observó que la inclinación de edificaciones se dirige hacia el sur. El subsuelo contiene humedad debajo de los edificios, hasta la profundidad del nivel freático en 8 a 9 metros. La capa firme en el subsuelo también tiene inclinación hacia el sur. Con lo anterior se plantea que la inclinación de los edificios se ve influenciada por la migración de agua subterránea hacia la misma dirección sur. Si se adicionan los efectos a causa de sismos repetitivos en las edificaciones, se plantea también que sucede un pequeño desplazamiento de las edificaciones hacia la misma dirección sur. En la zona centro se atendió igualmente a información geológica superficial y del subsuelo. Se han reconocido edificaciones que han presentado hundimiento progresivo con el paso de los sismos como en la Colonia Doctores, Roma y en el Cuadro Centro. Se adicionan en algunos casos inclinaciones y efecto de edificio contiguo recargado, que fueron acentuados por el sismo de septiembre, 2017. En algunos edificios se ha identificado que existe efecto de infiltración de agua a causa de la presencia de zonas verdes. Este es el factor geohidrológico superficial en casos aislados. La extensión hacia deducciones del subsuelo se realizó con información disponible y exploraciones directas otra vez con métodos geoeléctricos y sismológicos que dependieron de permisos. La capa firme en estas zonas es más profunda, preferentemente plana, por lo que no tiene efectos geohidrológicos del subsuelo como los observados en la parte norte. Las humedades y nivel freático son similares a la zona norte. Por lo tanto, en caso de asociar desplazamientos, estos son verticales. En los casos de inclinación, se atribuyen a factores de la cimentación y su interacción evolutiva con el subsuelo.

Sesión regular

SEDIMENTOLOGÍA Y ESTRATIGRAFÍA

Organizador

Norma González Cervantes

SED-1 PLÁTICA INVITADA

MODELO SIMPLE DE EXTENSIÓN PARA LA FORMACIÓN DEL GRABEN DE JUCHIPILA DURANTE EL MIOCENO TEMPRANO EN EL EXTREMO SURORIENTAL DE LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL

Aranda Gómez José Jorge[1], Juárez-Arriaga Edgar[1], Ortega-Obregón Carlos[1], Pacheco-Castro Adolfo[2] y Carranza-Castañeda Oscar[1]

[1]*Instituto de Geociencias, UNAM*

[2]*Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro*

jjag@geociencias.unam.mx

El graben de Juchipila pertenece a un conjunto de fosas tectónicas formadas durante el Mioceno Temprano en el extremo suroriental de la Sierra Madre Occidental (SMOc). Los rasgos estructurales y el desarrollo temporal de estas estructuras permiten incluirlas en la provincia de Cuencas y Sierras de México (PCSM). El registro geológico indica que su evolución también estuvo influenciada por el vulcanismo del Mioceno Temprano y, más tarde, por el ajuste isostático en los bloques de piso de las fallas del rift Tepic-Zacoalco y/o el graben de Chapala. Una de las ideas propuestas para explicar la formación del graben de Juchipila es a partir de fallas marginales que posiblemente actuaron como conductos para la expulsión de ignimbritas; dicha actividad volcánica fue acompañada por subsidencia seguida por el depósito de sedimentos fluvio-lacustres. Sin embargo, también es posible que la formación de este graben sea el resultado de la extensión regional en el sur de la PCSM. En este modelo alternativo, se plantea que calderas convencionales aportaron grandes volúmenes de material piroclástico que sepultaron completamente al basamento pre-volcánico. Esta secuencia volcánica potente fue cortada por las dos fallas maestras del graben, que iniciaron su formación simultáneamente y con el tiempo aumentaron su longitud y rechazo vertical, constituyendo así los bordes de la estructura. Un punto esencial para comprender el origen y evolución del graben en este modelo es determinar el inicio de formación e historia de desplazamiento de las fallas maestras y de fallas secundarias que cortan y desplazan el relleno sedimentario. Además, el comportamiento de dichas fallas tuvo un rol primario en la formación de esta cuenca estructural, en la evolución de la cuenca hidrográfica y la red de drenaje, así como en la acumulación de sedimentos, ya que el desplazamiento en las fallas normales generó espacio de acomodación para la acumulación de sedimentos. El registro estratigráfico indica que la cuenca fue parcialmente rellena por sedimentos derivados dominantemente de la erosión de rocas volcánicas del Eoceno tardío–Mioceno presentes en los hombros del graben. Así, depósitos de abanico aluvial se formaron por la actividad de fallas en las márgenes de la cuenca, mientras que depósitos lacustres formados a partir de detritos, pedernal diagenético y de la precipitación química y bioquímica de caliza, incluidos colchones bacterianos, fueron acumulados en el centro de la estructura. Simultáneamente, la subducción existente al oeste del graben durante el Mioceno Tardío–Plioceno Temprano generó vulcanismo explosivo y el material piroclástico fue transportado por viento y depositado en la cuenca. Para estos depósitos de caída inferimos un origen extra-cuenca, pues no hemos reconocido vulcanismo dentro del graben e interpretamos que son producto de la actividad explosiva en el extremo sur de la SMOc, la actual BCS, o dentro de la Faja Volcánica Trans-Mexicana. Asimismo, estos depósitos de caída, interestratificados con el relleno sedimentario del graben, permiten que la edad de los eventos ocurridos dentro del graben sea mejor estimada. Agradecemos el apoyo PAPIIT AG101523 e IN102425 y de la beca posdoctoral SECIHTI a Juárez-Arriaga.

SED-2

SEDIMENTOLOGICAL AND PROVENANCE INSIGHTS FROM THE UPPER PATLANOAYA GROUP, SOUTHERN MEXICO: EVIDENCE OF THE EARLY INTERACTION BETWEEN THE OAXACAN AND ACATLÁN COMPLEXES DURING PANGEA ASSEMBLY

Zepeda-Martínez Mildred[1], Casas-Peña Juan Moisés[2] y Valencia-Morales Yuly Tatiana[3]

[1]*Instituto de Geociencias, UNAM*

[2]*Departamento de Procesos Litosféricos, Instituto de Geología, UNAM*

[3]*Instituto de Geofísica, UNAM*

mildredzm@geociencias.unam.mx

The Pangea assemblage was the most significant global tectonic event of the late Paleozoic time. This supercontinent was assembled through a diachronous process of continental convergence between Laurentia–Baltica and Gondwana, coupled with the gradual closure of the Rheic Ocean since the Early Carboniferous to the Permian time, leading to the development of an extensive orogenic system that includes the Variscan, Alleghanian, and Ouachita–Marathon–Sonora belts. During this period, several tectonic blocks were progressively accreted along the continental margins of the colliding landmasses, forming regional suture zones that record significant displacements and played a key role in shaping topography and controlling sedimentation in different regions. Such suture zones form the tectonic boundary among some terranes currently composing southern Mexico, which based on paleogeographic reconstructions for the late Paleozoic, were part of the peri-Gondwanan continental blocks located along the suture zone between Gondwana and Laurentia. The regional Caltepec Fault Zone juxtaposes the Acatlán and Oaxacan Complexes, the basements of two peri-Gondwanan blocks, and is considered a record of this tectonic process. The understanding of the Permian tectonic activity of this fault zone is fundamental to the geological evolution of the region. However, this suture is exposed only in a very limited area, which prevents a detailed comprehension of the timing of collision between these peri-Gondwanan blocks and a full assessment of the regional effects of their accretion. The Upper Paleozoic Acatlán Complex preserves a key stratigraphic record of the tectonic processes associated with Pangea's assembly. The Patlanoaya Group, of late Paleozoic age, corresponds to the only part of this complex that did not experience metamorphism and penetrative deformation. As such, this sedimentary Group represents one of the best-preserved and most stratigraphically continuous Paleozoic clastic successions in Mexico that can provide essential insights into the tectono-sedimentary evolution of the region during the late Paleozoic time. This succession has been previously studied by several authors due to its paleontological content, leading to numerous paleoenvironmental and paleogeographic reconstructions based solely on marine fossil evidence. Nevertheless, these proposed scenarios underestimate the existence of major tectonic events in southern Mexico associated with the Pangea's assemblage. Despite its tectonic meaning, detailed sedimentological and provenance data remain limited. In this work, we present new sedimentological, petrographic, geochronological, and paleontological data from the upper Patlanoaya Group, obtained within the framework of the PAPIIT-IA103125 and IN107924 projects. These results allow for a redefinition of the depositional environments of the upper Patlanoaya Group, revealing transitions from shallow- to deep-marine settings. Furthermore, provenance analysis indicates pre-Permian sediment supply from both the Oaxacan and Acatlán complexes, suggesting a tectonic proximity between them and the peri-Gondwanan blocks they belong to earlier than previously documented.

SED-3

RECONSTRUCCIÓN PALEOCLIMÁTICA DEL MISISÍPICO A PARTIR DE EVIDENCIAS SEDIMENTARIAS Y GEOQUÍMICAS EN LOS DEPÓSITOS FLUVIALES DEL GRUPO PATLANOAYA, SUR DE MÉXICO

Sánchez-Cabrera Sofía[1], Zepeda-Martínez Mildred[2] y Chávez-Lara Claudia Magali[3]

[1]*Escuela Nacional de Estudios Superiores Juriquilla, UNAM*
[2]*Instituto de Geociencias, UNAM*
[3]*Instituto de Geofísica, UNAM*
sofiasanchezcab@comunidad.unam.mx

La formación de Pangea fue resultado de un proceso diacrónico de convergencia continental entre Laurencia-Báltica y Gondwana, y al cierre progresivo del Océano Rheico entre el Carbonífero Temprano y el Pérmico. Durante el Carbonífero, los bloques que actualmente conforman el sur de México formaban parte de los bloques peri-gondwanicos que se localizaban en el margen oeste-ecuatorial de Pangea, en la zona de sutura entre Gondwana y Laurencia. Se han propuesto modelos de desplazamiento latitudinal y procesos tectónicos vinculados al cierre del Océano Rheico para estos de los bloques, sin embargo, aún no se ha evaluado cómo estas dinámicas pudieron haber influido en el clima regional. Además del control latitudinal, la topografía generada por la tectónica pudo haber afectado los patrones de precipitación, temperatura y circulación atmosférica. Por lo tanto, la falta de información paleoclimática representa una limitante importante para comprender los patrones climáticos en esta región asociados a los eventos tectónicos que condujeron a la amalgamación de Pangea, así como los posibles vínculos entre tectónica, clima y biodiversidad durante este periodo. En el sur de México, el Complejo Acatlán resguarda el registro estratigráfico de la Cuenca de San Salvador Patlanoaya, una de las cuencas desarrolladas en el sur de México durante el Paleozoico tardío. El registro estratigráfico de esta cuenca se encuentra expuesta de manera continua en el estado de Puebla, y presenta la característica excepcional de preservar una sucesión del Misisípico–Pérmico Medio con un grado de deformación muy bajo y una recristalización casi nula. El Grupo Patlanoaya inferior corresponde con el registro estratigráfico de ambientes fluviales desarrollados en una cuenca de supradetachment, cuya evolución se encuentra asociada a la actividad de una zona milonítica regional que presumiblemente generó la exhumación de las rocas de alta presión del Complejo Acatlán. Esta sucesión está caracterizada por depósitos conglomeráticos y arenosos cuarzo-feldespáticos provenientes de la exhumación de las rocas metasedimentarias, metagraníticas y graníticas. Considerando que tanto los ambientes de depósito como la composición de las rocas sedimentarias son altamente sensibles a los procesos tectónicos y climáticos, un análisis sedimentológico y geoquímico detallado del registro estratigráfico del grupo Patlanoaya inferior permitirá inferir las condiciones climáticas prevalecientes al momento de su depósito. En el marco del proyecto PAPIIT-IA103125 se llevó a cabo el levantamiento de perfiles verticales de litofacies y el análisis sedimentológico detallado de los depósitos continentales del Grupo Patlanoaya inferior. Los datos sedimentológicos documentan depósitos fluviales asociados a flujos supercríticos, característicos de ambientes áridos. Este trabajo constituye la base para el posterior muestreo con fines de análisis de geoquímica orgánica, específicamente en biomarcadores lipídicos procedentes de arquea y bacteria, con el objetivo de reconstruir las condiciones climáticas durante el depósito de esta sucesión. Este trabajo contribuirá a identificar si los cambios topográficos controlados por la tectónica regional durante la consolidación de Pangea influyeron de manera significativa en la instauración de dicho clima, o si este respondió principalmente a los desplazamientos latitudinales.

SED-4

EVIDENCIAS DE EVENTOS REGRESIVOS Y DE EXHUMACIÓN DE LA PLATAFORMA VALLES – SAN LUIS POTOSÍ

López Doncel Rubén Alfonso[1], Ramos Hernández Jennifer[2] y Barboza Treviño Daria[1]

[1]*Instituto de Geología, UASLP*
[2]*Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL*
rlopez@uaslp.mx

La plataforma cretácica Valles – San Luis Potosí (PVSLP) muestra claras evidencias de haber tenido un comportamiento muy dinámico con fases que incluían no solo cambios importantes laterales con progradaciones y regresiones de los márgenes sino también evidencias de cambios en la profundidad de la plataforma con subsidencia y levantamiento del piso marino. Estos movimientos verticales de la plataforma causaron cambios en los cinturones faciales pero en forma vertical, pasando de laguna marina abierta a plataforma interior restringida a zona evaporítica intermareal y exposición subaérea. Los cambios en la profundidad de la laguna interior no solo se reconocen en cambios texturales de las calizas sino también en claras modificaciones en la fauna bentónica y arrecifal que la habitaban. Los eventos regresivos comienzan con un adelgazamiento de las capas, seguido por un descenso en el tamaño de los organismos (enanismo) tanto de los formadores de arrecifes (rudistas) como de la microfauna bentónica, lo cual demuestra un ambiente estresante provocado por el aumento de sal y calentamiento en la columna de agua. Seguidamente dominan únicamente texturas micríticas y desaparece la fauna arrecifal y la microbiota bentónico por completo, sin embargo hay un aumento en la actividad icnofaunística (thalassinoides). La regresión continua con la presencia de capas evaporíticas con mezcla de micritas, dolomitas e incluso yeso que sugieren un ambiente intertidal (sabkha). La presencia de capas blandas compuestas por calcita y yeso, así como algo de material arcilloso (eólico) demuestran la exposición subaérea de la secuencia. La presencia de estas capas blandas recuerdan claramente la presencia del saskab de la plataforma de Yucatán. Hay varios eventos descritos de estas regresiones que son siempre seguidas de nuevas trangresiones que terminan con la restauración de la fauna arrecifal y bentónica, mostrando una resiliencia extraordinaria de la PVSLP.

SED-5

EVIDENCIA EVAPORÍTICA INÉDITA EN EL SUR DE QUINTANA ROO; UN NUEVO MARCADOR CRONOESTRATIGRÁFICO DE SEQUÍAS EXTREMAS EN LAS TIERRAS BAJAS MAYAS

Martínez Dyrzo Haydar[1], Roy Priyadarsi Debajyoti[2], Gwinneth Benjamin[3], Loredo-Jasso Alan Ulises[1], Girón-García María Patricia[1], Vargas-Martinez Irma Gabriela[4] y Gómez-García José Francisco[5]

[1]*Instituto de Geología, UNAM*
[2]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[3]*Département de Géographie, Université de Montréal*
[4]*Facultad de Ingeniería, UNAM*
[5]*Facultad de Química, UNAM*
haydar.martinez@geologia.unam.mx

Las evaporitas lacustres son sumamente escasas en las Tierras Bajas Mayas, principalmente debido a la subsaturación de la columna de agua en sulfatos y a la fuerte influencia hidrológica subterránea de los sistemas kársticos. Hasta la fecha, la única evaporita descrita correspondía al lago Chichancanab, la cual es un indicador de las megasequías durante el Colapso Maya (1190-1140 años AP) en el Clásico Terminal. En este trabajo presentamos la primera evidencia de un horizonte evaporítico en el lago Kaná, situado en la antigua región Maya de Uaymil (Quintana Roo, México), cronológicamente restringido al Clásico temprano, una fase asociada con reorganizaciones sociales después del abandono de asentamientos en el sur de las Tierras Bajas Mayas. Se estudiaron cinco estratos mediante microscopía mineralógica, fluorescencia de rayos X (XRF), difracción de rayos X con refinamiento Rietveld (XRD-Rietveld) y espectroscopía FTIR. El horizonte evaporítico, de tonalidad blanquecina respecto a los sedimentos orgánicos adyacentes, está compuesto por yeso, acompañado de otros sulfatos, calcita, óxidos de hierro y silicatos. La casi ausencia de materia orgánica apunta a un episodio de evaporación extrema y erosión de la cuenca coherente con un estrés hidrológico severo, el cual también aparece registrado en espeleotemas del Mayab y Belice. Este hallazgo funciona como marcador cronoestratigráfico para todos los indicadores climáticos y antrópicos del registro. Su coincidencia temporal con una fase de incipiente reorganización social en las Tierras Bajas Mayas enlaza la variabilidad climática temprana con la dinámica poblacional y las estrategias agrícolas regionales.

SED-6

REGISTRO VOLCÁNICO-SEDIMENTARIO PRELIMINAR DEL ÁREA DE BOSQUE DE COBOS-PARGA, AGUASCALIENTES, MÉXICO

González-Cervantes Norma[1], Hernández-Marín Martín[1], Aranda-Gómez José Jorge[2], Castañeda-Gallardo Andrea Sofía[1] y Ocampo Gilberto[1]

[1]*Universidad Autónoma de Aguascalientes*
[2]*Instituto de Geociencias, UNAM*
norma.gonzalez@edu.uaa.mx

El área del Bosque de Cobos-Parga incluye, entre otras zonas, al predio estatal de Los Pargas y a los arroyos El Cedazo y San Francisco y se localiza al sureste de la ciudad de Aguascalientes. Esta área ha sido estudiada principalmente por ser una localidad fosilífera, en donde se ha registrado megafauna tanto del Mioceno Tardío como del Pleistoceno. Por otro lado, acerca de esta área se han descrito de manera preliminar algunas secciones estratigráficas someras. Esto, debido al poco control estratigráfico asociada a las colectas de vertebrados fósiles. En este trabajo se presentan un conjunto de columnas estratigráfica de seis pozos profundos (< 500m) y una sección descrita desde la parte más baja (1897 msnm) del arroyo Cobos (coordenadas UTM 13Q 783904E, 2414470N) hasta una parte cercana a la zona más alta (1946 msnm) del cerro del área protegida federal de Bosque de Cobos-Parga (coordenadas UTM 13Q 784639E, 2414945N). Con esta información se espera mejorar el conocimiento de la estratigrafía del área en donde ocurre la fauna fósil. A grandes rasgos, las columnas muestran sedimentos fluviales y lacustres someros intercalados con depósitos volcánicos, así mismo, en el registro estratigráfico de los seis pozos, dos de ellos ubicados en la parte noreste del área de estudio (la cual es topográficamente la más alta) y cuatro en la parte meridional del área. En dos de los pozos se registraron posiblemente basamento mesozoico, formado por lavas máficas intercaladas con pizarra en su base, hasta a 500

m abajo del brocal. Sobreyaciendo a estas rocas se documentaron capas de toba riolítica, cuerpos de ignimbrita y de riolita intercaladas con estratos de brecha y de limolita calcárea, entre otras rocas sedimentarias. En afloramientos, uno de estas rocas volcánicas se ha descrito como la toba Zoyatal (edad Barstoviana probable: Hernández-Láscares, 1981, Gaceta Geológica VI, 17-40) y en los sedimentos que sobreyacen a ésta, se presenta la mastofauna colectada en Aguascalientes. Los sedimentos fosilíferos incluyen tobas retrabajadas intercaladas con horizontes de limo o arcilla arenosa y de brecha formada por clastos derivados de caliza de agua dulce. La sucesión fosilífera es cortada por fallas normales y por diques clásticos con orientaciones diversas. En la secuencia fosilífera hay horizontes de limo y arcilla bioturbados, y capas de caliche con cambios laterales a arcilla, con icnofósiles (huellas) de megafauna. Sobre los horizontes fosilíferos yacen capas de arena de grado medio y fino, con y sin estratificación cruzada, así como algunas capas de conglomerado. Los registros litológicos de estos pozos y de la columna indican actividad magmática y tectónica durante el depósito de los sedimentos en esta región.

SED-7 CARTEL

DINÁMICA GEOMORFOLÓGICA HOLOCÉNICA DEL GRABEN SAN JUAN DE LOS PLANES, PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Pinilla Guerrero Kharen Viviana, Castillo Miguel, Muñoz Esperanza y Vásquez Selem Lorenzo
Universidad Nacional Autónoma de México
kvpinillag@comunidad.unam.mx

San Juan de los Planes (SJP), es un poblado ubicado en la esquina suroriental de la Península de Baja California Sur (PBCS), a 40 kilómetros aproximadamente de La Paz, en medio de un sistema de fallamiento normal orientado NE-SO y en zona litoral colindante con el Mar de Cortés (INEGI, 2024). Por su condición tectónica activa, se ha ido moldeando un ambiente sedimentario bordeado de abanicos aluviales ubicados en esta zona de relieve tectónico (horst-graben) en donde funciona una red de drenaje intermitente que ha generado procesos depositarios/erosivos de sedimentos arenosos y cuarzo-arenosos del Cuaternario, el clima predominante es muy árido, cálido con lluvias en verano e invierno (ibid.) Al parecer estos abanicos están afectados por una tectónica reciente (<20 Ka) (Umhoefer, et al, 1997) y las edades de los abanicos determinados por OSL en otros sectores de la PBCS indican que son formas del Pleistoceno al presente (Valoix, et al, 2023). Sin embargo, el origen y desarrollo de los abanicos de SJP no se conoce con detalle y se destacan por su amplia extensión con respecto a su cuenca de alimentación, la presente investigación busca generar los primeros datos morfométricos de estas geoformas, los cuales permitirán entender posteriormente los procesos de transporte -tasas de sedimentación/erosión-, su respuesta a los cambios climáticos y su reacción como sistemas fluviales a las variables ambientales. (Harvey, 2002, 2005, 2010) La idea es dilucidar la dinámica erosiva de la zona de estudio, lo cual es importante ya que permitirá conocer con precisión si han existido condiciones climáticas similares o distintas a las actuales. El objetivo principal de la investigación es conocer la dinámica de los abanicos aluviales de SJP, partiendo de su geomorfología fluvial y condiciones áridas, ya que funcionan como un gran archivo que ha guardado los pulsos climáticos del Holoceno Tardío, con los cuales se puede entender el desarrollo del relieve durante los últimos años. En el RAUGM se plantea mostrar: 1) los antecedentes generales de estudios geomorfológicos y paleo-climáticos de la zona de estudio; 2) el desarrollo teórico de los abanicos aluviales como contenedores de información sobre las condiciones climáticas predominantes del NW de México; 3) la fundamentación conceptual la Luminiscencia Ópticamente Estimulada (LOE); 4) los procesamientos cartográficos multitemporales de imágenes Landsat, Sentinel y Sasplanet de acuerdo con el mapeo inicial de los abanicos presentes en San Juan de los Planes, en contraste con el análisis de los datos del registro instrumental de precipitación, por estación climática de SJP (CONAGUA, 2025), los años de corte se generaron a partir del análisis del ENSO (El Niño Southern Oscillation) altas y bajas temperaturas totales desde 1950 hasta 2024. Palabras clave: Abanicos aluviales, sistema fluvial, LOE, San Juan de los Planes.

SED-8 CARTEL

TEFROESTRATIGRAFÍA DE LA LAGUNA DE TOTOLCINGO, CUENCA SERDÁN ORIENTAL, MÉXICO

Sourisseau Delphine Roselyne Nathalie, Arce José Luis y Roy Priyadarsi Debajyoti
Instituto de Geología, UNAM
d.sourisseau@igeofisica.unam.mx

Las erupciones explosivas pueden cubrir el paisaje con tefra sobre miles de kilómetros alrededor de su volcán de origen. Comprender la frecuencia de estos eventos explosivos es fundamental para evaluar los riesgos en zonas densamente pobladas. Debido a la erosión parcial o total de los depósitos piroclásticos más antiguos en ambiente terrestre, la correlación de las capas de tefras depositadas en ambientes lacustres con los volcanes es fundamental para resolver el orden estratigráfico y la cronología de las erupciones piroclásticas de los volcanes. Aquí, presentamos resultados geoquímicos preliminares de una secuencia sedimentaria de 350 cm de largo recuperada de la Laguna de Totolcingo ubicada en la Cuenca de Serdán-Oriental, en la parte este del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano. Se conservaron seis capas de tefras intercaladas con sedimentos lacustres. Debido a que el lugar de muestreo de las tefras se localiza entre la caldera Los Humeros, el volcán La Malinche y la cordillera volcánica Citlaltépetl-Cofre de Perote, así como dentro del campo volcánico Serdán-Oriental, en esta laguna podrían registrarse erupciones de gran magnitud de estos centros volcánicos y tefras de los volcanes monogenéticos. La composición química en elementos mayores de la fase vítrea y el análisis de componentes de las tefras revelaron que cinco de los horizontes de tefra provinieron del volcán Pico de Orizaba ubicado ~47 km al sureste del lugar de muestreo de las tefras. Por otra parte, el mayor espesor y la composición química muy diferente del último horizonte de tefra sugieren un volcán monogenético de la Cuenca de Serdán-Oriental como origen. Este resultado es de particular importancia dado que revela la ocurrencia de cinco erupciones piroclásticas del volcán Pico de Orizaba entre 16 y 32 ka.

SED-9 CARTEL

SE DEFINE EN 2500 MA, EL CONTACTO LITOESTRATIGRAFICO BASAL DEL GRUPO VALDEFLORES EN CERRO VIEJO Y SIERRA DE VIGALLO, OAXACA, PARA LOS “IRON FORMATION”, TIPO SUPERIOR BIF, DEL GEOSINCLINAL EL ROSARIO DEL SUPERGRUPO ZIMATLÁN, DEL PALEOPROTOROZOICO

Bazán Perkins Sergio Dale y Bazán Barrón Sergio
Industria Minera Indio, S. A. de C. V., IMI
bazanperkins@hotmail.com

El área tipo se ubica 40 km al sureste de Oaxaca, en la Ciudad de Zimatlán, Vigallo, además de Cerro Viejo, El Trapiche, Valdeflores, San Miguel Peras, Santa María Peñoles, Ayoquezco, Sierra de Juárez, San Miguel Aloápam y San Juan Monte Flor. Fue reconocida por Híjar (1905) y Capilla (1910) por la presencia de oro sedimentario del Precámbrico. Posteriormente, Bazán (1982–1984) identifica la subducción del Mesoproterozoico en San Andrés Nuxiño – La Herradura, con placeres de oro del Paleoproterozoico en la Faja Estructural Oaxaqueña. Estas relaciones estratigráficas y tectónicas definen el Geosinclinal El Rosario del Paleoproterozoico (3600–1800 Ma), por los grupos El Trapiche en la base y Valdeflores en la cima, en discordancia oblicua sobre el Supergrupo Pápalo del Arqueano, al oriente de México, muy erosionado por aperturas oceánicas de los geosinclinales Acatlano, Oaxaqueño, Mexicano y Mar de Tetis durante el Mesozoico. Los procesos erosivos destruyeron las “iron formation” del Grupo Valdeflores, dejando escasos testigos, como el Grupo Coyotillo en Sonora. Secuencias de “iron formation” tipo BIF Superior del Grupo Valdeflores se reconocen marginalmente en escudos del Arqueano en Sudáfrica, Canadá, Brasil, Ucrania, Rusia y Australia, por la gran producción de oro-uranio del Grupo El Trapiche en la base y los extensos yacimientos de hierro bandeado en la cima, ambos de origen sedimentario. Se confirma la edad promedio de 2500 Ma para el contacto basal de las “iron formation” del Grupo Valdeflores en la secuencia de Sierra de Vigallo, en contacto gradual paralelo con el Grupo El Trapiche del Supergrupo Zimatlán del Geosinclinal El Rosario, vinculando también al Grupo Coyotillo de Sonora. La formación de hierro bandeado del Grupo Valdeflores comprende rocas sedimentarias de origen bioquímico bacteriano, con 15% de Fe, en estructura alternante con cuarzo. El hierro aparece como magnetita (Fe_3O_4) y hematita (Fe_2O_3), con apatito, con restos orgánicos de grafito amorfo y tierras raras en facies de carbonatos y sulfuros, sin relación con actividad volcánica. Las bandas alternan colores café rojizo y blanco, milimétricas y de gran extensión. Estas secuencias ferríferas registran promedios de 2500 Ma, relacionadas con el incremento de ozono en la atmósfera y precipitación en medios lagunares y marinos enriquecidos en óxidos de hierro, de forma global y sincrónica. El Grupo Valdeflores exhibe alta radiactividad por torio en solución sólida, presente en apatito, circón, euxenita, monacita y xenotima, en sus cuatro facies de depósito, asociados con cuarzo, hematita, andesina, ortoclasa, albita, ankerita, siderita, magnetita, biotita, sillimanita, stilpnomelano, granate, rutilo y sericita, en paragneis en facies de anfibolita y esquistosa milonitizada. El área tipo de Sierra de Vigallo y Cerro Viejo representa un cambio litológico global entre los grupos El Trapiche y Valdeflores, como localidad única y modelo mundial que expone el contacto gradual paralelo con las “iron formation” tipo BIF Superior, Hacia la cima del Grupo El Trapiche, los ferromagnesiano, micas y hornblenda desaparecen por disolución progresiva, por la gran explosión del oxígeno en el agua y la atmósfera, al nivel global de 2500 Ma, por incremento del ozono.

SED-10 CARTEL

GEOCRONOLOGÍA CON 210PB EN NÚCLEOS SEDIMENTARIOS DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN: AVANCES Y CONSIDERACIONES

Romero Antonio[1], Díaz Misael[2], Solís Corina[1] y Méndez Grisel[1]
[1]*Instituto de Física, UNAM*
[2]*ENES Mérida, UNAM*
tonhort221194@hotmail.com

Se realizó un estudio de datación de núcleos de sedimentos, procedentes de zonas intermareales, detectando los radionúclidos 210Pb y 214Pb, mediante espectrometría gamma, en el Instituto de Física de la UNAM, en colaboración

con el Instituto de Geología de la misma universidad. Para esto, se implementó la técnica usando un detector de germanio hiper puro, el cual tiene una buena resolución energética a bajas energías, como parte de un proyecto de implementación de la técnica, así como la investigación e intercomparación de dos núcleos de sedimentos recolectados en las zonas costeras intermareales de ría Lagartos, Yucatán, en la República Mexicana, usando un nucleador estándar y un peat corer. Como objetivos, se propuso implementar la técnica en el IFUNAM, usando materiales de referencia certificados; asimismo, se propuso hacer la práctica de recolección de núcleos en la zona costera de Mérida, Yucatán; también se propuso calibrar el sistema respecto a energía y a eficiencia para los radioisótopos 210Pb (a 46.5 keV) y 214Pb (351.9 keV), además de reglamentar el tratamiento y preparación de las muestras, así como la creación y escritura de rutinas que detectaran los radionúclidos en cuestión, que calcularan sus actividades, para de esta manera, determinar el modelo de sedimentación apropiado, y así obtener las edades de sedimentación. Otro objetivo también fue la comparación de resultados obtenidos del análisis de los dos núcleos, por espectrometría alfa, lo cual se está llevando a cabo, para corroborar lo obtenido. Como objetivos adicionales, se propuso la escritura y codificación de una rutina que, a partir del modelo de sedimentación elegido y de los datos obtenidos, brindara una tasa de sedimentación, exhibiendo las incertidumbres de los datos y del modelo ajustado. El fechado de los núcleos se usará para determinar las tasas de acumulación y las tasas de secuestro de carbono. Este trabajo de implementación, recolección, preparación, detección, cuantificación y análisis ha arrojado como resultados un procedimiento para preparar muestras de futuros trabajos, lineamientos para la detección de las muestras, una rutina de detección en Python que funciona óptimamente, detectando y cuantificando los radionúclidos analizados, con eficiencias de 1.48224e-01 para 46.5 keV y 3.61067e-02 para 351.9 keV, con errores de intercomparación entre MRCs que se ubican entre 28.5% para el 210Pb y 8.13% para el 214Pb, y la implementación de una rutina que ajuste y analice estadísticamente los modelos de sedimentación que mejor se han ajustado a las muestras.

SED-11 CARTEL

CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA DE LA GRANJA CAMARONÍCOLA DE PASO LAGARTO, SANTA MARÍA TONAMECA

Mendoza Maravillas Alejandro y Martínez García Brenda
Instituto Politécnico Nacional, ESIA Unidad Ticomán
amendozam@ipn.mx

El presente estudio elaborado por el Instituto de Recursos de la Universidad del Mar, como parte del Departamento de Geología Marina en Junio de 1994, tuvo como objetivo evaluar las características granulométricas y las propiedades fisicoquímicas del suelo en la granja camaronícola de Paso Lagarto, Santa María Tonameca, Oaxaca, para el cultivo de langostinos (Macrobrachium rosengergil) en estanques. Al momento de levantamiento de datos, la zona contaba con dos pozos de aproximadamente 5 metros de profundidad y dos estanques experimentales para langostinos, pero para la caracterización del terreno se tuvieron que realizaron perforaciones en 10 pozos y recolectar 32 muestras distribuidas en 3 estratos (superficie, media profundidad y fondo). Cada muestra tuvo un análisis granulométrico, evaluación de contenido de materia orgánica, pH, porosidad, índice de permeabilidad y condiciones de drenaje subterráneo. Los resultados obtenidos muestran que en la capa superficial era predominante la presencia de limos y arcillas, especialmente hacía el noreste de la zona, lo que representa un ambiente favorable para la retención de agua y el sellado de estanques. Por otro lado, en los estratos de mayor profundidad fue más predominante la arena, que es una característica de suelos más permeables, situación que podría derivar en filtraciones de agua si no se realizaban labores de sellado adecuadas. El contenido de materia orgánica varió de 0.32% a 5.39% con los índices máximos localizados en la parte noreste y superficial. El pH, por su parte, estuvo entre 6.61 y 7.93, quedando en un rango neutro a ligeramente alcalino el cual resulta favorable para el cultivo de langostino. Los valores de porosidad mostraron cifras más altas en la parte noreste, mientras que la permeabilidad mostraba al centro como el lugar con mejores condiciones superficiales, además para el análisis de susceptibilidad del relieve se consideraron riesgos como la sismicidad, deslizamientos, inundaciones, avenidas, derrumbes y actividad volcánica. El estudio muestra que no había limitaciones críticas a corto plazo que no permitieran llevar a cabo el proyecto, pero destaca la importancia de considerar variabilidades al diseñar la infraestructura. Para finalizar, el estudio recomienda una perforación de pozos más profundos y la realización de estudios complementarios para obtener una caracterización más precisa del subsuelo, lo cual permitirá garantizar la eficiencia de los estanques y así minimizar los riesgos de filtraciones.

SED-12 CARTEL

CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS DE LA LAGUNA LA COLORADA, SANTIAGO ASTATA, OAXACA, MÉXICO

Mendoza Maravillas Alejandro y Durán Alonso Leslie Yazmin
Instituto Politécnico Nacional, ESIA Unidad Ticomán
amendozam@ipn.mx

La caracterización granulométrica de sedimentos en lagunas costeras es esencial para el entendimiento de su dinámica sedimentaria, así como los procesos de deposición y condiciones físico-químicas, que afectan su funcionamiento tanto ecológico como productivo. Este estudio realizado en 1994 se llevó a cabo en la Laguna La Colorada, localizada en el municipio de Santiago Astata, Oaxaca, donde se implementaron muestras a análisis de laboratorio físico-químico del suelo y agua en 17 estaciones de muestreo a lo largo del área estudiada, para determinar su composición granulométrica, que incluye arena, limo y arcilla; también se evaluó el contenido de materia orgánica y se midieron parámetros físicos tales como porosidad y permeabilidad. Además, los resultados se complementaron con registros climáticos de temperatura y precipitación de 1988 a 1993 (Estación El Márquez, Salina Cruz), y se evaluaron variables geoquímicas y se generaron mapas que representan la distribución porcentual de cada fracción sedimentaria y de la materia orgánica. Los resultados obtenidos indican que los sedimentos son predominantemente arenosos con valores entre 23.76% y 97.08%, con una menor proporción de limo oscilando entre 2.52% y 67.50%, y de arcilla entre 0% y 8.64%, lo que se indica evidencia de altos niveles de porosidad de 2.24% a 37.69% y de permeabilidad ente 0.181 a 0.877 m/d. Mientras que la cantidad de materia orgánica varió entre las distintas estaciones desde 0.86% a 7.41%, siendo más elevada en las áreas con mayor capacidad de retención de partículas finas proveniente de cerros y arroyos adyacentes. Estas características sugieren que el sustrato de la laguna favorece procesos de filtración y recambio de agua, lo que influye en su estructura física y en su habilidad para albergar comunidades bentónicas., la distribución espacial de las fracciones sedimentarias evidencia la influencia de la barra arenosa, los aportes fluviales y la dinámica de apertura de la boca lagunar, especialmente durante tormentas., la granulometría y propiedades físicas de los sedimentos de la Laguna La Colorada, sirven como un recurso de referencia para investigaciones futuras sobre dinámica y manejo ambiental.

SED-13 CARTEL

CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA Y GEOQUÍMICA DE SEDIMENTOS COSTEROS EN PASTORÍA-CHACAHUA, OAXACA, MÉXICO, PARA LA EVALUACIÓN DEL DESARROLLO DE GRANJAS CAMARONÍCOLAS

Olivos Villanueva Jazmín y Mendoza Maravillas Alejandro
Instituto Politécnico Nacional, IPN
jolivosv2100@alumno.ipn.mx

El camarón peneido (Penaeidae) se ha consolidado como uno de los principales productos de exportación pesquera de México, con especial demanda en el mercado estadounidense. La producción acuícola de este recurso se concentra en cinco estados del Pacífico (Sonora, Sinaloa, Nayarit, Oaxaca y Chiapas) y dos del Golfo de México (Tamaulipas y Campeche), regiones caracterizadas por una gran diversidad de hábitats como manglares, marismas, estanques intermareales y sistemas de agua dulce y salobre. En particular, la región sur enfrenta retos ambientales derivados de la intensificación de la camaronicultura. Un solo sistema lagunar puede albergar decenas de granjas camaroneras, con estanques artificiales y redes de canales que alteran la hidrodinámica, modifican la calidad del agua y afectan los ciclos biogeoquímicos. Estas lagunas cumplen funciones clave: en temporada de lluvias, actúan como criaderos naturales de postlarvas y otras especies de interés pesquero, mientras que, en época seca, son aprovechadas para la extracción de sal, una actividad social y económicamente relevante para las comunidades costeras. Este estudio tuvo como objetivos: (1) medir las propiedades fisicoquímicas del agua lagunar; (2) caracterizar los sedimentos y sus parámetros asociados; y (3) generar información que permita proponer soluciones a problemáticas que impactan la economía local. Se seleccionaron diez puntos de muestreo aleatorios, en cada uno de los cuales se excavaron pozos de 1 m^3. Las muestras de sedimento se recolectaron cada 20 cm de profundidad, registrando coordenadas con GPS. En total se obtuvieron 42 muestras para determinar porcentajes de arena, limo y arcilla, mediante tamizado y método de pipeta. El pH se midió in situ con potenciómetro; la materia orgánica, mediante la técnica de Walkley y Black (1934); y la permeabilidad se determinó experimentalmente. En cuanto a batimetría, los parámetros determinados en los cinco estratos de los pozos mostraron un mínimo de 6.8% y un máximo de 45.15%. El análisis de temperatura de los sedimentos evidenció porcentajes de limo con promedios que oscilaron entre un mínimo de 32.6% y un máximo de 66.38%. Respecto a la distribución del potencial de hidrógeno (pH) en los cinco estratos, se registraron promedios entre 3.52 (mínimo) y 6.33 (máximo), reflejando variaciones que podrían estar asociadas tanto a la dinámica natural del sistema como a las actividades acuícolas. Los resultados permitirán evaluar la relación entre las prácticas acuícolas particularmente el establecimiento y operación de granjas camaroneras y las modificaciones en las propiedades fisicoquímicas y

sedimentológicas de las lagunas costeras, aportando información clave para el manejo sustentable de estos ecosistemas.

Sesión regular

SISMOLOGÍA

Organizadores

Héctor González Huizar
Francisco Córdoba Montiel
Erika Alinne Solano

SIS-1

CLUSTERS SÍSMICOS Y SU RELACIÓN CON LA TECTÓNICA DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Ávila Barrientos Lenin[1], González Escobar Mario[2] y Nava Pichardo F. Alejandro[2]
[1]SECIHTI-CICESE
[2]CICESE
lenavila@cicese.mx

La región de Golfo de California y depresión de Salton (California, USA) se localiza en el límite oblicuo-divergente entre las placas de Norteamérica y del Pacífico. La sismicidad de la región está bien monitoreada por estaciones colocadas alrededor del Golfo. Dicha sismicidad no es uniforme sino que presenta agrupaciones o cúmulos de sismos que ocurren en ventanas espacio-temporales de poca extensión, conocidas como clusters sísmicos. Con el objetivo de estudiar la actividad de clusters y su relación con el resto de la sismicidad en la región, se aplicó un método de identificación de clusters (publicado en 2024), al catálogo sísmico de la Red Sísmica del CICESE (RSC) para el periodo de enero 2017 a octubre 2024. 34 clusters fueron identificados, divididos en dos tipos principales: Tipo-F, que corresponde a un evento principal (o eventos principales) con sus premonitores y réplicas, distribuidos a lo largo de un plano; y Tipo-S, que consiste de un enjambre (swarm), eventos pequeños sin un evento principal, distribuidos en un volumen. La mayoría de los clusters corresponden a zonas de centros de dispersión activos y fallas transformantes, aquellos localizados fuera de los elementos tectónicos mapeados, indican sitios de interés para futuros estudios. La sismicidad en el Golfo es abundante, pero no toda genera clusters; en particular, al Sur de la latitud 26° N no hubo clusters sísmicos, lo que se podría atribuir al corto periodo de observación, pero otras explicaciones constituyen una pregunta abierta hasta contar con más datos.

SIS-2

ESTRUCTURA CORTICAL DE LA REGIÓN NORTE-CENTRO DEL GOLFO DE CALIFORNIA MEDIANTE TOMOGRAFÍA DE RUIDO SÍSMICO Y TERREMOTOS

Cruz Hernández Favio, Castro Artola Oscar y Castro Escamilla Raul
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California
fcruz@cicese.edu.mx

Es importante estudiar la estructura de la corteza en la región norte-centro del Golfo de California para identificar sus propiedades elásticas asociada a la zona sismogénica y explorar las características de las cuencas con posible potencial geotérmico. Desde décadas pasadas se ha determinado la estructura profunda de la corteza inferior y del manto superior del Golfo de California, México a partir del análisis de terremotos, pero la mayoría de estos estudios no capturan detalles de corteza somera. Para conocer las variaciones de velocidad de onda S en la corteza, en este estudio utilizamos terremotos someros y ruido sísmico ambiental de un año de datos registrados en las redes sísmicas RESBAN y RESNOM del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE), así como las del Servicio Sismológico Nacional del Instituto de Geofísica de la UNAM (SSN), con un enfoque tomográfico de ondas superficiales no convencional que utiliza tiempos de viaje. Para identificar con mayor claridad los tiempos de viaje desde el análisis espectral de las funciones de correlación de ruido, utilizamos una metodología que trabaja en el dominio de la fase el cual permite construir correlaciones más limpias que el procesado tradicional. Los resultados muestran un modelo de velocidad de onda S hasta 60 km de profundidad con variaciones laterales significativas que se relacionan con los límites de las cuencas y posiblemente a la transición de corteza continental a oceánica.

SIS-3

SEISMICITY AND ACTIVE SEISMIC STRUCTURES IN THE VALLE DE LA TRINIDAD, BAJA CALIFORNIA, MEXICO

Rösler Boris[1], Castro Artola Oscar[1], Martínez Alejandra[2], Reinoza Carlos E.[1], Yegres H. Luis A.[1], Vidal-Villegas J. Antonio[1] y Audemard M. Franck A.[3]
[1]Center for Scientific Research and Higher Education at Ensenada (CICESE)
[2]Preparatory Commission for the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization, CTBTO
[3]Universidad Central de Venezuela
boris@cicese.mx

The Valle de la Trinidad region in northern Baja California is situated within a seismically active zone at the boundary between the Pacific and North American plates, characterized by complex fault interactions and significant crustal deformation. We investigate the seismicity of this region between 2010 and 2024 to better characterize active structures and earthquake interactions. Using waveform-based double-difference relocation, we refine the hypocentral locations of 4010 earthquakes with magnitudes ranging from ML 0.3 to 5.1 recorded by the Seismic Network of Northwest Mexico (RESNOM), significantly reducing epicentral and depth uncertainties. The relocated seismicity reveals clear alignment with the San Miguel fault and a previously unmapped intersecting structure, indicating that both faults are actively accommodating regional strain. Moment tensor inversions of the events with ML # 4 show consistent right-lateral strike-slip mechanisms, with nodal planes aligned with both structures, although ambiguity remains regarding the exact fault that ruptured. The August 17, 2020 seismic sequence, initiated by an ML 4.7 foreshock and an ML 5.1 mainshock, demonstrates that triggering across intersecting faults may control rupture evolution. Temporal changes in focal mechanisms, from strike-slip to normal faulting, suggest stress field variations during the sequence. These results highlight the seismotectonic complexity of fault intersections in the Peninsular Ranges and emphasize the need to reassess seismic hazard models to incorporate the role of previously unmapped structures.

SIS-4

DESCOMPOSICIÓN DEL TENSOR DE MOMENTO DE TERREMOTOS EN LA FALLA INDIVISO: IMPLICACIONES SISMOTECTÓNICAS EN UN RÉGIMEN TRANSTENSIONAL

Rodríguez Arévalo Kenia Esmeralda[1] y Rösler Boris[2]
[1]Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California
[2]Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, CICESE
kenia@cicese.edu.mx

La falla Indiviso, estructura transformante activa en la cuenca Montague, marca la transición entre la deformación lateral del sistema de fallas de San Andrés y la extensión del norte del Golfo de California. Esta región concentra una compleja interacción de regímenes tectónicos, lo que la convierte en un entorno adecuado para el análisis de mecanismos de ruptura compuestos. Se analizaron 36 sismos con magnitudes entre 4.0 y 7.2, cuyos tensores de momento fueron reportados por el Southern California Earthquake Data Center (SCEDC). Aunque los mecanismos focales presentan geometrías principalmente transformantes y se alinean con la traza de la falla Indiviso, todos excepto cinco muestran componentes no doble par negativos, lo que puede sugerir una componente extensional en el mecanismo focal de los sismos. Con el objetivo de cuantificar las contribuciones transformante y normal, los tensores de momento se descompusieron en dos componentes doble par: una puramente transformante y otra puramente normal, además de un término residual. Durante la descomposición, se asumió un ángulo de deslizamiento fijo de 180° para la componente transformante y de 90° para la componente normal, y se ajustaron los planos nodales mediante minimización de la norma de Frobenius entre el tensor observado y la combinación lineal de las componentes modelo. En la mayoría de los eventos, el momento sísmico de la componente transformante fue ligeramente mayor al de la componente normal, y los residuales fueron menores al 15 %, lo que indica un buen ajuste. Estos resultados sugieren que los sismos analizados podrían estar ocurriendo en un entorno donde coexisten mecanismos de tipo transformante y normal,

coherente con la estructura interna de la cuenca Montague y con la deformación distribuida observada en el sur del Valle de Mexicali. La descomposición en componentes permite una representación más realista de la complejidad del proceso de ruptura en zonas de régimen tectónico mixto.

SIS-5

CARACTERIZACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS SUPERFICIALES ASOCIADOS AL ENJAMBRE SÍSMICO DE MAYO-JUNIO DE 2024 EN LA CUENCA CERRO PRIETO, VALLE DE MEXICALI (B.C.), A PARTIR DE OBSERVACIONES DE CAMPO, REGISTROS DE INSTRUMENTOS GEOTÉCNICOS Y DINSAR

Sarychikhina Olga, Glowacka Ewa y Aladro Young Ho
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
osarytch@cicese.mx

Los estudios sobre desplazamientos superficiales asociados a enjambres sísmicos son escasos y han sido posibles gracias al desarrollo de técnicas de geodesia espacial (Lohman y McGuire, 2007; Bell et al., 2012; Kyriakopoulos et al., 2013). En este trabajo analizamos los desplazamientos superficiales asociados a una secuencia sísmica tipo enjambre ocurrida entre el 7 de mayo y el 7 de junio de 2024 en la cuenca Cerro Prieto (CP), Valle de Mexicali, noroeste de Baja California. La secuencia sísmica constó de más de 90 eventos con M # 2.0. El de mayor magnitud (M 5.0) ocurrió el 12 de mayo de 2024, con mecanismo focal de fallamiento normal y componente de deslizamiento lateral, consistente con el régimen tectónico transtensional de la región (RESNOM, 2024). Entre el 7 y el 19 de mayo (~70 eventos), los sismos se localizaron en el extremo noroeste de la falla CP, límite oeste de la cuenca CP, y entre la falla Morelia y la falla H, al norte del Campo Geotérmico Cerro Prieto (CGCP). Los 18 eventos del 5 al 7 de junio se registraron entre el límite este del CGCP y la falla Saltillo, límite oriental de la cuenca. El 6 de julio, dos inclinómetros en la falla Saltillo detectaron un evento de deslizamiento asísmico posiblemente vinculado con esta secuencia. En la inspección de campo se identificaron grietas y rupturas superficiales en la zona de la falla Morelia. Los inclinómetros cercanos a esta falla registraron cambios de inclinación durante el sismo de mayor magnitud. Los mapas de desplazamiento superficial se obtuvieron con imágenes Sentinel-1A (14 de abril–21 de julio, dos pasos, orbita descendente) mediante la técnica DInSAR convencional. Los mapas que cubren la primera mitad de mayo presentan un área de ~20 km² con desplazamiento superficial, localizada entre las fallas Morelia y H. El campo de desplazamiento es complejo, con todos los desplazamientos en dirección de alejamiento del radar. Destaca una zona elíptica (eje mayor N-NE) con máximo desplazamiento en la línea de visión del radar (LOS) de 3 cm en su centro, en el límite norte del CGCP. También se observaron desplazamientos a lo largo de diferentes ramas de la falla Morelia, y dos zonas al norte de esta con desplazamiento LOS hasta 3.5 cm de alejamiento, posiblemente asociadas a licuefacción. No se detectó señal superficial relacionada con los eventos del 5–7 de junio. Sin embargo, entre el 28 de mayo y el 2 de junio se identificó un posible desplazamiento asísmico en la rama este de la falla Morelia. Además, se observó el desplazamiento causado por el evento asísmico del 6 de julio en la falla Saltillo, con el desplazamiento LOS máximos de 2 cm (alejamiento). El análisis sugiere migración de epicentros y de deformación superficial desde el O-NO hasta el límite E de la cuenca CP, con velocidad estimada de 8–10 m/h, posiblemente impulsada por difusión de presión de poros de fluidos (Roland y McGuire, 2009).

SIS-6

PARÁMETROS FUENTE DE TERREMOTOS PEQUEÑOS A MODERADOS EN EL OCCIDENTE DE MÉXICO

Escudero Ayala Christian Rene, Frías Gomez Itzel Gabriela y Gutiérrez Peña Quiriat Jearim
Universidad de Guadalajara
christian.escudero@academicos.udg.mx

La compleja tectónica del occidente de México, causada por la subducción de las placas de Rivera y Cocos, genera una importante actividad sísmica cortical; sin embargo, los parámetros fuente de los sismos pequeños a moderados aún no se comprenden bien. Este estudio busca analizar las relaciones de escala entre los parámetros fuente (como el momento sísmico, la magnitud del momento, el radio fuente y la caída de tensión) de los sismos en el occidente de México. Realizamos un análisis espectral de las ondas P y S de 1200 sismos pequeños a moderados (2.0 # ML # 5.3) registrados durante el experimento MARS (2006-2007), utilizando los modelos de Brune (1970), Boatwright (1984) y Abercrombie (1995), así como los métodos de Inversión Espectral Generalizada y Funciones de Green Empíricas. Los hallazgos podrían facilitar futuras evaluaciones de peligrosidad sísmica al indicar que los sismos corticales de mayor magnitud pueden seguir leyes de escala diferentes a las de los sismos de menor magnitud. Esto subraya la posible necesidad de modelos específicos para cada región que consideren la complejidad tectónica. Investigaciones futuras podrían investigar la influencia de la geometría de fallas, la heterogeneidad de los materiales y las condiciones de tensión para mejorar los modelos predictivos.

SIS-7

INVERSIÓN CONJUNTA DE RUIDO SÍSMICO AMBIENTAL Y EL MÉTODO DE LAS DOS ESTACIONES CON ONDAS SUPERFICIALES PARA MODELAR LA ESTRUCTURA CORTICAL Y DEL MANTO SUPERIOR EN EL OCCIDENTE DE MÉXICO

Pinzón López Juan Ignacio
Universidad de Guadalajara
juanpvmelak@gmail.com

En este trabajo se presentan resultados preliminares de la inversion conjunta de datos de ruido ambiental y ondas superficiales de eventos telesísmicos registrado por dos redes sísmicas de banda ancha en el occidente de México, MARS y CODEX. El objetivo principal es extraer las curvas de dispersión de grupo y de fase con ruido ambiental y en los largos periodos se utiliza el metodo de las dos estaciones para extraer curvas de dispersion de la fase con el fin de caracterizar la estructura cortical y del manto superior en esta región que es tectónicamente compleja. Inicialmente, se realiza la correlación cruzada de la fase del ruido sísmico entre pares de estaciones de ambas redes, lo cual permite obtener funciones empíricas de Green (EGFs) que simulan la respuesta impulsiva del medio entre las estaciones. A partir de estas EGFs, se extraen curvas de dispersión de velocidad de grupo y de fase mediante técnicas de análisis en el dominio tiempo-frecuencia. Posteriormente, se aplicará el método FMST de Rawlinson para construir mapas de dispersión en diferentes periodos los cuales permitirán observar la variabilidad lateral de las velocidades de ondas superficiales. Se procederá a realizar la inversión de las curvas de dispersión para obtener modelos 1D de velocidad en profundidad (Vs), que luego se integrarán para construir un modelo 3D de la región. Este enfoque combinado busca aprovechar al máximo la información contenida en el ruido ambiental para generar modelos sísmicos detallados, que contribuyan al entendimiento de la evolución geodinámica del occidente mexicano, incluyendo zonas de subducción, rifting y actividad volcánica.

SIS-8

EL CAMINO HACIA LA OBTENCIÓN DE UN MODELO CORTICAL 3D DE ALTA RESOLUCIÓN PARA EL BLOQUE JALISCO: JALRFDC

Aguilar-Velázquez Manuel J.[1], Pérez-Campos Xyoli[2] y Domínguez Luis A.[3]
[1]*The University of Tokyo*
[2]*Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization*
[3]*Instituto de Geofísica, UNAM*
manuel.aguilar.411@gmail.com

La inversión conjunta de funciones de receptor y curvas de dispersión puede emplearse como herramienta para obtener modelos corticales de velocidad de alta resolución. Esto se debe al uso de bandas gaussianas de alta frecuencia en las funciones de receptor, las cuales permiten resolver modelos unidimensionales para cada estación, incluyendo capas de hasta 1-2 km de espesor. Además, la distribución azimutal, determinada por las diferentes direcciones de llegada de los telesismos utilizados para el cálculo de las funciones de receptor, contribuye a este logro. La combinación de estos factores, junto con una densidad espacial adecuada de estaciones, permite la integración de múltiples modelos unidimensionales en un único modelo tridimensional con una resolución espacial hasta de 7.5 km, como se evidenció en el estudio de Aguilar-Velázquez et al. (2023) para el Valle de México. Con la finalidad de evaluar esta hipótesis sobre esta forma alternativa de obtener modelos de velocidades, se inició una búsqueda exhaustiva de redes permanentes o temporales cuya configuración permita replicar esta técnica. Gracias a los experimentos CODEX y MARS, en conjunto con algunas estaciones de la red del SSN, el bloque Jalisco se posiciona como un candidato natural para evaluar el método. Por lo tanto, este trabajo presenta los resultados de dicho análisis. Utilizando 5150 funciones de receptor y una familia de curvas de dispersión obtenidas de estudios previos en la zona, se llevó a cabo la inversión conjunta de funciones de receptor con curvas de dispersión. Esto demostró que es posible alcanzar una resolución vertical de hasta 2 km, con una resolución horizontal de 20 km en los puntos más profundos del modelo de velocidades. Dicha resolución horizontal disminuye hasta los 40 km en las partes más someras del modelo. Esta discrepancia entre las resoluciones horizontales se debe a la naturaleza de los trayectos que recorren los rayos de los telesismos antes de llegar a las diferentes estaciones sismológicas. En consecuencia, se presenta la primera versión del modelo "Velocity Model for the Jalisco Block from Receiver Functions and Dispersion Curves" (JALRFDC). Los resultados preliminares sugieren que JALRFDC, además de poseer las características descritas anteriormente, podría explicar anomalías geológicas y geofísicas asociadas a ciertas estructuras geológicas en el bloque Jalisco (por ejemplo, el Volcán y Graben de Colima). Aguilar-Velázquez MJ, Pérez-Campos X, Pita-Sllim O. Crustal Structure Beneath Mexico City From Joint Inversion of Receiver Functions and Dispersion Curves. J Geophys Res Solid Earth 2023;128. https://doi.org/10.1029/2022JB025047. The views expressed herein are those of the author(s) and do not necessarily reflect the views of the CTBTO Preparatory Commission.

SIS-9

¿GAP SÍSMICO DENTRO DEL BLOQUE JALISCO?

Gutiérrez Peña Quiriat Jearim[1], Zamora Camacho Araceli[1] y Espíndola Castro Juan Manuel[2]

[1]*Universidad de Guadalajara*

[2]*Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM*

quiriatj@gmail.com

En este trabajo presentamos la sismicidad ocurrida en el Bloque Jalisco para los años 2020, 2021 y 2022, para ello utilizamos una red sísmica local fruto de la colaboración de Universidad de Guadalajara, la UNAM y la Unidad de Protección Civil del estado de Jalisco, la cual cuenta con estaciones de banda ancha (Guralp) y de periodo corto (RaspberryShake 3D) distribuidas en el interior del Bloque Jalisco. Para localizar la sismicidad utilizamos el algoritmo clásico STA/LTA y posteriormente se corrigieron las fases sísmicas manualmente, se localizaron aproximadamente 2500 sismos con el software SEISAN, posteriormente relocalizamos los sismos con el algoritmo HYPODD para finalmente quedarnos con 1300 sismos, los cuales tienen errores en la horizontal y profundidad menores o iguales a 7km, y un RMS menor a 0.5 s. Los hipocentros se distribuyen sobre la trinchera Mesoamericana, pero en el 2021 detectamos una alineación de la sismicidad la cual coincide con la localización del graben Cotija, también percibimos una región donde la sismicidad es casi nula, analizando trabajos de otros autores notamos que esta carencia de sismos persiste. Aquí se discutirá los posibles escenarios que pueden causar esta anomalía.

SIS-10

EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE ALGORITMOS DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO EN LA DETECCIÓN DE RÉPLICAS DEL SISMO DE MICHOACAN-COLIMA (19 DE SEPTIEMBRE DE 2022)

Seneca Falcon Omar[1], Solano Hernández Ericka Alinne[2], Iglesias Mendoza Arturo[3], Castro Artola Oscar Alberto[4] y Bernal Manzanilla Karina[5]

[1]*Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático*

[2]*Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia, UNAM*

[3]*Instituto de Geofísica, UNAM*

[4]*División de Ciencias de la Tierra, CICESE*

[5]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*

omarsenecafalcon@gmail.com

El sismo de Michoacán-Colima del 19 de septiembre de 2022 (Ms 7.6, Mw 7.6) ocasionó daños severos en numerosos poblados y ciudades de ambos estados. Los efectos fueron exacerbados por una réplica significativa (Mw 6.7) ocurrida el 22 de septiembre. Para monitorear la actividad sísmica posterior, se desplegó una red de estaciones móviles equipadas con digitalizadores Reftek 130 y sismómetros Guralp 40T (configuraciones: 30 seg – 50 Hz, 2x800 V/m/s y 60 seg – 50 Hz, 2x400 V/m/s), las cuales se instalaron en ubicaciones estratégicas de la costa. Esta red operó desde el 22 de septiembre hasta el 8 de noviembre de 2022. En este estudio, se presenta un análisis preliminar comparando el desempeño de dos algoritmos de aprendizaje automático —PhaseNet y EQTransformer— en la detección automática de eventos sísmicos (potenciales réplicas) utilizando los datos obtenidos durante el periodo mencionado. El objetivo principal fue evaluar cuál de estos algoritmos ofrece una detección más precisa y robusta de replicas.

SIS-11

FURTHER EVIDENCE OF SEISMICITY IN THE SUBDUCTING COCOS PLATE AT A DEPTH OF ~ 100 KM BELOW NEVADO DE TOLUCA VOLCANO IN CENTRAL MEXICO

Singh Shri Krishna, Iglesias Arturo y Espíndola Víctor Hugo

Instituto de Geofísica, UNAM

krishnamex@yahoo.com

Seismicity in the subducted Cocos plate below central Mexico, defined by moderate and large earthquakes, ceases well before reaching the active volcanic front. Recently, an intraslab earthquake, which occurred on 19 May 2015 (Mw 3.3) at a depth of 98 km, was reliably located 38 km to the west of Nevado de Toluca Volcano. It provided evidence, for the first time from an earthquake, of the subducted slab at a depth of ~100 km below the volcano. Recordings of the event also revealed high attenuation of shear waves as they propagate through the mantle- wedge asthenosphere. Here we report on another intraslab event which occurred on 18 June 2025 (M w 3.2). The earthquake was located at a depth of 89 km, 34 km southwest of Nevado de Toluca and had normal-faulting focal mechanism. Recordings of the event exhibit large variability at high frequencies (f # 3 Hz) because of different site effects and Q. Under various reasonable assumptions we find very high attenuation of seismic waves (at f # 3 Hz) as they traverse through the Nevado de Toluca Volcano structure to a station in Toluca (TOVM). Q along this path is roughly half of what it is along paths to stations in the Mexican Volcanic Belt and to forearc stations. Detection of these events raises the issue of whether moderate and large intraslab earthquakes can occur below Toluca. Such an event may be highly damaging in the epicentral and the sprawling metropolitan area of the Valley of Mexico, a scenario similar to the earthquake of 19 September 2017 (M w 7.1).

SIS-12

IMPACTO DE CATÁLOGOS SÍSMICOS AUTOMÁTICOS EN LA TOMOGRAFÍA DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL

Bernal-Manzanilla Karina[1] y Calò Marco[2]

[1]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*

[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*

karinabernal@igeofisica.unam.mx

Los métodos automáticos basados en machine learning permiten construir catálogos sísmicos densos y consistentes. Modelos preentrenados ampliamente utilizados por la comunidad científica, como PhaseNet, pueden aplicarse sin reentrenamiento en nuevas regiones, aunque su desempeño puede verse afectado en entornos complejos como los volcanes. En este trabajo evaluamos el impacto de emplear catálogos automáticos de sismos locales del volcán Popocatépetl para realizar una tomografía sísmica del volcán. Procesamos datos registrados entre 2019 y 2024 por una red de 24 estaciones de banda ancha operadas por el CENAPRED, la UNAM y el SSN. Analizamos seis flujos de trabajo automáticos que integran las etapas de detección de fases P y S, asociación y localización de eventos. Para ello, utilizamos tres modelos de PhaseNet entrenados con distintos conjuntos de datos, dos algoritmos de asociación (GaMMA y PyOcto), y una versión mejorada de localización con NonLinLoc (NLL-SSST-Coherence). Se presentará una comparación del desempeño de cada flujo en el Popocatépetl. A partir de ellos, construimos un catálogo híbrido de eventos automáticos de alta calidad, filtrando según la calidad de los picados y las localizaciones. Posteriormente, realizamos una tomografía sísmica de dobles diferencias para obtener modelos de velocidad de las ondas P y S y relocalizaciones de los eventos. La resolución se evaluó mediante pruebas sintéticas tipo tablero de ajedrez y anomalías controladas, mostrando que la base de datos generada con este flujo de trabajo optimizado permite recuperar estructuras relevantes del subsuelo. Finalmente, presentaremos un nuevo modelo tomográfico del Popocatépetl con cobertura y resolución inéditas. Investigación realizada gracias al Programa UNAM-PAPIIT: IN103823 y al proyecto SECTEI/144/2024.

SIS-13

ANÁLISIS DE LAS SEÑALES SÍSMICAS CAUSADAS POR UN BÓLIDO QUE ATRAVESÓ EL CIELO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Iglesias Arturo, Singh Shri Krishna y Espíndola Castro Víctor Hugo

Instituto de Geofísica, UNAM

arturo@geofisica.unam.mx

La madrugada del 16 de abril, aproximadamente a las 03:48 (CST), un bólido atravesó el cielo de la Ciudad de México, generando un estruendo que, según reportes periodísticos, provocó fuertes vibraciones en ventanas y despertó a algunas personas. El fenómeno fue captado en video por diversas fuentes y también registrado por casi todas las estaciones pertenecientes a la red sísmica operada por el Servicio Sismológico Nacional del Instituto de Geofísica de la UNAM, ubicadas en la Ciudad de México y sus alrededores. Los tiempos de arribo de la señal no fueron compatibles con los que se esperarían de una fuente puntual (por ejemplo, una explosión), por lo que se evaluó la hipótesis de que la señal observada se originara a partir de la onda de choque generada por un cuerpo viajando a velocidad supersónica y con cierto ángulo de inclinación. El frente de onda generado en este caso tiene forma cónica y, al intersectar la superficie, produce un patrón hiperbólico en los tiempos de arribo. Para llevar a cabo el análisis bajo esta hipótesis, se empleó un método propuesto previamente por Pujol et al. (2005, 2006), que consiste en una inversión para estimar el azimut, la inclinación y la velocidad del bólido, ajustando los tiempos observados a los tiempos calculados mediante combinaciones de estos tres parámetros. En nuestro caso, la inversión linealizada por mínimos cuadrados, tal como se plantea en los artículos mencionados, no condujo a una solución satisfactoria, ya que en algunos casos los residuales eran considerablemente altos. Por ello, se optó por implementar una solución alternativa a partir del problema directo, utilizando el método de cristalización simulada, el cual ofreció un mejor ajuste que el método linealizado. Los parámetros obtenidos mediante esta inversión fueron los siguientes: • Azimut de la trayectoria: 50° en sentido suroeste-noreste • Velocidad: 20 Mach • Inclinación: 48° La trayectoria determinada es consistente con las observaciones registradas por cámaras que captaron el fenómeno (por ejemplo, el video de Guadalupe Cordero para UNAM Global).

SIS-14

REALIZACIÓN DE UN EXPERIMENTO CONTROLADO CON EL OBJETIVO DE CARACTERIZAR MOVIMIENTOS GRAVITACIONALES DE MASA

Ramírez Vega Karla Guadalupe[1], Flores Márquez Elsa Leticia[2] y Suriñach Cornet Emma[3]
[1]Universidad Nacional Autónoma de México
[2]Instituto de Geofísica, UNAM
[3]Facultat de Ciències de la Terra, Universitat de Barcelona (UB)
karlup@comunidad.unam.mx

Los Movimientos Gravitacionales de Masa (MGM) son fenómenos impredecibles y caóticos que han sido analizados mediante diferentes técnicas, particularmente indirectas, siendo las señales sísmicas las mayormente usadas y con las cuales, se han logrado comprender y medir algunas características de su dinámica. Sin embargo, una de las problemáticas a enfrentar durante la caracterización de MGM, es la dificultad para correlacionar las respuestas de amplitud y frecuencia de la señal sísmica registrada, con el fenómeno físico que conllevan los MGM. Realizar experimentos a escala, en condiciones similares a la realidad, en donde se pueden controlar factores como la pendiente, distancia recorrida por la masa, cantidad y tipo de material derramado, la distancia de los sensores al paso de la masa, y la frecuencia de muestreo de los sensores, permite correlacionar lo que se observa en la señal sísmica generada durante el experimento con la dinámica interna del deslizamiento. En este trabajo, se muestran los resultados obtenidos a partir de un experimento en donde se simuló la ocurrencia de un MGM en una zona rural del Estado de México. Para llevarlo a cabo, se utilizaron sensores sísmicos de tres componentes y cámaras de video, esto con la finalidad de comparar la imagen de video con parámetros de frecuencia y amplitud obtenidos a partir de las señales sísmicas. Se caracterizaron dos MGM diferentes: rocas rodadas y derrame de arenas de diferentes granulometrías. Las señales obtenidas se procesaron y analizaron con diversos métodos, como son la Transformada Hilbert Huang, el Espectrograma y Wavelets. Los resultados obtenidos a partir del análisis de las señales sísmicas, concuerdan con observaciones obtenidas del análisis de señales sísmicas generadas por eventos naturales de caídas de roca, lahares y aludes de nieve previamente analizados.

SIS-15

EXPLORING SUBSURFACE STRUCTURES AND SEISMIC RISKS IN MESOAMERICAN HERITAGE SITES: A STUDY OF MITLA AND TEOTITLÁN DEL VALLE

Cárdenas-Soto Martín[1], Sánchez-González Jesús[2], Escobedo-Zenil David[1], Martínez-González José A[2], Cifuentes-Nava Gerardo[3], Argote-Espino Denisse L[4] y Pacheco-Arias Leobardo D[4]
[1]Facultad de Ingeniería, UNAM
[2]Posgrado en Ingeniería, UNAM
[3]Instituto de Geofísica, UNAM
[4]Instituto Nacional de Antropología e Historia, INAH
martinc@unam.mx

In various pre-Hispanic areas of Mesoamerica, the erection of temples or elite edifices was fundamentally associated with ceremonial spaces that enabled interaction among deities, ancestors, and the living. Underneath the structures of specific ancient cities, including Monte Albán, Palenque, and Mitla, there were subterranean areas that occasionally functioned as burial chambers for rulers or other high-ranking individuals. The Spanish conquest and subsequent colonization concealed tombs and passageways that remain unexamined to this day. A recent moderate subduction earthquake caused minor damage in Mitla and other adjacent pre-Hispanic locales, including Teotitlán del Valle, highlighting the imperative to evaluate seismic risk in the region to safeguard these sites. This is especially relevant to the structural integrity of these archaeological sites, which include columns, walls, and the famous lintels. This study employs ambient seismic noise recorded by quadrangular arrays comprising 72 vertical 4.5 Hz geophones and triaxial seismographs. We analyze the subsurface Vs structure utilizing seismic interferometry and assess seismic site amplifications through the HVSR method to evaluate the seismic response at the Mitla and Teotitlán sites. The findings indicate regions with resonances, where their lateral distribution implies the presence of potential irregular cavities with pseudo depths under 10 meters. Ambient noise tomography reveals a low-velocity zone beneath a colonial church, constructed over an ancient ceremonial plaza, which historical records and oral traditions link to a portal of the Zapotec underworld. Our ambient vibration measurements reveal substantial amplification effects that must be considered. The Mitla and Teotitlán churches demonstrate structural susceptibility owing to their vibration frequencies, presenting a risk of damage.

SIS-16

GROUND MOTION AT THE WORLD HERITAGE ARCHAEOLOGICAL SITE OF MONTE ALBÁN, OAXACA, MEXICO DURING RECENT DAMAGING EARTHQUAKES

Singh Shri Krishna[1], Iglesias Arturo[1], Arroyo Danny[2], Ordaz Mario[3], Alcántara Leonardo[3] y Almora David[1]
[1]Instituto de Geofísica, UNAM
[2]Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapozalco
[3]Instituto de Ingeniería, UNAM
krishnamex@yahoo.com

Archaeological site of Monte Albán, Oaxaca, a testimony to the grandeur of Zapotec civilization, suffered significant damage during the earthquakes of 30 September 1999 (Mw 7.5, R = 130 km) near Puerto Escondido, and 8 September 2017 (Mw 8.2, R = 383 km) offshore Chiapas. As large subduction thrust earthquakes along the Pacific coast of Oaxaca and intraslab events in the subducted Coos plate below the continent are relatively frequent, it follows that the archeological zone has been subjected to severe ground motion innumerable number of times. To adequately strengthen the monument against damage during future events, it is most desirable to know the ground motion at Monte Albán during previous large earthquakes, especially those of 1999 and 2017. Unfortunately, there is no on-site recording of these events. There is, however, an accelerographic station, OXLC, 7 km from the site, which recorded six large earthquakes of interest since 1999. If we know the spectral amplification of ground motion at sites in Monte Albán with respect to OXLC then the recordings at OXLC can be used to estimate the ground motion at Monte Albán through the application of random vibration theory. A 12-channel strong-motion network was in operation intermittently between 2004 and 2019 at Monte Albán. The sensors were installed at the base, mid-height, and top of North Platform. Many moderate earthquakes were simultaneously recorded by the network and at OXLC. Spectral ratios of the motions at different levels of the North Platform and at OXLC provide the desired amplifications. We use these spectral ratios to estimate ground motions at Monte Albán during the six large earthquakes. The estimated peak horizontal ground accelerations, (PGA)H, at the base of the platform during the 1999 and 2017 events are 137 and 129 cm/s2, respectively. Estimated (PGA)H during the Huatulaco earthquake of 23 June 2020 (Mw, R = 154 km) is about the same as during the 1999 events; in fact, peak velocity (PGV), and displacement (PGD) values are greater. Yet there is no report of damage during 2020. A likely explanation is that the recovery and conservation efforts following the 2017 earthquake had adequately strengthened the vulnerable structures so as not to suffer damage during 2020. The damage at Monte Albán seems to occur if (PGA)H exceeds ~ 120 cm/s2 at the base; such motion has an estimated return period of ~ 20 yrs. A rough estimate of (PGA)H at the base during the 15 January 1931 (M 7.8) earthquake, which devastated the city and state of Oaxaca, is 480 cm/s2; this motion is expected to exceed once every 100 yrs. Reports of damage to Monte Albán in 1931 are scarce because much of the monument was little more than rubble. Extrapolation of the limited period of observation, which, therefore, should be taken with caution, suggests that acceleration of 1 g at the base may exceed every 1000 yrs. This may have happened during the great, interface, Oaxaca earthquake of 1787

SIS-17

ESTUDIO DE LOS ESFUERZOS Y PATRONES SÍSMICOS ANTES DEL TERREMOTO DE MAGNITUD 7.8 DE OAXACA DE 1978

Núñez Cornú Francisco Javier
Universidad de Guadalajara
fcornu@cuc.udg.mx

Para estudiar los patrones espaciotemporales de los sismos locales mb < 4.0, se instaló una red sísmica local de seis sismógrafos de papel ahumado en la costa de Oaxaca tres semanas antes del sismo del 29 de noviembre de 1978, M=7.8, como parte de un proyecto de investigación entre el Instituto de Geofísica de la UNAM y el Instituto Tecnológico de California. Este estudio tuvo como objetivo obtener información relevante sobre la Brecha Sísmica de Oaxaca propuesta por Kelleher et al. (1973). Durante este periodo, se localizaron 339 sismos, con un rango de magnitud de coda de 1.0 a 4.4; la mayor parte de la sismicidad se concentra entre la línea de costa y la Falla de Chacalapa. Las profundidades de los precursores se encuentran principalmente entre 10 y 35 km, básicamente en la corteza continental. Observamos una alineación NS de la sismicidad a 96.6° (al este del epicentro del sismo). Se observan dos grupos de sismicidad: uno a 25 km al suroeste del epicentro y otro a 45 km al oeste. Se observan imágenes del período de quiescencia centrado en el epicentro del evento principal en los perfiles NS y EW. Mediante mecanismos focales compuestos, se presenta un análisis de la variación de las tensiones previas en la zona epicentral del Terremoto.

SIS-18

CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA SISMOGÉNICA EN LA ZONA DE SUBDUCCIÓN DE OAXACA Y CHIAPAS, MÉXICO

Martínez López Maria del Rosario y Suárez Gerardo
Universidad Nacional Autónoma de México
rosariomar55@hotmail.com

En la zona de subducción de Oaxaca y Chiapas han ocurrido en los últimos 120 años los sismos de 1928 (Ms 7.5; 7.6; 7.4; 7.5), 1965 (Mw 7.4), 1968 (Mw 7.3), 1970 (Mw 7.3), 1978 (Mw 7.6), 1993 (Mw 7.2), 1995 (Mw 7.3), 1996 (Mw 7.1), 2018 (Mw 7.2), 2012 (Mw 7.5), 2012 (Mw 7.4) y 2020 (Mw 7.4). En este trabajo se presentan los resultados del análisis de la zona de subducción de Oaxaca y Chiapas a partir del análisis de sismicidad, mecanismos focales y zonas de ruptura de los sismos más grandes que han ocurrido en esta región. La sismicidad y los mecanismos focales observados definen tres segmentos generales de la geometría de la placa: las regiones de Puerto Escondido-Huatulco, Tehuantepec y Chiapas. Los resultados sugieren un aumento gradual del ancho de la zona de contacto sismogénico desde Oaxaca hacia la zona de subducción de Chiapas. Las zonas de ruptura de los sismos que han ocurrido a partir de 1978 (Mw 7.6) hasta la fecha permiten identificar segmentos que no han roto y donde se podrían generar sismos de magnitud importante. El gap de Tehuentepec se encuentra limitado al oeste por la zona de ruptura del evento de 2020 (Mw 7.4) y al este por la zona de ruptura del evento de 1993 (Mw 7.2). Por lo que nuestros resultados nos permiten identificar todo el segmento del gap de Tehuantepec que no ha roto y determinar el potencial de la magnitud máxima que se esperaría en la región, si rompiera en un solo evento como se ha observado en otras zonas de subducción en el mundo. En lo que respecta a la zona de subducción de Chiapas no ha ocurrido un sismo interplaca de magnitud mayor a Mw 7.4 desde 1900. Por lo que la zona de subducción de Chiapas se podría deslizar un un solo evento con una magnitud máxima de Mw 8.0. Así, esta zona de estudio tiene un alto potencial sísmico.

SIS-19

DETRENDED FLUCTUATION ANALYSIS FOR CHARACTERIZING VOLCANIC TREMOR PRIOR TO ERUPTIONS

González Huizar Héctor[1], Castro Morales Jorge D.[1] y Mariani Maria[2]
[1]*Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE*
[2]*University of Texas at El Paso*
hgonzalez@cicese.mx

The analysis of the seismic signals recorded near volcanoes is one of the most effective tools for predicting volcanic eruptions. During the onset of the eruptive process, an increment in the seismic activity is usually observed. In this study, we use the detrended fluctuation analysis (DFA) method to characterize the seismic energy recorded in seismograms preceding volcanic eruptions. We used seismograms from three different active stratovolcanoes: the Mount Pavlof and Mount Shishaldin in Alaska, USA, and the Bezymianny volcano in Kamchatka, Russia. We present our preliminary result on how the variations in seismic energy, characterized using the DFA scaling exponent (#), can serve as the basis for developing new volcanic eruption alert algorithms based on the fluctuation analysis methods.

SIS-20

MAGNITUDES SÍSMICAS: VALOR B Y ENTROPÍA

Nava Pichardo Fidencio Alejandro
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
fnava@cicese.mx

Para muchos aspectos sismológicos es importante la distribución de las magnitudes sísmicas, usualmente caracterizada por el valor b de la distribución Gutenberg-Richter. Esta distribución cumulativa y reversa es equivalente a una función de distribución de probabilidad exponencial y como tal es posible calcular su entropía de Shannon. Se encuentra una relación analítica cerrada entre la entropía y el valor b, pero, dado que ambos parámetros son estimados usando métodos distintos y que las estimaciones dependen del tamaño de la muestra, la comparación entre ambas estimaciones es útil para determinar si la muestra es representativa.

SIS-21

VARIABILIDAD DE LA INTENSIDAD PRODUCIDA POR TERREMOTOS SUPERFICIALES EN EL NORTE DE LOS ANDES: ANÁLISIS DEL TÉRMINO DE LA FUENTE

Martínez Daniel[1], Zúñiga F. Ramón[2] y Kotha Sreeram Reddy[3]
[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*Instituto de Geociencias, UNAM*
[3]*ISTerre, Université Grenoble Alpes*
danmartinezjar@geociencias.unam.mx

Los terremotos dentro de las zonas continentales causan un número significativo de pérdidas humanas y económicas en todo el mundo. El estudio de la fuente sísmica es un paso fundamental para evaluar la amenaza causada por este fenómeno. El contexto tectónico de la región se caracteriza por la subducción de las placas de Nazca y del Caribe por debajo de la placa continental de América del Sur. Esta última está compuesta por un conjunto de bloques tectónicos que interactúan entre sí, produciendo deformación cortical y una región continental activa bajo un régimen de transpresión. En este estudio analizamos la variabilidad del movimiento del suelo asociada a los terremotos a lo largo de los sistemas de falla que dan origen a las principales fuentes sísmicas de los Andes del Norte, las cuales definen los límites de estos bloques tectónicos en la cordillera más larga del mundo. Utilizamos un conjunto de datos de aproximadamente 7,000 terremotos con sus respectivos registros de aceleración. Se verificaron las aceleraciones con Modelos de Movimiento del Suelo (GMM, por sus siglas en inglés) para ajustar estadísticamente los datos e identificar el modelo que mejor representa el movimiento del suelo en la región. Posteriormente, cuantificamos la variabilidad del movimiento del suelo —específicamente la variabilidad entre eventos (delta Be) y la variabilidad entre localidades tectónicas (delta L2L)— para identificar patrones espaciales y delimitar segmentos de falla con comportamientos similares. Este enfoque nos permite caracterizar el comportamiento sísmico de las fallas a lo largo de la parte norte de la Cordillera de los Andes. Además, se ha correlacionado el delta Be con parámetros del terremoto, como la caída de esfuerzo (stress drop), lo que lo convierte en un posible indicador para distinguir el comportamiento de las fallas, como segmentos con deslizamiento lento (creeping) frente a segmentos trabados (locked) a lo largo de fallas principales. También analizamos otros parámetros de fuente y exploramos cómo estos se relacionan con la complejidad estructural de la región.

SIS-22

TOWARDS A NOVEL ROBUST SLIP INVERSION FRAMEWORK ON NON-PLANAR 3D FAULTS: APPLICATION TO THE ILLAPEL 2015 EARTHQUAKE

Ortega-Culaciati Francisco[1], Ruiz Javier[2], Benavente Roberto[3], Rivera Luis[4] y Yoshioka Shoichi[5]
[1]*Departamento de Geofisica, FCFM, Universidad de Chile, Chile; Data Observatory Foundation, ANID Technology Center No. DO210001, Chile.*
[2]*Departamento de Geofisica, FCFM, Universidad de Chile*
[3]*Departamento de Ingenieri#a Civil, Universidad Cato#lica de la Santi#sima Concepcio#n, Chile*
[4]*Institut Terre et Environnement, UMR7063, CNRS-Université de Strasbourg, France*
[5]*Department of Planetology, Kobe University, Japan*
ortega.francisco@uchile.cl

As part of the ongoing FONDECYT-ANID (Chile) 1231684 QUEST project (Quantification of Uncertainty and ESTimation of fault slip using non-planar faults and the EPIC), we are developing a novel inversion framework for the kinematic characterization of earthquake rupture on realistic, non-planar three-dimensional fault geometries. The methodology employs a triangulated fault mesh and a continuous space-time slip representation using tent basis functions, allowing for improved resolution of complex rupture patterns. A central innovation is the integration of the EPIC (Equal Posterior Information Condition) regularization scheme, which applies spatially and temporally adaptive smoothing based on the sensitivity of the data. This approach reduces inversion artifacts, enhances model stability, and improves the physical interpretability of the inferred rupture process. In parallel, we have developed MUSE (Multiscale Slip Estimation), an alternative approach that captures the spatial variability of data sensitivity by adaptively selecting the local scale of representation from a dictionary of basis functions. Additionally, epistemic uncertainties related to fault geometry and elastic structure are explicitly incorporated into the forward modeling framework. We apply the methodology to synthetic and observed datasets. Current efforts focus on applying this framework to the 2015 Mw 8.4 Illapel earthquake, aiming to produce a physically consistent and uncertainty-aware rupture model of this key megathrust event in central Chile.

SIS-23

AUTOMATIC SEISMIC EVENT DETECTIONS IN THE AEOLIAN ARCHIPELAGO (SOUTHERN TYRRHENIAN SEA, ITALY)

Granados Chavarria Ivan[1], Di Luccio Francesca[1] y Calò Marco[2]
[1]INGV Roma, Italy
[2]Universidad Nacional Autónoma de México
ivan.granadoschavarria@ingv.it

The Aeolian volcanic archipelago (southern Tyrrhenian Sea, Italy) formed as a result of the subduction of the African plate beneath the European plate, leading to the development of a back-arc basin that also hosts different volcanic activity. This geological framework results in a complex tectonic setting including strike-slip, compressional and extensional regimes. Volcanism and seismicity in this region are mainly controlled by the Aeolian-Tindari-Letojani (NNW–SSE) and the Sisifo-Alicudi (WNW–ESE) fault systems, which generate seismicity down to ~40 km of depth. In 2025, two relevant seismic sequences occurred: 1) SSE of Alicudi (the westernmost island of the Archipelago) in February, and 2) SSW of Salina to the east in June. Using the continuous records from the temporary broadband seismic network of the CAVEAT project (Central-southern Aeolian islands: Volcanism and tEAring in the Tyrrhenian subduction system) and from the permanent network operated by INGV, we enhanced the detection of small magnitude events since all stations provide a better azimuthal coverage. We applied machine learning techniques for automatic phase picking and phase association, and for the location, we tested different velocity models to better constrain the depth distribution and source mechanisms of the events. The increase in the number of detected seismic events allows a more detailed characterization of seismicity across the Aeolian archipelago allowing us to discriminate between different tectonic structures for a better understanding of the shallow processes occurring in this complex geological setting. This study is funded by the INGV Pianeta Dinamico project 2023-2025 CAVEAT (grant no. CUP D53J19000170001) supported by the Italian Ministry of University and Research "Fondo finalizzato al rilancio degli investimenti delle amministrazioni centrali dello Stato e allo sviluppo del Paese", legge 145/2018, in collaboration with UNAM and the University of Geneva. The CAVEAT Team: M. Lupi (3), M. Palano (4), A. Antonioli (1), S. Bagh (1), I. Cabrera Perez (3), C. Castellano (1), F. Criscuoli (1), L. Cucci (1), P. De Gori (1), D. Famiani (1), A. Gattuso (5), A. Govoni (1), E.A. Jiwani-Brown (3), A. Marchetti (1), J. Porras- Loria (3), T. Ricci (1), A. Scaltrito (6), L. Scognamiglio (1), A. Ursino (6), L. Valoroso (1), G. Ventura (1)

SIS-24

A CLEARER VIEW OF THE CURRENT PHASE OF UNREST AT CAMPI FLEGREI CALDERA

Tan Xing[1], Tramelli Anna[2], Gammaldi Sergio[2], Berosa Gregory C.[1], Ellsworth William L.[1] y Marzocchi Warner[3]
[1]Geophysics Department, Stanford University; Stanford, 94305 CA, United States of America
[2]Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Osservatorio Vesuviano
[3]Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse, Universita degli Studi di Napoli Federico II; Napoli, Italy
tanx@stanford.edu

Campi Flegrei is the most populated caldera in the world and is currently in an unrest phase since 2005. This unrest is characterized by a slow uplift, a change in the composition of fumarole emissions, and an increment in the seismicity. In particular, the rate of earthquakes with Md>=0 increased from 45 events/year between 2006 and 2018 to 573 events/year between 2019 and 2022, reaching 2699 events/year in 2023. Such an increment in seismicity calls for algorithms that can help with manual activities in detecting earthquakes. In this study, we applied a machine learning-based workflow to analyze Campi Flegrei caldera's seismic activity recorded from 21/1/2022 –20/03/2025 using continuous waveforms from 49 seismic stations. We used a retrained version of PhaseNet, a deep learning-based phase picker, for phase picking, and GaMMA-1D to associate seismic events. We then used VELEST, and TomoDD to locate and relocate the events incorporating the local 3D velocity model. The final catalog includes 54000 events, including two Md4.6 earthquakes, the largest recorded at Campi Flegrei caldera in the past 40 years. The enriched catalog illuminated multiple faults, in particular the ones bordering the currently resurgent dome, and the fault system beneath Pozzuoli, Sofatara, and Pisciarelli. Notably, it evidence very shallow seismicity beneath Solfatara and Pisciarelli, likely connected to the hydrothermal system, characterized by a fault system extending in the SW-NE direction. In addition, the distribution of seismicity indicates that this ring fault system is shallower in the northern sector and deepens towards the southern sector.

SIS-25 CARTEL

EVALUACIÓN DE SENSORES SHAKEBOT (MEMS) PARA DETERMINAR PERIODOS NATURALES DE VIBRACIÓN DE SITIO DE LA RED SÍSMICA DE LA UABC

Ortega Díaz Lesny[1] y Ramírez Ramos Erik Esteban[2]
[1]Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP
[2]Universidad Autónoma de Baja California
lesny.ortega@alumno.buap.mx

Mexicali se encuentra en una de las regiones sísmicamente más activas de México, donde la comprensión del comportamiento dinámico del suelo es prioritaria para la reducción del riesgo y la planeación urbana. La Universidad Autónoma de Baja California (UABC) ha instalado una red de sensores SARA SHAKEBOT (MEMS) en el Valle de Mexicali, B.C., para la determinación de aceleraciones pico en escenarios de sismo (M>3.5). Como parte de los datos de caracterización de sitio en cada estación es necesario la determinación de periodos naturales de vibración, estimado mediante la técnica H/V Con el objetivo de generar un sistema de monitoreo accesible, en tiempo real y de bajo costo. El propósito de este trabajo es evaluar la capacidad de los sensores SHAKEBOT MEMS para estimar periodos naturales de vibración, contrastando sus resultados con los obtenidos mediante sensores de banda ancha y de fuerza balanceada, considerados como referencia por su alta sensibilidad. La red analizada incluye actualmente nueve estaciones SHAKEBOT MEMS y sensores de mayor resolución, todos operando de manera sincronizada y con respaldo energético. Los registros fueron adquiridos en formato SAC mediante la plataforma SARA, procesados en SEISAN y analizados con Geopsy bajo los lineamientos del proyecto SESAME (2004). Un evento de magnitud 2.7 registrado el 12 de junio de 2025 permitió validar la respuesta instrumental en condiciones reales. Los resultados muestran que, mientras los sensores de banda ancha identifican con claridad picos espectrales asociados al periodo fundamental del suelo, los sensores SHAKEBOT MEMS presentan curvas H/V más dispersas y con picos poco definidos, reflejando limitaciones en su sensibilidad frente a vibraciones ambientales de baja amplitud. Sin embargo, demostraron un buen desempeño en la detección de aceleraciones significativas durante sismos, lo que resalta su utilidad en redes de alerta y monitoreo en tiempo real. Se concluye que los sensores SHAKEBOT MEMS representan una herramienta valiosa para la expansión de redes sísmicas comunitarias y la vigilancia de movimientos fuertes, gracias a su bajo costo y fácil instalación. No obstante, para estudios de microzonificación y caracterización detallada del suelo, resulta indispensable complementarlos con sensores de banda ancha. Esta integración permitiría avanzar hacia sistemas híbridos que combinen cobertura amplia y precisión local, fortaleciendo la resiliencia sísmica en zonas de alto riesgo como Mexicali.

SIS-26 CARTEL

COMBINACIÓN DE MÉTODOS SÍSMICOS MASW ACTIVOS Y PASIVOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE SITIOS URBANOS EN PUERTO VALLARTA

Roque González Trinidad Alexis, Escudero Ayala Christian Rene, Gutiérrez Peña Quiriat Jearim y Salgado Martínez Hafid
Centro Universitario de los Valles, Universidad de Guadalajara
trini.roque08@gmail.com

Trinidad Alexis Roque González, Christian Rene Escudero Ayala, Quirian Jearim Gutierrez Peña, Hafid Salgado Martínez Universidad de Guadalajara Este proyecto investiga la caracterización sísmica de cuatro zonas urbanas en Puerto Vallarta, México, mediante la aplicación combinada de técnicas activas y pasivas de Análisis Multicanal de Ondas Superficiales (MASW). Puerto Vallarta, situado sobre un complejo aluvión cuaternario y expuesto a un riesgo sísmico significativo debido a su ubicación en la costa del Pacífico y su rápida expansión urbana, requiere una evaluación geotécnica robusta para fundamentar la mitigación de riesgos y la planificación urbana. El enfoque experimental implica la adquisición de datos MASW de fuente activa (mediante arreglos de geófonos lineales e impactos superficiales) y registros de vibración ambiental de campo de ondas pasivo (mediante arreglos temporales de sismómetros). El procesamiento de datos incorporará preprocesamiento avanzado de señales, extracción de curvas de dispersión y cuantificación de la incertidumbre mediante herramientas de código abierto como swprocess y Geopsy. La metodología se enriquecerá mediante estrategias de inversión conjunta que combinan la dispersión de ondas de Rayleigh y las funciones de elipticidad de la relación espectral horizontal-vertical (HVSR). Los resultados esperados incluyen perfiles Vs y períodos fundamentales del sitio para cada ubicación, lo que permite delinear zonas de amplificación sísmica y susceptibilidad a la resonancia en comparación con las tipologías de edificación locales y las condiciones del suelo. Se anticipa que la integración de MASW activo y pasivo reducirá las incertidumbres en los datos de dispersión, produciendo modelos de respuesta del sitio más confiables en una gama de entornos urbanos con condiciones variables de ruido antropogénico y geológico. Las posibles conclusiones e implicaciones de este trabajo incluyen la identificación de áreas en Puerto Vallarta con pronunciados efectos de amplificación y resonancia del sitio, lo que informará directamente las estrategias de gestión del riesgo sísmico, las actualizaciones del código de construcción y los esfuerzos de

microzonificación. El proyecto demostrará la viabilidad y los beneficios de combinar MASW activo y pasivo para la caracterización de sitios urbanos en ciudades latinoamericanas, proporcionando un modelo para evaluaciones multidisciplinarias similares en otras regiones sísmicamente vulnerables.

SIS-27 CARTEL

ANÁLISIS DE SISMOS EN EL SEGMENTO NORTE DE LA DORSAL DEL PACÍFICO ORIENTAL, ENTRE LAS ZONAS DE FRACTURA DE CLIPPERTON Y SIQUEIROS

Solano Hernández Ericka Alinne[1], Hjörleifsdóttir Vala[2] y Pérez-Campos Xyoli[3 y 4]

[1]*Escuela Nacional de Estudios Superiores unidad Morelia, UNAM*
[2]*Reykjavik University*
[3]*Instituto de Geofisica, UNAM*
[4]*Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization*
esolano@enesmorelia.unam.mx

Las fallas transformantes oceánicas y las dorsales oceánicas se encuentran entre las estructuras tectónicas más prominentes del piso oceánico. Las fallas transformantes son regiones donde existen complejos regímenes de esfuerzos compresivos y extensivos que afectan el movimiento entre placas. Aunque a nivel mundial estas zonas son las que concentran gran parte de la actividad sísmica, esto no se ve reflejado en los catálogos de sismicidad debido a su distancia a estaciones sísmicas, generalmente instaladas en tierra firme. El conocimiento de estas zonas se obtiene de dos fuentes: sismos de magnitud considerable que son bien registrados en estaciones sismológicas y por experimentos temporales que colocan instrumentos en el fondo del océano. Adicionalmente, a nivel mundial, sólo alrededor del ~15% del deslizamiento en fallas transformantes oceánicas es por sismos (Boettcher y Jordan, 2004). Entonces, el deslizamiento restante podría ser por movimientos asísmicos (Aderhold y Abercrombie, 2016) o por sismos de menor magnitud que no son detectados o sismos deficientes en altas frecuencias (P emergente). Nuestra zona de estudio es la dorsal del Pacífico oriental (East Pacific Rise, EPR) en los alrededores de las zonas de fractura de Clipperton (~ 10°15′ N) y Siqueiros (~8°15′ N), donde realizamos la detección y localización de eventos sísmicos a través de una metodología de detección de eventos no impulsivos usando la forma de onda completa basada en los métodos adjuntos y la retroproyección del campo de ondas (Solano et al., 2017; Solano, 2018); y otra metodología de filtro adaptativo, EQcorrscan (Chamberlain et al., 2017), para agilizar el proceso de detección, seleccionando una forma de onda patrón sobre los datos de las estaciones. “The views expressed herein are those of the author(s) and do not necessarily reflect the views of the CTBTO Preparatory Commission.”

SIS-28 CARTEL

ANÁLISIS PRELIMINAR DE LOS SISMOGRAMAS HISTÓRICOS REGISTRADOS A DISTANCIAS REGIONALES DURANTE EL SISMO DEL 7 DE JUNIO DE 1911 (M7.6), EN MICHOACÁN, MÉXICO

Garnica Gutiérrez Naixe Sofía[1] y Santoyo García Galiano Miguel Angel[2]

[1]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
[2]*Instituto de Geofisica, UNAM*
sofia_garnica@comunidad.unam.mx

La Sismología Histórica en México previa a la década de 1980 está contenida en registros analógicos de papel ahumado o tinta, los cuales contienen información única y valiosa para caracterizar las principales zonas sismogénicas del país. El análisis de estos sismogramas históricos enfrenta el desafío doble de la diversidad instrumental de los primeros sismógrafos mecánicos y el deterioro físico al medio de almacenamiento, lo que introduce incertidumbres en la obtención de datos cuantitativos. Este proyecto se centra en el estudio del sismo del 7 de junio de 1911 (M7.6) en Michoacán, utilizando su único registro histórico en papel ahumado preservado en la estación Mérida (MYIG) perteneciente a la red del Servicio Sismológico Nacional, actualmente operado por el Instituto de Geofísica , resguardado en la Biblioteca Conjunta de Ciencias de la Tierra (BCCT) de la UNAM. La metodología implica la preservación digital del sismograma mediante el software Tiitba, diseñado específicamente para visualizar, digitalizar y procesar imágenes de alta resolución de estos sismogramas. El proceso consiste en la vectorización de las formas de onda para generar un archivo ASCII, seguido de la aplicación de correcciones fundamentales para compensar la inclinación de la línea base, el efecto de curvatura del sismograma y, la respuesta instrumental del sismógrafo Wiechert utilizado en esa época. Se realiza un análisis comparativo para identificar el posible mecanismo focal de este evento histórico de 1911. Para lograr esto, se comparan las formas de onda en sus dos componentes horizontales disponibles (EW, NS) corregidas, con registros de sismos recientes de magnitudes (M#6) en la misma región; i.e., con los ocurridos el 19 de septiembre de 2022 (M7.7) y el 12 de enero de 2025 (M6.1), registrados en la misma estación MYIG pero con sismómetros de banda ancha. A estos registros modernos se les incorpora la respuesta del instrumento Wiechert para establecer una comparación homogénea. Este análisis comparativo permitirá obtener resultados preliminares sobre las características de la fuente de este importante sismo histórico.

SIS-29 CARTEL

MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE LA CABECERA MUNICIPAL DE AMECA Y SAN ANTONIO MATUTE JALISCO UTILIZANDO EL MÉTODO H/V Y MASW

De la Rosa Luis Eduardo[1], Gutiérrez Peña Quiriat Jearim[1], Domínguez García Rodolfo Omar[1], Calderón Magallón José Paúl[1], Delgadillo Jauregui Néstor Fernando[1] y Delgado Millán Sandra Mónica[2]

[1]*Universidad de Guadalajara*
[2]*UAEMEX*
luis.delarosa4436@alumnos.udg.mx

Se utilizó los métodos de H/V o método de Nakamura y MASW en las cabeceras municipales de Ameca y San Antonio Matute Jalisco, con el objetivo de realizar la microzonificación sísmica de dichos lugares. Se realizó una malla de 30 puntos tratando que la distancia máxima entre ellos sea aproximadamente 500-1000 m. En cada punto se medió alrededor de una hora de ruido sísmico para obtener el periodo fundamental de vibración del suelo de cada sitio; al mismo tiempo se utilizó el método MASW en cada sitio. Esto nos permitió obtener un modelo de velocidades de onda S y por lo tanto determinar la rigidez del suelo de medición. Como resultado obtuvimos un mapa con el periodo fundamental del suelo y otro mapa con el parámetro VS30 para la región, con estos analizamos la probabilidad de presentarse el fenómeno de resonancia sísmica en algunos edificios ante la presencia de un sismo.

SIS-30 CARTEL

ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LA SISMICIDAD DE UN ÁREA DEL OESTE DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Vázquez Díaz Diego Fernando[1], Martín del Pozzo Ana Lillian[2] y Chávez Hernández Omar Cristian[1]

[1]*ESIA TICOMAN, Instituto Politécnico Nacional, IPN*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
vzquez.dfd@gmail.com

La Ciudad de México es una región con características geológicas y tectónicas complejas debido a su ubicación dentro de la Faja Volcánica Transmexicana. La investigación se centra en el análisis integral de la sismicidad, en el periodo de tiempo desde 1974 hasta 2024, en un área al oeste de la CDMX, estudiando sus principales características como lo profundidad, magnitud, distribución espacial y temporal y su relación con fallas activas de los eventos. El análisis se apoya en el uso de la ley de Gutenberg-Richter, utilizada para estimar la frecuencia de ocurrencia de sismos con base en su magnitud. También se incluye la distribución de Poisson, que permite calcular la probabilidad de ocurrencia de un evento sísmico en un periodo dado. Ambos enfoques son fundamentales en la evaluación del peligro sísmico probabilístico. Por último, se presentan antecedentes de sismicidad reciente en la región, destacando secuencias sísmicas locales registradas en 1981, 2019 y 2023, principalmente en la zona de la Sierra de las Cruces. Estas secuencias han sido analizadas mediante el cálculo de los mecanismos focales, revelando un régimen tectónico extensional, con fallas normales orientadas preferentemente en dirección NE-SW y NW-SE. Este trabajo proporciona un mejor entendimiento de esta región de la CDMX para futuros estudios de evaluación del peligro sísmico en zonas urbanas construidas sobre cuencas sedimentarias, destacando la importancia de entender tanto el comportamiento del subsuelo como los procesos tectónicos activos que generan sismos en la región.

SIS-31 CARTEL

CÁLCULO DEL FACTOR Q(F) EN LA ZONA DE LOMA DE LA CUENCA DE MÉXICO A PARTIR DE REGISTROS DE ACELERACIÓN

Bello Delia[1], Quintanar Robles Luis[1] y Arroyo Espinoza Danny[2]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*Universidad Autónoma Metropolitana*
delia@sismologico.unam.mx

El estudio de la atenuación sísmica en la Cuenca de México es fundamental para comprender la propagación de las ondas y su impacto en las estructuras. En este trabajo se presenta la metodología empleada para el cálculo espectral y el ajuste de parámetros de atenuación a partir de registros de aceleración, con el objetivo de caracterizar el comportamiento de la cuenca y aportar en el futuro al cálculo del peligro sísmico local. Los datos analizados corresponden a registros en formato SAC obtenidos de estaciones sismológicas y preprocesados mediante la eliminación de la tendencia lineal y el valor medio, así como la corrección de la respuesta instrumental. Posteriormente, se calculó el espectro de Fourier con la herramienta DEGTRA. Para homogenizar los resultados, se realizó una interpolación espectral en el intervalo de 0.1 a 10 Hz. La estimación de las amplitudes espectrales se efectuó considerando la media cuadrática de las dos componentes horizontales, con el fin de obtener una representación más robusta de la señal. Los resultados se organizaron sistemáticamente en hojas de cálculo, lo que permitió aplicar de manera directa la ecuación de atenuación

propuesta por Joyner y Boore (1981), adaptada al contexto de la Ciudad de México. Asimismo, se construyó una representación matricial que permitió implementar una regresión lineal múltiple, en la cual la variable dependiente fue la amplitud espectral corregida y las independientes correspondieron a los parámetros de cada evento. De este modo, se obtuvieron los coeficientes representativos por frecuencia y se evaluaron los residuales entre los valores observados y los predichos. El procedimiento integra el análisis de múltiples sismos con técnicas de procesamiento espectral y métodos estadísticos de ajuste, lo que ayuda para el estudio de la atenuación. Su aplicación en la Cuenca de México contribuye a mejorar la caracterización del factor Q(f), parámetro esencial en los modelos de peligro sísmico.

SIS-32 CARTEL

GEOFÍSICA RELACIONADA CON FACTORES DE PELIGRO SÍSMICO EN LA REGIÓN ATLIXCO-CHOLULA-PUEBLA

Escobar Gonzaga Jocelyn, Salazar Peña Leobardo, Zenteno Jiménez José Roberto, Chávez Hernández Omar Cristian y Galaviz Alonso Alberto

Instituto Politécnico Nacional, ESIA Unidad Ticomán

jescobarg1601@alumno.ipn.mx

Recientemente la región poblana ha sufrido sismos importantes como el de 1999 (Tehuacán, Puebla M = 7.0), 2014 (Petatlán, Guerrero M = 7.2) y el de 2017 (Chiautla, Puebla M = 7.1). En este trabajo se analizan los factores geofísicos-geotécnicos que contribuyen al peligro sísmico, mediante la disposición de información y medidas o exploraciones geofísicas, para la región de Atlixco-Cholula-Puebla. Las metodologías toman algunas de las aplicadas en la Ciudad de México. La peligrosidad en función de daños, se considera con la información de edificios dañados por eventos recientes. Contando con su ubicación se obtuvieron los mapas y gráficos de peligro por daños. Una obtención tradicional se encaminó a deducir la distribución de periodos de vibración del suelo a partir de registro símico en distintos sitios. Contando con componentes de movimiento en los registros, fue posible obtener la relación espectral horizontal-vertical. La continuación de aplicaciones consideró casos exclusivos según el grado de afectación zonal y combinación de factores geológicos como daños aislados en edificaciones, derrumbes totales, manifestaciones en el terreno aisladas o relacionadas con edificaciones, presencia de laderas inestables susceptibles a deslizamiento por sismo. En el caso de laderas, se consideró el factor geohidrológico en la parte geológica que acompañó a este trabajo. Así entonces, en distintos sitios según el grado de afectación y factores geológicos, se determinó la estructura del subsuelo con exploración sismológica (capa firme). Se dedujeron valores de velocidad de onda P y de onda S. Son parámetros que junto a los periodos de vibración, guardan relación con amplificación del movimiento sísmico y con propiedades geotécnicas del subsuelo. La integración de información de daños, medidas y resultados de exploración, proporcionan los elementos que conforman los mapas y gráficos de peligro sísmico a nivel regional y local. Las aplicaciones computacionales extensivas se orientan a la divulgación en la página del grupo de trabajo (www.esiatic.ipn.mx/geofenómenos/).

SIS-33 CARTEL

ANÁLISIS PRELIMINAR DE LA SISMICIDAD INDUCIDA EN LA ZONA GEOTÉRMICA DE ACOCULCO, PUEBLA

Jiménez Gama María Concepción[1], Figueroa Soto Ángel Gregorio[1], Quinteros Cartaya Claudia Beatriz M.[2], López Hernández Aida[3], Perton Mathieu[4] y Calò Marco[5]

[1]*Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH*

[2]*Frankfurt Institute for Advanced Studies*

[3]*Facultad de Ingeniería, UMSNH*

[4]*Instituto de Ingeniería, UNAM*

[5]*Instituto de Geofísica, UNAM*

mcjimenez22@icloud.com

Este trabajo presenta un análisis preliminar de la sismicidad inducida durante la estimulación hidráulica del pozo EAC-1, realizada en 2021 en el campo geotérmico de Acoculco, Puebla, México. Este campo, ubicado en el Cinturón Volcánico Mexicano, se caracteriza por ser un sistema de alta entalpía con condiciones de roca seca caliente (Hot Dry Rock), lo que lo convierte en un sitio clave para el desarrollo de tecnologías geotérmicas avanzadas. Durante la estimulación, se generó una secuencia de eventos sísmicos locales, registrados por una red sísmica temporal instalado en el marco del proyecto GEMex. A partir de estos datos, se construyó un catálogo sísmico utilizando el software SEISAN, localizando eventos con parámetros hipocentrales de calidad aceptable. Además, se calcularon mecanismos focales mediante dos enfoques: análisis de polaridades de primeros arribos (SEISAN) y, para un subconjunto de eventos, inversión de formas de onda utilizando el software ISOLA.

SIS-34 CARTEL

FORTALECIMIENTO PARA CÁLCULOS AUTOMÁTICOS EN EL SERVICIO SISMOLÓGICO NACIONAL

González Adriana[1], González Daniel[1], Gutiérrez Aarón[2] y Grupo de Trabajo del SSN[1]

[1]*SSN, UNAM*

[2]*Ex Comisión Preparatoria de la CTBTO*

adriana@sismologico.unam.mx

Con el sustancial incremento en la cantidad de datos recibidos por observatorios sismológicos en el Servicio Sismológico Nacional,(SSN) representa un reto importante mejorar las capacidades operativas automáticas en la institución, que permitan estimar parámetros con bajas incertidumbres y como consecuencia aumentar el rendimiento de tiempo en sus procesos. De tal manera que aprovechar las redes de datos actuales y con ayuda de la Organización del Tratado de Prohibición Completa de los Ensayos Nucleares (OTPCE) a través del Sistema Internacional de Monitoreo (IMS) es posible utilizar herramientas y metodologías para analizar datos sismologicos que contribuyen, además, a un fortalecimiento de cooperación internacional.

SIS-35 CARTEL

SOURCE PROPERTIES OF THE JULY 19 2014 MW 7.4 INTRASLAB NORMAL FAULTING EARTHQUAKE OCCURRED NEAR SAN PEDRO DE ATACAMA, CHILE

Ruiz Javier[1], Rivera Luis[2], Ortega-Culaciati Francisco[1] y Contreras-Reyes Eduardo[1]

[1]*Departamento de Geofísica, FCFM, Universidad de Chile*

[2]*Institut Terre et Environnement, UMR7063, CNRS-Université de Strasbourg, France*

jruizp@uchile.cl

In July 19, 2024, a large intraplate normal fault earthquake Mw 7.4 occurred with epicenter near San Pedro de Atacama, Chile. The United States Geological Survey (USGS) located the event at 127 km depth, with epicenter at 23.08°S, and 67.84°W. Seismological agencies determined the centroid moment tensor (CMT) using long period waves. A large non-double-component (NDC) is systematically observed. For instance, the USGS gives 31%, and the Global CMT 41%. The nodal planes (NPs) from W-phase CMT solution are, NP1: 172°/21°/-80° and NP2: 341°/69°/-94°, for strike/dip/rake, respectively; while the scalar seismic moment is M0=1.44×1020 N.m (Mw 7.37), and half-duration of 12.5 s. The solution from teleseismic body-waves determined by the USGS shows a similar steep nodal plane with a dip=71° and strike=346°, compared with the W-phase solution. We analyzed the source properties of the main shock using long period waves and we used the W-phase method to compute the CMT. The goal is to determine the causative fault and investigate the kinematic rupture using near-field and teleseismic body waves. We extract teleseismic body waves (P- and SH-waves) from broadband stations with epicentral distances between 30° and 90°. Near-field recordings were also analyzed using stations with epicenter distances up to 250 km. Starting from the best double-couple solution determined by the USGS using body-waves, we slightly adjusted the strike and dip of NP2 to be consistent with observed P-waves polarities, in order to set the fault geometry. Then, for each nodal plane we computed a kinematic rupture model for the 2024 Mw 7.4 San Pedro de Atacama earthquake from the joint inversion of teleseismic body waves and near-field data. Preliminary results show that the solution for the NP2 presents better fitting between synthetics and observed waveforms. The slip is distributed over an area of #60 × 75 km2, with a maximum slip of ~0.7 m with a rupture propagating downward from the hypocenter. Instead, for NP1 the rupture covers a similar area of #65 × 65 km2, with a maximum slip of ~0.75 m, and a rupture propagating mainly southward from the assumed nucleation point. The large non double-couple component of the event suggests that there is more complexity than the pure shear dislocation assumed in the finite-source analysis done in this work.

SIS-36 CARTEL

TOMOGRAFÍA SÍSMICA DEL ARCO MAGMÁTICO DE SUBDUCCIÓN DE LAS ISLAS EOLIAS, ITALIA

Santana Cedillo Brenda Lizeth[1], Calò Marco[2], Di Luccio Francesca[3] y Granados Chavarría Ivan[3]

[1]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*

[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*

[3]*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, INGV*

lizth.sant@gmail.com

Las islas Eolias constituyen a un arco volcánico activo formado por siete islas principales, cada una de estas con características volcánicas y sísmicas particulares, el cual está ubicado en el mar Mediterráneo, al norte de Sicilia, Italia. Este sistema se originó por el proceso de convergencia tectónica entre África y Europa que origina la subducción de la placa Oceánica del mar Jonio por debajo de Italia. Pese a la dificultad de obtención de datos, el INGV ha colocado una extensa red sísmica que ha permitido un mejor monitoreo de la zona en los últimos 20 años. Gracias a estos registros se construyó un catálogo de sismicidad a través del cual se pretende describir la estructura de la corteza del arco magmático mediante el método de tomografía sísmica

de alta resolución. En este trabajo se presentará la metodología desarrollada para generar modelos tridimensionales de propagación de ondas P y S que permitieron alcanzar un detalle suficiente para caracterizar la corteza y anomalías que se pueden asociar a eventuales reservorios magmáticos que alimentan o han alimentado el arco volcánico.

Sesión regular

VULCANOLOGÍA

Organizadores

Martha Gabriela Gómez Vasconcelos
Denis Avellán

VUL-1

AVANCES EN LA TOMOGRAFÍA SÍSMICA DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL A PARTIR DE CATÁLOGOS AUTOMÁTICOS

Bernal-Manzanilla Karina[1] y Calò Marco[2]
[1]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
karinabernal@igeofisica.unam.mx

En este trabajo se presentarán modelos tomográficos de velocidad de ondas sísmicas P y S en el volcán Popocatépetl, construidos a partir de catálogos automáticos de la sismicidad local. Se analizaron eventos detectados mediante técnicas de machine learning entre 2019 y 2024. Se implementaron dos mejoras metodológicas principales. Por un lado, se evaluaron distintos modelos automáticos de picado y asociación de fases, optimizando la calidad del catálogo. Por otro, se utilizó un método robusto de localización inicial (NLL-SSST-Coherence), capaz de compensar un modelo de velocidades 1D simplificado y reducir los errores asociados al picado automático. A partir de este catálogo, se realizó una tomografía sísmica de dobles diferencias. Las relocalizaciones finales muestran alineamientos de eventos compatibles con conductos y fallas locales, algunas de las cuales han sido descritas previamente en la literatura. Las pruebas de resolución indican una capacidad de resolver estructuras con gran detalle hasta los 15 km de profundidad. Los modelos tomográficos confirman la presencia dominante de cuerpos de alta velocidad para ondas P y S por debajo del volcán. Además, se identifican anomalías profundas no descritas hasta ahora. Finalmente, se discutirán las posibles implicaciones que estas estructuras tienen en los procesos dinámicos del Popocatépetl. Investigación realizada gracias al Programa UNAM-PAPIIT: IN103823

VUL-2

ANÁLISIS DEL IMPACTO DE EVENTOS VOLCÁNICOS MEDIANTE EL SISTEMA FALL3D Y HAZARDMAPS EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO

García Reynoso José Agustín[1], Mar Morales Bertha Eugenia[1], Martín del Pozzo Ana Lillian[2], Medina Morales Esmeralda Rubí[1], Rivera Mungía Niltze[1], González Hernández Sandra Karina[2] y Sandoval García Mariana[2]
[1]*Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
agustin@atmosfera.unam.mx

En el presente trabajo se exponen los resultados obtenidos del análisis del sistema de pronóstico de dispersión de cenizas volcánicas, el cual opera desde 2017. Este sistema es fundamental para evaluar el impacto de eventos volcánicos en el centro del país, proporcionando simulaciones horarias para tres alturas de columna, permitiendo estimar el depósito de cenizas, las concentraciones ambientales tanto a nivel de superficie como en niveles de vuelo, y el tiempo de arribo de distintos niveles de carga de ceniza (0.05, 0.1, 0.5 y 1.0 kg/m^2). Se presentan los mapas de distribución del depósito de ceniza, así como tablas que detallan la probabilidad de depósito y los tiempos de llegada a la Ciudad de México, el Aeropuerto Internacional Benito Juárez y el Aeropuerto Felipe Ángeles. El sistema Fall3d, utilizado en este análisis, integra diversos módulos que incluyen la distribución del tamaño de partículas, el flujo masivo de erupción, el procesamiento de la meteorología y el módulo de dispersión y depósito de ceniza volcánica. Los resultados de este modelo se analizaron empleando el software HazardMaps, el cual permite estimar la probabilidad de depósito y los tiempos de llegada. Como trabajo a futuro, se propone mejorar la resolución espacial y considerar otros sitios, así como considera la comparación con concentraciones ambientales de sistema de monitoreo. Además, se plantea la validación continua de los resultados del sistema mediante el análisis de eventos volcánicos recientes. Se agradece el apoyo del proyecto PAPIIT IG102329, cuyo financiamiento ha sido clave para el desarrollo de esta investigación.

VUL-3

AGE, MAGNITUDE, AND CATASTROPHIC IMPACT OF POPOCATÉPETL'S EPICLASSIC (~A.D. 900) "PINK PUMICE" PLINIAN ERUPTION

Siebe Claus[1], Ramírez-Uribe Israel[2], Macías José Luis[1] y Vázquez-Selem Lorenzo[3]
[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile*
[3]*Instituto de Geografía, UNAM*
csiebe@geofisica.unam.mx

The "Pink pumice" (PP) fallout was produced by Popocatépetl volcano during a Plinian (VEI=4-5) eruption ~ A.D. 900. It is part of a sequence that starts at the base with a few cm of laminated pyroclastic surge deposits followed by four distinct pumice fall units (P0, P1, P2, and P3) that are intercalated by pyroclastic flow deposits. Subsequently, these primary deposits became the source of lahars. The composition of the pumice varies insignificantly (SiO2 = 61 to 63 wt. %) with phenocrysts of plagioclase > orthopyroxene > clinopyroxene ± olivine ± opaques. Sizes of lithics and isopach maps for each pumice fallout both indicate eruption columns that successively increased in height from ~21 km at the beginning of the eruption (P0) to 28 km toward the end (P3). The distribution of fallout shifted significantly from an initial dispersal axis towards the SW (P0) with a successive clockwise rotation to the NNE (P1), NE (P2) and finally to the E (P3). A total area of ~1000 km2 that includes pre-Hispanic settlements, was buried under >10 cm of pumice with a volume of ~0.5 km3 of dense rock equivalent (DRE). The short Plinian phase was followed by years of periodic flooding by massive rain lahars that affected ravines and large portions of the surrounding plains of Puebla. After the cataclysmic phase, a small dome filled the crater and produced small viscous lava flows that spilled shortly beyond the crater rim on the upper slope. This eruption had a considerable impact on pre-Hispanic settlements, namely the large city of Cholula whose population exodus and relocation certainly had a long-lasting effect over areas far beyond the volcano.

VUL-4

LAS CORRIENTES PIROCLÁSTICAS DE LA ERUPCIÓN PLINIANA "TUTTI-FRUTTI (14,100 AÑOS A.P.) EN EL VOLCÁN POPOCATÉPETL (MÉXICO)

Monfil León Edwin Ulices[1] y Caballero García Ana María Lizeth[2]
[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra, UNAM*
edwinuml27@gmail.com

Las corrientes piroclásticas (CP) son flujos calientes compuestos por la mezcla de gases y piroclastos que se mueven rápidamente sobre la topografía y son los fenómenos más letales durante una erupción explosiva. El volcán Popocatépetl es un estratovolcán activo que a lo largo de su historia ha presentado distintos episodios explosivos de gran magnitud, cuyas CP asociadas a los diversos estilos eruptivos no han sido descritas en detalle, por lo cual, el objetivo de este trabajo es aportar información sobre las características de las CP asociadas a una erupción pliniana nombrada en estudios anteriores como "Tutti-Frutti" (14,100 años AP). Se describieron 21 afloramientos localizados entre 8 y 30 km desde el cráter actual, considerando la arquitectura de las CP (distribución espacial, espesor, variaciones verticales y laterales de litofacies), el tamaño de los piroclastos y las variaciones de los componentes. Se identificaron siete unidades de CP de diversa tipología y composición. La secuencia de las CP inicia con dos depósitos de corriente piroclástica diluida compuestos de ceniza fina color gris (intercalados por dos depósitos de caída de pómez gris), que se distribuyen de forma semi-radial hasta 23 km desde el cráter actual, con espesores <10 cm y facies masivas (mT) y estratificadas (sT). La estratigrafía continúa con al menos dos depósitos de CP diluida color café ricas en pómez bandeada y líticos accesorios tamaño lapilli (continuas en la secuencia vertical), que se distribuyen de NNW a NE del volcán a distancias máximas de ~14 km en barrancos del sector NE con espesores de hasta 21 cm y facies con estratificación cruzada (sLT) y difusa (dsLT). Las unidades de corrientes diluidas terminan con un depósito color café y beige compuesto de ceniza fina y líticos accesorios y accidentales tamaño lapilli fino (posicionado entre dos depósitos de caída ricos en líticos), que se distribuyen de forma semi-radial hasta 16

km de distancia, con espesores máximos de 20 cm y facies de estratificación difusa (dsLT). En la parte superior de los afloramientos, se identificaron dos depósitos de CP concentradas compuestas de pómez y líticos densos accesorios y accidentales de tamaño lapilli y bloque (alternados por dos depósitos de caída de pómez color beige y naranja), que se distribuyen en barrancos y llanuras aluviales hasta 12 km en los sectores SW a NE del volcán, con espesores de 1 a 3 m en zonas mediales y proximales, respectivamente y facies principalmente masivas (mLT). Finalmente, este estudio aporta conocimiento en detalle sobre las características de las CP de esta erupción, donde destaca la evolución de un régimen de corrientes diluidas a corrientes concentradas. Los resultados obtenidos podrán ser utilizados para robustecer el planteamiento de los escenarios de peligro y las simulaciones computacionales de estos fenómenos.

VUL-5

USO COMBINADO DE IMÁGENES SATELITALES GEOESTACIONARIAS E INFRASONIDOS PARA CUANTIFICAR PARÁMETROS ERUPTIVOS EN EL VOLCÁN POPOCATÉPETL

Piñón-Juárez Santiago[1], Valade Sébastien[2], Lacanna Giorgio[3], Corradini Stefano[4], Delle Donne Dario[4], Perton Mathieu[5], Jiménez-Escudero Víctor Manuel[6] y Ripepe Maurizio[3]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[3]*Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Firenze*
[4]*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, INGV*
[5]*Instituto de Ingeniería, UNAM*
[6]*Instituto de Geografía, UNAM*
santiagopinonj@gmail.com

La estimación cuantitativa de parámetros eruptivos es fundamental para la gestión del riesgo volcánico, ya que proporciona insumos esenciales para los modelos de dispersión de ceniza. En este estudio se cuantificaron parámetros eruptivos de 15 eventos explosivos del volcán Popocatépetl registrados entre junio y septiembre de 2023. Para ello, se empleó una metodología combinada que integra mediciones de infrasonido con observaciones satelitales. La altura de las columnas de ceniza (de hasta 11 km sobre el nivel del mar), fue estimada mediante el sensor ABI del satélite geoestacionario GOES-16. Por otra parte, se utilizaron datos provenientes de un pequeño arreglo de sensores de infrasonido para calcular la tasa de emisión de masa (hasta 8.4×10^4 kg/s) y las velocidades de salida del material eruptivo (hasta 90 m/s), a partir de señales con contenido de frecuencia inferior a 20 Hz. Los resultados obtenidos muestran que las relaciones entre los distintos parámetros eruptivos (Eruption Source Parameters, ESP, por sus siglas en inglés) son consistentes con modelos previamente establecidos en la literatura (Eruptive Column Models, ECMs). Se concluye que la metodología propuesta es adecuada para la estimación cuantitativa de parámetros eruptivos, incluso bajo condiciones atmosféricas adversas que limitan la observación directa del cráter. Esta estrategia representa una herramienta robusta para el monitoreo volcánico y la evaluación del impacto potencial de eventos eruptivos. PROYECTO APOYADO POR EL PROYECTO PAPIIT IN114625 Y POR LA SECTEI (convenio SECTEI/144/2024).

VUL-6

VESUBIO VS POPOCATÉPETL: UNA MIRADA AL INTERIOR DE LOS DOS VOLCANES

Calò Marco[1], Bernal Manzanilla Karina[2] y Tramelli Anna[3]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
[3]*Instituto de Geofísica y Vulcanología de Italia (INGV)*
calo@igeofisica.unam.mx

En el año 79 d.C., el Vesubio protagonizó una de las erupciones más emblemáticas de la historia, descrita por Plinio el Joven, dando origen al término "erupciones plinianas". En los últimos 24,000 años este volcán ha experimentado por los menos 4 eventos de este tipo más un numero considerable de eventos sub-plinianos. Por otro lado, el Popocatépetl ha registrado al menos seis eventos eruptivos de este tipo, con el ultimo registrado hace 1,100 años. Desde su reactivación en el 1994, su actividad predominate es de tipo estromboliano/vulcaniano con construcción y destrucción de domos y elevadas tasas de desgasificación. Ambos estratovolcanes están vinculados a procesos de subducción, pero ¿qué sabemos realmente sobre su estructura interna? ¿Comparten patrones geológicos similares o presentan diferencias fundamentales? Si bien sabemos que ambos edificios volcánicos han experimentado colapses y reconstrucciones a lo largo de su crecimiento, y que sus historias eruptivas comparten la característica de alternar eventos violentos con periodos de actividades menores y efusivas, no conocemos el papel que pueden jugar las estructuras en profundidad en los ciclos eruptivos de primer orden. En este trabajo se presentará, por primera vez, un modelo de velocidades sísmicas detallado de la estructura interna del Vesubio realizado con los registros de los últimos 25 años y se comparará con los hallazgos más recientes obtenidos del Popocatépetl. Esta mirada inédita al interior de estos dos colosos busca aportar nuevas claves para entender sus dinámicas principales en los procesos eruptivos, sus similitudes y diferencias. Investigación realizada gracias al Programa UNAM-PAPIIT: IN103823 y al proyecto SECTEI/144/2024

VUL-7

RECONSTRUCCIÓN GRAVIMÉTRICA DEL COMPLEJO VOLCÁNICO CITLALTÉPETL-TETELZINGO

Álvarez Román[1] y Camacho-Ascanio Miguel[2]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
roman.alvarez@iimas.unam.mx

Asociado al Citlaltépetl (5521 m) existió un volcán llamado Teteltzingo que se ha identificado como su antecesor. Se ha reportado la destrucción del cono inicial del Tetelzingo debido a un colapso gravitacional hace 33 Ka. De esa estructura solo quedan escarpes de falla que delimitan el contorno de un cráter en forma de anfiteatro, que junto con el campo de gravedad en la zona constituyen los elementos de reconstrucción que empleamos en este este estudio. Obtenemos la anomalía de Bouguer de la zona a partir de los datos del GGMplus, con 220 m de resolución, que conjuntan información satelital y terrestre; tres zonas volcánicas orientadas SW-NE están dentro de la misma anomalía de bajos valores de gravedad: la Sierra Negra (SN), el Citlaltépetl (CT) y el Complejo de Domos Chichimeco (CDC). Obtenemos y analizamos una versión de la anomalía de Bouguer que se denomina anomalía de Bouguer Predicha, que es el valor de la anomalía, calculado del modelo de densidad 3D obtenido de la inversión, dentro de los límites de error propuestos, que discrimina con más precisión los detalles de la anomalía. A esta versión de la anomalía sobreponemos los escarpes de falla inferidos por otros autores, que tienden a juntarse en la parte central y están abiertos al SW y al NE. Para cerrarlos proponemos trayectorias semicirculares bajo la condición de que queden dentro de la anomalía de gravedad asociada al conjunto SN, CT y CDC. Para completar agregamos dos pequeñas curvas en la parte intermedia obteniendo finalmente dos círculos contiguos que nos llevan a postular la coexistencia de dos aparatos volcánicos, en lugar de solo el del volcán Tetelzingo, en el momento del colapso hace 33 Ka, éstos son: el Citlaltépetl y el Teteltzingo Ancestral (TEA). Para apoyar esta interpretación analizamos la sección de densidad que va desde la cumbre de la SN, pasando por la cumbre del CT, cruzando el CDC, y en profundidad hasta el nivel del mar. Bajo el CT se encuentra la zona de menor densidad, en la cual se distinguen tres depósitos diferentes de material magmático a elevaciones de 1200, 2500 y 3500 m, que comprueban la inferencia hecha por otros autores de que se trata de un depósito estratificado de magma. El CT es un cono que creció dentro de otro colapso de la cima a 13 Ka creando un cráter de 4-5 km, también presenta la peculiaridad de tener una cantidad inusual de material de alta densidad en la vecindad de la actual cima, cualidad que en otros volcanes hemos asociado a taponamiento y abandono de la chimenea, para desfogar por otra nueva. La edad de extrusión del CDC se ha propuesto entre 17 y 12.9 Ka, lo que la hace muy próxima al colapso ocurrido en el CT a los 13 Ka. Especulamos que el colapso afectó también al TEA que, en lugar de construir un nuevo cono, su reactivación consistió en la extrusión de los domos del CDC.

VUL-8

MORFOLOGÍA DE LA PARTE ALTA DE LA BARRANCA JAMAPA, VOLCÁN PICO DE ORIZABA

Cisneros Guillermo[1], Carlón Teodoro[2], Macías José Luis[3], Sánchez Juan Manuel[4], Saucedo Ricardo[5], Arce José Luis[6], Alcalá Reygosa Jesús[7], Lara Jorge Iván[8], Pineda Julio Cesar[3] y Fernández Salvador[9]

[1]*Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM*
[2]*SECIHTI - Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM*
[3]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[4]*Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo, CIIEMAD, IPN*
[5]*Instituto de Geología, UASLP*
[6]*Instituto de Geología, UNAM*
[7]*Universidad Autónoma de Madrid, España*
[8]*Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES) Unidad Morelia, UNAM*
[9]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
geo_cis_max@hotmail.com

En esta investigación se analizan la morfología de la parte alta de la Barranca de Jamapa del volcán Pico de Orizaba, entre las elevaciones 3,760 y 4,000 m sobre el nivel del mar. Con este fin, se realizaron dos salidas de campo en las que se realizó un vuelo de dron (Microdrones MD-200) para generar un ortomosaico y curvas de nivel cada 20 cm. De esta forma se generó un Modelo Digital de Elevación de la zona con una cobertura de 1.1 km2. Durante estas salidas se realizaron descripciones detalladas de la morfología del relieve de la misma barranca sus vertientes y depósitos. La barranca nace en el flanco norte del volcán a través del edificio volcánico Espolón de Oro cortando las lavas daciticas de Jamapa. A 4,000 m de elevación la barranca tiene una orientación hacia el N-NE hasta encontrar las lavas del domo Tecomate en donde debe de seguir curvas estrechas y dirigirse hacia el norte. Uno de los aspectos más importantes de la barranca es la presencia de tres terrazas de detritos bien desarrolladas compuestas por paredes semiverticales en las partes más estrechas de la barranca. Cada una de las terrazas tiene una parte superior semiplana ocupada por árboles de distintas edades hasta de 292 años de edad. El análisis del material detrítico de esta barranca indica que estas terrazas

fueron producidas por eventos de lahar como aquel en el año de 1975 causado por lluvias intensas como consecuencia de huracanes y tormentas tropicales provenientes del Océano Atlántico (Figueroa-García et al. 2021). Al interior de la barranca existen varias terrazas más pequeñas y discontinuas que no pueden cartografiarse de manera constante. Es muy probable que varios de estos depósitos estén asociados a eventos de lahar causados por lluvias extremas. Uno de los más recientes tuvo lugar en agosto de 2012 debido al impacto del huracán Ernesto que provocó una precipitación acumulada de 106 mm en 3 días. Este evento evolucionó en un flujo hiperconcentrado aguas abajo que afecto la morfología del cauce y poblaciones a lo largo de 25 km (Sieron et al. 2021). Los resultados de este trabajo indican claramente las recurrencias de lahares entorno al volcán Pico de Orizaba y de su peligro e impacto que deben de considerarse para mitigar los efectos de este tipo de peligro y contar con una mejor planificación territorial.

VUL-9

ACTIVIDAD EXPLOSIVA DEL HOLOCENO DEL VOLCÁN PICO DE ORIZABA: UNA REVISIÓN DEL EPISODIO ERUPTIVO XILOMICH

Sourisseau Delphine Roselyne Nathalie[1], Arce José Luis[1], Macías José Luis[2] y Carrillo-Mondragón José Juan[3]

[1]*Instituto de Geología, UNAM*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[3]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
d.sourisseau@igeofisica.unam.mx

Pico de Orizaba es un estratovolcán activo, de edad Pleistoceno tardío – Holoceno, ubicado en la parte oriental del Cinturón Volcánico Transmexicano. A lo largo de los últimos 650 ka ha experimentado ciclos repetidos de crecimiento y colapso de domos, así como actividad explosiva de tipo vulcaniano y pliniano. Estas erupciones han generado una compleja sucesión de depósitos de escoria y ceniza, pómez y ceniza, bloque y ceniza y caídas piroclásticas, interestratificados con los flujos de lava de composición andesítica a dacítica del edificio volcánico. Con base en descripciones de campo, correlaciones estratigráficas, análisis granulométricos y de componentes, y cinco nuevas edades de radiocarbono (14C), se reconstruyó la historia eruptiva del episodio Xilomich, depositado al sur del Pico de Orizaba. Los resultados muestran que entre 8,890 y 8,170 años BP se generaron al menos diez flujos piroclásticos. Flujos piroclásticos con características similares podrían alcanzar localidades como Maltrata, Ciudad Mendoza y Orizaba, ubicadas a menos de 30 km al sur del volcán, y representar una amenaza para unos 310,500 habitantes.

VUL-10

VOLCÁN CHICHÓN: DE 2021 A LA FECHA, VARIACIONES FISICOQUÍMICAS EN EL LAGO Y NUEVOS RETOS DE GESTIÓN DEL RIESGO

Jácome Paz Mariana Patricia[1], Campion Robin[1], Alatorre Ibargüengoitia Miguel Angel[2], Armienta Hernández María Aurora[1], Valade Sébastien[1], Velázquez López Jesús Ernesto[2], Massimetti Francesco[1] y Molina Mario[3 y 4]

[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas*
[3]*Protección Civil del Estado de Chiapas*
[4]*Escuela Nacional de Protección Civil, ENAPROC-Chiapas*
jacome@igeofisica.unam.mx

Del 25 de diciembre de 2020 al 24 de marzo de 2021, el Servicio Sismológico Nacional reportó una secuencia sísmica con 60 sismos localizados en las cercanías del volcán Chichón (SSN, 2021). En enero de 2021 personal de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), en colaboración con el Instituto de Geociencias de la UNAM y el sistema de Protección Civil de Chiapas (PC-Chiapas), instaló una red regional temporal de siete sensores sísmicos de periodo corto en distintos municipios del norte del estado. Los sismos se ubicaron en un radio de hasta 50 km del cráter del volcán (Jácome Paz et al. 2024). Debido a la cercanía con el volcán, desde ese momento y hasta la fecha, se formó un grupo académico de universidades e instituciones de México que ha estado trabajando en distintos aspectos del volcán, su monitoreo y la gestión de sus riesgos. Este grupo continúa operando como una red de colaboración emergente (Jácome Paz et al., 2025) para el monitoreo del volcán Chichón a través del apoyo de proyectos académicos UNAM, de UNICACH y de PC- Chiapas. El volcán, desde entonces, ha presentado variaciones físicas y químicas en las manifestaciones hidrotermales, así como evidencia de sismicidad sentida en el cráter. Uno de los principales cambios fue la aparición de esférulas de azufre en el lago, reportadas en 2022 y 2024 (Alatorre Ibargüengoitia et al. 2024), así como aumento de la desgasificación generalizada en el cráter. En este trabajo se presentarán observaciones de campo y resultados principales de campañas geoquímicas, así como reflexiones sobre las dificultades y retos que enfrenta el monitoreo integral y la gestión del riesgo alrededor del volcán. También se resaltarán las exitosas soluciones y colaboraciones que han logrado la incorporación de las capacidades de las comunidades locales en estrategias de gestión de riesgo a mediano plazo. Referencias Alatorre Ibargüengoitia et al. (2024). Reporte interinstitucional lago volcán Chichón. Periodo 2022-2024. https://monitoreo.unicach.mx/index.php?p=page&v=NTE= Jácome Paz, M. P., Gregg C. E., Bonadonna C., Ruiz Santos, T. X. (2025). Social vulnerability of Esquipulas Guayabal town in regard to hazards from El Chichón volcano, México. Natural Hazard Research. https://doi.org/10.1016/j.nhres.2025.04.002 Jácome Paz, et al. (2024). Reporte interinstitucional del volcán Chichón. Periodo 2021. https://monitoreo.unicach.mx/index.php?p=page&v=NTE= SSN,2021. http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/reportes-especiales/2021/SSNMX_rep_esp_20210104_secuenciaChiapas_M40.pdf Agradecimientos al proyecto PAPIIT-DGAPA IN114625 por el apoyo técnico para este trabajo. Agradecimientos al Laboratorio de Ingeniería Aplicada a la Gestión de Riesgos del Instituto para la Gestión Integral de Riesgos de Desastres del Estado de Chiapas, de la Escuela Nacional de Protección Civil (ENAPROC), campus Chiapas, los comités humanistas de Protección Civil, la Dirección de Protección Civil de los municipios de Ostuacán, Francisco León y Chapultenango, y la Secretaría de Protección Civil del estado de Chiapas, por su apoyo completo durante los trabajos de campo de 2025.

VUL-11

ANÁLISIS DE LA SISMICIDAD ASOCIADA A LA ERUPCIÓN DEL VOLCÁN CHICHONAL DE 1982 CON TÉCNICAS DIGITALES

Bolaños Yamileet, Calò Marco y Espíndola Juan Manuel
Universidad Nacional Autónoma de México
yamileet.bolanos.flores@gmail.com

El volcán Chichonal es un volcán de tipo poligenético que se ubica en la parte noroccidental del estado de Chiapas. Es un volcán que ha presentado alrededor de 11 erupciones violentas en los últimos 10,000 años, siendo la última, la que ocurrió en marzo de 1982. Esta erupción tuvo un periodo de sismicidad muy importante, ya que se estima que después del último episodio de explosión, le siguió una actividad sísmica de alrededor de 1,500 sismos registrados durante un mes. En este trabajo se presenta un análisis de dicha sismicidad empleando técnicas digitales. Para ello se utilizaron los registros en papel ahumado y fotográfico obtenidos de las redes de estaciones instaladas en esa época. Para lograr obtener una comparación directa entre métodos, se optó por usar como referencia la base de datos de sismos reportados en el trabajo de Jiménez et al., 1999. El análisis de la sismicidad se logró implementando una metodología de seis pasos: 1) digitalización de los registros; 2) construcción de una nueva base de datos digitalizada; 3) identificación de fases sísmicas; 4) integración de eventos; 5) análisis estadístico y 6) localización de los sismos. Los resultados a los que se llegaron fueron un total de 2,048 ondas P y 1,660 ondas S, los cuales se asociaron a 593 eventos sísmicos en los primeros 6 días después de la reactivación del volcán, además de 388 estimaciones de ondas S más que las reportadas en el catálogo de referencia. Con las estimaciones de tiempos de arribo obtenidas, se volvieron a localizar los eventos tanto para la nueva base de datos como para la de referencia. Las localizaciones resultantes muestran un patrón de sismicidad por debajo del volcán con tres regiones principales de agrupamiento a profundidad de 3, 6 y 15 km, además de una ligera pendiente hacia el norte que puede indicar que el conducto por el cual ascendió el magma no fue exactamente vertical. Otro punto importante fue la obtención de localizaciones fuera del edificio volcánico, lo que sugiere que el evento eruptivo tuvo consecuencias en las fallas cercanas.

VUL-12

MODELO CONCEPTUAL DE LA ENERGÍA INVOLUCRADA EN EL TRANSPORTE DE AVALANCHAS DE ESCOMBROS

López Velasco Juan Manuel[1], Caballero García Ana María Lizeth[2] y Jácome Paz Mariana Patricia[3]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra, UNAM*
[3]*Instituto de Geofísica, UNAM*
juan_manuel_lopez_velasco@ciencias.unam.mx

A lo largo del ciclo de vida de los volcanes presentan procesos de construcción y destrucción de sus edificios. Entre los fenómenos asociados con su colapso estructural, se tienen las avalanchas de escombros, presentes principalmente en estratovolcanes y, en menor medida, en volcanes monogenéticos y de tipo escudo. Estas avalanchas de escombros son movimientos gravitacionales, no saturados de agua, producto del colapso de un edificio volcánico y que pueden extenderse por varios kilómetros alcanzando espesores de 10 a 100 m. La energía gravitacional, como medida física, nos puede indicar la capacidad de la materia de realizar trabajo, es decir, de producir cambios en su entorno, como movimiento y deformación, por lo que éste podría ser un parámetro que indique el potencial destructivo de un fenómeno como las avalanchas de escombros. En este trabajo se propone la creación de un marco metodológico enfocado en el análisis de la energía involucrada en el transporte de avalanchas de escombros, con el objetivo de aportar nueva información y entender los procesos que influyen en la capacidad de las avalanchas para transportar grandes volúmenes por distancias de varios kilómetros. Esta metodología desarrolla un modelo conceptual de las dos primeras fases de transporte de las avalanchas de escombros: desprendimiento-deslizamiento y desintegración. En donde se aproxima al volcán como un cono elíptico, sólido y de densidad constante; en la fase de desprendimiento-deslizamiento, se considera a la masa desprendida

como un cuerpo rígido, sólido, con masa constante y se desprecia el contenido de fluidos en su interior, para este caso, se considera su centro de masa y su trayectoria de desplazamiento, con ello se tiene la evolución de la energía potencial, cinética y rotacional. Dicho modelo conceptual, utilizará para su validación al volcán Jocotitlán, ubicado a 60 km al NO de la Ciudad de México, en la Cuenca Norte de Toluca. Dicho volcán, tuvo un colapso sectorial en su sector noreste, que generó una avalancha de escombros hace aproximadamente 9690 años BP. La aplicación del modelo constará en el modelado geométrico del volcán, su base se aproximará a una elipse con ejes mayor y menor "a" y "b" respectivamente, mientras que su altura, antes del colapso, se calculará con su reconstrucción en un sistema de información geográfica. Para el modelado de la masa deslizante, se usarán los siguientes parámetros, β , que es el ángulo de la apertura de la cicatriz del colapso y "c", la profundidad de la superficie principal de cizalla. La densidad promedio, requerida para resolver el modelo, será calculada con los principales componentes que conforman los hummocks. Con los datos anteriores, se obtendrá la energía total necesaria para la formación de la zona de hummocks del caso estudiado. Se presentarán resultados preliminares, así como la importancia del estudio y sus repercusiones esperadas en el estudio de avalanchas de escombros.

VUL-13

EVALUACIÓN DE LA AMENAZA POR FLUJOS DE LAVA DEL VOLCÁN DE COLIMA (MÉXICO)

Flores Benitez Miriam[1], Ferrés López Maria Dolors[1] y Capra Pedol Lucia[2]

[1]*Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra, UNAM*

[2]*Instituto de Geociencias, UNAM*

miriamflores@encit.unam.mx

El Volcán de Colima es uno de los volcanes más activos y peligrosos de México. A lo largo de su historia eruptiva ha presentado diversos estilos de actividad, tanto explosiva como efusiva. Durante el Holoceno, se han registrado más de 40 erupciones, en las cuales se han generado distintos fenómenos volcánicos, entre ellos flujos de lava, que representan una amenaza para el ecosistema circundante y las comunidades aledañas. Los mapas de peligro existentes para el volcán de Colima se han centrado en los fenómenos de la actividad explosiva. En este trabajo se presenta el mapa de peligros por flujos de lava de este volcán, que delimita las áreas que con mayor probabilidad podrían resultar afectadas por una futura erupción con emisiones de lava. La evaluación de la amenaza partió de la revisión de su historial eruptivo a través de fuentes bibliográficas, documentales y cartográficas, identificando más de 24 eventos eruptivos con producción de flujos de lava. Se actualizó la cartografía geomorfológica del volcán, identificando 27 flujos de lava individuales, de los cuales 11 cuentan con fechamientos. Son de composición andesítica, tienen morfología lobulada, longitudes entre 1.5 km y 4.3 km y espesores promedio de 20 m, aunque pueden alcanzar los 40 m. La forma cónica y las fuertes pendientes del edificio volcánico han condicionado el emplazamiento de los flujos en todas sus laderas. A partir de estos resultados, se definieron dos escenarios de peligro por flujos de lava y se seleccionó el flujo de lava de 1975, emplazado hacia el SE, como flujo de referencia del escenario de mayor magnitud. Para reproducir este evento, se reconstruyó el paleorelieve, con el fin de calibrar el código de simulación y replicar adecuadamente la longitud y área alcanzada por el flujo. Posteriormente, con base en los resultados de la calibración se definieron grupos de parámetros de entrada de las simulaciones para reproducir diferentes longitudes de las lavas. Cada grupo de parámetros de entrada se simuló desde 14 posibles centros de emisión, seleccionados a partir del comportamiento eruptivo histórico y del análisis del marco tectónico estructural del Complejo del Volcán de Colima. En total se realizaron 335 simulaciones para los dos escenarios definidos. Se generaron 5 mapas individuales de los resultados obtenidos para cada grupo de parámetros, 2 para el escenario de menor magnitud (lavas hasta 2 km de extensión) y 3 para el escenario de mayor magnitud (hasta 5 km de extensión). Finalmente, las simulaciones se integraron mediante un análisis de frecuencia espacial, permitiendo delimitar las zonas con mayor probabilidad de ser afectadas por futuros flujos de lava a mediano y largo plazo, plasmadas del mapa de peligros. Es importante destacar que algunas de estas zonas, en la base de las laderas del volcán de Colima, han cambiado de uso de suelo, incorporando plantaciones de aguacate, lo que incrementa su nivel de exposición ante futuros eventos efusivos. Se espera que el mapa elaborado apoye la gestión del riesgo y contribuya a garantizar la seguridad y el bienestar de las comunidades aledañas.

VUL-14

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LAS ROCAS DE LA SIERRA LA GIGANTA (GRUPO COMONDÚ) BAJA CALIFORNIA SUR, A LO LARGO DEL TRANSECTO LAS POCITAS-SAN EVARISTO Y SUS IMPLICACIONES

Pérez-Venzor José Antonio[1], Hernández Serrano Naomi Guadalupe[1], Aranda Gómez José Jorge[2], Ocampo Díaz YamZul Ernesto[3], Chávez Cabello Gabriel[4], Dávila Harris Pablo[5], Cerca Martínez Luis Mariano[2] y Ramírez Peña César Francisco[6]

[1]*Universidad Autónoma de Baja California Sur*

[2]*Instituto de Geociencias, UNAM*

[3]*Facultad de Ingeniería, UASLP*

[4]*Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL*

[5]*IPICYT SLP*

[6]*Facultad de Ciencias de la TIerra Linares UANL*

japerez@uabcs.mx

El trabajo reporta los resultados preliminares del estudio que se esta realizando en un transecto que comprende desde la localidad de las Pocitas hasta la de San Evaristo, en la sierra de la Giganta, Baja California Sur. Un total de 8 columnas locales y una columna compuesta reflejan las características litológicas y estratigráficas del área de estudio. Litológicamente las unidades reconocidas, fueron agrupadas en dos sucesiones sedimentarias, tres sucesiones volcánoclásticas; inferior, media y superior. Estratigráficamente las rocas más antiguas afloran al occidente y corresponde a las Formaciones Tepetate y El Cien, subyacen de manera discordante a la sucesión volcaniclastica inferior, cuyo limite está marcado por dos depósitos piroclásticos (guías importantes). La sucesión superior, está separada de la sucesión media, por un depósito piroclástico de más de 20 metros de espesor. Estructuralmente el área está caracterizada por diferencias en el estilo de deformación uno compresivo o de acortamiento anterior a uno extensional, este último relacionado con la evolución del Golfo de California. Una característica general del Grupo Comondú en el área de estudio, es la alternancia de depósitos piroclásticos (ignimbritas) con epiclásticos o volcáno-clásticos, que indican períodos de eventos volcánicos explosivos, de afinidad félsica alternando con períodos de calma y erosión. Para la formación de las rocas volcánoclásticas, las rocas de la sucesión inferior indican el inicio de un periodo de vulcanismo que alterno con un ambiente sedimentario marino que pasa a continental al oriente. La sucesión media representa las rocas vulcanosedimentarias, intercaladas con material piroclástico en ocasiones retrabajado y rellenando paleocanales. El depósito piroclástico que separa la sucesión media de la superior, marca un evento regional importante y refleja el cambio de un proceso erosivo y acumulativo (de la sucesión media) a uno volcánico más explosivo. Adicionalmente existen evidencias de vulcanismo fisural, indicando periodos de tectónica extensional que facilitó el emplazamiento de magma basáltico andesítico y género las estructuras dómicas de composición andesítica. Se realizan fechamientos de unidades claves para establecer los periodos o intervalos de vulcanismo, así como los de acumulación y erosión. Esto permitirá hacer una mejor correlación con las sucesiones de la región de La Paz. Proyecto PAPIIT AG101523

VUL-15

DEFORMACIÓN COMPLEJA EN LA BASE DE UNA BRECHA MASIVA DE COLAPSO EN LA UNIDAD INFERIOR DEL GRUPO COMONDÚ (MIOCENO), BCS, MÉXICO

Aranda Gómez José Jorge[1], Cerca Mariano[2], Dávila-Harris Pablo[3], Chávez-Cabello Gabriel[4], Ocampo-Díaz Yam Zul[5], Ramírez-Peña César Francisco[4] y Pérez-Venzor José Antonio[6]

[1]*Instituto de Geociencias, UNAM*

[2]*Laboratorio de Física de Rocas, Instituto de Geociencias, UNAM*

[3]*Geociencias Aplicadas, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica*

[4]*Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León*

[5]*Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí*

[6]*Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Baja California Sur*

jjag@geociencias.unam.mx

El estudio de los depósitos de avalancha de derrubios volcánicos (DADV) y su interacción con el substrato por el que fluyeron es crucial para entender la deformación a veces observada cerca de volcanes grandes que han experimentado colapsos. La sucesión volcano-sedimentaria del Oligoceno Tardío al Mioceno Temprano expuesta al sur de San Juan de la Costa muestra estructuras desarrolladas por el paso y acumulación de uno o más DADV's y permite estudiar la deformación que ésta causó en su substrato, formado por ignimbritas félsicas de grado bajo, interestratificadas con tobas félsicas retrabajadas y capas de sedimentos epiclástico-volcánicos de composición intermedia. El trabajo de campo y cartografía geológica ha mostrado que la deformación es compleja, no penetrativa (solo afecta a aquellos sitios por donde pasó la avalancha), y que incluye pliegues (a veces replegados), fallas de todo tipo (normales, inversas o de corrimiento lateral), la intrusión de diques clásticos potentes y la formación de domos estructurales en el substrato de la DADV. Interpretamos a las estructuras como productos de deformación de sedimento suave, acaecida en una sucesión estratigráfica en donde los sedimentos y tobas estaban húmedos, sin litificar o débilmente litificados. La edad inferida del DADV y de la deformación, del partir de fechamientos U-Pb es entre 20.6 y 23.9 Ma. Sin embargo, no toda la deformación que documentamos en el campo

es directamente atribuible al DADV ya que hubo otros procesos que causaron deformación en el área. Entre ellos hay: 1) tectónica gravitacional que generó deslizamientos en conjuntos de capas entre estratos sin deformar; 2) extensión sin-sedimentaria; 3) un pulso de acortamiento cortical reportado en la literatura (Bonini et al. 2017: Tecto-127508) y 4) Fallas, algunas de ellas activas, asociadas a la formación del Golfo de California. Hemos propuesto de manera formal una unidad litodémica que llamamos Complejo Estructural de Agua de Yepis pues la localidad tipo está cerca del rancho Agua de Yepis. En la sección tipo hay evidencia de mezcla total o parcial de litologías, fluidización e inyección de esas "revolturas", formación de pliegues isoclinales, o de pliegues replegados y rotación de estratos mayor a 90º. También reconocimos la presencia de bloques exóticos, arrancados del substrato por la avalancha y empujados o incorporados en ella. Frecuentemente los bloques exóticos rígidos son alargados y sub-verticales y existe evidencia de deformación dúctil a su alrededor. Con base en la presencia del Complejo de Yepis dividimos a la sucesión estratigráfica del Grupo Comondú inferior (i.e. debajo de la Toba San Juan) en unidades pre-, sin- y post-DADV. La unidad sin-DADV se formó, en términos geológicos, de manera instantánea por la cizalla y sobrecarga impuesta por el DADV (una brecha andesítica, en lugares dacítica). Creemos que la deformación se prolongó por un tiempo desconocido debido a la sobrecarga impuesta en partes de la unidad pre-DADV por la brecha andesítica y la acumulación progresiva de la unidad post-DADV, que también incluye capas de brecha y conglomerado andesíticos. PAPIIT AG101523.

VUL-16

DISTRIBUCIÓN, ARQUITECTURA INTERNA Y ESTRUCTURA DE LAS AVALANCHAS VOLCÁNICAS EN EL GRUPO COMONDÚ INFERIOR, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Dávila Harris Pablo[1], Aranda Gómez José Jorge[2], Cerca Mariano[3], Chávez Cabello Gabriel[4], Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto[5], Pérez Venzor José Antonio[6] y Ramírez Peña César Francisco[7]

[1]*División de Geociencias Aplicadas, IPICYT*
[2]*Instituto de Geociencias, UNAM*
[3]*Laboratorio de Física de Rocas, UNAM*
[4]*Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de nuevo León*
[5]*Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí*
[6]*Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Baja California Sur*
[7]*Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León*
pablo.davila@ipicyt.edu.mx

En la región de San Juan de la Costa, Baja California Sur, están expuestas secuencias potentes de depósitos marinos transicionales, cubiertos por tobas, volcaniclásticos, epiclásticos, brechas e ignimbritas del Mioceno (Grupo Comondú Inferior). Entre los objetivos de un proyecto de grupo, se estudian estas unidades para su integración en el contexto volcanotectónico regional. Una de las observaciones más relevantes es la presencia de grandes espesores de brecha volcánica, algo que ya ha sido reportado en otras localidades. Esta sucesión representa un depocentro voluminoso que sobreyace a una secuencia marina, que antecedió a la apertura del Golfo de California. Informalmente, la brecha volcánica Los Reyes-San Juan de la Costa es potente (hasta 150 m) y heterolitológica, con base y cima irregulares, y está expuesta de manera intermitente por más de 15 km. Para su mejor descripción, se subdividió en facies de bloques, matriz y mezcla. Contiene bloques exóticos de hasta 30 m de longitud. Exhibe estructuras diagnóstico de avalancha volcánica de derrubios como: bloques elongados y cizallados (debris-avalanche blocks), fracturas pervasivas de tipo rompecabeza (jigsaw-fit), flamas, truncaciones, dominios correspondientes a sustrato suave y/o rígido incorporados, bloques monolitológicos y zonas clasto-soportadas en escala de decámetros. Las regiones de matriz y mezcla, presentan gran heterogeneidad litológica, con posibles clastos juveniles (dacítico-andesíticos), piroclástos, y materiales alterados. Contiene fallas internas sin- y post-deposicionales. Su origen (área fuente) es desconocido, pues las región hacia al occidente está cubierta por una sucesión de rocas volcánicas, volcaniclásticas y sedimentarias y hacia el oriente por el mar. Se infiere que la brecha representa más de un evento de colapso, con erupciones explosivas y sedimentación entre cada episodio (aunque no se descarta repetición de unidades estratigráficas). Sus interacciones múltiples con el sustrato, impulsaron deformación dúctil de sedimento suave, por fricción y carga. Evidencias como bloques con textura de costra de pan, fracturamiento prismático, halos de alteración, entre otros, apuntan a un posible componente juvenil. Su edad relativa, con base en unidades estratigráficas supra- e infrayacentes, es entre 20.5 y 23.9 Ma (U/Pb, Aranda-Gómez et al., 2025). Expone facies marginales de tipo flujos hiperconcentrados, brechas arenosas con matriz abundante. Las inyecciones y diques clásticos, evidencia emplazamiento catastrófico, produciendo también ultracataclasita a la base. Se identificaron también moldes de flauta de escala métrica a la base de la brecha. El depósito exhibe una posible capa basal de flujo (basal layer), como en diversos ejemplos de mega-deslizamientos en otras partes del mundo.

VUL-17

EVOLUCIÓN ERUPTIVA Y GEOQUÍMICA DEL VOLCÁN BÁRCENA (1952–1953), ISLA SAN BENEDICTO: UN MODELO TRANSICIONAL EN VOLCANISMO INSULAR

Téllez-Vizcaino Roberto Hassan[1], Dávila-Harris Pablo[1], Koornneef Janne M.[2], Lippert Peter C.[3], Rojas-Agramonte Yamirka[4] y Van Hinsbergen Douwe J.J.[5]

[1]*Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT*
[2]*Vrije Universiteit Amsterdam*
[3]*University of Utah*
[4]*Universität Heidelberg*
[5]*Universiteit Utrecht*
rhtvizcaino@live.com

La erupción histórica que formó el Cono Bárcena en la Isla San Benedicto (Archipiélago de Revillagigedo, México), entre agosto de 1952 y febrero de 1953, constituye un caso excepcional de construcción volcánica rápida en un entorno oceánico intraplaca. La actividad se desarrolló en tres etapas: una fase inicial explosiva hidromagmática transicional a magmática (agosto–septiembre de 1952) que edificó el cono principal, seguida de un breve periodo de calma y culminando con una fase efusiva (noviembre de 1952–febrero de 1953). Este estudio presenta un modelo eruptivo integrador basado en análisis estratigráfico, de litofacies, granulométrico, textural, mineralógico y geoquímico. El trabajo de campo realizado en 2022 incluyó muestreo sistemático, levantamiento de secciones estratigráficas y vuelos de dron. El registro revela una arquitectura pulsátil con alternancia de brechas hidromagmáticas densas (Brm), corrientes piroclásticas diluidas (T/), caída de pómez bien seleccionada (Lp) y tobas masivas (Tm). Otras características, como texturas angulosas de vidrio juvenil, pómez con corteza de pan, distribuciones granulométricas polimodales y lapilli acrecional indican fragmentación influenciada por interacción magma–agua en las etapas iniciales. El análisis geoquímico multivariado identifica tres agrupamientos: (1) productos intermedios de fases hidromagmáticas (SiO_2 # 62.3–65.0%, K_2O # 4.3–4.9%, Zr # 750–850 ppm), (2) pómez diferenciada enriquecida en volátiles y REE (SiO_2 # 66.2–67.5%, K_2O # 5.0–5.04%, Zr # 1170–1225 ppm), y (3) lava intermedia menos evolucionada (SiO_2 # 61.1%, K_2O # 3.36%, Zr # 692 ppm). Las fases diferenciadas muestran anomalías negativas de Sr (#15–17 ppm) y Eu (#1.5–1.7 ppm) indicativas de fraccionamiento prolongado de plagioclasa, mientras que la lava final presenta Sr elevado (#175 ppm), Eu # 4.6 ppm, patrón REE plano y bajos contenidos de Zr y LREE. Esta segmentación concuerda con la evolución estratigráfica y refleja diferenciación sostenida sin evidencia de mezcla magmática. La reconstrucción del ciclo eruptivo define: (1) Fase basal surtseyana subaérea (o taaliana), con intensa interacción magma–agua y transición a actividad vulcaniana, caracterizada por corrientes piroclásticas densas con alta carga lítica (>40%), pobre selección (Mdϕ # 2.5–3.0, σϕ > 2.0), corrientes diluidas y fragmentos juveniles angulosos con corteza de pan. (2) Fase subpliniana pulsátil dominada por caída de pómez bien seleccionada (Mdϕ # –1 a 0, σϕ < 1.5), vesiculación esferoidal homogénea y patrones REE enriquecidos, alternando con depósitos de corrientes piroclásticas densas. (3) Fase efusiva final con extrusión de lava intermedia de bajo contenido en elementos incompatibles, rompiendo la tendencia evolutiva previa. Este modelo eruptivo explica la transición desde un régimen hidromagmático a uno magmático sostenido, en parte modulada por la progresiva reducción del acceso de agua conforme creció el edificio. El cono de toba Bárcena constituye un laboratorio natural para estudiar transiciones entre estilos eruptivos en magmas intermedios a félsicos, con analogías en Azores, Reunión, Islas Canarias y Cabo Verde. Agradecimientos: CONANP y NWO XS grant OCENW.XS21.2.011.

VUL-18

EVOLUCIÓN GEOLÓGICA DEL CAMPO VOLCÁNICO DE SAN QUINTÍN, BAJA CALIFORNIA

Macías Jose Luis[1], Cisneros Guillermo[2], Carlón Teodoro[2], Ubach-Cozatl María Eugenia[3], Sánchez-Núñez Juan Manuel[4], Saucedo Ricardo[5], Avellán Denis[2], Ruiz Diego[6], Sosa-Ceballos Giovanni[1], Arce José Luis[7], Alcalá Reygosa Jesús[8], González Mario[6], Miggins Daniel[9] y García-Tenorio Felipe[2]

[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM, Morelia*
[3]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
[4]*CIIEMAD-IPN*
[5]*Instituto de Geología, UASLP*
[6]*CICESE, Ensenada, BC*
[7]*Instituto de Geología, UNAM*
[8]*Universidad Autónoma de Madrid, España*
[9]*40Ar/39Ar Geochronology Laboratory, Oregon State University, E.U.A.*
jlmacias@igeofisica.unam.mx

En este trabajo se presenta la cartografía geológica del Campo Volcánico de San Quintín (CVSQ) elaborado mediante el uso de topografía de imágenes de satélite, trabajo de campo y fechamientos de 14C (4) y 40Ar/39Ar en roca total (6), complementado con 4 fechamientos de 40Ar/39Ar y 9 de 3He de trabajos previos. El CVSQ ha sido estudiado de manera detallada desde el punto de vista petrológico, debido a que sus rocas máficas alcalinas (basaltos, traquibasaltos y basanitas) son de los pocos ejemplos en México que contienen xenolitos

ultramáficos (lherzolitas, dunitas, websteritas y harzburgitas) y corticales. Las lavas de los volcanes de este campo contienen olivino, clinopiroxeno, plagioclasa, ortopiroxeno >> espinela, nefelina y óxidos. Con base en la información recabada hasta ahora se propone que el CVSQ inició su formación hace más de 250 mil años, durante los cuales se formaron 11 edificios volcánicos, algunos traslapados dispuestos como complejos, incluyendo la Isla de San Martín. La mayoría de estos complejos inició con erupciones submarinas que construyeron la base de islas volcánicas y finalizaron con actividad subaérea con estilos eruptivos variables. De acuerdo al mapa geológico actualizado, se propone que la evolución del CVSQ inició con la formación del complejo Riveroll (186 ka), en la parte central del campo actual, seguida de la formación del volcán Monte San Quintín (165 ka) al norte, Mazo (151 ka) al sur y posteriormente, los volcanes Ceniza (140 ka), Kenton (126 ka), Woodford (126 ka) y Basu (113 ka). Para ese entonces todos estos edificios constituían islas volcánicas que fueron coalesciendo en tres grandes áreas subaéreas rodeadas de aguas poco profundas. Esto habría dado lugar a la formación de un estrecho de mar alargado, paralelo a la costa y al Escarpe de Cantú. Este estrecho, seguramente conectaba a la Bahía de SQ a través de los volcanes del norte. Después de un periodo de quietud, la actividad continuó con la formación de los volcanes Media Luna (90 ka) y Callado Internacional (86 ka) al norte, que seguramente propició el cierre del estrecho marino al norte dejando una morfología similar a la actual. Hace 46 mil años, comenzó la actividad submarina del escudo San Martin situado a unos 8 km al oeste del volcán Riveroll. Esta actividad pasó a ser subaérea y culminó con la formación de dos conos de escoria en su cima. Finalmente, hace 21 mil años una fisura eruptiva, con orientación NO-SE, originó los volcanes Picacho Vizcaíno, Pescador 1, 2 y el volcán Sudoeste. Este evento dejó un paso oceánico somero con la bahía Falsa que se encuentra cerrada actualmente. La actividad eruptiva del campo volcánico cubrió cerca de 130 km2, que aunado a la actividad tectónica, han contribuido al crecimiento de la superficie del continente en esta zona de Baja California. Finalmente, no se descarta actividad más reciente de 21 mil años, sin embargo, la ausencia de carbón o paleosuelos hacen difícil la datación por radiocarbono.

VUL-19

ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN ERUPTIVA EN EL SECTOR NORTE DEL CAMPO VOLCÁNICO DE SAN QUINTÍN, BAJA CALIFORNIA

Ubach-Cozatl María Eugenia[1], Macías José Luis[2], Cisneros Máximo Guillermo[3], Arce Saldaña José Luis[4], Sánchez-Núñez Juan Manuel[5], Carlón Allende Teodoro[6] y Sosa-Ceballos Giovanni[2]

[1]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[3]*Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM*
[4]*Instituto Geología, UNAM*
[5]*Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo, CIIEMAD, IPN*
[6]*Investigador por México, SECIHTI, Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM*

meubachc@gmail.com

El Campo Volcánico de San Quintín (CVSQ), ubicado en el margen oeste de la Península de Baja California a 185 km al sur de la ciudad de Ensenada, está compuesto por al menos 11 complejos volcánicos conformados por conos cineríticos y constituidos por tefras y lavas. Estos complejos volcánicos están emplazados sobre terrazas marinas que se elevan entre 40-80 m sobre la llanura costera. Estudios previos basados en dataciones radiométricas (40Ar/39Ar) y cosmogénicas (3He), estimaron que la actividad volcánica en el CVSQ, varía entre 22 y 165 ka. Los trabajos realizados en el CVSQ se centraron en estudios geoquímicos y petrológicos de las lavas y los xenolitos, destacando el vulcanismo alcalino máfico de tipo intraplaca. Existen pocos estudios vulcanológicos detallados del campo volcánico que permitan determinar la historia eruptiva de cada complejo volcánico y su relación espacio-temporal en esta zona. El presente trabajo tuvo como objetivo el desarrollo de la cartografía detallada, la interpretación de la secuencia eruptiva y, el análisis de las causas de colapso para los complejos volcánicos, Media Luna y Woodford, localizados en el sector norte del CVSQ. A partir de trabajo de campo, mapas temáticos y fotointerpretación de imágenes satelitales, se desarrolló el mapa geológico detallado, donde se cartografió cada uno de los aparatos volcánicos, derrames de lava y otras unidades cartografiables. Igualmente, se realizaron estudios petrográficos, granulométricos, geoquímicos, además de la descripción detallada de las características morfométricas de las unidades descritas. El mapa geológico generado en este trabajo, consiste de 23 unidades, 20 de carácter volcánico y 3 de carácter sedimentario. Ambos complejos están parcialmente cubiertos por dunas eólicas y ~2 km2 de dunas costeras. En el caso del complejo Media Luna que cubre un área de ~2 km2 con un volumen total de ~0.02 km3, se identificaron 9 unidades. Este complejo consiste de un cono cinerítico con 7 unidades volcánicas. Morfométricamente destaca el cráter abierto hacia el NE y 3 unidades con abundantes “rafted mounds”. El complejo Woodford, consiste en tres volcanes: Woodford, Callado Internacional y Monte San Quintín. Este complejo cubre un área de ~3 km2 con un volumen de ~0.02 km3. El volcán Woodford consiste en un cono alargado hacia el E, cuyo cráter está abierto en la misma orientación y, dos unidades que contienen “rafted mounds”. El Callado Internacional se caracteriza por su forma semicircular y pendientes suavizadas con su cráter abierto hacia SE y, 4 unidades volcánicas. El Monte San Quintín se caracteriza por su morfología cónica con una cicatriz de apertura en forma de herradura con orientación NW, en el que se identificaron 3 unidades volcánicas. Este trabajo representa la primera aproximación de la evolución de los complejos volcánicos de la parte norte del CVSQ, lo que mejorará el conocimiento de los procesos involucrados en su formación y etapas de colapso.

VUL-20

INTEGRACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA CON LA BATIMETRÍA EN MAARS LACUSTRES: UNA METODOLOGÍA SIMPLE PARA INTERPRETAR ERUPCIONES COMPLEJAS

Cavazos-Alvarez Jaime Alberto[1], Carrasco-Núñez Gerardo[1], Macías-Medrano Sergio Enrique[2], Mancera-Alejándrez Javier[2] y Valley Ray[3]

[1]*Instituto de Geociencias, UNAM*
[2]*Facultad de Ingeniería, UNAM*
[3]*BioBase LLC*

jcavazos@geociencias.unam.mx

El análisis morfológico de los volcanes tipo maar ofrece información clave para reconstruir su evolución geológica, particularmente cuando sus cráteres presentan formas complejas, generadas por la migración de los focos explosivos a lo largo de su historia eruptiva. En estos casos, la distribución y superposición de las huellas explosivas permiten establecer la secuencia eruptiva. Sin embargo, este escenario se complica cuando los maars contienen lagos que ocultan su estructura interna y cuando su morfología ha sido modificada por procesos sedimentarios posteriores a la erupción. En este trabajo se presenta, por primera vez en lagos de volcanes tipo maar, una metodología que integra datos topográficos y batimétricos en forma de Modelos Digitales de Elevación de alta resolución. A partir de estos modelos es posible describir la geomorfología de los cráteres e interpretar parte de su historia eruptiva. El análisis se centró en dos maars localizados en la cuenca de Serdán-Oriental, México: La Preciosa y Quechulac. Aunado a sus morfologías prístinas y complejas, ambos maars presentan rasgos volcánicos inusuales para este tipo de volcanes, mismos que fueron interpretados a partir de esta metodología. En La Preciosa, la mitad norte del cráter presenta un típico borde cratérico, el cual se adelgaza y desaparece hacia el sur donde aflora únicamente la secuencia pre-maar. El análisis morfológico indica que la parte norte del cráter se formó por múltiples explosiones. Mientras que la parte sur se atribuye al colapso gravitacional de la roca encajonante, facilitado por suberosión inducida por las múltiples explosiones durante la erupción. El maar Quechulac presenta una pequeña isla cerca del centro del lago, compuesta por material piroclástico. La composición y ubicación de esta isla desafía la naturaleza explosiva de los maars, que tiende a excavar y profundizar el centro del cráter. El análisis geomorfológico indica que el crater del maar Quechulac presenta un cráter anidado en el sector occidental, cuya topografía más elevada actualmente sobresale del nivel freático en forma de una isla. En ambos maars, las relaciones espaciales de las huellas de explosión indican que la migración de los focos explosivos ocurrió del este al oeste. Esta orientación es congruente con el sistema estructural que controla el vulcanismo monogenético en la cuenca. Este estudio demuestra que la combinación de la topografía y la batimetría de alta resolución permite identificar secuencias eruptivas y procesos post-eruptivos en maars lacustres, que de otro modo permanecerían ocultos. La metodología empleada no solo permitió explicar las características geológicas inusuales de estos dos maars, sino que también abre nuevas posibilidades para la interpretación morfológica y evolutiva en otros entornos lacustres volcánicos y sedimentarios.

VUL-21

INTEGRACIÓN DE TÉCNICAS CONVENCIONALES Y MODERNAS PARA LA RECONSTRUCCIÓN ESTRATIGRÁFICA EN ÁREAS DE ACCESO LIMITADO; CASO DE ESTUDIO MAAR OCOTENCO, CUENCA DE SERDÁN-ORIENTAL, MÉXICO

Hernández-Feregrino Ana Sofía[1], Cavazos-Álvarez Jaime Alberto[2], Carrasco-Núñez Gerardo[2], Sarocchi Damiano[3] y Arteaga Dante[2]

[1]*Escuela Nacional de Estudios Superiores, Juriquilla, ENESJ*
[2]*Instituto de Geociencias, UNAM*
[3]*Universidad Autónoma de San Luis Potosí*

sof_hdz@comunidad.unam.mx

Los volcanes tipo maar son producto de erupciones predominantemente freatomagmáticas, de pequeño volumen y corta duración, que pueden variar en el espacio y en el tiempo. La reconstrucción de su historia eruptiva se fundamenta principalmente en el registro estratigráfico y en su morfología. En algunos casos, la presencia de paredes internas profundas y de alta pendiente limita el acceso para realizar levantamientos estratigráficos detallados, lo que exige la integración de técnicas modernas que, en conjunto con el trabajo geológico de campo, permitan reconstruir la historia eruptiva de un volcán. El volcán Ocotenco, ubicado en el campo volcánico de la cuenca Serdán-Oriental, presenta paredes subverticales y un desnivel de 180 m, siendo el segundo más profundo de este campo volcánico. Estas condiciones restringen el acceso directo únicamente a una porción del flanco oriental. En este trabajo se presenta un estudio estratigráfico y geomorfológico integral del cráter, que incluye: (1) la reconstrucción estratigráfica del flanco oriental a

partir de observaciones de campo, descripción de facies, análisis textural cuantitativo y composicional; (2) la caracterización geoquímica y petrográfica del material juvenil mediante el análisis de elementos mayores y traza, complementados con microtomografía computarizada que permita distinguir su microestructura; (3) la caracterización indirecta del flanco occidental mediante análisis granulométrico sobre imágenes capturadas con un dron; y (4) el análisis de Modelos Digitales de Elevación y fotogrametría para obtener mediciones precisas y correlacionar la estratigrafía entre ambos flancos. Los resultados se sintetizan en un modelo estratigráfico que integra las variaciones observadas en distintos sectores del cráter. Este enfoque constituye una alternativa eficaz para el estudio de maars con acceso restringido, facilitando la documentación de variaciones eruptivas y la reconstrucción de su evolución morfológica.

VUL-22

ESTILOS ERUPTIVOS TRANSICIONALES DEL VULCANISMO MONOGENÉTICO, POLICÍCLICO, POLIMAGMÁTICO Y POLIGENÉTICO, A PARTIR DEL ESTUDIO DE VOLCANES DE PEQUEÑA ESCALA DEL CENTRO DE MÉXICO

Carrasco Gerardo[1], Ort Michael[2], Cavazos Jaime[1] y Dávila Pablo[3]

[1]*Instituto de Geociencias, UNAM*
[2]*Northern Arizona University, Flagstaff, U.S.A.*
[3]*IPICYT SLP*

gerardoc@geociencias.unam.mx

De manera muy general y simplista el vulcanismo ha sido clasificado para fines prácticos en dos grandes grupos: monogenético y poligenético. En esta clasificación, los volcanes monogenéticos se forman por una erupción discreta y de corta duración (de días a pocos años), con volúmenes reducidos de magma (<1 km3), en contraste con los poligenéticos que involucran historias eruptivas complejas con erupciones de larga duración interrumpidas por largos periodos de reposo y con grandes volúmenes de magma que permiten la construcción de edificios volcánicos de gran tamaño. Sin embargo, la naturaleza no sigue esas clasificaciones, y es cada vez más común observar comportamientos eruptivos transicionales que sugieren la necesidad de reconsiderar y ampliar estas categorías. Términos como volcanes policíclicos y polimagmáticos permiten describir casos que se sitúan dentro del continuo entre los extremos monogenético y poligenético. Mas allá de pretender obtener clasificaciones estrictas para cada estructura volcánica, lo importante es comprender cuales son los factores que controlan las variaciones en el estilo eruptivo durante su evolución, tales como: el flujo magmático (tasa erupción), la composición del magma, la disponibilidad de agua y volátiles, la migración del foco eruptivo, la profundidad de las explosiones, la estructura y litología de la roca encajonante y el ambiente tectónico. En este trabajo se analizan ejemplos de erupciones con variaciones en el estilo eruptivo para volcanes de tamaño pequeño, preferentemente tipo maar, en donde se identifican las transiciones entre estilos que van de magmáticos a freatomagmáticos, o viceversa, así como erupciones mixtas con actividad mas compleja. Asimismo, se analizan casos de estudio de volcanes andesítico-basálticos y riolíticos con comportamientos aquí definidos como policíclicos, polimagmáticos o hasta poligenéticos, que habían sido catalogados con anterioridad como volcanes monogenéticos, y en donde se propone que el flujo magmático y la disponibilidad de agua son los factores fundamentales que controlan las transiciones entre estilos eruptivos para volcanes de pequeña escala.

VUL-23

HISTORIA ERUPTIVA DEL COMPLEJO VOLCÁNICO MONOGENÉTICO LA ALBERCA-JOYA BLANCA, ÁREA DE VALLE DE SANTIAGO, SECTOR CENTRAL DEL CINTURÓN VOLCÁNICO TRANSMEXICANO

Rangel-Granados Elizabeth[1], Siebe Claus[1], Suárez-Jiménez Juan Enrique[2], Reyes-Guzmán Nanci[3] y Guilbaud Marie-Nöelle[1]

[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Servicio Geológico Colombiano, Bogotá, Colombia*
[3]*Department of Geology and Environmental Earth Science, Miami University, Oxford Ohio, USA*

elizrangel@gmail.com

El área de Valle de Santiago (VS), ubicada al noreste del Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato, en el sector central del Cinturón Volcánico Transmexicano, alberga 118 estructuras volcánicas distribuidas en ~2800 km2. Este vulcanismo, activo entre el Mioceno tardío (~8 Ma) y el Pleistoceno tardío (~11 ka), incluye conos de escoria, volcanes en escudo, volcanes freatomagmáticos, así como domos y flujos de lava. Algunas de estas estructuras presentan historias eruptivas complejas, que requieren de estudios detallados para comprender su evolución y dinámica eruptiva. Mediante el análisis estratigráfico, petrográfico, geoquímico, sedimentológico y de componentes, así como con fechamientos por radiocarbono, se reconstruyó la historia eruptiva del complejo volcánico monogenético La Alberca-Joya Blanca. Los resultados indican que este complejo se formó hace ~22 ka durante una sola erupción que involucró fases efusivas, magmáticas explosivas, freáticas y freatomagmáticas, a través de tres zonas de emisión distintas y a lo largo de las cuales se formaron siete estructuras volcánicas. En la zona #1 se formaron tres montículos de escoria y flujos de lava mediante actividad hawaiana-estromboliana. En la zona #2, la erupción comenzó con una fase freática que formó un depósito de lahar; después, continuó con actividad hawaiana-estromboliana que construyo un cono de escorias con flujos de lava, y finalizó con una fase freatomagmática que dio origen al maar Joya La Alberca. En la zona #3, la actividad comenzó como freatomagmática, formando un cono de tobas (Joya Blanca), y culminó con una fase magmática explosiva que desarrolló un montículo de escorias. El magma emitido durante la erupción que formó a este complejo fue de composición andesítico-basáltica, con afinidad alcalina, y presentó una asociación mineralógica constituida por plagioclasa, clinopiroxeno, olivino, óxidos y escaso ortopiroxeno. La ubicación de las estructuras freatomagmáticas sobre las laderas de volcanes en escudo del Pleistoceno medio, junto con las evidencias recolectadas, sugiere que este estilo eruptivo fue probablemente alimentado por acuíferos en medios fracturados y favorecido por un gradiente hidráulico natural óptimo. Este estudio resalta la complejidad del vulcanismo monogenético, el cual puede involucrar múltiples centros de emisión, así como diversos estilos eruptivos.

VUL-24

MORPHOSTRUCTURAL PARTITIONAL SITES OF SHOSHONITIC VOLCANISM IN THE CAHULOTE GRABEN, MICHOACÁN GUANAJUATO VOLCANIC FIELD, MÉXICO

Gómez Calderón Daniel Alberto[1], Corona Chávez Pedro[2], Hernández Bernal Maria del Sol[3] y Paz Moreno Francisco Abraham[4]

[1]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH*
[3]*Escuela Nacional de Estudios Superiores Morelia, UNAM*
[4]*Departamento de Geología, Universidad de Sonora*

dagcbeto@gmail.com

The shoshonitic-type rocks are scarce in volcanic arcs (<3 vol.%), typically associated with mafic volcanism, and both suites are commonly connected to extensional tectonics and deep lithospheric magmatic source zones. The Michoacán Guanajuato Volcanic Field (MGVF), located at the central sector of the Transmexican Volcanic Belt (TMVB), has over 2000 volcanic vents, mainly mafic-andesitic calc-alkaline type. Through a holistic approach, including morphostructural, volcano morphometry, petrography, geochemistry and geochronology data, this work presents a detailed study of Cahulote Graben (CG) in the Jorullo-Tacámbaro volcanic region. We have divided the CG into three morphostructural domains containing 116 volcanoes of several types, mainly spatter cones. Morphostructural domains were developed by the interaction of four extensional and transtensional brittle deformation systems: NE-SW, NW-SE, E-W and NNW-SSE. CG is an extensional-transtensional NE-SW tectonic system. Three magmatic calc-alkaline, shoshonitic and intra-plate-like plumbing systems were arranged during the Quaternary (<2 Ma). Petrographic, major and trace elements support relatively fast ascent and different stages of magma stagnation from deep reservoirs. Comparison of Zr/Al and Ti/ Al ratios and Nd–Sr isotopic signatures of CG shoshonites with others reported in the TMVB supports the hypothesis of the contrasting depth of source magmas and strongly suggests an extensive tectonic regime for these shoshonites. A volcanotectonic model is proposed to explain the emplacement mechanism of shoshonitic magmatism.

VUL-25

VULCANISMO DISTRIBUIDO Y LA FORMACIÓN DE CLUSTERS: UN CASO DE ESTUDIO EN EL CAMPO VOLCÁNICO MICHOACÁN - GUANAJUATO

Avellán Denis-Ramón[1], Gómez-Vasconcelos Martha Gabriela[2] y Macías José Luis[3]

[1]*SECIHTI - Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*SECIHTI - Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*
[3]*Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM*

davellan@igeofisica.unam.mx

El clúster volcánico monogenético Nieve se ubica en la región centro - oriental del campo volcánico Michoacán - Guanajuato, a lo largo de la zona de falla de Huiramba, una rampa de relevo en el sistema de fallas Morelia - Acambay producida por una transtensión oblicua nor-noroeste. Este clúster volcánico incluye al menos 17 domos de lava del Plioceno medio al Pleistoceno tardío, dos volcanes en escudo pequeño y dos conos de escoria. Entre 4 y 3.8 Ma, dos erupciones efusivas formaron dos volcanes en escudo pequeño superpuestos, con un volumen de magma de 3.93 km3. Entre 2.9 Ma y 21.4 ka, se emplazaron 17 domos de lava y dos conos de escoria en las laderas de estos volcanes. El clúster completo resultó en un volumen eruptivo total de 17 km3, cubriendo un área de 326 km2 y alcanzando un espesor de material volcánico emplazado de 1200 m, resultando en una tasa de erupción de magma equivalente a 0.004 km3/ka. Todas las rocas asociadas con este clúster están dentro de un rango relativamente restringido en composición, entre 53.9 y 64.2% en peso de SiO2, desde andesita enriquecida en sílice hasta andesita basáltica. La presencia de xenolitos de rocas intrusivas y xenocristales con textura de disolución revela que los procesos de asimilación modificaron los magmas. Con base en el registro

geológico regional, sugerimos que el establecimiento del clúster volcánico Nieve ha sido controlado por las estructuras tectónicas y el basamento de la región, lo que ha permitido la evolución química de estos lotes de magas que probablemente tuvieron fuentes en al menos dos reservorios profundos como lo refleja la relación Nb/Th versus Ta/U.

VUL-26

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA-ESTRUCTURAL DEL ENJAMBRE DE DIQUES DEL VOLCÁN RINCONADA EN ZAMORA, MICHOACÁN

Reyes Bautista Jamila Krystel[1], Gómez Vasconcelos Martha Gabriela[1], Avellán López Denis Ramón[2], Ávila Olivera Jorge Alejandro[1] y Macías Jose Luis[3]

[1]*Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH*
[2]*Instituto de Geofisica, Unidad Michoacán, UNAM*
[3]*Instituto de Geofisica, UNAM*
jamilakrystelreyesbautista@gmail.com

El volcán Rinconada (también conocido como Cerrito de Ortiz o Catipuato) es un cono de escoria ubicado en el municipio de Zamora, en el sector noroeste del Campo Volcánico Michoacán Guanajuato . Actualmente este cono de escoria es explotado como banco de material, cuyas secciones transversales producto de la actividad minera han expuesto un enjambre de diques y sus depósitos asociados, permitiendo analizar las fases minerales de las intrusiones magmáticas, estudiar las fallas y fracturas, determinar el control estructural en la actividad volcánica y proponer una reconstrucción de la cronología eruptiva del volcán. El volcán se encuentra elongado en dirección NNW, tiene una altura de 130 metros de la base a la cima, su punto más alto son 1700 msnm aproximadamente, y no se observan flujos de lava asociados a la erupción. El enjambre de diques está conformado por 13 diques con direcciones preferenciales asociadas a los sistemas de fallas regionales , de los cuales se identificaron cinco diques que exhiben características físicas de haber alimentado la erupción. Para la descripción petrológica se elaboraron 17 láminas delgadas de roca pertenecientes a los distintos diques del volcán, y por medio de análisis espacial y los datos obtenidos en campo de los diques y las fallas existentes se realizó la caracterización estructural.

VUL-27

DIQUES ALIMENTADORES DE CONOS DE ESCORIA EN EL CAMPO VOLCÁNICO MICHOACÁN-GUANAJUATO Y SU CONTROL ESTRUCTURAL

Gómez-Vasconcelos Martha Gabriela[1] y Avellán Denis-Ramón[2]

[1]*SECIHTI - Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH*
[2]*SECIHTI - Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM*
gabriela.gomez@umich.mx

Parícutin y Jorullo, los volcanes más jóvenes del campo volcánico Michoacán-Guanajuato, son conos de escoria, y más del 90% de los volcanes en este campo monogenético son conos de escoria. Por lo tanto, existe una alta probabilidad de que el siguiente volcán sea también un cono de escoria. A pesar de su pequeño tamaño, es preciso comprender su dinámica eruptiva, ya que pueden llegar a ser bastante complejos y representar un peligro importante en la región. Muchos de estos conos de escoria están siendo explotados como bancos de material para la construcción, lo que expone su interior y nos permite estudiar sus depósitos y su sistema de alimentación de forma directa. Esto nos ayuda a comprender su dinámica eruptiva y su control estructural, lo que en un futuro servirá para evaluar el peligro volcánico de mejor manera. Hasta ahora, los conos de escoria estudiados nos han mostrado tener entre uno y 14 diques, la mayoría con direcciones paralelas a los sistemas de fallas regionales, con morfologías y espesores variables que reflejan su tasa de emisión, composición química y contenido de gases. Estas intrusiones magmáticas también pueden reactivar fallas preexistentes, ocasionando una ruptura co-intrusiva y aumentando el peligro en la región.

VUL-28

HISTORIA ERUPTIVA DEL CAMPO VOLCÁNICO MONOGENÉTICO APIZACO-TLAXCO EN EL SECTOR ORIENTAL DEL CINTURÓN VOLCÁNICO TRANSMEXICANO

Esqueda Maldonado Cristal[1], Rangel Granados Elizabeth[2], Vásquez Serrano Alberto[3], Díaz Corte Amelia[3], Olvera Rosiles Michel Fernanda[1], Arce Saldaña José Luis[3] y Olmos Moya María de Jesús Paulina[4]

[1]*Facultad de Ciencias*
[2]*Instituto de Geofisica, UNAM*
[3]*Instituto de Geología*
[4]*Instituto de Geociencias, UNAM*
cristal.maldonado@ciencias.unam.mx

La región de Apizaco-Tlaxco, Tlaxcala, ubicada en el sector oriental del Cinturón Volcánico Transmexicano (CVTM), alberga un conjunto de volcanes monogenéticos (~53) de los cuales se desconoce su edad, composición química, estilo eruptivo y las condiciones tectónicas que controlan su distribución. Con base en cartografía geológica-estructural, descripciones detalladas de depósitos volcánicos, análisis geoquímicos, petrográficos y morfométricos, así como en dos nuevos fechamientos por radiocarbono, se reconstruyó la historia eruptiva del campo volcánico Apizaco-Tlaxco. Nuestros resultados sugieren que la actividad volcánica inició durante el Pleistoceno temprano (~1.5 Ma) y continuó hasta el Pleistoceno tardío (~12.6 ka) con la formación del cono de escorias San Gregorio. Este vulcanismo se emplazó dentro de una depresión tectónica con orientación NW-SE y se dividió en dos episodios principales. El primer episodio, ocurrido entre ~1.5 y 1 Ma, se caracterizó por erupciones efusivas que formaron flujos de lava fisurales, domos de lava y volcanes en escudo en la porción noroeste de la depresión tectónica, así como por erupciones explosivas que generaron conos de escoria alineados con orientación NE-SW, principalmente en la porción sureste de la depresión. La composición química abarca desde basaltos hasta andesitas, predominando las rocas de afinidad sub-alcalina y en menor proporción alcalina. En el segundo episodio, ocurrido entre ~1 Ma y 12.6 ka, se desarrollaron erupciones efusivas que formaron domos de lava, y erupciones explosivas que generaron conos de escoria con flujos de lava asociados. El vulcanismo de este episodio se distribuyó aleatoriamente dentro de la depresión y su composición química fue variable y relativamente más evolucionada que en la etapa anterior, abarcando desde basaltos hasta dacitas, con afinidad sub-alcalina. Si bien, este trabajo aporta nueva información para el entendimiento del vulcanismo monogenético en el sector oriental del CVTM, es necesario estudiar con mayor detalle la geología estructural, así como a las estructuras volcánicas más jóvenes (conos de escorias Coaxapo y San Gregorio), ya que su emplazamiento podría indicar actividad volcánica durante el Holoceno. Esto implicaría un potencial peligro para las poblaciones asentadas en esta región, dado que es tectónicamente activa.

VUL-29

MONITOREO PLURIDECENAL (2007-2025) DE LA DESGASIFICACIÓN DE CO2 DEL SUELO Y DE SO2 DE LA PLUMA VOLCÁNICA EN LA ISLA DE VULCANO, ARCHIPIÉLAGO DE LAS EOLIAS, ITALIA

Inguaggiato Salvatore[1], Vita Fabio[1], Inguaggiato Claudio[2], Mazot Agnes[3] y Schiavo Benedetto[4]

[1]*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, INGV*
[2]*Departamento de Geologia, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE), Ensenada 22860, México*
[3]*GNS Science Wairakei Research Centre, 114 Karetoto Road, Wairakei, Private bag 2000, Taupo, New Zealand*
[4]*Instituto de Geofísica, UNAM*
salvatore.inguaggiato@ingv.it

Los volátiles liberados por las estructuras volcánicas de todo el mundo contribuyen a la contaminación ambiental natural, tanto en las etapas de desgasificación pasiva como activa. La Isla de Vulcano se caracteriza por una desgasificación solfatárica localizada principalmente en la cumbre (cráter de La Fossa) y en la zona periférica de la Bahía de Levante. La desgasificación solfatárica normal (con fluidos de alta temperatura en las fumarolas de la cumbre y fluidos hirvientes en la bahía), establecida tras la última erupción explosiva de 1888-90, se ve interrumpida periódicamente por crisis geoquímicas. Estas crisis se caracterizan por una desgasificación anómala, atribuible a un aumento en las aportaciones volcánicas, que a su vez provoca un marcado incremento en la tasa de desgasificación. En este trabajo, se han utilizado los datos de las redes de monitoreo geoquímico del INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) para identificar, evaluar y monitorear las variaciones geoquímicas de parámetros extensivos. Estos parámetros incluyen el flujo de SO_2 de la pluma volcánica y el flujo de CO_2 de los suelos en la zona de la cumbre, fuera de las áreas fumarólicas y de las areas periferica de Bahia del Levante y Palizzi. Se registraron cuatro cambios principales en la actividad de desgasificación en 2009, 2021, 2023 y 2024, lo que nos ha permitido evaluar, en tiempo casi real, el nivel y la duración de la crisis de desgasificación que afecta a la isla de Vulcano. La crisis geoquímica más fuerte se registrò en el 2021 con el aumento en el flujo de volátiles que comenzó en junio-julio de 2021 y alcanzó su punto máximo en noviembre de ese mismo año. En particular, el flujo medio mensual de SO_2 de la pluma, y el flujo de CO_2 de los suelos, , aumentaron drásticamente de un order de magnitudo durante este evento y alcanzaron 89 t d^{-1} y 11,596 g m^{-2} d^{-1}, respectivamente en noviembre de 2021. El valor de referencia anual promedio para la emisión de SO_2 se había estimado en 7700 t y^{-1}durante la actividad solfatárica normal. Sin embargo, en 2021 y 2022, esta desgasificación se elevó a 18,000 y 24,000 t y^{-1}, respectivamente. A pesar de una ligera disminución durante el segundo semestre de 2022, se registraron otros dos nuevos incrementos en la desgasificación de volátiles en 2023 y 2024. Esto sugiere que, si bien existe una tendencia general a la baja, el sistema volcánico todavía se mantiene en una fase de desgasificación anómala y no ha regresado a los valores basales observados antes de junio de 2021.

VUL-30

ESCENARIOS DE AMENAZA POR FLUJOS DE LAVA DEL COMPLEJO VOLCÁNICO DE SAN SALVADOR (EL SALVADOR)

Ferrés López Maria Dolors[1], Sánchez García Alisson Magaly[2], García Lara Angela Valeria[3] y Rivera Ayala Jacqueline Yamileth[3]

[1]*Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra, UNAM*

[2]*Facultad Multidisciplinaria de Occidente, Universidad Nacional de El Salvador (UES)*

[3]*Dirección General del Observatorio de Amenazas y Recursos Naturales, DOA-MARN*

dferres@encit.unam.mx

El Complejo Volcánico de San Salvador (CVSS), situado en el centro de San Salvador, está conformado por el edificio central y joven Boquerón, junto a 25 volcanes monogenéticos ubicados en sus flancos SE, N y NW. Es considerado uno de los volcanes más peligrosos de Centroamérica por su historial de erupciones y por su cercanía a grandes áreas urbanas. El historial eruptivo del Boquerón incluye 25 erupciones en los últimos 36 ka, de diferente estilo y magnitud, una gran parte de ellas con fases efusivas y producción de flujos de lava. Su última erupción, en 1917, fue de tipo estromboliano, generó un cono de escorias en el interior del cráter del Boquerón, así como la emisión de un flujo de lava de 7 km de longitud, de composición andesítica, desde una fisura en su flanco NNW. Por otra parte, en el campo volcánico monogenético, activo desde inicios del Holoceno, se reconocieron 25 estructuras, en los flancos y planicies circundantes al N, NW y SE. El cono de escorias El Playón, situado al N del Boquerón, es el más reciente de este campo y tuvo su erupción en 1658-1671, con la producción en sus fases finales de un flujo de lava basáltico-andesítico, de tipo malpaís, que cubrió una extensión de 10 km2. Los dos flujos de lava mencionados se utilizaron como flujos de referencia para la definición de dos escenarios de amenaza por lavas en el CVSS. Se elaboraron los paleorelieves de ambos flujos, con el fin de calibrar el simulador ELFM y obtener los parámetros que mejor se ajustaron para reproducir su alcance y distribución. Posteriormente, con base en los resultados de la calibración se definieron grupos de parámetros de entrada de las simulaciones para reproducir diferentes longitudes de las lavas. Con base en el análisis estadístico de los centros eruptivos geológicos e históricos, a partir de funciones de densidad, se determinaron las áreas con mayor probabilidad de albergar un nuevo centro emisor. En estas áreas (probabilidad >50%) se seleccionaron más de 1000 puntos, entre la zona del edifico central y la del campo monogenético. Cada grupo de parámetros de entrada se simuló desde todos los centros de emisión seleccionados en cada zona. Los resultados de las simulaciones permitieron obtener los mapas individuales de la distribución y alcance de los flujos de lava para cada escenario y grupo de parámetros. Finalmente, las simulaciones se integraron mediante un análisis de frecuencia espacial, permitiendo delimitar las zonas con mayor probabilidad de ser afectadas por futuros flujos de lava con origen, tanto en el edificio central Boquerón, como de nuevos centros eruptivos en las planicies al NW y SE. Estos resultados muestras que la infraestructura vial crítica en el Área Metropolitana de San Salvador podría ser severamente afectada, además de extensas áreas en el sector N-NW del complejo volcánica, donde en la última década se ha desarrollado multitud de proyectos habitacionales.

VUL-31

MONITORING OF THE HYPERACID LAKE AT POÁS VOLCANO (COSTA RICA) USING DRONES: GEOCHEMICAL VARIATIONS FROM NOVEMBER 2023 TO MARCH 2025

Sibaja Brenes José Pablo[1], Alfaro-Solís Rosa[1], De Moor Maarten[1], Avard Geoffroy[1], Martínez-Cruz María[1], Plank Terry[2] y Alvarado Guillermo E.[1]

[1]*Universidad Nacional, UNA, Costa Rica*

[2]*Department of Earth and Environmental Sciences, Lamont-Doherty Earth Observatory, Columbia University, USA*

jose.sibaja.brenes@una.ac.cr

The AVERT project (Anticipating Volcanic Eruptions in Real-Time) has been studying the active crater lake of Poás Volcano in Costa Rica, which is one of the most acidic natural water bodies on Earth, with extreme chemical conditions that challenge conventional sampling methods. Between November 2023 and March 2025, access to the crater was restricted due to volcanic unrest, explosions and the accumulation of toxic gases. To maintain the geochemical monitoring series, water samples were collected using a UAV (uncrewed aerial vehicle) system conditioned with a 3D printed device to carry a bayler bottler of 250 mL. Laboratory results showed a progressive acidification of the lake, a diminution of the water lake level, with pH values dropping from 0.13 in November 2023 to –1.04 in April 2024 and -1 in March 2025. Sulfate concentrations exceeded 130,000 ppm in some samples (May 2024 and March 2025), with high levels of fluoride (> 4000 ppm), magnesium (> 5000 ppm), and lithium (< 3.6 ppm). Increases in sodium and potassium were also observed during the most acidic months. The SO_4/Cl and Mg/Cl molar ratios revealed temporal variations in hydrothermal input, fluid-rock interaction, and phase separation processes within the volcanic system. This work demonstrates the effectiveness of drone-assisted sampling in active volcanoes with extreme volcanic environments and emphasizes the importance of continuous lake monitoring as a tool for understanding shallow hydrothermal dynamics and magmatic activity.

VUL-32

LAS ERUPCIONES DE FLANCO EN CALDERAS BASÁLTICAS: EL CASO DEL VOLCÁN MASAYA, NICARAGUA

Avellán Denis-Ramón[1], Gómez-Vasconcelos Martha Gabriela[2] y Pilato Martín[3]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM*

[2]*Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*

[3]*Calibre Mining Corp*

davellan@igeofisica.unam.mx

En esta investigación se reportan cinco erupciones de flanco ocurridas en el Holoceno en la caldera Masaya. Estas erupciones corresponden a cinco flujos de lava emplazados en la zona rift norte de Masaya (o zona de falla Cofradía), situadas al este de la ciudad de Managua. Los flujos de lava se definieron mediante el mapeo geológico como unidades Mosintepe, Portillo, Gorgonia, Campuzano y Martha. Desde el trabajo de campo se recolectaron muestras de paleosuelos debajo de cada flujo de lava y se realizaron análisis de radiocarbono AMS, que arrojaron edades de las erupciones entre 2,250 y 790 años antes del presente. Los intervalos de edad calibrados caen en rangos de mediados del siglo 3 antes de Cristo para Mosintepe, finales e inicios del siglo cinco y seis para Portillo, inicios del siglo seis para Gorgonia, mediados del siglo 10 para Campuzano y mediados del siglo 13 para Martha. Estás edades son consistentes cronológicamente con la estratigrafía de la región. Las erupciones emitieron volúmenes de magma entre 0.02 y 0.51 km3, alcanzando hasta 8 km de longitud desde el centro eruptivo y 13 km desde el cráter post-caldera Masaya-Nindirí hasta la zona más distal alcanzada por los flujos de lava. Las rocas que constituyen a estos flujos de lava son de color gris y tienen una textura porfirítica de grano fino, constituidas de fenocristales y microlitos de plagioclasa (55-47 vol%), piroxeno (45-29 vol%), olivino (11-5 vol%) y óxidos de Fe-Ti (5-1.7 vol%). Todas las rocas son de composición basálticas (SiO2 50-52 % en peso). Su paragénesis mineral y huella geoquímica de elementos traza revela una procedencia volcánica común desde el sistema magmático de la caldera Masaya. Las erupciones fueron provocadas por la propagación lateral del magma, desde el magmático poco profundo, dando origen a erupciones distales. Este estudio demuestra que las erupciones de flanco de flujos de lava basáltica son comunes en la caldera Masaya a lo largo de la zona de rift volcánico norte. Por lo tanto, esta información debe considerarse en futuras evaluaciones del peligro y riesgo volcánico.

VUL-33 CARTEL

SISTEMA DE MONITOREO DE LA ACTIVIDAD EXPLOSIVA VOLCÁNICA DEL POPOCATÉPETL MEDIANTE INFRASONIDOS

Valade Sébastien[1], Cortés Rosa Javier[2], Lacanna Giorgio[3], Ripepe Maurizio[3], Ulivieri Giacomo[4] y Piñón-Juárez Santiago[5]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*

[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*

[3]*Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Firenze, Firenze, Italy*

[4]*GECO SRL, Montelupo Fiorentino, Italy*

[5]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*

valade@igeofisica.unam.mx

Las ondas infrasónicas son generadas por la actividad explosiva volcánica debido al acoplamiento entre el magma y la atmósfera. A diferencia de las ondas sísmicas, que son producidas tanto por procesos volcánicos internos como superficiales, las ondas infrasónicas revelan de forma inequívoca la actividad volcánica en la superficie. Los arreglos infrasónicos de pequeña apertura, compuestos por 3 o 4 sensores de infrasonido, son capaces de medir y localizar eficazmente la actividad explosiva desde posiciones remotas (varios km del cráter), lo que los convierte en una técnica de monitoreo poderosa. Esta metodología de procesamiento de arreglos permite en particular monitorear en tiempo real la actividad explosiva, y ofrece además la posibilidad de anticipar posibles escenarios de riesgo. En el volcán Etna (Italia) se desarrolló un sistema de alerta temprana infrasónica para erupciones explosivas (Ripepe et al., 2018, Sci. Rep.), que ha estado funcionando durante los últimos ~15 años, proporcionando notificaciones automáticas en tiempo real de la actividad volcánica explosiva a las agencias gubernamentales y jurisdicciones responsables del espacio aéreo. El volcán Popocatépetl, al igual que el Etna, se encuentra cerca de zonas densamente pobladas, donde las abundantes emisiones de ceniza asociadas al aumento de su actividad explosiva generan problemas sanitarios y económicos. Por lo tanto, es esencial contar con un sistema de monitoreo en tiempo real de la actividad explosiva del Popocatépetl para alertar a las autoridades y a la población sobre los cambios de actividad. Presentamos aquí los avances y resultados preliminares de un proyecto financiado por la SECTEI, que tiene como objetivo la instalación de un sistema de monitoreo permanente de la actividad explosiva del Popocatépetl mediante infrasonidos. El sistema proporcionará en tiempo real avisos de cambios de esta actividad, y los resultados estarán integrados en la plataforma de monitoreo MOUNTS. PROYECTO APOYADO POR LA SECTEI (convenio SECTEI/144/2024).

VUL-34 CARTEL

EXPOSICIÓN A SO2 EN ESCENARIOS DE INTENSA ACTIVIDAD VOLCÁNICA: EL CASO DE ESTUDIO DE LA ISLA DE VULCANO, ITALIA, MEDIANTE SIMULACIÓN CON AERMOD

Criollo Luna Frida[1], Schiavo Benedetto[2] y Inguaggiato Salvatore[3]

[1]*Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra, UNAM*
[2]*Instituto de Geofisica, UNAM*
[3]*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Palermo, Italia*
fridacriollo@encit.unam.mx

La actividad fumarólica en la isla de Vulcano (Italia) genera emisiones continuas de dióxido de azufre (SO_2), un gas altamente tóxico que, durante periodos de intensa actividad volcánica, puede afectar la salud de la población local. Este estudio evalúa la dispersión de SO_2 asociada al episodio de unrest volcánico ocurrido el 16 de noviembre de 2021, utilizando el modelo de dispersión atmosférica AERMOD. Se simularon escenarios de concentración para intervalos de 1 hora y 24 horas, con el fin de analizar los impactos potenciales sobre la calidad del aire y el riesgo para las comunidades cercanas. Durante este evento, el flujo promedio de SO_2 se estimó en aproximadamente 238 t d−1, lo que generó un aumento significativo en las concentraciones atmosféricas del gas. Los resultados muestran que las concentraciones horarias de SO_2 oscilaron entre 761 y 3808 µg m−³, mientras que las concentraciones diarias (24 h) variaron entre 367 y 1838 µg m−³. Estos valores superan ampliamente los límites establecidos por la normatividad italiana (350 µg m−³ por hora y 125 µg m−³ por día) y el valor guía de 40 µg m−³ para exposición diaria recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Los mapas de dispersión generados con AERMOD evidencian que la pluma volcánica puede extenderse hacia áreas habitadas, especialmente bajo condiciones meteorológicas desfavorables. Estos resultados resaltan la importancia de implementar sistemas de monitoreo continuos y modelos de pronóstico para evaluar el impacto de gases volcánicos en tiempo real, con el objetivo de establecer medidas de mitigación y alertas tempranas que protejan la salud pública y reduzcan los riesgos asociados a la exposición prolongada a SO_2.

VUL-35 CARTEL

ACTUALIZACIÓN DEL MAPA LITOLÓGICO DE ISLA SAN BENEDICTO: CARTOGRAFÍA, ESTRATIGRAFÍA Y GEOQUÍMICA DE UN VOLCÁN ISLA ACTIVO EN EL PACÍFICO MEXICANO

Téllez-Vizcaino Roberto Hassan[1], Dávila-Harris Pablo[1], Van Hinsbergen Douwe J.J.[2], Rojas-Agramonte Yamirka[3], Winter Christian[4] y López-Ávila Enrique[5]

[1]*Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT*
[2]*Universiteit Utrecht*
[3]*Universität Heidelberg*
[4]*Christian-Albrechts-Universität zu Kiel*
[5]*Mexico Liveboards*
roberto.tellez@ipicyt.edu.mx

La Isla San Benedicto en el Archipiélago de Revillagigedo, constituye un ejemplo singular de evolución volcánica alcalina en contexto oceánico intraplaca. Este trabajo presenta un mapa litológico a escala 1:17,500, perfiles topográficos, petrografía, análisis de elementos mayores y traza, y estratigrafía de siete unidades volcánicas subaéreas. En 2022 se realizó trabajo de campo y vuelos de dron en zonas inaccesibles; otras interpretaciones se apoyan en imágenes satelitales, aéreas y literatura. Los nombres de las unidades se han procurado mantener de los descritos originalmente y constituyen unidades informales: Unidad Albatros – Lavas porfídicas traquibasálticas a traquiandesíticas basálticas (hawaiitas–mugearitas), alto Fe y Mg y baja diferenciación. SiO_2 = 51.8–53.6%, K_2O # 1.9–2.3%. Constituye el basamento subaéreo más antiguo, expuesto en el extremo SW y localmente en el este de la isla. Unidad Cerro de Villalobos – Lavas columnares traquíticas (>66% SiO_2), ricas en feldespatos alcalinos, bajas en Fe y enriquecidas en Zr (#1100 ppm) e Y (#95 ppm). K_2O # 4.9–5.1%. Representa el máximo grado de diferenciación expuesto. Unidad Ortolán – Secuencia de depósitos compuestos por traquiandesitas porfiríticas con fenocristales de plagioclasa y piroxeno. Unidad Cangrejos – Secuencia de depósitos piroclásticos estratificados que cubren gran parte del sector norte desde el cráter Herrera. Presentan variaciones de soldadura, capas masivas y estratificadas, e indicadores claros de interacción agua–magma, como impactos de bombas, dunas y antidunas y estratificación cruzada con lapilli acrecional. Unidad Herrera – Lavas columnares traquíticas con texturas holocristalinas a porfídicas. SiO_2 # 64.0%, K_2O # 4.7%, Zr > 750 ppm. Interpretadas como efusiones posteriores al ciclo eruptivo que formó los depósitos piroclásticos de la unidad Cangrejos. Unidad Montículo Cinerítico – Centro eruptivo menor compuesto por piroclastos traquíticos, vinculado a una fase surtseyana–estromboliana. SiO_2 # 65.2%, K_2O # 4.9%. Unidad Bárcena – Depósitos de la erupción histórica de 1952–1953, con brechas hidromagmáticas basales, caída de ceniza y pómez diferenciada (SiO_2 # 64.9%, K_2O # 5.0%, Zr # 880 ppm), seguidas por una colada intermedia juvenil (SiO_2 # 61.1%, K_2O # 3.36%, Zr # 692 ppm) que formó un delta de lava. El análisis de estas unidades revela que la alternancia entre episodios efusivos y explosivos no parece depender solo de la relación magma–agua. Las facies piroclásticas carecen de rasgos de fragmentación acuosa prolongada y presentan texturas compatibles con descompresión rápida por sobrepresión de gas. El enriquecimiento progresivo en K_2O y Zr y las anomalías negativas de Eu sugieren fraccionamiento prolongado de plagioclasa y acumulación de volátiles, mientras que productos posteriores pobres en volátiles, indican desgasificación previa. La morfo-estratigrafía sugiere que la tasa de descarga y la presión interna de la cámara, más que el acceso de agua marina, controlaron el estilo eruptivo. La Isla San Benedicto constituye un laboratorio natural clave para el estudio del volcanismo alcalino diferenciado en islas oceánicas, con analogías en las Galápagos, Canarias, Cabo Verde y Azores. Agradecimientos: CONANP y NWO XS grant OCENW.XS21.2.011

VUL-36 CARTEL

CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA Y GEOQUÍMICA DE LOS XENOLITOS CONTENIDOS EN LAS LAVAS DE LAS DERRUMBADAS, PUEBLA

Ruiz-Santiago Mercedes[1], Arrieta-García Gerardo[2], Martínez-Serrano Raymundo Gerardo[2], Solís-Pichardo Gabriela[3], Lozano-Santa Cruz Rufino[4], Hernández-Treviño Teodoro[2], Linares-López Carlos[5] y Miguel-Morales Carlos Uriel[6]

[1]*Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura Unidad Ticomán, Instituto Politécnico Nacional*
[2]*Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica, Instituto de Geofísica, UNAM*
[3]*Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica, Instituto de Geología, UNAM*
[4]*Instituto de Geología, UNAM*
[5]*Laboratorio Universitario de Petrología, Instituto de Geofísica, UNAM*
[6]*Laboratorio de Petrografía y Preparación de Muestras, Instituto de Geología, UNAM*
mercedesruizsant@gmail.com

Las Derrumbadas, ubicadas al norte del municipio de San Nicolás Buenos Aires, Puebla, son un volcán monogenético conformado por dos domos de composición riolítica (Siebe et al., 1995) que surgieron a partir de una sola erupción (Guilbaud et al., 2023). Para su estudio, los autores previos han dividido el área en dos sectores: Domo Norte y Domo Sur. Es parte de un complejo volcánico perteneciente al Sector Este de la Faja Volcánica Transmexicana que se encuentra dentro de la Cuenca de Serdán Oriental (Puebla y Veracruz). Los domos son estructuras inestables que sufrieron derrumbes muy importantes durante y después de su formación, los cuales generaron depósitos de avalancha que incorporan tanto material de los domos, como rocas no volcánicas preexistentes del basamento aparentemente levantadas por los domos (Pineda, 2022). En algunos puntos de sus domos se han encontrado distintos tipos de xenolitos, cuya clasificación y origen no ha sido estudiado a detalle. Este trabajo presenta los resultados obtenidos hasta el momento del análisis petrográfico y geoquímico de dos tipos de xenolitos contenidos en las lavas del Domo Norte de Las Derrumbadas, con el fin de caracterizar su procedencia y aportar información sobre la composición del basamento en esta región. La descripción petrográfica permitió identificar dos tipos de xenolitos: gabro y gneis. Las muestras colectadas presentan tamaños promedio de 6.1 cm2 para los gabros y 4.4 cm2 para los gneises (solo dos ejemplares). Macroscópicamente, el gabro es de color gris oscuro, con textura holocristalina fanerítica de grano medio, mientras que el gneis muestra bandas foliadas de tono café rojizo y cristales blancos de grano medio con textura granolepidoblástica. En lámina delgada, el gabro presenta textura fanerítica equigranular compuesta por plagioclasa, hornblenda e ilmenita, con evidencias de alteración a óxidos de hierro, clorita y procesos de disolución en plagioclasas. El gneis muestra foliación moderada, constituido por cuarzo, feldespato y anfíbol parcialmente oxidado e ilmenita; su composición sugiere un protolito granítico. La importancia de este estudio radica en que, aunque la presencia de estos xenolitos ha sido mencionada previamente, no existen trabajos que los hayan caracterizado sistemáticamente. Su análisis permitirá entender mejor la naturaleza de las rocas que subyacen a la Cuenca de Serdán Oriental y su posible correlación con unidades de basamento, como la Microplaca Oaxaquia o el Orógeno Huasteca, de acuerdo con la división tectónica de Ortega Gutiérrez et al. (2018). Actualmente, además de la descripción petrográfica, se están realizando análisis composicionales de las plagioclasas mediante microsonda electrónica, con el fin de estimar las condiciones de formación de estos xenolitos. Estos estudios aportarán información clave sobre su origen. Los resultados de esta investigación no solo contribuirán al conocimiento geológico de la región, sino que también servirán como base para futuros estudios sobre la evolución cortical y los procesos magmáticos asociados a la Faja Volcánica Transmexicana. Este trabajo representa el primer estudio enfocado en determinar la procedencia de los xenolitos en Las Derrumbadas, abriendo nuevas líneas de investigación en el área.

VUL-37 CARTEL

ESTUDIO GEOMORFOLÓGICO Y GEOLÓGICO DE LOS DOMOS DE LAVA DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL DE 1996 A 1998

Hurtado González Edwin Uriel[1], Sánchez Gómez Silvia[1] y Gómez Vázquez Ángel[2]
[1]*Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura Unidad Ticomán, Instituto Politécnico Nacional*
[2]*Centro Nacional de Prevención de Desastres*
ing.geolhurtado21@gmail.com

El volcán Popocatépetl se localiza en la parte oriental de la Faja Volcánica Transmexicana, entre los estados de México, Puebla y Morelos. Es de los volcanes más importantes de México, el cual incrementó su actividad en diciembre de 1994, después de 70 años de inactividad volcánica; y a partir de marzo de 1996 se generaron varios domos de lava en el cráter. Con base a estudios previos realizados, el volcán pertenece al Complejo Volcánico Popocatépetl, el cual está integrado por cuatro estructuras volcánicas: Tlamacas, Nexplayantla, Ventorrillo y Popocatépetl. En el presente trabajo se analiza de manera descriptiva la geomorfología y la geología de los 9 domos de lava que se formaron de 1996 a 1998 en el volcán, para poder identificar las diversas estructuras geomorfológicas en los domos y observar si existe alguna relación entre los posibles lineamientos de los mismos con las fallas locales y regionales, considerando que los domos de lava representan uno de los fenómenos volcánicos más impredecibles y peligrosos. Mediante la aplicación de la fotogeología se analizaron 24 fotografías aéreas del Popocatépetl para observar y registrar las estructuras geomorfológicas de los domos de lava; así como 54 fotografías aéreas del volcán y sus domos, para identificar y marcar todos los lineamientos visibles. En este trabajo se reconoce que las estructuras geomorfológicas observadas en los 9 domos de lava del Popocatépetl, son comunes en los domos de lava y que son semejantes en los mismos, con excepción del Lóbulo de ballena observado en el sexto domo. Además, se reconoce que la dirección preferencial de los lineamientos de la estructura volcánica es N0°-15°E-S0°-15°W; y la dirección preferencia para los domos de lava es N30°-45°E-S30°-45°W. Por lo tanto, se comprende que los domos de lava están controlados por las propiedades reológicas del magma; y no por las fallas y fisuras de la zona volcánica reportadas en la literatura, ni con el análisis de los esfuerzos obtenidos con la actividad sísmica. A partir de este trabajo, se recomienda la realización de futuros estudios para establecer la relación de la geomorfología y los lineamientos obtenidos en los domos de lava, con los diversos estudios petrológicos realizados de algunos de los domos del volcán Popocatépetl; además de realizar el estudio geomorfológico y geológico de los domos de lava que se formaron posteriores a los analizados en el presente estudio.

VUL-38 CARTEL

EL ARCO VOLCANICO EL PICACHO - LA LUZ DEL COBRE DEL OLIGOCENO, DEBIDO A LA TRINCHERA DE SUBDUCCION AL PONIENTE, DESDE EL RIO BAVISPE, SONORA

Bazán Barrón Sergio y Bazán Perkins Sergio D.
Industria Minera Indio, S. A. de C. V., IMI
bazanba@hotmail.com

Durante 1960-1980 la Comisión Nacional de Energía Nuclear y Uranio Mexicano realizaron extensa exploración minera en Sonora, para unos 20 prospectos radiactivos, con importantes resultados litoestratigráficos sobre la evolución tectónica y metalogénesis regional en que ocurren. Los reconocimientos identifican en la parte centro oriental el arco volcánico El Picacho-La Luz del Cobre del Oligoceno por acreción cortical y cierre de la Trinchera de Subducción al poniente, consistente del cauce Río Bavispe con basamento precámbrico, seguido de potentes secuencias paleozoicas de plataformas marinas y calizas Cretácicas plegadas, conglomerados y areniscas del Eoceno, cubiertos por derrames basálticos, andesitas, dacitas, riolitas, del Oligoceno, coronados por la Formación Báucarit del Mioceno El importante hallazgo uranífero Granaditas, Sierra de Santa Rosa, ubicado 20 Km al poniente de Nacozari, como el primer yacimiento hidrotermal con mineral primario de pechblenda y uraninita en dacitas y andesíticas, derivadas de diques granodioríticos. El óxido de uranio se encuentra en diaclasas orientadas NW-SE, diseminado en concentraciones de 0.10 a 0.20% de U_3O_8, próximas a vetas hidrotermales de sulfuros de plomo, zinc, cobre, argentita. Otro interesante depósito hidrotermal lo constituye La Luz del Cobre, 2 km al W de San Antonio de las Huertas, en cuerpos y mantos oxidados cobre-uraníferos de torbernita-autunita, asociadas a azurita, malaquita, cuprita y crisocola, emplazados en cuarcitas brechoides y fracturadas silicificadas, argilitizadas y piritizadas debido a intrusiones granodioríticas del Oligoceno. Estos yacimientos de uranio alineados en calderas volcánicas del arco volcánico del Eoceno-Oligoceno-Mioceno, donde la provincia de sierras y valles paralelos implica los efectos de la trinchera de subducción del Río Bavispe en dirección poniente. Entre otras estructuras volcánicas alineadas NNW 5°SSE afloran un km al norte de Moctezuma en fracturas y fallas E-W, alojadas en andesitas y dacitas gris-verde claro, alteradas, muy erosionadas, con torbernita y autinita en bajos contenidos de uranio, próximo a depósitos de oro en aureolas granodioríticas del Oligoceno. Hacia el extremo NNW, Municipio de Arispe, aflora el yacimiento de uranio El Picacho, en una sucesión volcánica aglomerada, brechas, ignimbritas, andesitas, traquiandesitas, dacitas y riolitas alteradas gris-verde y rojizo, intrusionadas por diques traquíticos y apófisis granitoides del Oligoceno. El uranio hidrotermal en fracturas del dique traquiandesítico, orientado W-E de 2 km y 0.30 m de ancho, gris-crema y estructuras fluidal, afecta toda la secuencia volcánica. El mineral radiactivo ocurre en pequeñas zonas pulverulentas negra y tonos amarillentos de molibdatos de uranio, asociados a torbernita y autinita verdes. La importancia de esos cuatro yacimientos de uranio hidrotermal, radica en estar alojados en calderas volcánicas alineadas al trend estructural NNW 5°SSE, paralelo a la trinchera de subducción del Rio Bavispe, que se extiende hasta El Fuerte, Sinaloa, para ocasionar el levantamiento del occidente de Sonora. Se concluye que la trinchera de Chilpancingo, en subducción al poniente, se extiende desde Santiago Astata, Oaxaca, hasta más allá de Arizona, vinculada al levantamiento de las Montañas Rocallosas (Rocky Mountains) del occidente de EUA y del Canadá, por efectos de la misma subducción.

VUL-39 CARTEL

FRAGMENTOS BALÍSTICOS ASOCIADOS A LA ERUPCIÓN PLINIANA DE 1,100 AÑOS DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL

Fernández Salvador, Macías Vázquez José Luis, Sosa Ceballos Giovanni, Arce Saldaña José Luis, Siebe Claus, Cisneros Máximo Guillermo y Pola Villaseñor Antonio
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
salvador9726@gmail.com

El Popocatépetl es un estratovolcán ubicado en la porción central del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano, que ha estado en erupción intermitente desde el año 1994. Estudios previos sobre su historia eruptiva indican que el cono actual tiene una edad de ~23,000 años AP y que su actividad Holocénica ha registrado al menos tres grandes erupciones Plinianas ocurridas hace ~5,000, 2,100 y 1,100 años AP. Los depósitos de la erupción Pliniana más joven llamada en estudios previos como "pómez rosa" consisten en un depósito de oleada piroclástica húmeda a la base, tres capas de caída de lapilli de pómez, depósitos de flujo piroclástico de ceniza y una capa de caída de ceniza gris en la parte superior. Un aspecto muy interesante de estos depósitos es la ocurrencia de fragmentos, expulsados en estado líquido al mismo tiempo que la primera fase Pliniana de la erupción depositaban fragmentos de pómez. En un primer reconocimiento de campo realizado en el flanco N-NE del volcán se describió el depósito de oleada piroclástica húmeda, cubierto por la capa de caída de pómez 1. El depósito de caída contiene abundante pómez angulosa (>90 %) con soporte grano a grano y líticos de color gris y gris oscuro, entre los que se encuentran los fragmentos balísticos. Estos fragmentos se localizaron principalmente en los primeros 10 cm del depósito, se les observa incrustados, y destacan las formas de listón y almendra. Las muestras son densas con textura porfídica, con fenocristales de plagioclasa, anfíbol y piroxeno y matriz vítrea. Las muestras tienen las mismas características mineralógicas y texturales (plagioclasa, anfíbol, clinopiroxeno, ortopiroxeno y óxidos), así como textura dimensional seriada, y texturas de reacción como formas esqueletales, coronas de reacción, zoneamiento, etc. La asociación mineralógica es similar a la pómez rosa a excepción de que ésta contiene olivino. La forma y densidad de estos fragmentos sugiere que fueron expulsados como proyectiles balísticos en estado líquido con poca cantidad de volátiles, lo que permitió que se deformaran plásticamente durante el vuelo y se enfriaran en el trayecto hasta impactar el suelo en estado sólido ya que la mayoría se fragmento por el impacto (estado frágil), por lo tanto deben ser considerados como constituyentes juveniles. Las descripciones y análisis realizados son una primera aproximación para poder resolver la pregunta del porque dos materiales juveniles con características tan contrastantes (densidad, contenido de volátiles, color, etc.) existieron durante la misma fase eruptiva, por lo que los estudios estratigráficos, morfológicos y petrográficos buscan esclarecer esta problemática.

VUL-40 CARTEL

EL PAPEL DE LA REACTIVACIÓN DE FALLAS DE BASAMENTO EN LA DISTRIBUCIÓN DE VOLCANES MONOGENÉTICOS, SECTOR ORIENTAL DEL CINTURÓN VOLCÁNICO TRANSMEXICANO

Vásquez Serrano Alberto, Rangel Granados Elizabeth, Arce Saldaña José Luis, Díaz Corte Amelia, Esqueda Maldonado Cristal, Olvera Rosiles Michel Fernanda y Carrillo Mondragon José Juan
Universidad Nacional Autónoma de México
alberto-vasquez@ciencias.unam.mx

El Cinturón Volcánico Transmexicano (CVTM) es un arco volcánico activo desde el Mioceno, que tiene una distribución oblicua con respecto a la trinchera, debido a la geometría de la subducción de las placas oceánicas de Rivera y Cocos por debajo de la placa Norteamericana. El CVTM se encuentra sobre un basamento heterogéneo representado por terrenos tectonoestratigráficos de distintas edades y tipos de roca, con una historia de deformación diferente cada uno. Dentro del sector oriental del CVTM, en la región Tlaxcala-Puebla, se encuentra un campo volcánico monogenético del Pleistoceno, representado por volcanes en escudo de tamaño mediano, conos de escoria, domos y flujos de lava, emplazados sobre un basamento del Precambrico (Complejo Oaxaqueño) y Paleozoico (Complejo Acatlán). La mayoría de estos volcanes se encuentran

alineados con una orientación preferencial NE-SW. Asimismo, dentro de esta región coexisten tres sistemas de fallas normales con orientaciones NE-SW, NW-SE y E-W. Aunque la extensión cortical en el sector oriental del CVTM es casi N-S, la actividad de las fallas NE-SW y NW-SE resulta incompatible con dicha extensión. Esto plantea las siguientes preguntas: ¿cuál es el papel de las fallas del basamento en la localización de los centros eruptivos? y ¿por qué se reactivan las fallas bajo las condiciones actuales de deformación en el sector oriental del CVTM? Para responder a estas preguntas, se realizó trabajo de campo detallado en la región Tlaxcala-Puebla, en el cual se llevó a cabo un análisis de la geometría de fallas, fracturas y diques expuestos en canteras hechas en conos de escoria. Nuestros resultados sugieren que las fallas NE-SW, a lo largo de las cuales se distribuyen los volcanes monogenéticos, registran al menos dos periodos de actividad con distinta cinemática. Durante el primer periodo (Mioceno tardío) presentan una cinemática lateral, mientras que en el segundo periodo (a partir del Pleistoceno) registran un movimiento normal. Por otro lado, los diques muestran orientaciones preferenciales NE-SW y, en menor medida, NW-SE, mientras que las fracturas se agrupan en tres familias con orientaciones E-W, NW-SE y NE-SW. Lo anterior sugiere que las fallas NE-SW registran la superposición de distintas etapas de actividad, lo cual genera zonas de daño más anchas y dominadas por fracturas, favoreciendo su actuación como conductos para el magma. En contraste, las fallas E-W, al presentar zonas de daño más estrechas, actúan como barreras para el ascenso del magma. Finalmente, la actividad simultánea de las fallas E-W, NW-SE y NE-SW, así como la distribución de su extensión, puede explicarse por la reactivación de estructuras del basamento bajo un régimen de deformación tridimensional.

VUL-41 CARTEL

MEDICIÓN DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE CENIZA DE VOLCÁN POPOCATÉPETL, MEDIANTE UN MÉTODO INDUCTIVO

González Guevara José Luis, Aguilar Marín José Guillermo, Serrano Ortiz José, Martínez Mirón Yleana Claudia, González Hernández Julio César, Castillo Pensado Juan Luis, Flores Tello Ana Judith, Chiñas Reyes Jessica y Ruiz Paredes Jaasai

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

jose.gonzalezguevara@correo.buap.mx

Las plumas volcánicas representan un importante mecanismo de transferencia de calor y materia desde el interior de la Tierra hasta su superficie. En esta oportunidad presentamos los valores de conductividad eléctrica de cenizas volcánicas recolectadas durante la contingencia ambiental en marzo de 2024. Para tal propósito se utilizó un método inductivo magnético propuesto por Kraftmakher y desarrollado en el laboratorio de geofísica de prospección, complementado con un modelo teórico, basado en la teoría de campos electromagnéticos, para determinar la resistividad/conductividad eléctrica El resultado obtenido nos dice que el material es dieléctrico, con valores de 0.4166x10-7 a 0.8928x10-7 S/m en el SI. Las muestras fueron recolectadas los días 4 y 5 de marzo de 2024, en la Zona Metropolitana del Valle de Puebla (ZMVP) y la Región de Atlixco.

VUL-42 CARTEL

CHEMICAL COMPOSITION AND MINERALOGICAL PHASE STUDIES OF ASHFALL FROM POPOCATÉPETL VOLCANO IN PUEBLA, MÉXICO, 2024

García Galguera Axel, Alemán Heredia Sergio Ludwing, Calixto Rodríguez María Estela, Diliegros Godines Carolina Janani, González Guevara José Luis, Serrano Ortiz José, Martínez Mirón Yleana Claudia, González Hernández Julio César y Castillo Pensado Juan Luis

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

axel.garciag@alumno.buap.mx

The Popocatépetl volcano is located in central México and it has been actively erupting since 1994, with frequent emissions of ash, steam, and gas, because such status, the volcano is constantly monitored by the Mexican government's monitoring agency, CENAPRED. From time to time, it has had major disruptions to everyday life as happened on March 5th, 2024 that the Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) had to suspend outdoor sports activities due to the ash fall from the Popocatépetl volcano to protect the health of the BUAP community. University authorities request that classes and other academic and research activities be conducted virtually (online). Ash emission from volcanic eruptions is a big problem to the society because affects the environment, and human health. Because of that, it is important to study the chemical composition and the mineralogical phases as well as the determination of morphology and particle size distribution by using X-ray diffraction (XRD), Raman, Scanning Electron Microscope (SEM/EDS) and optical microscopy techniques. For such study, five samples of volcanic ash were collected at different specific locations and used the in tablets and powder form, as needed. Chemical composition results by EDS showed the presence of elements such as C, O, Si, Al and Ca in major at% while there are small amounts of Na, Mg, K, Ti and Fe mainly in the form of metal oxides. Particle size distribution shows a broad range from 1 – 200 micrometers.

VUL-43 CARTEL

EVIDENCIAS SATELITALES SOBRE LA TRANSICIÓN A UN RÉGIMEN SIN DOMO Y LA ACTIVIDAD RECIENTE DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL (2019–2024)

Massimetti Francesco, Valade Sébastien y Campion Robin

Instituto de Geofísica, UNAM

francesco.massimetti@igeofisica.unam.mx

El Popocatépetl es el volcán más activo de México, con más de 20 millones de personas viviendo en sus alrededores. Se encuentra entre los principales emisores volcánicos de SO_2 a nivel mundial y se caracteriza por una compleja interacción entre erupciones con formación de domo, explosiones vulcanianas, emisiones gaseosas y térmicas continuas. Este estudio presenta una investigación integral basada en observaciones satelitales, de la actividad reciente (2019–2024) mediante el uso de imágenes en infrarrojo térmico (IR), absorción de gases en el rango ultravioleta (UV), radar e imágenes VNIR provenientes de múltiples plataformas satelitales. Se analizaron el poder radiativo volcánico (VRP, Volcanic Radiative Power in Watt), el flujo de SO_2 (tons/day), las variaciones de profundidad en el cráter (metros) y las anomalías térmicas SWIR. Los datos del sensor satelital TROPOMI revelaron distintos regímenes de desgasificación de SO_2 en 2019, 2020–2022 y a partir de 2023, con una media total de ~1,600 t/d durante todo el periodo 2019–2024. El VRP alcanzó hasta 1000 MW en el periodo, con ambos parámetros mostrando una tendencia a la disminución entre 2019 y mediados de 2022, seguida de un incremento hacia los paroxismos explosivos de mayo y junio de 2023. El Popocatépetl dejó de producir domos de lava característicos con forma tipo "pancake" después de 2020, pasando de ciclos de construcción–destrucción de domos a un régimen superficial sin domos evidentes, con solo pequeños cuerpos de lava expuestos, interpretados como la parte superior del conducto magmático. La relación VRP/SO_2 se presenta como un indicador de la permeabilidad del conducto superficial, con incrementos previos a las explosiones de 2023 que sugieren una reducción en la liberación de gases y acumulación de sobrepresión. Asimismo, tras el paroxismo de 2023 se inició una nueva fase, caracterizada por una alta desgasificación desacoplada de las emisiones térmicas, probablemente inducida por una nueva inyección magmática. El marcado exceso de desgasificación y de radiación térmica sugiere la existencia de convección magmática activa en el sistema magmático superficial, con la actividad cratérica reciente que evidencia la porción somera del conducto magmático, más que la generación de domos tradicionales de morfología positiva. Los resultados aquí presentados destacan la importancia del análisis satelital multiparamétrico para investigar cambios tanto en la dinámica superficial como en el sistema magmático, en el contexto de un volcán de conducto abierto y, potencialmente, en otros sistemas abiertos caracterizados por erupciones con formación de domos.

Sesión especial

LAS GEOCIENCIAS EN LA SOCIEDAD: EDUCACIÓN, DIFUSIÓN Y DIVULGACIÓN

Organizadores

Marina Manea
Miguel Ángel Martínez Rodríguez
Cristian Alberto Juárez Valle
Rodrigo Pérez Luján

SE01-1

RELACIONES PÚBLICAS Y CIENCIAS DE LA TIERRA

Martínez Gómez Jesús Daniel
Instituto de Geofísica, UNAM
jesusmartinez@igeofisica.unam.mx

En un mundo dinámico y cambiante en todas sus facetas, la comunicación es imprescindible. Y como tal, debe caminar a la par de esos cambios y progresos. En ese sentido las Relaciones Públicas se proyectan como uno de los caminos para potenciar en la actualidad la visibilidad de las Ciencias de la Tierra. El principio de las Relaciones Públicas no es la Ciencia, sino la gente. La gente a la que finalmente están destinados los beneficios y los nuevos conocimientos que buscan arduamente, y logran con sus investigaciones los geocientistas. Por ello, las Relaciones Públicas cumplen con un trabajo valioso y útil, que es la proyección de ese conocimiento hacia la sociedad. Las Relaciones Públicas en la actualidad se constituyen como un pilar para la construcción de puentes de comunicación entre los geocientíficos y la sociedad. Principalmente a través de alianzas con los medios masivos de comunicación. De ahí la relevancia de las Relaciones Públicas como una herramienta estratégica y de vanguardia para la comunicación de la Ciencia. De esto hablaremos en esta presentación, tomando como referencia el trabajo pionero de Comunicación y Relaciones Públicas que hemos realizado en el Instituto de Geofísica de la UNAM, para colocarlo como un referente nacional e internacional en la investigación de las Ciencias de la Tierra. Palabras Clave: Relaciones Públicas, Ciencias de la Tierra, Comunicación de la Ciencia.

SE01-2

DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y REIVINDICACIÓN; EL CASO DE MARY ANNING

Martínez Dyrzo Haydar[1] y Martínez Izquierdo Heidy[2]
[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*Autor independiente*
haydar.martinez@geologia.unam.mx

Mary Anning (1799–1847) desempeñó un papel fundamental en el surgimiento de la paleontología moderna mediante el descubrimiento de fósiles excepcionales en la costa jurásica de Inglaterra. Aqui se analizan los recientes esfuerzos a nivel de divulgación de la ciencia para dar a conocer su vida y legado cientifico. De esta manera se ha intentado resarcir la exclusión que sufrió por razones de género y clase social, situándola como un caso paradigmático de invisibilización estructural en la historia de la ciencia. Se analiza la recuperación contemporánea de su legado, visible en museos, literatura, cine y campañas educativas, y su papel como referente en iniciativas de inclusión en las ciencias naturales. Finalmente, se establece su papel como posible inspiradora de las mujeres en la Paleontología y Geología, así se invita a reflexionar sobre los desafíos persistentes en el acceso y reconocimiento de mujeres en esta ciencia. El estudio de Mary Anning invita a repensar la construcción histórica de la ciencia desde una perspectiva crítica e inclusiva.

SE01-3

ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE AUTORREGULADO PARA LAS GEOCIENCIAS DEL SIGLO XXI

Haro Corzo Sinhue Amos Refugio
Escuela Nacional de Estudios Superiores unidad Morelia, ENES Morelia
sharo@enesmorelia.unam.mx

El vertiginoso avance de las ciencias y la tecnología ha impulsado por la exploración geológica, geofísica y espacial del planeta Tierra y de otros cuerpos en el Sistema Solar, aunado a la convergencia con otras disciplinas científicas, esto ejerce una demanda en el enfoque educativo que trascienda la mera acumulación de información. En la educación actual, problemáticas como la falta de compromiso estudiantil, la deserción escolar, la limitada dedicación al estudio y el estrés académico, impactan el desarrollo del alumnado. Reconocemos la necesidad de ir más allá de la memorización tradicional, impulsando un aprendizaje significativo que permita a los estudiantes integrar el conocimiento en estructuras mentales abstractas y aplicables en diversos contextos. Por lo anterior, el desarrollo de geocientíficos capaces de comprender y comunicar los complejos procesos que se estudian en geociencias tanto para la comunidad científica así como para la sociedad en general se ha convertido en un imperativo a nivel local, nacional e internacional. El objetivo de esta presentación es dar a conocer el estudio de caso que se esta desarrollando para fortalecer las estrategias de aprendizaje en los estudiantes de Geociencias, enfocándonos en el desarrollo de la autorregulación como competencia clave para el éxito académico y profesional. Presentamos los resultados preliminares, a partir de la prueba piloto con estudiantes de Geociencias de la ENES Morelia de la UNAM. Este trabajo busca contribuir al desarrollo de herramientas que permitan a los estudiantes de Geociencias adquirir habilidades de aprendizaje autorregulado (un aprendizaje basado en la cultura de aprendizaje activo, autónomo y consciente). También, en este trabajo presentamos el esquema conceptual del manual de técnicas de estudio diseñado para potenciar la autonomía, la autoconfianza y el éxito académico, fomentando el uso consciente de herramientas y estrategias adaptadas a las necesidades individuales de cada estudiante.

SE01-4

MÜI GEO: GEOCIENCIAS, CULTURA Y DIÁLOGO. EVALUACIÓN DE UN FESTIVAL GEOCULTURAL EN QUERÉTARO, MÉXICO

Ramírez Calderón Mónica Guadalupe[1], Bernal Uruchurtu Juan Pablo[1] y Gutiérrez Navarro Rodrigo[2]
[1]*Instituto de Geociencias, UNAM*
[2]*Facultad de Ingeniería, UNAM*
monicald@ciencias.unam.mx

Müi Geo es un festival geocultural impulsado por el Instituto de Geociencias de la UNAM Juriquilla que busca articular la comunicación científica con prácticas culturales, artísticas y comunitarias en torno a las geociencias. Su primera edición, celebrada del 22 al 26 de abril de 2025 en Querétaro, México, propuso una transformación de la tradicional Semana de la Tierra hacia una experiencia más abierta, descentralizada, emocionalmente significativa y culturalmente relevante. El programa incluyó observaciones astronómicas (“Müi Astronómico”), recorridos interpretativos por fallas y afloramientos urbanos (“Geo-Tour”), un rally intercolegial de conocimientos (“Geo-Rally”), diálogos públicos sobre crisis climática (“Geo-científicos Anónimos”) y un festival de clausura en una plaza histórica con talleres y performances culturales. La estrategia buscó despertar curiosidad, asombro y apropiación del conocimiento desde una dimensión sensible, lúdica e inclusiva. El presente trabajo comparte una evaluación semi-cuantitativa del festival, centrada en su capacidad de generar vínculos entre academia y sociedad, así como en el involucramiento efectivo de públicos diversos: estudiantes, docentes, artistas. Los resultados muestran que Müi Geo logró activar una experiencia geocientífica multifacética en el espacio público, no limitada a talleres escolares, sino expandida a recorridos por afloramientos, observaciones astronómicas, instalaciones en plazas, charlas nocturnas y expresiones artísticas. Esta diversidad de formatos permitió que personas con distintos intereses, edades y trayectorias se sintieran convocadas, convirtiendo a la ciudad en un laboratorio vivo de diálogo ciencia-sociedad. Müi Geo se consolida así como una estrategia potente de comunicación pública, capaz de derribar barreras simbólicas y espaciales, acercando la ciencia a quienes raramente la encuentran en sus recorridos diarios. Su vocación la hacen una experiencia replicable y necesaria en otras geografías de América Latina.

SE01-5

MATERNIDAD Y POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA: RETOS Y TIPS PARA TRANSITAR CON ÉXITO

López-Quiroz Penélope
Instituto de Geociencias, UNAM
penelope@geociencias.unam.mx

La universidad ha sido —y en muchos sentidos continúa siendo— un espacio históricamente masculinizado, donde pueden generarse condiciones poco favorables para las mujeres. Esto obedece a un ordenamiento de género que atraviesa tanto la estructura social como la universitaria, y que reproduce relaciones de jerarquía y subordinación entre hombres y mujeres. Sus efectos se manifiestan, por ejemplo, en la división sexual del trabajo, mediante la cual se asignan tradicionalmente a las mujeres las responsabilidades domésticas y de cuidado, lo que las obliga a asumir una doble jornada —académica y de cuidados—, mientras que sus colegas varones suelen dedicarse exclusivamente a sus labores académicas o participan en los cuidados en menor medida. A través de un cuestionario, recopilamos las experiencias de algunas estudiantes del Posgrado en Ciencias de la Tierra, quienes compartieron los retos que enfrentaron al combinar ambos roles (como estudiantes y como madres), así como los factores que les permitieron concluir exitosamente sus estudios.

SE01-6

GEOFÍSICA EN PAPEL

Cordero Tercero María Guadalupe
Universidad Nacional Autónoma de México
gcordero@igeofisica.unam.mx

La divulgación de temas científicos es importante para conseguir una sociedad mejor informada, que sepa distinguir entre datos fidedignos y charlatanería, pero sobre todo para que disponga de información útil para la toma de decisiones y, en algunos casos, para disminuir el miedo que sienten ante eventos tales como sismos, huracanes, colisiones con asteroides, etc. La divulgación es el puente entre el quehacer de los científicos y la población en general. Es una manera de mostrar la belleza del planeta en el que vivimos, su complejidad y la forma en la cual tratamos de entenderla desde nuestros laboratorios, observatorios y oficinas. En el año 2007 se celebró a nivel mundial el "Año heliofísico Internacional". Para terminar esta conmemoración, celebramos la Kermés solar el 29 de marzo de 2008, en la alameda de Santa María la Ribera y en colaboración con el Museo de Geología. Con motivo de este evento diseñé por primera vez unos talleres para el público en general que sirvieron de pretexto para platicar con las personas acerca de fenómenos tales como el viento solar, las emisiones de masa coronal y otros eventos solares. A partir de entonces, he estado diseñando distintos materiales, la mayoría basados en la ingeniería de papel, con la intensión de utilizarlos en los distintos eventos y ferias de divulgación. El tiempo empelado por las personas en armar tarjetas o figuras de papel se utiliza para platicar con ellas sobre el tema y escuchar sus dudas. Este tipo de actividad ha sido enriquecedora para mis estudiantes y para mí, pues nos ha permitido conocer las inquietudes de las personas, escuchar las maravillosas preguntas de las infancias y aprender en el proceso. El objetivo de este trabajo es presentar algunos de los diseños que he hecho a lo largo de los 18 años en los que he participado en eventos de divulgación y la forma en la cual los empleamos.

SE01-7

MODELACIÓN INTERACTIVA DE OZONO TROPOSFÉRICO: UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA FORMACIÓN EN CIENCIAS AMBIENTALES Y ATMOSFÉRICAS

García Reynoso José Agustin, Cruz Santiago
Pedro Damian y Cifuentes Cifuentes Carla Patricia
Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM
agustin@atmosfera.unam.mx

Este trabajo presenta una propuesta metodológica innovadora para la enseñanza de la química atmosférica, basada en modelación computacional interactiva mediante el uso de la plataforma en línea BOXMOX. La actividad ha sido diseñada para estudiantes de licenciatura en Ingeniería Química, Ciencias de la Tierra, así como para estudiantes de posgrado en Ingeniería Ambiental, Ciencias de la Tierra y Química, con el fin de fortalecer su comprensión sobre los procesos de formación y transformación del ozono troposférico, el papel de los óxidos de nitrógeno (NOx) y su interacción con compuestos orgánicos volátiles (COV). Se desarrollaron cuatro escenarios de simulación: (i) caso base, (ii) reducción del 20% de NO y NO_2, (iii) aumento del 20% de estos mismos precursores, y (iv) duplicación de la altura de la capa límite planetaria (de 1000 m a 2000 m). Los participantes analizaron los efectos de estos cambios sobre la formación de ozono y otros contaminantes secundarios (CH_2O, PAN, H_2O_2), empleando herramientas computacionales accesibles y generando resultados visuales que favorecen el análisis crítico y comparativo. La metodología integra teoría, práctica y discusión colaborativa, promoviendo el aprendizaje activo, el desarrollo de pensamiento computacional y la capacidad de abordar problemáticas ambientales reales —como la contaminación del aire urbano— desde un enfoque científico y multidisciplinario. Esta estrategia didáctica ha demostrado ser efectiva tanto para la enseñanza de nivel licenciatura como para el fortalecimiento de competencias analíticas y técnicas en el posgrado, contribuyendo a la formación de profesionales con habilidades para el análisis atmosférico y la toma de decisiones basadas en evidencia. Este proyecto fue financiado parcialmente por el proyecto PAPIME PE105424. Palabras clave: química atmosférica, ozono troposférico, BOXMOX, modelación computacional, enseñanza en ciencias, formación interdisciplinaria, contaminación urbana

SE01-8

IMPLEMENTACIÓN DE JUPYTER NOTEBOOKS INTERACTIVOS PARA LA ENSEÑANZA DE PROGRAMACIÓN EN INGENIERÍA GEOFÍSICA: CASO DE ESTUDIO EN EL CURSO "ANÁLISIS ESPECTRAL DE SEÑALES"

Martínez Marcos y Tago Josué
Universidad Nacional Autónoma de México
ma.martinez.torres@comunidad.unam.mx

La programación se ha consolidado como una competencia transversal esencial en las ciencias e ingenierías, incluyendo la Ingeniería Geofísica. No obstante, los estudiantes de Ingeniería Geofísica de la Facultad de Ingeniería de la UNAM presentan un déficit en habilidades básicas de programación al alcanzar semestres avanzados (#5° semestre), donde estos conocimientos son críticos. Para abordar esta problemática, se propone el uso de Python —lenguaje de programación orientado a objetos con amplias librerías para cómputo científico (e.g., NumPy, SciPy) y visualización (Matplotlib)— a través de Jupyter Notebooks. Esta herramienta computacional permite combinar teoría, código ejecutable y visualizaciones interactivas, facilitando un aprendizaje progresivo. Además, la escritura de la teoría puede hacerse con LaTeX para un despliegue claro de las ecuaciones. Como caso de estudio, se desarrollaron 12 notebooks interactivos para el curso "Análisis Espectral de Señales" (5° semestre), cubriendo temas fundamentales como la Teoría de Fourier, la Convolución y la Correlación. Los notebooks incluyen widgets interactivos que permiten a los estudiantes modificar parámetros y observar resultados en tiempo real, reforzando la comprensión conceptual. Utilizados desde el semestre 2025-2, han demostrado una alta aceptación estudiantil, preparando al estudiantado para cursos posteriores que requieren de programación como "Diseño de Filtros Digitales", "Tratamiento de Señales", "Inversión de Datos Geofísicos", etc. Esta iniciativa no solo suple la brecha inicial en programación, sino que también permite una fácil integración de la teoría con su codificación.

SE01-9

EDU-TARHIATA: RED EDUCATIVA DE CALIDAD DE AIRE EN MICHOACÁN CON ENFOQUE INICIAL EN ANÁLISIS DE PARTÍCULAS Y SU RELACIÓN CON EL USO DE PLAGUICIDAS

Castro-Carranza Alejandra[1], Solano-Hernández Ericka Alinne[1], Castro-Chacón Andrés[1], Ramos Vences Alejandra[1], Cázarez Marco Anyelo[2], Anaya Merchant Carlos Antonio[1] y Méndez Yadira[2]
[1]*Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES) Unidad Morelia, UNAM*
[2]*Centro de Investigación en Geografía Ambiental (CIGA), UNAM*
accarranza@enesmorelia.unam.mx

Actualmente, la creciente contaminación ambiental derivada de actividades productivas intensivas, no sustentables, como el uso indiscriminado de sustancias tóxicas en la agricultura —por ejemplo, agroquímicos y metales pesados —ha causado un incremento en la incidencia de enfermedades crónico-degenerativas que afectan significativamente la salud de la población, vulnerando en mayor proporción a comunidades originarias. En regiones como el estado de Michoacán (uno de los principales productores agrícolas del país), donde convergen prácticas agroindustriales y una limitada infraestructura para el monitoreo ambiental, resulta urgente acercar tecnologías accesibles que permitan a la sociedad involucrarse en la obtención, comprensión y apropiación de los datos para tomar decisiones informadas y enfrentar las diversas problemáticas ambientales de manera colectiva, tomando acciones proactivas de remediación. En este contexto surge la red Edu-Tarhiata (del purépecha aire), la cual es una iniciativa planteada en el Laboratorio Internacional de Dispositivos Electrónicos Ambientales (LAIDEA UNAM) de la ENES Morelia, y en colaboración estrecha con la licenciatura en Geociencias y la estación Morelia Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos (RUOA) de la UNAM, en donde se evalúan y validan los equipos. Además, cuenta con la participación de docentes y estudiantes de la ENES Morelia y de nivel bachillerato de la región. Esta red educativa, con estaciones en varias localidades de los municipios de Tarímbaro, Morelia, Pátzcuaro, Tingambato y Ziracuaretiro (siendo ésta dos últimas zonas aguacateras), tiene como objetivo vincular el monitoreo ambiental con la formación en conciencia socioambiental a través del uso de sensores de bajo costo que conforman estaciones de monitoreo. El enfoque inicial es el monitoreo de partículas con diámetros menores a 10 µm y 2.5 µm (PM2.5 y PM10), así como variables meteorológicas básicas, vislumbrando equipamiento adicional de manera gradual, e.g. sismómetro.

Edu-Tarhiata no solo busca generar datos e información, sino también involucrar a comunidades michoacanas con problemáticas de su entorno, A través de talleres, materiales didácticos y espacios de diálogo comunitario, se busca fomentar una cultura de prevención, autocuidado y respeto ambiental. Enlace web: http://laidea.enesmorelia.unam.mx/edu-tarhiata/ Financiamiento: Proyecto UNAM DGAPA PAPIME PE114924 Agradecimientos: Dr. Michel Grutter, Dr. Ricardo Torres y Dr. Omar Amador, ICAYCC UNAM, por su guía, impulso y apoyo en esta iniciativa.

SE01-10

PRESENTACIÓN DE LA "SECUENCIA DIDÁCTICA DE FÍSICA APLICADA A LAS CIENCIAS DE LA TIERRA"

Martínez Martínez Paula Itzel[1], Caballero García Ana María Lizeth[2], Bernabé-Ricardo Raquel[1] y Flores Guzmán Mario[3]

[1]*Facultad de Ciencias, UNAM*
[2]*Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra, UNAM*
[3]*Instituto de Ingeniería, UNAM*
paula25@ciencias.unam.mx

La Física y las Ciencias de la Tierra, de manera conjunta, permiten parametrizar diferentes características de los sistemas terrestres. Sin embargo, vincular conceptos de ambas ramas de la ciencia en el ámbito de la docencia puede resultar una labor compleja. Por lo anterior, se ha diseñado una secuencia didáctica con el objetivo de favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de la carrera de Ciencias de la Tierra, en relación con el estudio de las propiedades y principios físicos involucrados en los procesos de transporte y sedimentación de partículas en diversos ambientes sedimentarios. Los conceptos abordados en la secuencia incluyen la densidad, la viscosidad, el peso específico y la gravedad específica, tanto de los sedimentos como de los fluidos que los transportan en la naturaleza. Dentro de los objetivos específicos, el material presentado, busca que el alumno reflexione acerca de cómo las propiedades de los sedimentos y de los fluidos que los transportan se relacionan para determinar el inicio del movimiento de los sedimentos, la distancia de transporte y la velocidad de sedimentación. La secuencia didáctica está dividida en cinco partes, lo que permite una implementación sencilla de las prácticas propuestas, tanto para la planta docente como para el estudiantado. La primera parte corresponde al apartado introductorio, que describe de manera general la secuencia propuesta y también su estructura; la segunda incluye un glosario de conceptos básicos esenciales para el desarrollo de las prácticas. En la tercera parte se presenta el desarrollo de tres prácticas de laboratorio, que incluyen: sus objetivos, materiales requeridos, la descripción del desarrollo experimental, resultados esperados y preguntas de apoyo. La cuarta parte de la secuencia ofrece una guía para facilitar al docente la ejecución de cada una de las prácticas, y la quinta parte corresponde a los anexos, que consideran la ampliación de los análisis propuestos para los estudiantes e información técnica del equipo requerido. La forma en que se elabora esta secuencia busca poner en práctica habilidades cognitivas, procedimentales y actitudinales, al resolver las actividades experimentales y vincular activamente los constructos formulados en la parte teórica. Este trabajo busca fortalecer los materiales didácticos relacionados con la comprensión de los principios físicos que intervienen en las Ciencias de la Tierra, especialmente aquellos que se encuentran relacionados con las propiedades extensivas de la materia y su relación áreas específicas, como el estudio de los procesos que ocurren en la superficie terrestre.

SE01-11

MATERIAL DIDÁCTICO SOBRE LAS CUENCAS SEDIMENTARIAS DE MÉXICO Y SUS RECURSOS NATURALES DEL SUBSUELO, UNA APORTACIÓN PARA EL FORTALECIMIENTO DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES DE LICENCIATURA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

Sánchez Guillén Leticia[1], Arellano Gil Javier[2] y Vázquez Castro Gabriel[2]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*UNAM*
leticiasanchezg2015@gmail.com

Las cuencas sedimentarias son unidades estructurales-estratigráficos donde se han acumulado y preservado sedimentos a lo largo de millones de años, constituyendo reservorios de recursos estratégicos como hidrocarburos, agua y minerales. Su clasificación considera principalmente la actividad sedimentaria, el grado de deformación, el tipo de relleno que conforman las secuencias sedimentarias y el contexto tectónico. En México se reconocen más de 50 cuencas paleozoicas, mesozoicas y cenozoicas, con variaciones significativas en preservación, espesor, evolución geológica y recursos naturales. Sobre basamentos de rocas cristalinas evolucionaron en el territorio nacional cuencas asociadas a procesos de separación de placas tectónicas, a zonas de subducción, a zonas de fallas transformantes y de ambientes tectónicos mixtos o híbridos. Este trabajo integra y sistematiza información dispersa sobre las cuencas sedimentarias mexicanas, incorporando avances recientes y datos de difícil acceso. Se presentan descripciones por edad geológica y ubicación, destacando su evolución tectonoestratigráfica, su potencial económico y su clasificación. La propuesta metodológica combina enfoques educativos activos, tecnologías digitales y modelado geológico, contribuyendo a la formación de profesionales en Ciencias de la Tierra con competencias para abordar retos energéticos y ambientales bajo criterios de sostenibilidad mediante la publicación de un libro digital de 42 capítulos denominado "Las Cuencas Sedimentarias de México y sus recursos naturales del subsuelo, elaborado en el marco del Programa de Apoyo a Proyectos Para Innovar y Mejorar la Educación, de la UNAM, una obra que ya fue evaluada positivamente por el Comité Editorial de la Facultad de Ingeniería y que se encuentra en la etapa de diseño final.

SE01-12

LAS CUENCAS SEDIMENTARIAS DEL SECTOR NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA, UN EJEMPLO DIDÁCTICO DE CUENCAS TIPO RIFT Y PULL-APART COMO PARTE DEL LIBRO DIGITAL LAS CUENCAS SEDIMENTARIAS DE MÉXICO Y SUS RECURSOS NATURALES DEL SUBSUELO

Sánchez Guillén Leticia[1], España Pinto Aurelio[2], Reygadas Reygadas Rodrigo[1] y Arellano Gil Javier[3]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*IMP*
[3]*UNAM*
leticiasanchezg2015@gmail.com

Entre el Mioceno y el Reciente, la interacción de las placas Norteamericana y Pacífica dieron lugar a un rift oblicuo que originó la cuenca regional del Golfo de California y varias subcuencas tipo pull-apart. Estas presentan diferencias en subsidencia, espesor sedimentario, tipo de relleno sedimentario, condiciones térmicas y geometría. El capítulo describe el origen y evolución geológica del Golfo, enfocándose en las subcuencas septentrionales de Altar, Wagner, Consag, Delfín Superior y Adair Tepoca. Siguiendo las clasificaciones de Klein (1991) y Mann (2001), se identifican como pull-apart romboidales con corteza transicional, formadas por translación, extensión y subsidencia térmica en un régimen de transtensión. Se detallan sus estructuras principales, columnas estratigráficas y se propone un modelo geológico-estructural generalizado para el Mioceno-Reciente, ofreciendo un marco interpretativo para su dinámica tectono-sedimentaria y relevancia geodinámica. La dinámica a través del tiempo del Río Colorado y su caudal, son clave para entender el relleno sedimentario, su volumen y los tipos de sedimentos procedentes de la erosión de rocas precámbricas, paleozoicas, mesozoicas y cenozoicas que conforman gruesas secuencias sedimentarias en las cuencas pull-apart, además, las condiciones tectónicas favorecieron el emplazamiento de grandes volúmenes de rocas ígneas a través del complejo conjunto de fallas normales y laterales. La región es rica en recursos naturales del subsuelo como agua subterránea, yacimientos minerales y yacimientos geotérmicos, además de enfrentar grandes retos por los riesgos geológicos, principalmente por la sismicidad. Tanto las fallas normales asociadas al proceso de rifting, como las fallas laterales con transtensión asociadas al proceso pull-apart son relevantes en el desarrollo y geometría de las cuencas sedimentarias del sector norte del Golfo de California.

SE01-13

EVALUACIÓN DEL RIESGO GEOLÓGICO: UN LIBRO DE SOLUCIONES Y FORMACIÓN DESDE LAS GEOCIENCIAS

Jácome Paz Mariana Patricia
Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM
jacome@igeofisica.unam.mx

A nombre del equipo de autoras y autores, y como coordinadora general del proyecto, en este trabajo se hablará del libro para la enseñanza "Evaluación de Riesgo Geológico", publicado digitalmente en 2025. Se trata de una obra colectiva diseñada como herramienta integral para la enseñanza de la evaluación del riesgo geológico e hidrometeorológico, dirigida a estudiantes de licenciatura y posgrado en ciencias de la Tierra, geografía, ingeniería, protección civil y disciplinas afines. El libro contiene nueve capítulos que abordan de forma progresiva los contenidos: inicia con los conceptos básicos de riesgo, para luego profundizar en el análisis de fenómenos naturales como sismos, volcanes, hundimientos, deslizamientos, huracanes e inundaciones. Además, se incluyen dos capítulos fundamentales dedicados a la gestión y la comunicación del riesgo, integrando enfoques técnicos, sociales y educativos. Un rasgo distintivo de esta obra es la incorporación de ejemplos y estudios de caso mexicanos para reflejar la diversidad geográfica, social y ambiental del país. Esta perspectiva permitirá al estudiantado vincular los contenidos con realidades concretas, promoviendo el análisis y la reflexión sobre el riesgo desde un enfoque territorial. El libro es resultado de un proceso colaborativo en el que participaron más de 25 autoras y autores de distintas instituciones y regiones de México. Desde sus respectivas especialidades, aportaron contenidos actualizados, miradas interdisciplinarias y un fuerte compromiso con la formación de nuevas generaciones en la cultura de la prevención y la resiliencia. Cabe destacar que esta publicación no hubiera sido posible sin el trabajo dedicado del equipo de diseño gráfico, producción editorial y edición de contenidos, quienes aportaron sus conocimientos técnicos para convertirlo en un material accesible y visualmente atractivo. Gracias a esta labor conjunta, el libro logra equilibrar rigurosidad académica con funcionalidad pedagógica. "Evaluación de Riesgo

Geológico" aspira a convertirse en una referencia clave para la enseñanza del riesgo en México, aportando a la construcción de una sociedad más informada, crítica y preparada ante los efectos de los fenómenos naturales y el cambio climático. Agradecimientos al proyecto DGAPA-PAPIME PE103823 "Enseñanza del Riesgo Geológico" que tuvo como objetivo la realización de esta obra.

SE01-14

EL ROL DEL POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA EN EL INSTITUTO DE GEOCIENCIAS, UNAM EN LA FORMACIÓN DE LÍDERES EN INVESTIGACIÓN GEOCIENTÍFICA

Manea Marina
Universidad Nacional Autónoma de México
marina@geociencias.unam.mx

El Posgrado en Ciencias de la Tierra del Instituto de Geociencias de la UNAM se presenta como un programa académico de alto nivel, diseñado para formar a la próxima generación de investigadores y especialistas en geociencias. En un contexto global de desafíos ambientales y geológicos, nuestro programa se enfoca en proporcionar una formación integral y multidisciplinaria, abarcando desde la geología y la geofísica hasta la geoquímica, contestando a una serie de preguntas geocientificas fundamentales. Nuestro enfoque pedagógico combina una sólida base teórica con una intensa experiencia práctica, incluyendo el uso de laboratorios de vanguardia y el desarrollo de proyectos de investigación en campo. Esto permite a nuestros estudiantes no solo comprender los procesos terrestres fundamentales, sino también aplicar su conocimiento en la resolución de problemas críticos, como la mitigación de riesgos naturales, la exploración de recursos y la comprensión del cambio climático. El posgrado está comprometido con la excelencia académica y la innovación, promoviendo la colaboración con instituciones nacionales e internacionales. De este modo, nuestros egresados se convierten en líderes capaces de generar investigación de impacto y contribuir activamente al avance científico en el ámbito de las Ciencias de la Tierra.

SE01-15

ENCUENTRO CON LA TIERRA: 10 AÑOS DE CIENCIA, COMUNIDAD Y DIVULGACIÓN EN SANTA MARÍA LA RIBERA

Aceves Romero Jesús, Espinosa Arrubarrena Luis y Ponce Urbieta María Isabel
Instituto de Geología, IGL
jesusacevesr@gmail.com

El Encuentro con la Tierra es un evento anual de divulgación científica masivo que se realiza desde 2013 en la Alameda de Santa María la Ribera y el Museo de Geología, en Ciudad de México. Organizado por el Instituto de Geología de la UNAM, con el apoyo de la Coordinación de Investigación Científica de la UNAM y la Alcaldía Cuauhtémoc, este encuentro busca acercar el conocimiento de las Ciencias de la Tierra a la población en general de manera gratuita. Este evento se ha consolidado como una tradición en la colonia Santa María la Ribera y un referente dentro de los eventos universitarios de divulgación científica en áreas abiertas. Su principio fundamental es intervenir el entorno público para generar intercambio de conocimientos entre investigadores y asistentes mediante conferencias, talleres, exposiciones, actividades culturales y lúdicas. Participan científicos reconocidos y especialistas en temas como la evolución, extinciones, agua, geología, biodiversidad y cuidado ambiental. Hasta ahora se han realizado 10 ediciones presenciales y 1 virtual, alcanzando así más de 10 años de impacto en la comunidad local y público capitalino, fortaleciendo la conciencia ambiental y el interés por el planeta y sus procesos. El Encuentro con la Tierra tiene sus raíces en los Encuentros de Ciencias, Artes y Humanidades de la UNAM, que buscaban generar diálogos interdisciplinarios en espacios públicos con alta participación ciudadana. Además, el evento es una herramienta útil para generar cercanía y colaboración con gobiernos locales, en este caso la Alcaldía Cuauhtémoc, donde se encuentra ubicado nuestro Museo del Instituto de Geología, justo a un costado de la Alameda de Santa María la Ribera. La apertura gratuita del Museo y el acceso a espacios especiales enriquecen la experiencia, favoreciendo un acercamiento práctico y lúdico a la ciencia. Este modelo de engagement comunitario ha demostrado ser efectivo para crear vínculos estrechos entre la ciencia universitaria y la sociedad, consolidando el compromiso del Instituto de Geología con la educación ambiental, cultural y científica. En resumen, el Encuentro con la Tierra es una plataforma institucional que, mediante la intervención del entorno social, genera una interacción accesible que promueve el cuidado y conocimiento del planeta en la comunidad.

SE01-16

PRODUCCIÓN Y RETOS DE LA DOCUSERIE A 30 AÑOS DE LA REACTIVACIÓN DEL POPOCATÉPETL

Armendáriz Beltrán Catalina, Díaz Roque Mauricio y Soler Arechalde Ana María
Instituto de Geofísica, UNAM
catalina.armendariz@gmail.com

En el marco del 30 aniversario de la reactivación del volcán Popocatépetl, se desarrolló una docuserie cuyo propósito fue documentar y analizar, desde una perspectiva científica y social, los 30 años de reactivación del volcán, destacando los avances en la investigación geofísica, la gestión del riesgo y el impacto en las comunidades cercanas. A través de testimonios de los especialistas, la docuserie buscó generar conciencia sobre la importancia del monitoreo volcánico, la divulgación científica y la resiliencia ante fenómenos naturales, además de identificar los avances en la Vulcanología en México. La docuserie se constituyó por cinco capítulos de una hora de duración cada uno, los cuales se transmitieron por TV UNAM y, de manera simultánea, en los canales de YouTube del Instituto de Geofísica y del Mirador Universitario de la Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia (CUAED). Este proyecto fue un ejercicio para combinar la rigurosidad científica con un lenguaje audiovisual accesible y estético para públicos diversos. Durante los cinco capítulos se revisa la historia eruptiva, lo ocurrido en 1994, los avances científicos previos a la erupción de 2001, la investigación actual y los retos a futuro. Con este ejercicio audiovisual se buscó difundir el conocimiento geofísico acumulado durante tres décadas de monitoreo, investigación y gestión del riesgo, destacando el papel del Instituto de Geofísica y de las instituciones de protección civil. "A 30 aniversario de la reactivación del Popocatépetl" tuvo un impacto positivo en las audiencias del Instituto, logrando obtener miles de reproducciones durante su transmisión, lo que permitió comprobar que las producciones audiovisuales pueden ser una herramienta eficaz para la educación, la concientización y la preparación ante riesgos volcánicos. Palabras clave Popocatépetl, docuserie, TV UNAM, comunicación de la ciencia, Geofísica, divulgación científica, peligro y riesgo volcánico, 30 años

SE01-17

TAJOS ABANDONADOS COMO VENTANAS EDUCATIVAS Y GEOTURÍSTICAS EN LA REGIÓN CARBONÍFERA DE COAHUILA

Correa Doria Katherline Elena[1], Gutiérrez Alejandro Alejandra Guadalupe[1], Chacón Baca Elizabeth[2], Blanco Moreno Jesús Antonio[1] y Rodríguez Vega Antonio[1]
[1]*Universidad Autónoma de Coahuila*
[2]*Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL*
katherlinecorrea@uadec.edu.mx

La Región Carbonífera de Coahuila alberga numerosos tajos mineros abandonados que exponen la Formación Olmos (Maastrichtiano), unidad portadora de carbón con excepcional registro fósil. Pese a su valor paleontológico, estos sitios permanecen subutilizados. Este estudio analiza asociaciones de icnofósiles en los tajos de Cloete y Nueva Rosita para: 1) reconstruir condiciones paleoambientales, y 2) evaluar su potencial como recurso geoturístico sostenible que beneficie a comunidades locales. Se realizó muestreo paleontológico en el municipio de Cloete. Los materiales se procesaron mediante elaboración de láminas delgadas y se analizaron con microscopía petrográfica, además de caracterizar icnofósiles y estructuras sedimentarias. La interpretación paleoambiental se basó en asociaciones de fósiles traza. Cloete presentó alta diversidad icnológica: Planolites isp. (actividad de vermes), Ophiomorpha isp. (crustáceos), Lockeia isp. (indicador de aguas someras) entre otros fósiles traza, además de restos vegetales y posibles restos óseos de dinosaurios, mencionando de igual manera el primer reporte de un tapete microbiano de esta región. Los tajos abandonados constituyen "ventanas estratigráficas" únicas que, combinadas con los icnofósiles bien preservados constituyen un recurso educativo único. Proponemos crear una ruta geoturística guiada en Cloete, diseñada para públicos multinivel: desde científicos (interesados diversidad icnológica) hasta niños (acompañado de material didáctico). Esta iniciativa podría reactivar económicamente la zona mediante turismo científico sostenible, convirtiendo pasivos mineros en activos patrimoniales.

SE01-18

DIAGNÓSTICO DE LA PERCEPCIÓN DE LOS HABITANTES DE LA CIUDAD DE MÉXICO DE SUS MUSEOS PALEONTOLÓGICOS, UN ENFOQUE PARA EL DESARROLLO DE MATERIAL DE DIFUSIÓN

Iturbe-Sánchez Jacobo[1], Torres-Coria Lourdes Hairam[1], Barrientos-Lara Jair Israel[2] y Díaz-Cruz Jesús Alberto[3]
[1]*Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, UNAM*
[2]*Departamento de Paleontología, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México*
[3]*Instituto de Geología, UNAM*
movajack27@gmail.com

Los museos constituyen espacios fundamentales para la promoción y el fortalecimiento de la educación científica. Sin embargo, los bajos presupuestos o falta de personal especializado representa una problemática para que desarrollen estrategias efectivas de difusión. Aquí se presentan los avances de una estrategia de análisis y difusión de espacios de museos paleontológicos de la Ciudad de México. Durante la segunda mitad del 2024 se comenzó a elaborar esta investigación enfocada en determinar el grado de conocimiento que los habitantes de la Ciudad de México poseen respecto a los museos de paleontología así como la elaboración de un material de divulgación para los mismos. Estos primeros resultados indicaron que el museo más reconocido por los entrevistados era Universum, el cual en ese momento contaba con una exposición itinerante sobre fósiles y dinosaurios. La encuesta también reveló que las percepciones más comunes respecto a las finalidades de los museos de Paleontología son: "exposición de fósiles", "brindar información sobre los progresos en la Paleontología" y "Mostrar la vida en la Tierra a lo largo del tiempo". Este proyecto comenzó inicialmente como un trabajo semestral y a partir de esos resultados se decidió robustecerlo, aumentando la cantidad de entrevistados para tener una muestra representativa de la Ciudad de México, incrementar y reformular la cantidad de preguntas realizadas e incorporar elementos omitidos en el material de divulgación realizado. Este trabajo, ahora integral, tiene como finalidad diagnosticar el grado de conocimiento que los habitantes de la ciudad de México poseen respecto a los museos de Paleontología y analizar las respuestas de acuerdo a diferentes elementos socioeconómicos plasmados en la misma. Por su parte, el material de divulgación representa un archivo invaluable y recurso histórico único al contar con los testimonios de diversos personajes involucrados en el establecimiento y desarrollo de la paleontología como ciencia en México.

SE01-19

"LA EDAD DEL AGUA", UN DOCUMENTAL DE DIVULGACIÓN DE LOS PROBLEMAS AMBIENTALES Y DE SALUD ASOCIADOS A DEFICIENCIAS EN LA GESTIÓN DEL AGUA EN MÉXICO

Ortega Guerrero Marcos Adián
Instituto de Geociencias, UNAM
maog@geociencias.unam.mx

Entre 2015 y 2016 la Asociación Civil Mayoye solicitó a los rectores de la UNAM investigar la posible causa de la muerte de niñas menores de 12 años por luecemia linfoblastica aguda y otros dos casos en tratamiento, que atrajeron la atención de la maestra de preescolar, las autoridades escolares y los habitantes de una comunidad suburbana en el Estado de Guanajuato. En respuesta, se iniciaron diversos estudios en el Instituto de Geociencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) para esclarecer las posibles causas ambientales. Alfredo e Isabel Alcántara documentaron este proceso desde una perspectiva humana en el documental "La Edad del Agua". Este documental fue presentado en el Festival Internacional de Morelia en 2024 y en Julio de 2025 en el Festival Internacional de Cine de Guanajuato (GIFF) donde fue reconocida como el "Mejor largometraje documental mexicano". En lapagina oficial de Facebook del festival se destaca que "¡El cine encontró nuevas voces este año, y la suya fue una de las más poderosas!". El documental, que incluye 8 años de trabajo fílmico, se ha convertido en un instrumento didáctico muy importante para dar a conocer diversos problemas de salud y ambientales originados por una gestión errónea del agua en México, donde la sociedad y la ciencia se unen para enfrentar el problema y ofrecer soluciones, a pesar de la resistencia oficial.

SE01-20

ESTRATEGIAS DE GAMIFICACIÓN PARA LA MEJORA DEL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN EL AULA DE PALEOBIOLOGÍA

Granados-Becerril René Mauricio[1], Reyes-Bahena Víctor Daniel[1] y Díaz-Cruz Jesús Alberto[2]
[1]*Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, UNAM*
[2]*Instituto de Geología, UNAM*
renemgranados@ciencias.unam.mx

A pesar de los avances significativos en tecnología y comunicación que rodean a la sociedad, son escasos los recursos tecnológicos que se han incorporado exitosamente dentro del salón de clases. Además, las clases tradicionales, fundamentadas en el método expositivo, continúan aplicándose de forma generalizada e intensiva. En este trabajo se presentan los avances de dos proyectos de gamificación destinados a la mejora del proceso enseñanza-aprendizaje de la asignatura de Paleobiología y disciplinas afines. El primer proyecto consiste en una enciclopedia de Paleopatologías de dinosaurios, que incorpora conceptos básicos de paleontología como el tiempo geológico y la tafonomía. Cada capítulo, ricamente ilustrado, está redactado en un lenguaje sencillo sin perder rigor científico. Asimismo, cada capítulo incluye una actividad de repaso que consiste en diferentes juegos serios en los que el alumno tendrá que hacer uso del mismo contenido para reforzar y responder exitosamente a los cuestionamientos de los juegos. Por otro lado, "Extinctum", es un juego de recorrido lineal, un juego de tablero estilo "Serpientes y escaleras", en el que se repasan los principales eventos geológicos, biológicos y climáticos que sucedieron durante el Cretácico. De esta manera si un participante avanza hasta una casilla en donde ocurrió un evento oceánico anóxico, su progreso se puede ver afectado y penalizado. El objetivo final de Extinctum es llegar primero a la casilla final y resolver un minijuego para sobrevivir a la extinción del Cretácico-Paleógeno. Ambas actividades están diseñadas para implementarse de manera presencial o virtual, ya que cada una de ellas contará con su versión en línea que estará disponible para todo aquel interesado. La segunda fase de este proyecto consistirá en realizar las evaluaciones de la recepción por parte de profesores y alumnos para evaluar cuantitativamente su efectividad en términos de aprendizaje, motivación y participación. Asimismo, estas evaluaciones también buscarán identificar áreas de mejora y modificaciones necesarias para optimizar tanto a la enciclopedia como al juego de recorrido lineal. Se espera que, a través de la implementación de estos recursos, se fortalezca de manera significativa el proceso de enseñanza promoviendo un aprendizaje activo y participativo dentro del aula.

SE01-21

COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA DESDE LA GEOFÍSICA. LA CIENCIA PARA TODAS Y TODOS

Armendáriz Beltrán Catalina y Soler Arechalde Ana María
Instituto de Geofísica, UNAM
catalina.armendariz@gmail.com

CONTEXTO El Instituto de Geofísica (IGf) de la UNAM es heredero de una sólida tradición científica mexicana orientada al estudio de los fenómenos terrestres. Con más de 75 años, ha desarrollado investigación de ciencia básica sobre el planeta y opera seis servicios geofísicos nacionales que contribuyen al desarrollo sostenible de México JUSTIFICACIÓN En el marco de la Ley General de Educación 2024, el Artículo 52 reconoce el derecho de toda persona a disfrutar de los beneficios del desarrollo científico, humanístico y tecnológico, considerándolos elementos fundamentales de la educación y la cultura. Esta ley promueve la divulgación de la investigación científica para el bien común. En respuesta, el Instituto de Geofísica ha diseñado una estrategia institucional para difundir el conocimiento que produce la comunidad académica, estableciendo objetivos claros, públicos destinatarios, mensajes clave y canales de difusión adecuados. El enfoque central es acercar las Ciencias de la Tierra a la sociedad, maximizar el impacto de la investigación y fortalecer los vínculos entre la comunidad del IGf y la ciudadanía. EJES DE TRABAJO La estrategia se articula en cuatro ejes complementarios: 1. Divulgación presencial e interactiva: Museos, visitas guiadas, charlas y talleres científicos para públicos diversos. 2. Vinculación educativa y formación de vocaciones: Proyectos dirigidos a escuelas, preparatorias y programas de orientación vocacional. 3. Comunicación digital y redes sociales: Estrategias en plataformas digitales para dialogar con audiencias amplias y participativas. 4. Producción de contenidos para medios masivos: Docuseries, pódcast, cápsulas audiovisuales y colaboraciones con medios universitarios y públicos. IMPACTO Y RESULTADOS La implementación de esta estrategia ha permitido: - Integrar formatos presenciales, digitales y audiovisuales. - Consolidar una narrativa científica cercana y comprensible. - Ampliar la vinculación con entidades universitarias y actores clave en divulgación. - Fortalecer la relación ciencia–sociedad mediante contenidos de alto valor educativo. Lo señalado se refleja en el incremento del número de suscriptores en redes sociales y un aumento en el consumo de contenidos del Instituto. A la par, la presencia de los temas del IGf y de sus investigadores en medios de comunicación. CONCLUSIÓN La estrategia de divulgación y vinculación del Instituto de Geofísica de la UNAM pretende ser un modelo integral para acercar las Ciencias de la Tierra a la sociedad, alineándose con los principios establecidos en la Ley General de Educación 2024.

SE01-22

ZACATECAS: DEL ESPLENDOR MINERO A RETOS GEOLÓGICOS CONTEMPORÁNEOS

Ramírez Ramírez Claudia Jocelyn, Escalona Alcázar Felipe de Jesús, Carrillo Sanchez David Leonardo, Hidalgo Santacruz Dominic Alejandro y Arrellín Aguilar Virginia
Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, UAZ
uact.39205206@gmail.com

Debido al incremento inusual de la sismicidad en la zona conurbada de Zacatecas desde julio de 2024, se implementó una red de sismógrafos para monitorear los movimientos inducidos y telúricos que se presentan en

la ciudad. No obstante, los hundimientos, fracturamientos y movimientos sísmicos observados podrían estar vinculados con las minas en operación en las proximidades. Es bien conocido que varios municipios del estado surgieron en torno a antiguas minas; Zacatecas capital es el ejemplo más claro. Su fundación se remonta a 1546 —cuando se dio el hallazgo de plata por Juan de Tolosa —, aunque el título de ciudad fue otorgado en 1585, casi 40 años después . Estos primeros 40 años fueron fundamentales: se trasladaron los primeros pobladores, se estableció un sistema de gobierno, se implementaron servicios básicos como el suministro de agua desde pozos en la plaza principal y, lo más importante, comenzaron los registros en actas, folios y libros cabildo, donde se documentaban asuntos de estado, religión y economía. En 1614 se registró el primer evento sísmico documentado en Zacatecas, atribuido a la intervención divina de San Nicolás de Tolentino, patrón de los temblores y de los mineros. Las minas fueron el núcleo del desarrollo de la ciudad, con descubrimientos de vetas "vírgenes" en cerros como Tlacuitlapán, Quebradrilla, El Grillo y La Bufa. Con el tiempo, la ciudad se asentó sobre las estructuras mineras excavadas en épocas anteriores. Esta investigación aspira a ser un punto de partida para localizar minas antiguas en Zacatecas, con el fin de relacionar el pasado con las problemáticas actuales.

SE01-23

LAS GEOCIENCIAS A TRAVÉS DE LA FOTOGRAFÍA, LA CIENCIA Y LA POESÍA

López Espinoza Erika Danaé[1], Krieger Peter[2] y Prado Pano Blanca Lucía[3]
[1]*Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM*
[2]*Instituto de Investigaciones Estéticas, UNAM*
[3]*Programa Universitario de Estudios Interdisciplinarios del Suelo, UNAM*
danae@atmosfera.unam.mx

La divulgación de las geociencias a través de la fotografía se ha vuelto cada vez más recurrente. Dentro de este contexto, la exposición fotográfica itinerante "Entre el suelo y el cielo" es un proyecto interdisciplinario coordinado por el Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático (ICAyCC), el Instituto de Investigaciones Estéticas y el Programa Universitario de Estudios Interdisciplinarios del Suelo. Su objetivo es divulgar las geociencias a través de la fotografía, la poesía y el discurso científico. En su segunda temporada, exhibe 22 imágenes que capturan fenómenos naturales como la niebla, las tormentas eléctricas en regiones desérticas, las grietas de desecación, etc. Además, se ha creado un libro digital de libre acceso con las obras de la primera temporada, ampliando su alcance divulgativo. La muestra visita espacios públicos para atraer la atención mediante el impacto visual de las fotografías, promoviendo así la lectura y comprensión de los procesos científicos representados.

SE01-24

MURAL INTERACTIVO DEL DIPLOMADO EN SISMOLOGÍA PARA PROFESORES DE BACHILLERATO

Bello Delia, Mendoza Carvajal Antonio de Jesús, Navarro Estrada Fernando, Sosa Jiménez Miguel Ángel, Ruiz Vázquez Iván, González López Adriana, Pérez Santana Jesús Antonio y Robledo Vargas David Ahenbec
Universidad Nacional Autónoma de México
delia@sismologico.unam.mx

Como parte de las actividades del proyecto PAPIME PE107023, se llevó a cabo la instalación de tres murales interactivos en distintos planteles del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH). Estos murales presentan información clara y accesible sobre conceptos fundamentales de sismología e instrumentación sísmica. Se consideran "interactivos" porque, además de su contenido visual fijo, cuentan con una pantalla digital conectada al Servicio Sismológico Nacional (SSN). A través de esta pantalla, los estudiantes pueden observar en tiempo real las señales registradas por los sensores sísmicos instalados en cada una de las escuelas participantes. De esta manera, los estudiantes y profesores tienen la oportunidad de visualizar la actividad sísmica tal como la perciben los sensores Raspberry Shake, acercándolos a la sismología. Además, en las pantallas se proyectan infografías sobre diversos temas de interés sismológico (tipos de ondas, escalas de magnitud, sismos en la CDMX, ¿por qué no me aviso mi perro?, entre otros) y un video educativo que relata la historia de los sismos en México, con énfasis en su impacto social y científico. Paralelamente, y también bajo el marco del proyecto PAPIME, se desarrollaron prototipos didácticos destinados a simular fenómenos geológicos de relevancia para la enseñanza. Entre ellos se encuentran un modelo que recrea el funcionamiento de las fallas tectónicas y otro que ilustra el proceso de licuefacción del suelo durante un sismo. Estos dispositivos permiten a los alumnos experimentar y comprender, de forma tangible, procesos que de otra manera resultarían abstractos o difíciles de visualizar. Asimismo, se diseñó y construyó un sensor sísmico escolar, adaptado para fines educativos. Este equipo permite a los estudiantes observar cómo se detecta y registra un sismo, reforzando así los conceptos vistos en clase y fomentando el interés por la instrumentación sismológica. Todos estos materiales (murales interactivos, prototipos y sensor escolar) han sido desarrollados como recursos complementarios para el Diplomado en Sismología para Profesores, que busca capacitar a docentes de nivel medio superior en la enseñanza de la sismología. De igual forma, su instalación en los planteles del CCH pretende acercar este campo de la ciencia a los jóvenes de bachillerato, despertando en ellos la curiosidad, el pensamiento crítico y el interés por comprender los fenómenos naturales que afectan a su entorno y que en un futuro ellos opten por estudiar alguna de las áreas de geofísica. En conjunto, estas acciones reflejan el compromiso del proyecto PAPIME y del SSN por fortalecer la educación científica, promover la cultura sísmica y contribuir a la formación de comunidades mejor preparadas ante el riesgo sísmico.

SE01-25

HERRAMIENTAS DIDÁCTICAS DENTRO DE LAS AULAS UNIVERSITARIAS. ELABORACIÓN DE UN DICCIONARIO ESPECIALIZADO DE TÉRMINOS GEOESPACIALES

Hernández Cruz Griselda Berenice y Soriano Villegas Cristian Ulises
Universidad Nacional Autónoma de México
griselda.hernandez@ingenieria.unam.edu

En las aulas universitarias se comienza a tener contacto con un lenguaje especializado, reto al que se enfrenta el estudiantado que frecuentemente no está preparado con habilidades lingüísticas para entender tecnicismos, que en su gran mayoría se encuentra en idioma inglés. La etapa adaptativa para comprender conceptos propios de su disciplina es una actividad necesaria dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje. Por lo anterior, se desarrolló una intervención educativa, siguiendo los pasos metodológicos de Gómez González-Jover, & Vargas-Sierra (2004), se creó un diccionario especializado de términos geoespaciales Se enlistaron las palabras más recurrentes dentro de los planes de estudio de universidades a nivel nacional y las palabras localizadas en diccionarios y glosarios de las páginas gubernamentales de otros países, en especial de aquellos con mayores avances tecnológicos, para asegurar la actualización de los conceptos. Se tuvieron un total de 36 planes de estudio que utilizan con frecuencia dentro de sus materias, términos o temáticas en el área geoespacial que son relevantes para comprender textos especializados. Además, se obtuvieron seis clasificaciones en el área geoespacial en las que si dividieron las palabras. El diccionario de términos geoespaciales es un recurso didáctico que contiene vocabulario académico especializado con términos léxicos estandarizados en inglés y español. Se considera relevante que el presente trabajo tenga una revisión continua para que no pierda vigencia el recurso didáctico y sea una herramienta de aprendizaje en los primeros semestres de las áreas de especialización.

SE01-26

EL PRÍNCIPE Y EL VIENTO: UN CUENTO PARA NIÑOS ACERCA DE TEMBLORES

Peraaza Castillo Magali[1] y Vidal Villegas José Antonio[2]
[1]*Independiente*
[2]*Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE*
starmagali1@yahoo.com

El príncipe y el viento es un cuento para niños publicado en febrero de 2006 en el suplemento infantil Hélix de la icónica revista Ciencia y Desarrollo editada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (CONACYT). En el cuento intervienen cuatro personajes, el viento, y tres de origen náhuatl: Huitzilli (Colibrí), Ahuiliztli (Alegría) y el Ixtlamatini (Sabio). En su viaje en la carroza del viento, Huitzilli llega al reino de Tlamatiliztli (Sabiduría) en donde conoce a Ahuiliztli y al Ixtlamatini. Él realiza el estudio de los terremotos y le encanta dar a conocer lo que ha aprendido. En su casona dorada, el Ixtlamatini les explica a los niños el uso de las ondas sísmicas para conocer el interior de la Tierra, el tipo de ondas sísmicas y como se mueven éstas por el interior de la Tierra. Decidimos volver a retomar el cuento para, con el uso de la tecnología y dispositivos actuales, generar información digital y atractiva para las nuevas generaciones de niños.

SE01-27

"VOLCÁN DE COLIMA, VOLCÁN DE FUEGO Y LUZ", UN LIBRO DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

Arámbula Raúl
Centro Universitario de Estudios Vulcanológicos, Universidad de Colima
raul_arambula@ucol.mx

El Volcán de Fuego de Colima, localizado entre los estados de Colima y Jalisco, es el más activo de México y uno de los más activos de Norteamérica. Este trabajo de divulgación combina conocimiento científico y registro visual para acercar al público a la comprensión de su dinámica y riesgos. La obra se estructura en dos partes: la primera, Un planeta de volcanes, presenta contenidos sobre la Estructura de la Tierra, Deriva continental y tectónica de placas, Vulcanismo, Tipos de magma y volcanes, Tipos de erupciones, Amenazas volcánicas, Monitoreo volcánico, Riesgo volcánico y Beneficios de la actividad volcánica. La segunda parte, El Volcán de Colima a través del lente de una cámara, reúne más de una década de fotografías que documentan Actividad efusiva, Actividad explosiva, escenas En blanco y negro, el volcán junto a La Vía Láctea y El trazo de las estrellas, así como Objetos astronómicos, Panorámicas, Amaneceres y atardeceres, Fotografías aéreas y Trabajo de campo. Las imágenes, además de su valor estético, son un registro visual de procesos geológicos observados en tiempo real, desde flujos de lava y

piroclásticos hasta explosiones vulcanianas y fenómenos atmosféricos. La propuesta integra arte y ciencia como herramientas para la sensibilización social, fomentando la comprensión del riesgo y el aprecio por uno de los paisajes naturales más emblemáticos de México, el Volcán de Colima.

SE01-28

IMPACTO Y VISIBILIDAD SOCIAL DE LA INVESTIGACIÓN EN GEOCIENCIAS: USO DE MÉTRICAS ALTERNATIVAS PARA SU MEDICIÓN

Castro Escamilla Minerva[1] y Gómez González Carlos Daniel[2]
[1]*Biblioteca Conjunta de Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Biblioteca Conjunta de Ciencias de la Tierra, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM*
minerva@igeofisica.unam.mx

En las últimas tres décadas, las Geociencias han experimentado un crecimiento significativo en el mundo, acompañado de la necesidad de fortalecer su comunicación y visibilidad tanto en el ámbito académico como en la sociedad. La difusión del conocimiento científico ya no depende solo de los canales tradicionales de publicación, como revistas impresas y bases de datos. Ahora con el uso de redes sociales académicas que se guían por métricas alternativas de impacto, llamadas altmétricas. Estas herramientas han abierto posibilidades para ampliar la presencia del trabajo científico, mejorar su accesibilidad y fomentar la interacción con diversos públicos. El propósito de este trabajo es mostrar experiencias, estudios de caso y reflexiones sobre el papel de las redes académicas, sociales y altmétricas en la comunicación y evaluación de la investigación en geociencias. Pretendiendo abrir un espacio de diálogo que permita comprender cómo estas herramientas contribuyen no solo a la consolidación de la comunidad geocientífica, sino también a una conexión con la sociedad. Para el análisis de las Geociencias en esta era digital desde el punto de vista de las métricas alternativas, se utilizan las plataformas Dimensions y Altmetric, que permiten, a través de diversas estrategias de búsqueda, contar con un complemento a las métricas bibliométricas tradicionales (citas, factor de impacto, cuartil de las publicaciones). Estas métricas ofrecen la posibilidad de medir interacciones como menciones en redes sociales, descargas, lecturas, referencias en blogs, noticias, videos, uso en wikis, entre otras, lo que refleja un impacto más dinámico y multidimensional del quehacer científico. Para los investigadores, representan una vía que refuerza su visibilidad académica. Mientras que, para editores de revistas, constituyen una herramienta valiosa para evaluar la relevancia de los artículos publicados, identificar tendencias emergentes y demostrar el posicionamiento de la revista en la sociedad digital. Las redes académicas, como ResearchGate, Academia.edu y Google Scholar, se han consolidado como espacios donde los investigadores comparten sus publicaciones, dan seguimiento a su producción y establecen colaboraciones con colegas de diferentes instituciones y países. Al mismo tiempo, las altmétricas de redes sociales académicas como Twitter/X, Facebook, LinkedIn e Instagram se han vuelto herramientas clave para compartir descubrimientos científicos con un público más amplio, promoviendo la conversación entre expertos, estudiantes y la sociedad en general. Para entender este contexto, en Dimensions existen indizados 71,305 documentos indizados con el término geociencias, de los cuales a nivel geología se tienen 12,646 documentos, solo de los publicados en el año 2025. En ese sentido, se demuestra el impacto social con métricas alternativas de esta área al utilizar el sistema Almetric. En total, este grupo de documentos cuenta con 64,368 menciones en redes sociales, divididas en: Social media con 50,134 menciones; News and blogs con 12,672 menciones; Other sources que cubren 1,144 menciones; Academic sources con 416 menciones; y Policy, patents and guidelines con solo 2 menciones. Con ello podemos ver el valor de las métricas académicas alternativas, ofreciendo un nuevo concepto al uso y visibilidad de la producción científica de las geociencias.

SE01-29

TERRAMÓVIL Y LA CRISIS DEL AGUA EN LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO

Hernández Bello María Guadalupe[1] y Siebe Grabach Christina D[2]
[1]*Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM*
[2]*UNAM*
guadalupebello0606@gmail.com

La crisis del agua en México afecta a todas sus regiones. En áreas áridas y semiáridas, el abastecimiento es insuficiente, mientras que en zonas húmedas persisten problemas de inundaciones, deslaves y erosión de suelos. Además, la contaminación del agua superficial y subterránea está frecuentemente vinculada con la degradación y manejo inadecuado de los suelos. Por ello, es fundamental educar y sensibilizar a la población joven para fomentar acciones informadas y responsables que contribuyan a la conservación de estos recursos indispensables para la vida. Este proyecto propone una estrategia educativa basada en talleres participativos desarrollados, impartidos y evaluados por el programa Terramóvil. La estrategia integra conocimientos teóricos de asignaturas obligatorias como Geografía, Biología, Química y Geografía Política, con experiencias prácticas vinculadas al entorno inmediato del alumnado. Además, se incorpora la propuesta de soluciones a través de asignaturas como Problemas Sociales, Económicos y Políticos de América Latina, Dibujo y Teatro, con el fin de fortalecer los objetivos de aprendizaje y promover una conciencia ambiental y social profunda. La investigación subraya la importancia de gestionar adecuadamente el agua y los suelos para el desarrollo económico regional. Si bien el sector agrícola demanda la mayor parte del agua, existe una alta demanda para usos domésticos. Los eventos climáticos extremos como inundaciones, sequías y olas de calor representan riesgos para personas, infraestructura y cultivos, incrementando la vulnerabilidad de las comunidades. El proyecto está alineado con el Plan de Desarrollo de la UNAM, contribuyendo al fortalecimiento del bachillerato universitario y la innovación en procesos educativos mediante programas de apoyo a la docencia. Asimismo, fomenta la investigación interdisciplinaria y promueve la divulgación de la ciencia y las humanidades. Concretamente, se vincula con el Instituto de Geología en sus programas de actualización y extensión cultural, y colabora con el Programa Universitario para los Estudios Interdisciplinarios del Suelo (PUEIS) para fortalecer convenios y acciones específicas en estudios de suelos. En síntesis, esta estrategia educativa interdisciplinaria y participativa, implementada a través de Terramóvil, genera conocimiento aplicado que fomenta la formación de ciudadanos conscientes y comprometidos con la conservación sostenible del agua y los suelos. Esto permitirá enfrentar de manera más efectiva las problemáticas nacionales relacionadas con el manejo responsable de estos recursos y contribuirá al desarrollo social, económico y ambiental del país desde una base educativa sólida y contextualizada.

SE01-30

FOLLETO INFANTIL MULTILINGÜE PARA COMPRENDER LOS SUELOS DEL PASADO: "¡EL MISTERIO DE LOS SUELOS ANTIGUOS!

Valera Fernández Daisy[1], Cerón González Axel[2] y Solleiro Rebolledo Elizabeth[1]
[1]*Instituto de Geología*
[2]*Vrije Universiteit Brussel*
daisyvalera1988@gmail.com

En la educación científica, promover el vínculo entre la infancia y la naturaleza resulta fundamental. Aunque las ciencias del suelo y los paleosuelos suelen quedar relegadas en los programas educativos tradicionales, estas disciplinas son esenciales para comprender la historia de la Tierra y los procesos que sostienen la vida. Introducir a los niños en el estudio del suelo puede fortalecer su interés por la ciencia y fomentar un profundo respeto por el medio ambiente. Los paleosuelos, suelos antiguos preservados en el registro geológico, funcionan como valiosas cápsulas del tiempo. A través de su análisis, los niños pueden descubrir los cambios climáticos y geológicos que han moldeado el planeta a lo largo de millones de años, desarrollando así una apreciación por la naturaleza dinámica de la Tierra y la necesidad de proteger su futuro. Como parte de un esfuerzo internacional, el folleto ilustrado ¡El Misterio de los Suelos Antiguos! ha sido creado por el Grupo de Trabajo de Paleopedología de INQUA, la Comisión de Paleopedología de la IUSS y la red de Young and Early Career Scientists (IUSS). Este cuento educativo introduce de manera accesible el concepto de "memoria del suelo", un principio central de la paleopedología contemporánea, así como las propiedades del suelo en diferentes momentos de la historia geológica. Mediante personajes infantiles y referencias culturales, el relato resalta el valor de los suelos modernos y antiguos como parte de nuestro patrimonio común. Actualmente disponible en once idiomas —incluyendo español, inglés, francés, alemán, ruso, árabe y hebreo—, ¡El Misterio de los Suelos Antiguos! no solo enriquece la divulgación científica, sino que también fortalece la conciencia sobre la importancia de los suelos y su conservación a nivel global, posicionándose como un recurso valioso para la educación y el desarrollo de la paleopedología.

SE01-31

EDUCACIÓN CONTINUA VIRTUAL EN GEOCIENCIAS: EXPERIENCIA DE UN CURSO ASÍNCRONO SOBRE SUELOS DESDE LA UECD-IGL, UNAM

Medina Cabrera Arturo[1], Prado Pano Blanca Lucía[1 y 2], González Méndez Blanca[1 y 2], Lopera Gasca Ana Cecilia[2], Galicia García Anaid[1], Barragán Manzo Ricardo[1] y Núñez Useche Fernando[1]
[1]*Instituto de Geología, UNAM*
[2]*Programa Universitario de Estudios Interdisciplinarios del Suelo, UNAM*
amedina@geologia.unam.mx

La educación continua virtual constituye una estrategia clave para fortalecer la formación en ciencias de la Tierra y ampliar el alcance social del conocimiento geocientífico. En este marco, la Unidad de Educación Continua y a Distancia del Instituto de Geología (UECD-IGL), en colaboración con el Programa Universitario de Estudios Interdisciplinarios del Suelo (PUEIS), desarrolló el curso asíncrono "Conociendo el Suelo: fundamentos básicos". Este recurso busca dar relevancia a un tema crítico, ya que el suelo es un recurso no renovable, multifuncional y con un alto nivel de degradación en México, lo que implica riesgos ambientales y sociales. El curso se plantea, así, como una vía para reconocer su valor, promover su manejo sostenible y, al mismo tiempo, mostrar el potencial de la enseñanza virtual como herramienta de formación y divulgación científica. Diseñado como una experiencia introductoria flexible y accesible, el curso se integra por cuatro módulos, con una duración total de 32 horas, y está dirigido tanto a profesores como al público en general interesado en conocer qué es

el suelo, cuáles son sus funciones y cómo cuidarlo para evitar su degradación. Su modelo pedagógico combina contenidos multimedia, interacción en foros, autoevaluaciones y soporte técnico-académico remoto, lo que refuerza la pertinencia de la modalidad asíncrona al facilitar la participación autónoma y adaptada a distintos contextos. Asimismo, se destacará el enfoque de educación continua virtual que la UECD-IGL ha venido consolidando en las geociencias, poniendo énfasis en los cursos asíncronos como una herramienta estratégica de profesionalización, sensibilización social y difusión científica.

SE01-32

EL VIDEODOCUMENTAL COMO MEDIO DE DIFUSIÓN DE LA CIENCIA: CASO DEL SERVICIO MAREOGRÁFICO NACIONAL

Gómez-Ramos Octavio, Armendáriz Beltrán Catalina, Díaz Roque Mauricio, Zarza Alvarado Miriam Arianna, Gutiérrez Quijada Sergio Valente y Soler Arechalde Ana María
Instituto de Geofísica, UNAM
octavio@atmosfera.unam.mx

Los videdocumentales son herramientas muy útiles para transmitir mensajes de concientización y, a la par, destacar las temáticas que abordan desde una perspectiva humana y cercana. En el contexto de la geofísica, se han desarrollado múltiples ejemplos; sin embargo, poco se ha explorado sobre el la documentación del trabajo de campo que se realiza día a día para mantener un servicio geofísico de impacto nacional como es el caso del Servicio Mareográfico Nacional, donde la generación de datos es fundamental, no solo para la investigación, sino también para la protección civil y para la construcción de obras de infraestructura costera. El objetivo de este trabajo es mostrar el videdocumental "Servicio Mareográfico Nacional, vigía de las costas de México" como un ejercicio de sensibilización sobre el trabajo geofísico en campo, y visibilizar las acciones cotidianas que este implica. La propuesta surge de la necesidad de traducir la jerga técnica a un lenguaje audiovisual accesible como una estrategia que permita la comprensión pública del quehacer de las y los técnicos en campo. El documental recurre al lenguaje cinematográfico para abordar las regiones, los retos y la ética profesional que caracterizan a un servicio geofísico. Así, se cuenta la narrativa cotidiana del equipo del Servicio Mareográfico Nacional, responsable de mantener vigiladas las costas del país mediante su red de monitoreo, la cual consta de 27 estaciones. Durante 11 minutos, la audiencia podrá identificar qué es una estación mareográfica, cómo se mantiene, y cuáles son los usos que se le han dado a los datos recabados por el SMN. Con ello, esta propuesta audiovisual busca sensibilizar a estudiantes y al público en general, para que se interesen en las Ciencias de la Tierra y comprendan que la vigilancia de nuestras costas es una actividad fundamental para la seguridad del país.

SE01-33

ALCANCES Y RESULTADOS DE LAS PRÁCTICAS DE PROSPECCIÓN GEOFÍSICA DENTRO DEL MARCO DEL APOYO INSTITUCIONAL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNAM AL INAH, MICHOACÁN

García Serrano Alejandro, Tejero Andrade Andrés, Ortiz Osio Manuel y Aguirre Díaz Juan Pablo
Facultad de Ingeniería, UNAM
agarcia@unam.mx

La realización de las prácticas de prospección geofísica, aplicadas a problemas reales, tiene gran impacto en la formación de los estudiantes de la carrera. Algunas de estas se llevan a cabo gracias al apoyo que ofrece la facultad de ingeniería a otras instituciones, como el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). En el presente trabajo se aborda un problema geotécnico en la zona arqueológica de Ihuatzio Michoacán, donde objetivo central fue el derrumbe parcial de una estructura arqueológica. Las técnicas aplicadas fueron levantamientos de Tomografía Eléctrica Resistiva 3D en la pirámide afectada y mallas de magnetometría en zonas de interés arqueológico. Es importante subrayar que estos estudios fueron realizados dentro del contexto de las prácticas semestrales, donde los estudiantes adquieren y procesan los datos, dirigidos por los académicos a cargo de las misma. Además de su importancia académica, los resultados contribuyen a salvaguardar parte del patrimonio cultural del estado de Michoacán.

SE01-34

HACKODS UNAM 2026: DATOS QUE SE TRANSFORMAN EN HISTORIAS

De la Cruz Salas Luis Miguel[1], Barrios del Valle Guillermo[2], Hernández Cervantes Maricarmen[3] y Juárez Bahena Daniela[2]
[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*Instituto de Energías Renovables, UNAM*
[3]*Instituto de Geofísica, UNAM*
luiggix@gmail.com

El HackODS UNAM 2026 es un hackatón organizado por el Instituto de Geofísica, el Instituto de Energías Renovables y la Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), que tiene como objetivo principal impulsar la transformación de datos abiertos en visualizaciones narrativas que reflejen el progreso de México en los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Este evento reunirá a estudiantes de licenciatura y posgrado de diversas disciplinas a nivel nacional para conformar equipos multidisciplinarios que trabajarán en el análisis, visualización y comunicación de datos relacionados con los ODS, fomentando además la equidad de género al promover la inclusión activa de mujeres en los equipos participantes. Este evento se llevará a cabo entre los meses de enero a junio de 2026, durante los cuales se ofrecerán talleres, mentorías y acompañamiento técnico para capacitar a las y los participantes en herramientas de software libre como Python, Plotly, Quarto y GitHub. El HackODS UNAM 2026 busca fortalecer las habilidades analíticas y técnicas de los estudiantes, identificar brechas en la información pública sobre los ODS, y promover la toma de decisiones basada en evidencias mediante la creación de tableros web interactivos públicos con licencias abiertas. En esta presentación se describen detalles del HackODS y como se puede participar. Sitio del evento www.hackods.unam.mx.

SE01-35

ESTUDIANTES DE INGENIERÍA GEOFÍSICA DE LA UNAM CALCULAN LA ANOMALÍA MAGNÉTICA DEL CERRO XALAPASCO EN IXTENCO, TLAXCALA

Aguirre Díaz Juan Pablo[1], García Serrano Alejandro[1] y Sosa Ceballos Giovanni[2]
[1]*Facultad de Ingeniería, UNAM*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
juan.aguirre@ingenieria.unam.edu

Como parte de las prácticas de campo de la asignatura de Prospección Gravimétrica y Magnetométrica, en colaboración con el Instituto de Geofísica, se realizó un estudio magnético sobre una estructura tipo maar en el municipio de Ixtenco, Tlaxcala, para caracterizar diatremas. Durante los días 26 y 27 de abril de 2024 se levantaron cuatro perfiles magnéticos, todos con orientación este-oeste que atraviesa la estructura volcánica conformada por cráteres de diversos tamaños. Este tipo de trabajos permite reforzar los conceptos teóricos vistos en el salón de clases y permite a los estudiantes conocer la importancia de los métodos geofísicos para la detección y el estudio de estructuras volcánicas.

SE01-36

TRABAJO INTERDISCIPLINARIO EN LA GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA SUBTERRÁNEA: INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN Y DIVULGACIÓN

Herrera Zamarrón Graciela del Socorro[1], Morales Casique Eric[2], Hernández Hernández Mario[3] y Cortés Silva Alejadra[1]
[1]*Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM*
[2]*Instituto de Geología, UNAM*
[3]*Investigador por México, SECIHTI*
ghz@geofisica.unam.mx

El Grupo de Investigación en Gestión Integral del Agua Subterránea ha desarrollado un enfoque interdisciplinario que integra Geociencias, Matemáticas, Química, Física y Biología para comprender y gestionar de manera sustentable los recursos hídricos subterráneos. Este enfoque permite no solo generar conocimiento sobre la dinámica de los acuíferos y los procesos hidrogeológicos, sino también producir resultados científicos útiles para la sociedad y los tomadores de decisiones. Nuestro grupo realiza actividades que combinan investigación aplicada, formación de estudiantes y difusión del conocimiento. Entre ellas destacan talleres educativos, colaboración con comunidades y autoridades locales, desarrollo de modelos hidrológicos y numéricos, y participación en programas de divulgación científica. Estas acciones buscan fortalecer la comprensión pública de la importancia de los recursos subterráneos y promover la gestión responsable del agua. El presente trabajo describe la metodología y las estrategias utilizadas por el grupo para integrar la investigación interdisciplinaria con la educación y la divulgación, mostrando cómo la colaboración entre disciplinas enriquece la formación académica y facilita la comunicación efectiva de la ciencia hacia la sociedad.

SE01-37

APLICABILIDAD Y CONFIABILIDAD DE CHATGPT PARA APRENDER HIDROGEOLOGIA

Hernández Espriú Antonio[1], Guzmán Hidalgo Elizabeth[1], Arciniega Esparza Saul[1] y Sepulveda Hirose Rodrigo[2]
[1]*Grupo de Hidrogeología, Facultad de Ingeniería, UNAM*
[2]*Division de Ingenieria Civil y Geomatica, Facultad de Ingenieria, UNAM*
ahespriu@gmail.com

La irrupción de la Inteligencia Artificial Generativa (IAGen) está transformando los entornos educativos al ofrecer nuevas posibilidades para la creación y el acceso al conocimiento. Dentro de las geociencias, y en especial en el campo de la hidrogeología, el uso de estas herramientas —como ChatGPT — sigue siendo limitado frente a otras áreas STEM. Este trabajo analiza el

potencial y la fiabilidad de ChatGPT como recurso didáctico en hidrogeología, mediante un estudio exploratorio de interacciones pregunta-respuesta en distintos niveles cognitivos: desde conceptos básicos y resolución de ejercicios cuantitativos hasta evaluaciones críticas, análisis de literatura científica y elaboración de esquemas, tomando como referencia la taxonomía revisada de Bloom. Los hallazgos muestran que el modelo obtuvo un rendimiento adecuado, destacando en la explicación de términos y en la resolución de cálculos, aunque presentó debilidades en el análisis complejo y en la citación de fuentes científicas. La puntuación global alcanzada fue de 6.62 sobre 10. Si bien esta tecnología facilita respuestas rápidas y fomenta el aprendizaje autónomo, persisten desafíos relacionados con la exactitud, la profundidad y la ética en su uso. Este estudio aporta al debate sobre la integración de IA en la enseñanza de las geociencias, resaltando la importancia de diseñar estrategias pedagógicas que incorporen estas herramientas sin comprometer el rigor académico.

SE01-38 CARTEL

COMPARACIÓN DE SUSTRATOS PARA LA DETERMINACIÓN DE OZONO EN LA TROPOSFERA PARA DESARROLLO DE UN MÉTODO DE BAJO COSTO CON FINES DE DOCENCIA

Padilla Donato Joshua Zabdiel[1], Andraca Ayala Gema Luz[2], García Reynoso José Agustín[2] y Hernández Paniagua Iván Yassmany[2]

[1] *Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM*
[2] *ICAyCC*

joshuapad2012@gmail.com

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, la contaminación del aire es uno de los mayores riesgos ambientales que existen para la salud. Mediante la disminución de los niveles de contaminación del aire los países pueden reducir la carga de morbilidad derivada de accidentes cerebrovasculares, cardiopatías, cánceres de pulmón y neumopatías crónicas y agudas. Por ello, el monitoreo de contaminantes criterio es importante, principalmente para ozono. Con fines de docencia, se implementó un método de bajo costo y fácil de utilizar, para que los alumnos de la Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra (ENCiT, UNAM) puedan determinar con una confianza del 80% el perfil horario de la concentración de ozono en la troposfera. Se probaron cinco diferentes sustratos con el objetivo de determinar el sustrato con mejor desempeño de reacción con ozono al compararlo con los datos obtenidos en la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA). Se realizaron dos muestreos con una duración de 12 horas usando tres sustratos diferentes en cada muestreo, en los cuales se colocaron cada hora tiras impregnadas con una solución de almidón/yoduro de potasio 90%/10%. Además, se observó la porosidad de los diferentes sustratos en un microscopio ZEIZZ axio scope A1 con una axiocam ICc 5, utilizando los objetivos X10 y X40 para determinar el origen de las diferentes absorciones observadas. Para determinar la precisión del método de bajo costo, se realizaron tres muestreos de validación. Los resultados obtenidos con el método de bajo costo para cada sustrato se compararon con los valores de referencia proporcionados por la RAMA, mediante regresiones lineales. El coeficiente de correlación lineal (R) obtenido fue utilizado como indicador de la precisión del método propuesto. Los coeficientes de correlación oscilaron entre 0.69 a 0.87, con base en los resultados obtenidos el mejor sustrato para el método es el papel de filtración poro fino marca El Crisol. Es posible concluir que el método de bajo costo es confiable para determinar el perfil horario diurno y sirve para mostrar la presencia de ozono en la troposfera con fines de docencia. Este proyecto fue financiado parcialmente por el proyecto PAPIME PE105424.

SE01-39 CARTEL

DE LA CONVERSACIÓN A LA IMAGEN: INFOGRAFÍAS DERIVADAS DE “PLATICANDO CON UN SISMÓLOGO”

Cárdenas Monroy Caridad, Ruiz Vázquez Iván, Sosa Jiménez Miguel Ángel y Servicio Sismológico Nacional Grupo de trabajo

Universidad Nacional Autónoma de México

caridad.dcc@gmail.com

El programa ”Platicando con un sismólogo”, transmitido por el Servicio Sismológico Nacional (SSN) en Facebook y YouTube, es un espacio en el que expertos en sismología responden preguntas del público en vivo. Estas transmisiones se caracterizan por su interactividad, y para extrapolar su contribución a la comunicación pública de la sismología hacia otros formatos, se desarrolló un proceso de creación de infografías basadas en las conversaciones con los sismólogos, permitiendo que la información llegue a más personas de manera clara y duradera. El proceso inicia con la transcripción de cada transmisión, de la cual se seleccionan tres preguntas clave, considerando su relevancia, claridad y diversidad temática. Luego, las respuestas de los expertos se sintetizan en un lenguaje accesible, manteniendo el rigor científico pero evitando tecnicismos. Estos resúmenes se envían al sismólogo participante para su revisión y validación, asegurando que la información sea precisa antes de pasar al diseño gráfico. La infografía final integra la foto del especialista, la pregunta y la respuesta resumida. El diseño sigue una identidad coherente con el SSN. Estas infografías cumplen un papel relevante en la divulgación científica. En primer lugar, amplían el alcance del mensaje: mientras una transmisión en vivo depende de la conexión en un momento específico, las infografías pueden compartirse masivamente en redes sociales o incluso imprimirse para talleres y presentaciones. Además, su formato permite una consulta rápida para los usuarios que prefieren contenido inmediato frente a videos largos. Otro aspecto clave es que refuerzan la confianza en la información al incluir la foto y nombre del experto. Esto es relevante en un contexto donde la desinformación sobre sismos es común. Por último, las infografías son adaptables a distintos públicos: sirven como material didáctico en aulas e incluso como recursos para periodistas. Transformar las transmisiones en vivo en infografías es una estrategia efectiva para democratizar el conocimiento científico. Combina el rigor de la fuente especializada con un formato accesible y atractivo, superando las limitaciones del video en vivo. Este proyecto no solo preserva y difunde el conocimiento compartido por los sismólogos, sino que también compite con la sobrecarga de contenido.

SE01-40 CARTEL

GEOPATRIMONIO COMO ALTERNATIVA DE GEOTURISMO PARA LA REGIÓN DEL LAGO DE PÁTZCUARO, MICHOACÁN, MÉXICO

Sánchez-Núñez Juan Manuel[1], Serrano María Elena[2], Cisneros Guillermo[3], Carlón Teodoro[3], Saucedo Ricardo[4], Quiróz Héctor Miguel[2] y Jiménez Luis Ángel[2]

[1] *Instituto Politécnico Nacional, CIIEMAD*
[2] *CIIEMAD-IPN*
[3] *Instituto de Geofísica, UNAM*
[4] *Instituto de Geología, UASLP*

sanchez0120@gmail.com

Los recursos naturales de la región del Lago de Pátzcuaro poseen un amplio potencial de uso, que hasta hoy no han sido aprovechados, estos recursos se refieren al patrimonio geológico constituido por las estructuras volcánicas. Este paisaje geológico forma parte del campo volcánico Michoacán-Guanajuato (CVMG) que posee más de 1,400 volcanes de tipo monogenético. La relevancia del ecosistema del lago no solo comprende la geodiversidad y la biodiversidad, también incluye la diversidad cultural del territorio y de sus poblaciones. A pesar de ser una zona geográfica muy visitada a nivel nacional e internacional, la relevancia del patrimonio geológico y su potencial turístico no ha sido abordada y mucho menos planificada. Este proyecto tiene como objetivo identificar sitios geoturísticos de acuerdo con la evaluación del patrimonio geológico como es: el origen y formación del propio lago, las estructuras volcánicas, y los atractivos intangibles como la cultura y tradiciones que se practican en la región. Para el desarrollo de esta investigación se proponen tres etapas generales: i) recopilación y sistematización de información geográfica y variables socioambientales, ii) elaboración de mapas temáticos: geológico, edáfico, geomorfológico, de cubierta vegetal y uso de suelo para toma de decisiones, iii) realización de recorridos de campo para verificar el medio físico y iv) visitar las localidades más importantes susceptibles de ser beneficiadas. Como resultados de la investigación se tendrán los mapas temáticos definitivos, un inventario de sitios con interés geológico, un análisis de las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) para definir los sitios prioritarios, el diseño de rutas geoturísticas y formulación de una propuesta que permita el uso científico, didáctico y turístico de los lugares seleccionados como geositios. Con los elementos anteriores se tendrá la oportunidad de planear y diseñar el uso adecuado de los recursos geológicos, evitando su deterioro (geoconservación) y así propiciar un crecimiento social y una posible vía hacia el desarrollo sostenible de la región.

SE01-41 CARTEL

DISEÑO Y DESARROLLO DE UN REPORTE WEB PARA LA DIFUSIÓN DEL PRONÓSTICO DE CALIDAD DEL ICAYCC

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

Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM

dulce.herrera@atmosfera.unam.mx

La visualización del pronóstico de calidad del aire que opera en el Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático (ICAyCC) ha sido mejorada con el desarrollo de un reporte web. Este trabajo describe el diseño, desarrollo e implementación de esta herramienta, que presenta pronósticos de Ozono (O3) y PM2.5 para siete ciudades clave de la Comisión Ambiental de la Megalópolis: CDMX, Toluca, Puebla, Tlaxcala, Pachuca, Cuernavaca y San Juan del Río. El reporte se genera a partir de los datos del modelo WRF-CHEM, que se ejecuta diariamente en la nube de Amazon Web Services (AWS). A diferencia de los mapas de concentración, muy útiles para especialistas, este reporte web ofrece información esencial del pronóstico de una manera más accesible al público. Incluye la fecha, la concentración máxima del contaminante, la calidad del aire esperada, el nivel de riesgo asociado y las recomendaciones de salud correspondientes. La información y las recomendaciones de salud se basan en la Norma Oficial Mexicana NOM-172-SEMARNAT-2023, que establece los lineamientos para obtener y comunicar el Índice de Calidad del Aire y Riesgos a la Salud en México. Además, el reporte cuenta con una gráfica interactiva que muestra los valores máximos pronosticados desde un día antes de la fecha de consulta hasta 72 horas después. Esta visualización permite observar el comportamiento del modelo a lo largo del tiempo y se logra con la librería de JavaScript Highcharts. La plataforma se basa en un frontend

desarrollado con Vue.js, que garantiza una interfaz de usuario dinámica y un diseño responsivo adaptable a diversos dispositivos, utilizando Tailwind CSS para el diseño y maquetación. Para gestionar la comunicación entre el cliente y el servidor, se utilizó Express.js para desarrollar los servicios web que alimentan la aplicación. Estos servicios también están disponibles para que los usuarios puedan consumirlos y visualizar los datos según sus necesidades específicas.

SE01-42 CARTEL

TÉCNICAS DE EXPLORACIÓN GEOFÍSICA PARA YACIMIENTOS EPITERMALES, UN TALLER DE INDAGACIÓN BASADO EN EL FENÓMENO

Aragon-Arreola Manuel
Atyca Consulting, México
manuel.aragon@atyca.com.mx

Los yacimientos epitermales son una de las principales fuentes de oro, plata, cobre, plomo y zinc. Su exploración se basa en la cartografía geológica, el muestreo geoquímico, la geofísica y el uso de sensores remotos. Dada la variedad de información, uno de los grandes retos de exploradores y estudiantes interesados en el área, es tener una visión clara de la relevancia y alcances de cada tipo de dato. Este taller es parte del proyecto K&E para impulsar el desarrollo del talento humano en Ciencias de la Tierra y particularmente en el entendimiento, manejo e interpretación de datos geofísicos de exploración. Está diseñado para estudiantes y profesionales en geociencias curiosos e interesados en el tema. La duración es variable desde 8 a 40 hr, dependiendo de la disponibilidad de la institución receptora. Esta actividad fue desarrollada con el enfoque didáctico de indagación y utiliza la secuencia fenómeno-idea-concepto; está separado en tres módulos que enfatizan la física de los yacimientos, las características medibles e interpretables con geofísica y la interpretación de datos y verificación de hipótesis. El taller utiliza capacidades de pensamiento básicas como retomar/recordar conceptos y usar/aplicar definiciones y clasificaciones; sin embargo, el énfasis principal es desarrollar capacidades de pensamiento de orden superior como relacionar conceptos, tomar decisiones sobre métodos a utilizar, resolver problemas geológicos interpretando datos geofísicos, plantear preguntas investigables con los datos disponibles y planificar/argumentar propuestas para la toma de datos nuevos. Finalmente, el taller enfatiza la reflexión sobre cómo se aprenden las capacidades mencionadas. Palabras clave: Educación Continua, Yacimientos Epitermales, Geofísica Aplicada, Desarrollo de Talento, Metacognición.

Sesión especial

LIMNOLOGÍA FÍSICA

Organizadores

Tzitlali Gasca Ortiz
Diego Armando Pantoja González

SE02-1

OPTIMIZACIÓN DE LA DISPERSIÓN DE MATERIAL SUSPENDIDO EN EL LAGO DE CHAPALA MEDIANTE IMÁGENES DE SATÉLITE Y MODELACIÓN NUMÉRICA

Pantoja González Diego Armando y Gasca Ortiz Tzitlali
Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería, Universidad de Guadalajara, CUCEI UDeG
diego.pantoja@academicos.udg.mx

En este trabajo se comparan objetivamente las imágenes procesadas del satélite Sentinel-2 con las salidas numéricas de la trayectoria de partículas pasivas en el Lago de Chapala. La metodología implementada se basó en la parametrización de los coeficientes horizontales de dispersión del modelo Delft3D-PART, los cuales a su vez fueron determinados de manera óptima con base en un proceso de verificación espacial llamado “Neighborhood Fractions Skill Score“. Se encontró que el lago presenta una dispersión estándar con coeficientes del orden de [0.2,0.4] para a, y de 0 para b. Al aplicar esta metodología, el modelo numérico se puede usar para la simulación del lago en escalas temporales cuando el satélite no tenga cobertura y de esta manera se puede monitorear la calidad del agua del mismo.

SE02-2

CIRCULACIÓN DEL LAGO DE CHAPALA CON BASE EN LA ESTRUCTURA TÉRMICA MEDIANTE ÍNDICES DE ESTRATIFICACIÓN: CASOS NUMÉRICOS

Ceja Gálvez Zahir Oziel[1], Pantoja Diego Armando[2] y Gasca Ortiz Tzitlali[1]
[1]*CUCEI, Universidad de Guadalajara*
[2]*Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería, Universidad de Guadalajara, CUCEI UDeG*
zahir.ceja2981@alumnos.udg.mx

Este estudio aborda el comportamiento térmico y la circulación general del Lago de Chapala mediante modelación numérica, aplicada tanto a la batimetría real como a geometrías simétricas con dimensiones equivalentes. Estas configuraciones permiten incorporar variaciones en el perfil lateral al fondo del lago, con el propósito de comprender los fenómenos físicos bajo condiciones controladas y de esta manera contrastarlos con los resultados obtenidos a partir de la batimetría real. La modelación fue desarrollada en Delft3D, mediante el uso de forzamientos provenientes del North American Regional Reanalysis (NARR). El comportamiento térmico del lago fue caracterizado mediante la evolución del grosor de las capas de mezcla, la profundidad de la termoclina y los períodos de mezcla en la columna de agua. Los resultados evidencian un proceso diario de estratificación y mezcla. El objetivo de esta investigación será determinar con precisión el régimen térmico e hidrodinámico del lago, con la finalidad de generar información sobre el transporte de partículas pasivas y su relación con zonas de acumulación potencial de contaminantes, lo cual representa un riesgo para las poblaciones circundantes y para la zona conurbada de Guadalajara, que consume aproximadamente el 60 % del agua del Lago de Chapala.

SE02-3

MODELACIÓN NUMÉRICA Y ANÁLISIS SATELITAL DE LA DISPERSIÓN DE MATERIAL SUSPENDIDO EN EL LAGO DE CHAPALA

Gasca Ortiz Tzitlali y Pantoja González Diego Armando
Universidad de Guadalajara, CUCEI
tzitlali.gasca@academicos.udg.mx

El Lago de Chapala es el lago más grande de la República Mexicana; desafortunadamente se ve afectado por el deterioro de la explotación irracional de sus recursos, además de las fuentes de contaminación de descargas industriales, asentamientos locales y el cambio de uso de suelo, escorrentías, entre otros. Debido a la importancia del monitoreo constante del Lago de Chapala, en este estudio se presentan resultados de la dispersión de material suspendido mediante imágenes satelitales y modelación numérica. Se utilizaron imágenes del satélite Sentinel 2 de Copernicus y el modelo Delft3D PART para la simulación de dispersión. Los resultados son una herramienta para tener una mejor comprensión de la distribución de partículas en el lago, que se pueden considerar como contaminantes. Se espera que los resultados contribuyan a minimizar los daños ocasionados por las descargas residuales u otros procesos antropogénicos.

SE02-4

ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LA CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA EN EL EMBALSE TROPICAL DE VALLE DE BRAVO, MÉXICO, UTILIZANDO DATOS SATELITALES Y MEDICIONES IN SITU

Aguirre Gómez Raúl
Universidad Nacional Autónoma de México
raguirre@igg.unam.mx

En este trabajo se muestran los resultados de un estudio limnológico multitemporal realizado en el embalse de Valle de Bravo, México en el periodo enero 2022- diciembre 2024. Se utilizaron imágenes satelitales de un ciclo anual, y registro de observaciones de clorofila con frecuencia mensual durante el periodo y sitios señalados. El estudio consistió en muestreos in situ en 17 estaciones de muestreo distribuidas a lo largo de los dos valles del embalse. En cada estación se tomaron datos generales como: fecha y hora (de llegada y de partida), velocidad y dirección del viento, profundidad del fondo y profundidad de Secchi. Asimismo, se realizaron registros verticales a intervalos de aproximadamente 1m, desde la superficie hasta el fondo, mediante una sonda multi-parámetro Hydrolab, equipada con sensores de temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, redox (Eh) y potencial de hidrógeno (pH). Se tomaron muestras de agua con una botella tipo Niskin a diferentes profundidades abarcando toda la columna de agua para obtener datos de la concentración de clorofila, principalmente para evaluar el epilimnion (superficie) e hipolimnion (fondo). Se utilizaron las banda 1 y 2 del sensor MODIS que se encuentra abordo de los satélites Terra-1 y Aqua-1), con resolución espacial de 250 metros y resolución temporal diaria. Los resultados muestran variaciones espacio-temporales interanuales, aunque el patrón de variación es similar en el epiliminion y en el hipolimnion del embalse. Los valores de reflectancia transformados de la Bandas de MODIS, y calibradas con datos in situ y de la radianza fueron estadísticamente significativos con una R2 de 0.7 principalmente con el epilimnion.

SE02-5

INTERCAMBIO DE CALOR LAGO-ATMÓSFERA EN LAGUNAS TROPICALES KÁRSTICAS: CHILE VERDE, GUERRERO Y BACALAR

Téllez-Girón Tequipanecatl Minerva[1], Carrillo Laura[2], Palacios-Hernández Emilio[1] y Elias Manuel[2]
[1]*Universidad de Guadalajara*
[2]*ECOSUR (Chetumal)*
minerva.tellezgiron8647@alumnos.udg.mx

Las lagunas tropicales kársticas de Bacalar, Chile Verde y Guerrero forman parte de un sistema hídrico interconectado localizado en el sureste de la Península de Yucatán. Este sistema se caracteriza por procesos hidrometeorológicos complejos y una alta sensibilidad climática. Este estudio analiza la dinámica térmica superficial mediante el cálculo de flujos de calor lago-atmósfera, utilizando datos meteorológicos históricos de ECOSUR (2012–2016) y muestreos hidrográficos recientes (CTD, febrero de 2025). A través de técnicas de procesamiento como el filtro de Godin y perfiles verticales interpolados, se estima el balance de calor con base en la fórmula de Reed (1983). La metodología emplea modelos termodinámicos de pronóstico que simulan perfiles verticales de temperatura, incorporando variables como radiación solar, velocidad del viento y cobertura nubosa diaria. El análisis busca caracterizar los patrones térmicos estacionales y su sensibilidad ante perturbaciones climáticas; así como comprender los flujos de calor para evaluar su estabilidad térmica y su capacidad de recuperación ante perturbaciones ambientales. Este enfoque cuantitativo proporciona herramientas para comprender mejor la resiliencia de estos cuerpos de agua, que poseen relevancia ecológica, científica y social.

SE02-6

LA LIMNOLOGÍA MEXICANA PUBLICADA ENTRE 2013 Y 2023 EN SCOPUS: UN ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO PARA EL DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DEL CONOCIMIENTO

Gómez González Carlos Daniel[1] y Castro Escamilla Ricardo Cesar[2]

[1] *Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM*

[2] *Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM*

cagonzalez@cmarl.unam.mx

Frente a los desafíos ambientales emergentes del país, tales como la polución y el cambio climático, la Limnología se establece como una disciplina científica indispensable para la comprensión y preservación de los ecosistemas de agua dulce. El propósito de este estudio es examinar la producción científica mexicana registrada en Scopus en el campo de la limnología publicada entre los años 2013 y 2023, utilizando un enfoque bibliométrico. El objetivo es caracterizar su evolución, identificar los actores institucionales y temáticos predominantes, determinar las principales fuentes de información y evaluar su impacto académico, con el fin de proporcionar un diagnóstico contemporáneo del estado del saber que guarda esta disciplina. A través de una serie de estrategias de búsqueda, se recuperaron diversas categorías de documentos, con un enfoque particular en los artículos científicos vinculados a términos clave sobre limnología y su afiliación institucional de los autores y coautores. Los datos fueron examinados mediante técnicas descriptivas bibliométricas y visualizaciones de redes temáticas utilizando el software VOSviewer, poniendo especial atención en factores como la productividad anual, las instituciones, los autores, las palabras clave y las áreas temáticas, la co-citación, el factor de impacto de las revistas y el cuartil. Los hallazgos facilitaron la identificación de tendencias de investigación, áreas de potencial desarrollo para su exploración y vacíos de conocimiento. Adicionalmente, se resaltarán las redes académicas predominantes de colaboración a nivel nacional e internacional, así como el impacto relativo de la producción científica mexicana en el escenario global. El análisis métrico no solo podría aportar una comprensión más profunda del ámbito científico nacional, sino que también proporcionaría datos estratégicos para la formulación de decisiones en política científica, desarrollo de recursos humanos y priorización de líneas de investigación para las entidades mexicanas comprometidas con la investigación en Limnología. Este planteamiento evidencia que los análisis bibliométricos, bajo el prisma de la bibliotecología, pueden constituir instrumentos cruciales para robustecer la cohesión de la comunidad científica, optimizar la financiación para proyectos futuros y, además, alinear la investigación con las demandas ambientales del país. Palabras clave: Limnología, Bibliometría, Bibliotecología, Scopus, VOSviewer, Producción científica, México, Estado del conocimiento.

Sesión especial

INVESTIGACIÓN INTEGRAL DEL PELIGRO SÍSMICO: DESDE LOS PROCESOS DE RUPTURA HASTA LA MITIGACIÓN DE DESASTRES COMPUESTOS

Organizadores

Josué Tago Pacheco
Tomoaki Nishikawa
Enrique Guevara Ortiz
Raymundo Omar Plata Martínez

SE03-1

DETECTION OF REPEATING EARTHQUAKES OFF COSTA RICA AND NICARAGUA IN THE MIDDLE AMERICA SUBDUCTION ZONE

Nishizawa Takashi[1] y Nishikawa Tomoaki[2]
[1]*Graduate School of Science, Kyoto University*
[2]*Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University*
nishizawa.takashi.36m@st.kyoto-u.ac.jp

Repeating earthquakes are phenomena that commonly occur on creeping faults, such as those found at subducting plate boundaries. They result from repeated ruptures of seismic patches that are loaded by surrounding steady creep, and thus serve as useful indicators for resolving the spatiotemporal characteristics of fault creep. For instance, by monitoring periodic repeating earthquakes, it is possible to detect transient aseismic slip on the plate interface (e.g., Uchida et al., 2019). Repeating earthquakes have been studied in subduction zones worldwide (Uchida & Bürgmann, 2019); however, their detailed spatial distribution remains poorly understood in many regions. For example, the offshore region of Costa Rica and Nicaragua, located in the Middle America subduction zone, is one such region. In this region, a spectrum of slow-to-fast seismic and geodetic events has been reported (e.g., Dixon et al., 2014). This region is also geomorphologically intriguing, exhibiting an uplift and subsidence pattern on the overriding plate side, consisting of an arc and a lowland zone. Since similar patterns are observed in the Nankai and Cascadia subduction zones, it is worthwhile to investigate whether this region exhibits similar or contrasting seismological characteristics. Such an investigation could also provide insights into the possible relationship between tectonic geomorphology and seismicity. In light of the above, we conducted a detailed search for repeating earthquakes off the coasts of Costa Rica and Nicaragua. We used seismic waveform data from broadband seismometer networks in Costa Rica and Nicaragua, covering the period from 2015 to 2020. The event catalog was constructed using the following procedure: First, phase picking was performed using PhaseNet, a deep learning-based phase picker (Zhu & Beroza, 2019), with the globally trained model developed by Mousavi et al. (2019). Event association was then conducted based on the GaMMA method (Zhu et al., 2022), followed by event location using the hypomh algorithm (Hirata & Matsu'ura, 1987). After constructing the earthquake catalog, we applied an appropriate bandpass filter to the event waveforms and detected repeating earthquakes based on the waveform cross-correlation when the correlation coefficients exceeded 0.90 at three or more stations. For the detected repeating events, we calculated their recurrence intervals and estimated the fault slip amounts from the scaling laws for repeating earthquakes (e.g., Nadeau & Johnson, 1998). As a preliminary result, we identified several repeating earthquake sequences (M # 3.0, depth ~ 30 km) along the trench offshore of the Nicoya Peninsula. These events are distributed in the shallower part of the subducting plate interface. In contrast, offshore of Lake Nicaragua, the sequences were observed in the deeper part as well (M # 4.0, depth ~ 80 km). We additionally observed numerous burst-type repeating earthquakes with recurrence intervals of less than one month. Based on these findings, we plan to further investigate the relationship between repeating earthquakes and previously reported slow slip events.

SE03-2

DETECTION OF REPEATING EARTHQUAKES OFFSHORE EL SALVADOR IN THE MIDDLE AMERICA SUBDUCTION ZONE: IMPLICATIONS FOR PLATE INTERFACE SLIP BEHAVIOR

Nishikawa Tomoaki
Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University
nishikawa.tomoaki.2z@kyoto-u.ac.jp

Understanding the slip behavior along subduction zone plate boundaries is essential for evaluating the potential for megathrust earthquakes. Off the coast of El Salvador along the Middle America subduction zone, a large interplate earthquake of Mw 7.3 occurred in 2012 (Ye et al., 2013). However, the detailed slip behavior of the plate boundary remains poorly understood. Clarifying these behaviors is crucial for assessing the risk of megathrust earthquakes and the associated tsunamis off the coast of El Salvador. Here, we conducted the first detection of small repeating earthquakes in the offshore El Salvador region. Small repeating earthquakes are caused by repeated ruptures of small locked areas on the plate interface and are known to serve as natural creep meters (Uchida, 2019). We first applied PhaseNet (Zhu & Beroza, 2019), incorporated in the SeisBench library (Woollam et al., 2022), to broadband waveform data from the El Salvador seismic network spanning from January 2014 to December 2024, to detect earthquakes. As a result, we detected 2,150 earthquakes with magnitudes of M 3.5 or greater. We then calculated waveform cross-correlation (Igarashi et al., 2003) to identify repeating earthquakes among these events. Specifically, we used the vertical component of the waveform from the P-wave arrival to 3 seconds after the S-wave arrival. Events were identified as repeating earthquakes if the correlation coefficient exceeded 0.95 at two or more stations. For the waveform correlation calculation, a 2–8 Hz bandpass filter was applied to events with M 3.5 to M 4.5, and a 1–4 Hz filter to events with M # 4.5. As a result, 298 events were classified into 89 repeating earthquake sequences, with up to 10 repeated events in a single sequence. These repeating earthquakes exhibited a distinctly bimodal distribution in the direction perpendicular to the trench axis. On the landward side, many sequences showed high repeat counts. We then estimated the slip per event using the circular crack model (Eshelby, 1957), assuming a stress drop of 10 MPa. The estimated slip rate for many sequences on the landward side was comparable to the relative plate motion rate. This suggests that, on the deeper portion of the plate boundary, most of the relative plate motion is accommodated by steady slip. In contrast, a clear gap in repeating earthquake activity was found on the shallower portion of the plate boundary (at depths of 15 to 30 km). Based on observations from the Japan Trench and the Nankai Trough subduction zones, where repeating earthquakes tend to be sparce within megathrust locked patches (Uchida et al., 2016; Uchida & Bürgmann, 2019), we suggest that this region is highly locked and has the potential to generate megathrust earthquakes. In fact, the 2012 Mw 7.3 interplate earthquake ruptured the southeastern part of this region (Ye et al., 2013). In contrast, the northwestern part has not experienced an interplate earthquake larger than M 7 in the past 50 years, suggesting that slip deficit may be accumulating there.

SE03-3

INSIGHTS INTO THE LATE INTERSEISMIC STATE OF THE ALPINE FAULT FROM MICROSEISMICITY AND TREMOR

Pita-Sllim Olivia[1], Chamberlain Calum[1], Townend John[1] y Warren-Smith Emily[2]

[1] *Victoria University of Wellington, New Zealand*
[2] *GNS Science, New Zealand*
olivia.pitasllim@vuw.ac.nz

The Alpine Fault in New Zealand is one of the most active transform faults and is currently in the late stages of its seismic cycle. Paleoseismic records show that it has ruptured four times in M7–8 earthquakes over the past 900 years, most recently in 1717 CE, with a ~75 \% probability of another rupture in the next 50 years. This poses a major hazard to central and southern New Zealand, making it critical to understand where the fault is locked and how strain is accumulating. We address this with two new interseismic seismicity catalogues spanning October 2021 to November 2023: an automatic microseismicity catalogue and a systematic tectonic tremor catalogue. The microseismicity catalogue comprises 31,148 events (–0.0 to 4.9 ML), providing the first continuous along-strike dataset for the Alpine Fault. We observe significant along-strike variability in seismogenic cutoff depths, on-fault seismicity, and off-fault seismicity, offering insights into where the fault is locked versus creeping. The tremor catalogue contains 336 events grouped into three clusters (Mt. Strachan, Haast River, Red Mountain), generally located just below the seismogenic cutoff. The location of these tremor clusters indicates where different segments of the Alpine Fault are accommodating strain aseismically during the late interseismic period. Together, these catalogues provide the first high-resolution view of ~450 km of the Alpine Fault, highlighting along-strike variations in coupling and offering new constraints on rupture barriers, asperities, and how the next Alpine Fault earthquake may nucleate and propagate.

SE03-4

CHARACTERIZING SHALLOW TREMORS SOURCE IN THE GUERRERO SEISMIC GAP, MEXICO

Plata Martínez Raymundo Omar[1] y Ito Yoshihiro[2]

[1] *Universidad Nacional Autónoma de México*
[2] *Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University*
raymundo.plata@gmail.com

The Guerrero seismic gap, located along the Mexican subduction zone, has not experienced a major earthquake in over 110 years, making it a key region for studying seismic processes. GNSS data indicate that this segment exhibits relatively low interplate coupling compared to neighboring areas, raising questions about the mechanical behavior of the plate interface. Additionally, the Guerrero gap is known for hosting a variety of slow earthquakes, including tectonic tremor and slow slip events, many of which occur offshore. Thanks to a recent deployment of ocean-bottom seismometers (OBSs) and ocean-bottom pressure sensors (OBPs), new shallow slow earthquakes have been detected offshore, shedding light on previously unknown sources. In this study, we focus on tectonic tremors recorded by the OBS array, which had been identified but not yet characterized in detail. Estimating the focal mechanisms of these tremors is particularly challenging due to sparse and non-ideal offshore data. However, after correcting for horizontal sensor orientation, we inverted the S-wave polarization angles to determine their focal mechanisms. The resulting slip azimuth directions align with the convergence between the Cocos and North American plates, providing evidence that these shallow tremors are occurring along the subduction plate interface. To assess the energy release, we corrected the observed tremor spectra for attenuation and site effects using recent offshore estimates in a frequency band between 2-8 Hz. Our results show a heterogeneous distribution of radiated seismic energy along the strike of the seismic gap, with scaled energies ranging from 10^{-8} to 10^{-7}. This variability may reflect structural and frictional contrasts across the shallow interface, providing new insights into the mechanics of slow slip and tremor in a key seismic region.

SE03-5

MODELLING THE SHALLOW CRUSTAL STRUCTURE OF THE GUERRERO SEISMIC GAP FROM GEODETIC DATA

Hernández Díaz de León Abraham[1], Bañales Isaias[2] y Ito Yoshihiro[3]

[1] *Graduate School of Science, Kyoto University*
[2] *Postdoc DPRI, Kyoto University*
[3] *Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University*
abrahamhddl@gmail.com

The subduction zone in the Mexican Pacific comprises a complex tectonic environment of interacting convergent active margin plates. Along the Middle American Trench (MAT), the Cocos and Rivera plates subduct beneath the North American and Caribbean plates, generating an irregular distribution of seismicity due to variations in the subduction angle of the slab. The Guerrero Seismic Gap (GGap) is a ~140 km segment at the Cocos-North America plate boundary. Since 1911 there has been no record of a large subduction thrust earthquake in the NW portion of the GGap, and taking into account the seismic evolution and subduction dynamics, specialists see a possible scenario of a Mw ~8.2 earthquake in the area. Therefore, understanding the nature of the rupture process in the crust is a fundamental question of this study. Gravity techniques are accurate methods to investigate the crustal configuration and define the structure in the subducting slab. In this project, data from the global satellite model of Sandwell et al., 2014, we intend to generate a model of the density distribution in the shallow crust in the GGap area. The shallow crust is of particular interest because lateral heterogeneity in the slab zone modifies subduction dynamics. These heterogeneities comprise seafloor structures (e.g., seamounts) and may be key to studying the seismogenic zone of the Mexican subduction and better assessing its risk. Some studies show how the bathymetric relief on the seafloor, when it enters subduction, modifies the mechanical properties at the interface between the subducting plate and the overriding plate. This arrangement can be an important factor because it can affect the distribution of large earthquakes. Gravimetric inversion methods can solve subsurface mapping problems by determining the density and/or depth of the layers that comprise it. Here, we will use statistical methods of gravity inversion to relate the parameters (density) to the observed data. To do this, we will use a Bayesian approach, defining our likelihood functions, evaluating the forward map, and our prior function, smoothed using Markov Random Fields, which restricts the field values to their neighboring dependencies. The objective of this work is to conduct a detailed analysis of the surface crust, its configuration, and its relationship with seismicity in the area, in order to improve understanding of subduction dynamics and seismic risk assessment.

SE03-6

DO PRESSURE AND TILT MEASUREMENTS ON THE OCEAN FLOOR REVEAL SUBDUCTION TECTONICS IN THE GUERRERO SEISMIC GAP?

Kostoglodov Vladimir[1], Cruz-Atienza Víctor M.[1], Ito Yoshihiro[2] y Torres Sánchez Miguel Angel[1]

[1] *Instituto de Geofísica, UNAM*
[2] *Kyoto University*
vladi@unam.mx

Ocean bottom pressure and tilt data are essential for studying tectonic deformation associated with large earthquakes and slow slip events (SSEs) in subduction zones. The Mexico-Japan offshore experiment, conducted off the Guerrero seismic gap in Mexico, provided over five years of OBP and tilt measurements in the subduction zone. Analysing and modelling time series and bathymetry profiles for the deepest OBP-07 forebulge site enables us to estimate the contribution of Cocos plate motion to the overall OBP record. The results show that only around 3% of the large, steady linear trend observed in the OBP record at OBP-07 can be attributed to Cocos plate motion. The remainder of the trend is likely to be related to local subsidence of the fractured outer bulge of the subduction plate, as well as to instrumental drift of the pressure sensor. The modelled tilt rate at the OBP-07 site is 3–4 μrad/yr, whereas a tiltmeter sensor yields a similar trend on the mrad/yr scale. This discrepancy is likely caused by tilt amplification due to the nonlinear compaction of unconsolidated pelagic sediments and turbidites, and the local rotation of oceanic crustal blocks may also play a role. Detailed processing of other OBP records and inland GPS time series reveals that long-term SSE in 2018 and 2019 has had no noticeable effect on bottom pressure at the continental shelf. However, comparing tectonic tremors recorded by ocean bottom seismometers (OBS) with the OBP records reveals apparent independent offshore SSE in the second half of 2018.

SE03-7

SEAMOUNT SUBDUCTION AND SLOW EARTHQUAKE ACTIVITY IN THE GUERRERO SEISMIC GAP: INSIGHTS INTO TSUNAMI EARTHQUAKES AND ACCRETIONARY WEDGE PROPERTIES

Ito Yoshihiro[1], Flores Ibarra Ketzallina[2], Chen Yanhan[2] y Hernández Abraham[2]

[1] *Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University*
[2] *Kyoto University*
ito.yoshihiro.4w@kyoto-u.ac.jp

The Guerrero seismic gap, along the Mexican subduction zone, is a tectonically complex region where diverse seismic phenomena—including tectonic tremors, low-frequency earthquakes (LFEs), and tsunami earthquakes—occur despite the absence of recent megathrust ruptures. This combination provides a natural laboratory for examining how structural and physical heterogeneities along the shallow plate interface control fault slip behavior. We analyze two years of continuous ocean-bottom seismometer (OBS) data using a modified envelope cross-correlation method for tremors and a matched-filter approach for LFEs. Slow earthquakes cluster near the trench in areas marked by rugged seafloor and positive residual gravity anomalies, implicating subducting seamounts. Their shallow depths and low-frequency spectral content suggest stable or conditionally stable sliding on the shallow megathrust. The Mw 6.7 tsunami earthquake of April 18, 2002 exemplifies this behavior. Despite its moderate size, it produced a small tsunami and displayed slow rupture (~1 km/s), long duration (~70 s), weak high-frequency radiation, and an irregular moment rate function. Waveform analyses indicate rupture initiation at a subducted

seamount with unilateral trench-parallel propagation. Its rupture area overlaps a ~50 mGal positive gravity anomaly, coinciding with tremor and LFE clusters, implying mechanical weakening of the accretionary wedge. Further downdip, a broad negative gravity anomaly (~–50 mGal) corresponds to a lack of seismicity, possibly reflecting high porosity and fluid content that reduce plate coupling. These findings underscore the role of subducting seamounts in shaping fault slip behavior and partitioning the megathrust into aseismic and tsunamigenic segments. The Guerrero gap illustrates how integrating slow earthquake patterns with geophysical imaging offers critical insights into interface heterogeneity and hazard potential in subduction zones.

SE03-8

2D GRAVITY MODELING OF THE COCOS-NORTH AMERICAN PLATE INTERFACE ALONG THE GUERRERO SEISMIC GAP

Aguilar-Anaya Diego Armando[1], Sánchez-González Jesús[1], Kostoglodov Vladimir[2], Real-Pérez Jorge[2], Tago-Pacheco Josué[1], Escobedo-Zenil David[1], Cruz-Atienza Víctor Manuel[2] y Villafuerte-Urbina Carlos[2]

[1]*Facultad de Ingeniería, UNAM*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
diegoaaa@igeofisica.unam.mx

The geometry of the interface between tectonic plates in subduction zones plays a crucial role in tectonic kinematics. In the Guerrero seismic gap (GGap), the subduction geometry of the Cocos plate beneath the North American plate exhibits a clear relationship with the occurrence of large earthquakes, slow slip events, and non-volcanic tremors, increasing both seismic and tsunamigenic potential. Should a major earthquake occur, it could reach magnitudes of Mw 8.1–8.4 (Suárez et al., 1990), with the potential to devastate cities such as Acapulco and Mexico City. Previous studies estimating the subduction angle of the Cocos plate using seismological data (Pardo and Suárez, 1995; Pérez-Campos et al., 2008; Kim et al., 2012) suggest a shallower slab geometry compared to recent seismic relocations derived from SSN and OBS data. These discrepancies may significantly influence seismic hazard assessments and the understanding of the seismic cycle (Pérez-Silva et al., 2021). Given these considerations, we incorporated existing gravity data (Kostoglodov et al., 1996) with new data collected along the continental zone of the GGap. This gravimetric survey followed perpendicular profiles to the coastline, complementing previous data. The data were carefully treated by applying instrumental corrections and reductions to derive gravity anomalies. We used the updated seismic locations and regional densities from Kostoglodov et al. (1996) and Campos-Enríquez & Sánchez-Zamora (2000) as constraints to model the subduction interface geometry. The initial forward model was further refined through inversion using the PyGIMLi framework (Rücker et al., 2017). We present an updated geometry of the interface along the GGap that explains the gravity data and the recent earthquake relocations. This geometry will be used to improve the seismic hazard assessment through seismic cycle modeling.

SE03-9

TSUNAMI DEPOSITS REVEAL POTENTIAL FOR HIGH-MAGNITUDE EARTHQUAKES IN THE GUERRERO SEISMIC GAP, MEXICO

Ramírez-Herrera María Teresa, Cerný Jan, Sugawara Daisuke, Gaidzik Krzysztof, Forman Steven L. y Gogichaishvili Avto

Laboratorio de Tsunamis y Paleosismología, Instituto de Geografía, UNAM
tramirez@geografia.unam.mx

The world's most powerful tsunamigenic earthquakes have occurred along subduction zones. Catastrophic events exceeding magnitude 9, such as those in Chile, Sumatra, and Japan, have struck areas with no prior instrumental records of such earthquakes. Although no similar events have been recorded along the 1,000 km-long Mexican subduction zone, historical accounts and geological data suggest that a magnitude 8.6 tsunamigenic earthquake may have occurred in the past. Notably, the Guerrero seismic gap has not experienced a large-magnitude earthquake in over a century. In this study, we present multidisciplinary evidence from the Guerrero coast based on analyses of sediment grain size, geochemistry, microfossils, magnetic properties, and radiometric and optically stimulated luminescence dating. These data document a 2,000-year record of significant tsunamis likely triggered by major seismic events. Numerical modeling supports the occurrence of a magnitude >8 earthquake around the year 1300 within the Guerrero seismic gap. These findings highlight the importance of integrating long-term geological records with instrumental data to better assess earthquake and tsunami hazards along subduction zones worldwide.

SE03-10

MANZANILLO 1995 TSUNAMI'S NUMERICAL SIMULATION FOR HAZARD ASSESSMENT

Encarnación Vega Brandon Elihu[1], Tago Josué[1] y Gómez Ramos Octavio[2]

[1]*Facultad de Ingeniería, UNAM*
[2]*Servicio Mareográfico Nacional, UNAM*
encarnacionvegabrandonelihu@gmail.com

Tsunamis rank among the most destructive natural hazards for coastal communities, particularly along the Pacific Ring of Fire. The Port of Manzanillo, Mexico—the nation's largest cargo hub— faces significant tsunami risk due to its tectonic setting and economic importance. As part of a tri-national collaboration (El Salvador, Japan, and Mexico), this study advances tsunami hazard assessment through high-resolution numerical modeling, focusing on the 1995 Mw 8.0 Colima-Jalisco earthquake tsunami. We simulate the 1995 event using GeoClaw, an open-source solver that implements a robust Finite Volume Method for the shallow water equations. Bathymetric data are sourced from the General Bathymetric Chart of the Oceans (GEBCO), augmented with localized high-resolution grids. To balance accuracy and computational efficiency, we conduct a systematic analysis to: 1. Identify critical zones requiring high-resolution bathymetry. 2. Quantify the minimum grid resolution needed for reliable inundation forecasts. Our validated framework will then simulate realistic future tsunami scenarios for Manzanillo, directly informing port resilience strategies and evacuation planning. This work underscores the value of international partnerships in tsunami hazard mitigation.

SE03-11

MODELACIÓN NUMÉRICA DE TSUNAMIS EN EL SALVADOR: CASO DE ESTUDIO ACAJUTLA

Gómez-Ramos Octavio[1], Argueta Platero Abel Alexei[2], Palacios Hernandez Daniel De Jesus[2], Marroquín Parada Marta Griselda[3] y Osorio Tai María Elena[4]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*Universidad de El Salvador*
[3]*Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador*
[4]*Facultad de Ingeniería, UNAM*
octavio@atmosfera.unam.mx

En el año 2024 dio inicio el proyecto Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development (SATREPS) para la reducción del riesgo de desastres compuestos asociados a grandes terremotos y tsunamis. Este proyecto involucra a diversas instituciones de educación superior de Japón, El Salvador y México, entre las cuales se encuentran la Universidad de El Salvador (UES) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). El Servicio Mareográfico Nacional del Instituto de Geofísica de la UNAM es uno de los participantes de este importante proyecto, y dentro de este contexto, a inicios de 2025 impartió un curso de modelación numérica de tsunamis a académicos de la Universidad de El Salvador, y a un funcionario del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de dicho país. El objetivo de dicho curso, además de establecer las bases para el desarrollo de modulaciones numéricas de tsunamis en El Salvador, ha servido para el establecimiento de este importante tema de estudio dentro de la UES. En esta presentación se mostrará la metodología que se ha utilizado para la modelación numérica de tsunamis en el puerto de Acajutla en El Salvador, los resultados, y cómo este conocimiento ha sido trasladado a la UES.

SE03-12

ANOMALIES IN GEOFLUID CIRCULATION AS A PROXY OF THE RELATIONSHIP BETWEEN TECTONIC AND VOLCANIC ACTIVITY IN THE IONIAN - TYRRHENIAN SUBDUCTION MARGIN: RESULTS FROM THE "PNRR MEET" AND "PIANETA DINAMICO WUNDERVUL" INGV PROJECTS

Madonia Paolo, Cangemi Marianna, De Astis Gianfilippo, Mattia Mario y Selvaggi Giulio

INGV, Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia
paolo.madonia@ingv.it

The Ionian - Tyrrhenian subduction margin, in the south Mediterranean, is characterized by the presence of a major regional tectonic lineament, the Aeolian-Tindari-Letojanni Fault System (ATLFS), running from the Aeolian volcanic archipelago to the NW to the Ionian coast of Sicily to the SE. More than two decades of near real time monitoring of hydrothermal aquifers and low temperature (t<100°C) fumaroles at Vulcano island, the southernmost of the Aeolian archipelago and characterized by an intense hydrothermal activity since its last eruption dated 1888-90, have revealed close interplays between tectonic and volcanic activity. Temperature variations have been recorded here both during changes of the volcanic activity state and in strict time relationship with tectonic seismicity. Sometimes thermal anomalies have preceded tectonic earthquakes with epicenters located not in the close proximity of Vulcano Island, but distributed along the ATLFS area, up to the northern mountain chain of mainland Sicily. Thermal transients and tectonic seismicity, coupled not following a fixed causality relationship, suggest that both could be considered

as crustal transients, driven by changes in the stress field at a regional scale, whose reciprocal timing is determined by the proximity to the stability threshold of the seismogenic fault and of the hydrothermal source. This conceptual model, linking tectonic and volcanic activity at a regional scale from an holistic point of view, has been elaborated as a result of the "Pianeta Dinamico WUNDERVUL" project. It has been followed in the design of the Strait of Messina hydrogeochemical network, under development within the PNRR "MEET" project: this network will be extended to an area much wider than the simple Strait of Messina, including the whole ATLFS, and related volcanoes.

SE03-13

PARAMETRIC STUDY FOR DYNAMIC RUPTURE MODELING USING A RATE AND STATE FRICTION LAW

Ramírez Reyes Rahí, Pérez Murillo Diego y Tago Josué

Universidad Nacional Autónoma de México

rahi211@comunidad.unam.mx

Understanding earthquake rupture dynamics is critical for seismic hazard assessment. Variations in frictional conditions along a fault segment can generate different rupture behaviors with consequences on the seismic waves radiated, as revealed by numerical simulations. The rate-and-state friction (RSF) law provides a physically robust framework for modeling these dynamics, but its nonlinearity and parameter sensitivity complicate a priori predictions of rupture outcomes. To address this challenge, we conduct a systematic parametric analysis of RSF laws, focusing on the most influential parameters governing friction evolution. Using the Southern California Earthquake Center TPV103 benchmark (Harris et al., 2018)—a standardized RSF test for dynamic rupture in a homogeneous elastic medium—we explore how subtle modifications to fault parameters alter rupture propagation features as slip velocity and stress drop. Our simulations employ DGCrack (Tago et al., 2012), a high-performance discontinuous Galerkin method tailored for dynamic rupture problems. This work provides actionable guidelines for selecting RSF parameters in simulations of historical earthquakes and future scenario ruptures for seismic hazard assessment. References: * Tago, J., Cruz-Atienza, V. M., Virieux, J., Etienne, V., & Sánchez-Sesma, F. J. (2012). A 3D hp-adaptive discontinuous Galerkin method for modeling earthquake dynamics. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 117(B9). * Harris, R. A., Barall, M., Aagaard, B., Ma, S., Roten, D., Olsen, K., ... & Dalguer, L. (2018). A suite of exercises for verifying dynamic earthquake rupture codes. Seismological Research Letters, 89(3), 1146-1162.

SE03-14

MODELING THE SEISMIC CYCLE IN THE MEXICAN SUBDUCTION ZONE: RECENT NUMERICAL ADVANCES

Tago Josué[1], Villafuerte Carlos[2], Cheng Jinhui[3], Cruz Atienza Víctor Manuel[2], Bhat Harsha[4] y Kaneko Yoshihiro[5]

[1]*Facultad de Ingeniería, UNAM*

[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*

[3]*Division of Geological and Planetary Sciences, Caltech*

[4]*Laboratoire de Géologie, ENS*

[5]*Department of Geophysics, KU*

josue.tago@gmail.com

Accurate seismic hazard assessment requires the estimation of realistic future earthquake scenarios based on historical data. A commonly used approach relies on frequency-magnitude relationships derived from the Gutenberg–Richter law, specifically on the a and b parameters. However, due to the limited availability and completeness of seismic records, estimating these parameters remains a significant challenge. Recent advances in numerical modeling of the seismic cycle have demonstrated that such models can not only help to reproduce observed data and improve our understanding of tectonic processes, but also offer a promising alternative to generate realistic earthquake scenarios. Seismic cycle modeling, however, poses two major challenges. The first is the complexity of the friction laws, which must capture both dynamic rupture and interseismic healing processes. The second is the multiscale nature of fault slip evolution—ranging from rapid rupture over seconds during an earthquake to slow deformation over years during the interseismic period. The complex tectonic behavior of the Mexican subduction zone together with its plate interface geometry, makes the modeling of the seismic cycle even more challenging. To address this, we selected the FASTDASH code (Cheng et al., 2025), which enables quasi-dynamic simulations on non-planar faults using the Boundary Element Method (BEM) accelerated by Hierarchical Matrices. In this work, we present the recently developed numerical strategy for modeling the seismic cycle along the Mexican subduction interface. In particular, we highlight results that capture the observed segmentation of slow slip events (SSEs) in the Guerrero and Oaxaca regions (Cruz-Atienza et al., 2025). References: * Cheng, J., Bhat, H. S., Almakari, M., Lecampion, B., & Peruzzo, C. (2025). FASTDASH: An Implementation of 3D Earthquake Cycle Simulation on Complex Fault Systems Using the Boundary Element Method Accelerated by H-matrices. Geophysical Journal International, ggaf230. * Cruz-Aitenza, V.M., Franco, S., Kostoglodov, V., Tago, J., Kazachkina, E., Real, J., Villafuerte, C., & Plata-Martínez, R. (2025). Slow Slip Events in Mexico: A Historial Perspective, *EarthArXiv*, https://doi.org/10.31223/X5H740.

SE03-15

TOWARD REAL-TIME EARTHQUAKE MONITORING AND EARLY WARNING WITH DAS: INSIGHTS FROM THE SHINKANSEN RAILWAY

Aguilar-Velázquez Manuel J.[1], Ide Satoshi[1], Yoshimi Masayuki[2], Hasegawa Akinori[3] y Iwata Shuji[3]

[1]*The University of Tokyo*

[2]*Geological Survey of Japan, AIST*

[3]*Japan Railways Group, JR*

manuel.aguilar.411@gmail.com

The Shinkansen, Japan's high-speed rail system, stands as a symbol of the Japanese technological prowess. Nevertheless, historical data indicates the potential for significant earthquakes to occur in proximity to the Shinkansen railway system, raising concerns among seismologists and JR leaders. This has prompted the development of research aimed at establishing an independent early warning system for the Shinkansen, requiring the establishment of suitable infrastructure for this purpose. Recently, seismologists have explored the Distributed Acoustic Sensing (DAS) technology for earthquake characterization. DAS transforms telecommunications fiber optic cables into seismometers, demonstrating its reliability as a tool for retrieving earthquake information. Recent studies have demonstrated the potential of DAS for early warning purposes, prompting ongoing research in this area. Consequently, this work presents preliminary results suggesting that this knowledge can be effectively applied for earthquake monitoring along the Shinkansen railway. To accomplish this objective, we conducted an analysis of a specific segment of the JR Tokaido Shinkansen line, spanning from Atami to Tokyo stations. The first step for our research was calibrating body-wave scaling relations. Then, two distinct approaches can be conducted to address the early warning challenge, utilizing the initial 3-second P-wave DAS records: 1) we employ a method to determine the earthquake's location and magnitude, thereby enabling the prediction of the S-wave peak strain-rate amplitude (PSRA), and 2) we establish empirical relationships for the S-to-P-wave amplitude ratio, which essentially facilitates the prediction of PSRA even without the precise estimation of the earthquake's location. Our findings demonstrate that the first approach exhibits remarkable efficacy in accurately recovering the earthquake's location and magnitude for near-cable earthquakes recorded by DAS, thereby enabling reliable prediction of the PSRA. Conversely, for far-cable events, approach one appears to successfully adjust the P-wave PSRA, although the capability of accurately retrieving the earthquake's location and magnitude is reduced. This discrepancy between the actual and estimated locations may be attributed to the limited sensitivity of the logarithmic scaling relation in the presence of significant distance-magnitude misfits. Consequently, approach two emerges as a potentially more effective solution for this type of events. Finally, taking advantage of the relationship between the displacement and strain fields, we propose an empirical relation to convert S-wave PSRA to peak-ground acceleration (PGA). Our findings demonstrate that the correlation between these two quantities is predominantly governed by the near-cable material's S-wave velocity. Subsequently, once the S-wave PGA is predicted, the potential JMA intensity along the cable can be determined. All these procedures can be completed within the initial 3 seconds following the first P-wave arrival. Consequently, our method can be positioned as a comprehensive early warning procedure.

SE03-16

PROPUESTA DE NUEVA PERSPECTIVA EN LA ZONIFICACIÓN SÍSMICA Y GEOLÓGICA DEL CORREDOR ZARAGOZA EN LA CIUDAD DE MÉXICO MEDIANTE INTEGRACIÓN GEO CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINARIA

Rodríguez Abreu Luis Edgar[1], Martínez Ruíz Damián[2], Sánchez Santiago Sandra Elena[2], Pérez Villareal Donovan Michelle[2], Sánchez Martínez Juan Pablo[2] y Muñoz Valdivia Ingrid Alejandra[2]

[1]*5 Sol Geoconsultores*

[2]*Geoestudios Cincosol*

luis_rod@cincosol.mx

El crecimiento urbano descontrolado y la intensa intervención antropogénica han exacerbado los riesgos geológicos y geotécnicos en ciudades como la Ciudad de México, asentada sobre antiguos ambientes lacustres. Este trabajo presenta un estudio integral que combina geología y geofísica para evaluar la zonificación actual del subsuelo a lo largo del Corredor Zaragoza, una vialidad crítica para la movilidad metropolitana. A partir de más de 600 sondeos, mediciones sísmicas, análisis mineralógicos y modelación geoespacial, se caracterizaron tres principales ambientes sedimentarios (lomas, transición y lago), con implicaciones directas sobre la distribución de fenómenos como hundimientos, deslizamientos y fracturamientos. La geofísica, mediante espectros H/V de ruido sísmico, reveló zonas con periodos dominantes >1 s, lo cual indica alta susceptibilidad a amplificación sísmica. La integración de estas disciplinas permitió generar una propuesta de zonificación sísmica y geológica alternativa, revelando discrepancias significativas con las clasificaciones oficiales vigentes. Esta nueva zonificación proporciona una herramienta más

precisa para la planeación y diseño estructural, especialmente en zonas de alta vulnerabilidad. Se concluye que un enfoque holístico y multidisciplinario es esencial para mitigar riesgos y planificar infraestructura urbana segura en contextos geológicamente complejos. Palabras clave: Microzonificación sísmica, zonificación geológica, ambientes sedimentarios, H/V.

SE03-17

MODELADO DEL HVSR EN UNA CAPA LATERALMENTE INHOMOGÉNEA CON IBEM Y UN MALLADO ADAPTATIVO BASADO EN LA FÍSICA DE ONDAS

González Josué G, López-Sugahara Oscar Isao, Baena-Rivera Marcela, Valverde-Guerrero Isaac Rubén, Spurlin Jim H y Sánchez-Sesma Francisco J

Universidad Nacional Autónoma de México

jgonzalezf@iingen.unam.mx

El cociente espectral de los componentes horizontal y vertical del ruido sísmico ambiental (HVSR) es una medida común en la micro zonificación y en la evaluación del peligro sísmico por su capacidad para determinar el período dominante de un sitio. La teoría de campos difusos en elastodinámica postula que las densidades de energía direccionales medias, o los espectros de potencia, del ruido sísmico son proporcionales a las correspondientes partes imaginarias de la función de Green calculadas en la fuente. En este caso, la función de Green del sistema tiene propiedades bien conocidas; mientras que la parte real diverge en la fuente, la parte imaginaria tiene una variación espacial suave. Estas son cruciales para modelar las relaciones de energía y el HVSR. En la práctica es habitual considerar capas horizontales, lo que permite una solución semi analítica del HVSR. En el caso de capas con variación lateral, se necesitan métodos numéricos para calcular la función de Green del sistema. En este caso, el método indirecto de elementos de contorno (IBEM), que se formula en el dominio de la frecuencia y maneja eficazmente los bordes abiertos, parece ser el enfoque más adecuado. Este método implica un problema de valores de contorno inusual que permite una discretización dependiente de la frecuencia, con elementos que disminuyen su tamaño a medida que aumenta la frecuencia. Esto da lugar a un aumento significativo del número de ecuaciones que hay que resolver, lo que plantea retos computacionales. En este trabajo hemos desarrollado un IBEM adaptativo basado en la física de las ondas, usando el principio de los volúmenes de Fresnel. Para las frecuencias bajas, cuando la difracción de las ondas es importante, la región que se debe tener en cuenta en el cálculo es grande, pero con elementos de gran tamaño. Por el contrario, para las frecuencias altas, cuando prevalecen los efectos geométricos, se consideran un tamaño de elementos y una región de influencia más pequeños. Además, se pueden incluir elementos distantes que pueden contribuir, si se coliman convenientemente, al balance energético del punto seleccionado. Este IBEM 3D rápido y adaptativo permite calcular la parte imaginaria de la función de Green para una capa sobre un semi espacio elástico con una interfaz suave que varía lateralmente. El principal hallazgo al aplicar esta metodología es la conexión de ciertos picos en el HVSR con resonancias locales que pueden producirse en terremotos reales. Este trabajo fue parcialmente apoyado por el proyecto DGAPA-UNAM IN105523. J. G. González realiza una estancia posdoctoral dentro del Programa de Becas Posdoctorales de la UNAM (POSDOC).

SE03-18

EVALUATION OF AMBIENT SEISMIC NOISE FOR RISK MITIGATION IN MANZANILLO

Cárdenas-Soto Martín[1], Matushima Shinichi[2], Cabrera Sandoval Mario F[3], Domínguez Reyes Gabriel Tonatiuh[3], Martínez-González José A[1], Jiménez Velázquez Juan C[4], Robles Mendoza Alejandra[4], Ramírez Álvarez Emmanuel[4], Pinzón Manzano Brenda R[4], Victoria Flores Alma S[4], Quintero Barbosa Berenice S[5] y Arreola Manzano Jonatán[4]

[1]*Facultad de Ingeniería, UNAM*

[2]*Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University*

[3]*Universidad de Colima*

[4]*CENAPRED*

[5]*Dirección de Protección Civil y Bomberos Manzanillo*

martinc@unam.mx

This study presents a detailed reanalysis of ambient seismic noise data from the urban area of the Port of Manzanillo, Colima, Mexico, using a database of 100 measurement points collected through broadband triaxial seismographs. The objective is to enhance the characterization of local soil conditions and assess seismic and tsunami risks in the region. Parameters such as the average shear wave velocity in the upper 30 meters (Vs30) and peak ground acceleration (PGA) are employed to evaluate soil conditions and their influence on the amplification of seismic waves. The study primarily focuses on the application of the horizontal-to-vertical spectral ratio (HVSR) method and its directional variant, D-HVSR. This approach allows for the identification of azimuthal resonance differences, providing a more detailed assessment of the complexity of soil-structure interaction. The D-HVSR results reveal significant variations in resonance amplitudes across different directions, suggesting the presence of lateral heterogeneities and complex subsurface structures. These characteristics are critical for identifying areas with a high potential for amplification of seismic waves and tsunami impact.

SE03-19 CARTEL

DEEP SEATED FAULTING BENEATH THE FLUID VENT FIELD LOCATED OFFSHORE OF MANZANILLO: EVIDENCE FROM MULTICHANNEL SEISMIC REFLECTION DATA

Bandy William[1], Mortera Gutiérrez Carlos[2], Millán Motolinia Carmen[3], Pérez Calderón Daniel[4] y Bartolomé Rafael[5]

[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*

[2]*Instituto de Geofísica & LUCO, UNAM, CDMX*

[3]*LUCO, UNAM, CU*

[4]*Universidad Nacional Autónoma de México*

[5]*Instituto de Ciencias del Mar-CSIC, Barcelona*

bandy@geofisica.unam.mx

Multibeam bathymetric and seafloor backscatter data has imaged a large seafloor dome (15 km diameter with >400 m relief) on the continental slope, 50 km SW of Manzanillo, Mexico [Bandy et al., 2020, 2024]. The apex of the dome is located at 18 deg 44 min N, 104 deg 38 min W, at a water depth of 600m. An extensive fluid vent field is associated with the dome at water depths of <1 Km, and is delineated by its high backscatter strength indicative of rough seafloor lacking a significant sediment cover. The field is comprised of numerous circular vents of varying size ranging up to 300 meters in diameter with up to 20 meters of relief. Several elongated low-seafloor-reflectivity areas emanate from the largest vents suggesting that a large amount of sediment/debris is also being vented. The origin of the seafloor dome has been proposed to be related to a subducting seamount, although the seamount has yet to be imaged. The origin of the vented fluids has been proposed to be the fluids flowing along the underlying mega thrust contact between the overlying Jalisco Block and the underlying Rivera Plate [Bandy et al., 2020]; which if correct, has important implications for the origin of the great 1995 Jalisco EQ whose epicenter is located just landward the vent Field (i.e., just downdip along the mega-thrust). In this study, a 96 channel multichannel seismic reflection profile previously obtained during the CORTES-P96 campaign of the R.V. Hespérides [Dañobeitia et al., 1996] which crosses the dome is analyzed to determine if it supports the presence of the previously proposed subducting seamount and deep seated faulting beneath the vent field. Several deep seated faults are clearly imaged in the data. However, the presence of a subducting seamount remains uncertain. References: Bandy et al. (2024), Cartel, Reunión Anual UGM 2024. Bandy et al. (2020), Presentación, Reunión Anual UGM 2020. Dañobeitia et al. (1996), EOS Trans AGU, 78 (49) 565-572.

SE03-20 CARTEL

A REVIEW OF RECORDED TSUNAMIGENIC EARTHQUAKES IMPACTING MANZANILLO, MEXICO AND EL SALVADOR

Flores-Ibarra Ketzallina[1], Tago Pacheco Josué[2] y Ito Yoshihiro[1]

[1]*Kyoto University*

[2]*UNAM*

flores.ketzallina.45r@st.kyoto-u.ac.jp

Most large, shallow earthquakes in subduction zones are capable of generating tsunamis. While truly devastating tsunamis are relatively rare, events such as the 2004 Sumatra-Andaman and 2011 Tohoku earthquakes have shown their potential to cause massive destruction and result in tens or even hundreds of thousands of casualties. Tsunamis typically result from shallow undersea earthquakes that displace large volumes of water. Tsunami earthquakes (Kanamori, 1972) are characterized by the generation of disproportionately large tsunamis relative to their seismic magnitude as inferred from strong ground motion. These events exhibit several distinct seismological features: slip occurs very close to the trench, rupture propagates at unusually slow speeds, high-frequency seismic radiation is deficient, and the moment-scaled radiated energy is low (7×10^(-7)to 3×10^(-6), Venkataraman and Kanamori, 2004). Collectively, these characteristics suggest a rupture process fundamentally different from typical megathrust earthquakes. El Salvador is located in a highly seismically active region and has experienced 15 tsunamis between 1859 and 2012, 9 of which occurred during the 20th century. All of these tsunamis were triggered by earthquakes, with two particularly destructive events: one in 1902 that impacted the eastern coast and another in 1957 that affected Acajutla (Gonzalez-Riancho et al., 2014). The earthquake on August 27, 2012, exhibited a prolonged source time function, low moment-scaled radiated energy, and a depleted short-period spectral content—characteristics consistent with tsunami earthquake behavior (Ye, Lay, and Kanamori, 2013). Borrero et al. (2014) confirmed that this event generated a surprisingly large local tsunami, reinforcing its classification as a tsunami earthquake. The Pacific coast of Mexico, particularly along the Mesoamerican Trench from Jalisco to Chiapas, is also highly susceptible to tsunamis due to subduction-related seismic activity. One notable case is the 1932 Colima earthquake sequence in western Mexico. Okal and Borrero (2011) conducted a detailed seismological analysis of this sequence, which began with a mainshock on June 3 (MPAS8.1), followed by aftershocks on June 18 (MPAS7.9) and June 22 (MPAS6.9). Interestingly, the June 22 aftershock generated a more destructive tsunami than the mainshock, despite having a significantly lower magnitude. Okal and Borrero (2011) concluded that this aftershock exhibited key characteristics of a tsunami earthquake. This study aims to propose realistic

tsunamigenic earthquake scenarios for risk mitigation efforts in both Mexico and El Salvador. To this end, we reviewed available data to identify events that have generated tsunamis affecting Manzanillo and El Salvador. We then analyzed the relationship between radiated energy and seismic magnitude, using the concept of scaled energy to identify events with anomalously low values.

SE03-21 CARTEL

ESTIMACIÓN DE ENERGÍA SÍSMICA IRRADIADA DEL SISMO DEL 7 DE SEPTIEMBRE DEL 2021 (MW 7.1) Y SUS RÉPLICAS OCURRIDAS EN LA ZONA DE SUBDUCCIÓN DE GUERRERO, MÉXICO

Rosales Santiago Edgar Aaron[1] y Plata Martínez Raymundo Omar[2]

[1]*Facultad de Ciencias, UNAM*

[2]*Universidad Nacional Autónoma de México*

aaronrosales@ciencias.unam.mx

El estudio de la energía sísmica irradiada es de gran relevancia, ya que proporciona una estimación directa de la magnitud del sismo y brinda claridad sobre la dinámica del proceso de ruptura. En este trabajo estudiamos el sismo ocurrido el 7 de septiembre de 2021 (Mw 7.1) y en 29 de sus réplicas con magnitud mayor o igual a 4.0. El objetivo principal de este trabajo es estimar la energía sísmica irradiada (Es), con el fin de analizar su distribución espacial en la zona de subducción de Guerrero. Para el cálculo de la energía irradiada se utilizaron registros sísmicos de velocidad regionales y telesísmicos, corregidos por respuesta instrumental, atenuación y efectos de sitio. Los valores obtenidos muestran una relación lineal entre Es y el momento sísmico (Mo). En general, las estimaciones regionales resultaron mayores que la telesísmica. Al analizar la energía sísmica escalada (Es/Mo) en función del momento sísmico, se observa una tendencia constante, lo que confirma una proporcionalidad entre estos dos parámetros. Al tratarse de un proyecto en desarrollo, se espera que la incorporación de más eventos y el refinamiento de los análisis permitan obtener conclusiones más sólidas sobre la distribución espacial de la energía sísmica irradiada en la región de estudio.

SE03-22 CARTEL

INVERSIÓN DE ESFUERZOS EN MÉXICO Y EL VALLE DE MÉXICO A PARTIR DE MECANISMOS FOCALES

Colín Rojas Juan[1] y Plata Martínez Raymundo Omar[2]

[1]*Facultad de Ingeniería, UNAM*

[2]*Universidad Nacional Autónoma de México*

juancolin7u7@gmail.com

El esfuerzo es una medida de la intensidad de las fuerzas que actúan en el interior o en la superficie de un cuerpo. La inversión de esfuerzos permite reconstruir el estado de esfuerzos de una región utilizando indicadores como fallas y/o mecanismos focales. Su estudio es importante, ya que contribuye a una mejor comprensión de los procesos sísmicos y su relación con la estructura tectónica local. En este trabajo se recopilaron datos de mecanismos focales con profundidades menores a 20 km, registrados entre 1995 y 2024, abarcando todo México y con un mayor detalle en el Valle de México. A partir de estos mecanismos se invirtió la orientación del campo de esfuerzos responsable de las fallas. En el proceso de inversión se optimizó la selección de planos de falla y se calculó el tensor de esfuerzos. Los resultados obtenidos permiten visualizar la orientación de los esfuerzos máximos, evidenciando ligeras variaciones a lo largo del tiempo. A pesar de que el análisis se basó en sismos someros, la influencia tectónica sigue siendo evidente, proporcionando un mayor contexto sobre el estado geodinámico de la zona estudiada. En el Valle de México se concluye que el estado de esfuerzos presenta una marcada heterogeneidad entre distintas regiones, posiblemente asociada a variaciones estructurales o tectónicas locales.

SE03-23 CARTEL

COMPARACIÓN DE METODOLOGÍAS PARA LA DETECCIÓN DE TREMOR TECTÓNICO EN OAXACA

Rocher Ana, Real Jorge, Plata Raymundo, Kostoglodov Vladimir, Cruz-Atienza Víctor y Domínguez Luis

Universidad Nacional Autónoma de México

rocher@igeofisica.unam.mx

Los tremores tectónicos son señales sísmicas de baja frecuencia asociadas con el deslizamiento lento de fallas (i.e., con Slow Slip Events, SSE). En este estudio analizamos registros sísmicos continuos de estaciones disponibles en Oaxaca, incluyendo algunas del Servicio Sismológico Nacional (SSN), para la detección automática de tremor. Aplicamos las siguientes dos metodologías: 1. Un método espectral-energético (Real, 2018), que busca diferencias entre los espectros de tremores y otros eventos sísmicos, además de evaluar el contenido energético de la señal. Este enfoque está diseñado para operar incluso en condiciones de baja relación señal-ruido. 2. El método de correlación cruzada de envolvente modificada (Plata-Martínez et al., 2025), que compara las envolventes registradas en múltiples estaciones para identificar patrones coherentes en la señal. La comparación de ambos enfoques permitirá identificar fortalezas y limitaciones, con el objetivo de optimizar las técnicas de detección de tremor tectónico en la zona de subducción de México.

SE03-24 CARTEL

T-PHASE DETECTION IN MEXICO'S SEISMIC NETWORK FROM PACIFIC RING OF FIRE EARTHQUAKES

Quepons Pérez Angel Ari, Kostoglodov Vladimir y Valenzuela Wong Raúl

Universidad Nacional Autónoma de México

angelquepons@gmail.com

The T-phase is a hydroacoustic wave generated by submarine earthquakes and some other sources. It propagates efficiently to great distances through the SOund Fixing And Ranging (SOFAR) channel. This signal provides a tool to better understand and characterize these submarine seismic events, and even correlate them with seismic tsunami generation. In this work, seismograms from Mexico's Servicio Sismológico Nacional (SSN) broadband network of continental stations near the Pacific coast were analyzed for events of magnitude 8 or greater with epicenters in the Pacific Ocean (e.g., Chile 2010, Tōhoku 2011, Kamchatka 2025), as well as other relevant events. The goal is to identify which continental stations in Mexico can detect T waves and also what areas of the Pacific Ocean generate T waves that can be recorded in Mexico. Additionally, Mexico's SSN and the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization (CTBTO) operate hydroacoustic station HA06 on Socorro Island in the Pacific Ocean. The island's location allows for the optimal detection of T-phases from sources throughout the Pacific Basin. Data from station HA06 were analyzed for teleseismic events and for events in the Mexican subduction zone. T-phases were detected for far-field events starting from Mw 6.9, including tsunamigenic events. T-phases from events in Chile, Japan, Philippines, Hawaii, and Fiji were recorded at continental stations in Mexico. However, T-phases were not recorded in Mexico from events with epicenters in Sumatra Indonesia, South Peru, Papua New Guinea and Solomon Islands. Detection was compared amongst the various stations in order to establish a correlation with epicentral distance and with the relative event locations, as well as specific station characteristics that influence detection. Even though Mexico does not have dedicated hydroacoustic stations, records from Socorro Island show converted T-phase detection and continental stations record T-phases from teleseismic events. This opens the door to hybrid strategies evaluation (seismic + hydroacoustic + sea level) to strengthen detection and early forecasting for near-field tsunami generation.

Sesión especial

40 AÑOS DEL SISMO DE 1985: CONMEMORACIÓN Y AVANCES EN LA SISMOLOGÍA MEXICANA

Organizadores

Martha Gabriela Gómez Vasconcelos
Diana Cinthia Soria Caballero

SE04-1

ON THE ORIGIN OF SLOW AND LARGE EARTHQUAKES IN SOUTH-CENTRAL MEXICO

Cruz-Atienza Victor M.[1], Villafuerte Carlos[1], Kostoglodov Vladimir[1], Tago Josué[2], Plata-Martínez Raymundo[1], Franco Sara[1], Kazachkina Ekaterina[1] y Real Jorge[1]

[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Facultad de Ingeniería, UNAM*
cruz@geofisica.unam.mx

Slow slip events (SSEs) in Guerrero and Oaxaca, Mexico, have likely triggered five of the last six M7+ earthquakes in the region since 2012. This interaction, however, is non-systematic, as evidenced by the preceding 17 years of seismic quiescence, when multiple SSEs occurred without consequence. The Mexican catalog since 1800 reveals that large earthquakes cluster in time every ~15 years, suggesting that the subduction zone periodically reaches a critical state where SSEs become seismic precursors. The regional inter-SSE coupling pattern is highly consistent with the SSEs bimodal spatial distribution, with the maximum associated stresses being released by successive SSEs at depths of 25 to 40 km. In the eastern and western bordering regions where SSEs are negligible, the coupling becomes shallower and encompasses the historical rupture areas. The occurrence of tectonic tremor, low-frequency and repeating earthquakes, together with the friction condition of the plate interface, indicate (1) a major velocity weakening zone where long-term SSEs develop; and (2) two limiting zones of transition to free-slip where velocity strengthening friction becomes critically stressed, seismic radiation is maximum, and slip is intermittent producing short-term SSEs. The offshore segment of the Guerrero seismic gap where shallow SSEs were recently discovered is the most frictionally stable region, a condition that partly explains the absence of large earthquakes since 1911. The long-term slip deficit rate at the plate interface is found to be consistent (within 14% error) with sequences of large (M7+) repeating earthquakes throughout the region. References: (1) V. M. Cruz-Atienza, S. Franco, V. Kostoglodov, J. Tago, E. Kazachkina, J. Real, C. Villafuerte and R. Plata-Martínez. Slow Slip Events in Mexico: A Historical Perspective. Under review in Tectonophysics, 2025. https://doi.org/10.31223/X5H740 (2) V. M. Cruz-Atienza, C. Villafuerte, V. Kostoglodov, J. Tago, R. Plata-Martínez, S. Franco, E. Kazachkina and J. Real. On the Origin of Slow and Large Earthquakes in South-Central Mexico. Under review in Earth and Planetary Science Letters, 2025. https://doi.org/10.31223/X5PQ98

SE04-2

REEXAMINANDO LAS VARIACIONES AZIMUTALES REGIONALES DEL CAMPO DE ONDAS SÍSMICAS DE GRANDES TERREMOTOS INCIDENTES EN EL VALLE DE MÉXICO

Aguilar-Velázquez Manuel J.[1], Pérez-Campos Xyoli[2] y Quintanar-Robles Luis[3]

[1]*The University of Tokyo*
[2]*Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization*
[3]*Instituto de Geofísica, UNAM*
manuel.aguilar.411@gmail.com

Dado que la literatura ha sugerido que la respuesta sísmica en el Valle de México depende tanto de la dirección de arribo como de la función de fuente, nos propusimos separar y clasificar sus contribuciones en el contenido espectral del campo de ondas. En este trabajo presentamos la metodología desarrollada para lograr este objetivo, la cual se basa en la inversión de los espectros de amplitud de ondas P y S, con el fin de recuperar los efectos de la fuente, el trayecto (atenuación) y la amplificación de sitio. Para lograrlo, clasificamos las zonas sismogénicas en cinco regiones, agrupando posteriormente los espectros de cada evento con base en la localización de su hipocentro. De esta forma, se garantiza que los sismos incluidos en un mismo grupo hayan recorrido trayectos similares antes de llegar al Valle de México. Este nuevo enfoque del esquema de inversión nos permite resolver simultáneamente las características de cada trayecto, aumentando la robustez del esquema con respecto a formulaciones clásicas. Los parámetros de fuente se calcularon a partir de las funciones de fuente recuperadas. Los resultados sugieren que la frecuencia de esquina y el momento escalar se relacionan como se espera (M0~fc^(-3)). Nuestros resultados confirman la fuerte dependencia de la respuesta sísmica con respecto al azimut. En términos generales, observamos que los trayectos más profundos retienen mayor energía en altas frecuencias en comparación con los someros. Esta observación podría explicar por qué, por ejemplo, el sismo del 19 de septiembre de 2017 generó mayor intensidad del movimiento en ese rango de frecuencias que el de 1985. Además, para la mayoría de nuestros trayectos, el cociente entre los factores de calidad de las ondas S y P es mayor que uno, lo cual sugiere la presencia de material parcialmente fundido o cuerpos magmáticos a lo largo de la Faja Volcánica Transmexicana, contribuyendo significativamente a la atenuación. Por otro lado, la amplificación de sitio muestra un aumento en altas frecuencias para las estaciones ubicadas en la zona de lago, y una deamplificación en estaciones sobre roca dura. Estos resultados son consistentes con los cocientes espectrales H/V. The views expressed herein are those of the author(s) and do not necessarily reflect the views of the CTBTO Preparatory Commission.

SE04-3

URGENT COMPUTING AND PHYSICS-BASED SIMULATIONS APPLIED TO THE EARTHQUAKE OF 19/09/1985

Monterrubio Velasco Marisol[1], Esquivel Mendiola Leonarda[1], Iglesias Mendoza Arturo[2], Villafuerte Urbina Carlos[3], Boehm Christian[4], Sollberger David[4], Zamora Natalia[1] y De la Puente Josep[1]

[1]*Barcelona Supercomputing Center*
[2]*Servicio Sismológico Nacional, UNAM*
[3]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[4]*Mondaic*
marisolmonterrub@gmail.com

The morning of September 19, 1985, remains etched in the collective memory of the Mexican population. At 7:18 a.m., a magnitude 8.1 earthquake struck near Puerto Lázaro Cárdenas, Michoacán. The most significant damage and losses occurred not only in towns near the epicentral region but, unexpectedly, also in Mexico City—located approximately 400 km away. There, intense ground accelerations led to the collapse of numerous homes and buildings. Since that tragic event, Mexican seismology has undergone rapid development. Technological progress and the use of high-performance computing (HPC) have enabled faster and more efficient solutions to complex problems in geophysics and engineering. Within this context, the concept of Urgent Computing emerges, referring to processes with unpredictable behavior that require substantial computational power and must deliver results within a strict time frame. When applied to geophysical phenomena, urgent computing involves execution priority in HPC environments, the use of advanced simulation algorithms, and open-access data to provide immediate estimates of the potential impacts and damage after extreme events. In seismology, earthquake simulation requires preliminary information such as the hypocenter location, magnitude, and certain parameters of the seismic source. Although monitoring agencies typically report the location and magnitude within minutes, the detailed estimation of source parameters takes longer due to the complexity of inversion processes. In this framework, UCIS4EQ (Urgent Computing Integrated Services for Earthquakes) has been developed—a fully automated workflow that performs physics-based seismic simulations in parallel on HPC systems, considering characteristic focal mechanisms for the region where a large earthquake has occurred. This tool enables statistical analysis of ground motion intensity measures and generates maps of their spatial distribution. Its goal is to support relevant agencies in decision-making processes following a potentially destructive earthquake. In this study, we present the application of UCIS4EQ to the simulation of the September 19, 1985 earthquake. The main objective is to demonstrate its scientific validity and technological maturity for use as an operational tool in response to future damaging earthquakes in Mexico with similar characteristics. Additionally, we discuss the advantages and limitations of using HPC and physics-based simulations for seismic hazard assessment.

Moreover, these simulations allow for the generation of synthetic seismograms at both uniformly distributed grid points and real seismic stations, facilitating the comparison and validation of the obtained results. Consequently, the intensity measures derived from UCIS4EQ —produced through physics-based earthquake simulations— can complement ground motion estimates based on empirical Ground Motion Models (GMMs), that have long been a traditional tool for seismic hazard assessment.

SE04-4

INVESTIGACIÓN MÉTRICA DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA DERIVADA DE LOS TERREMOTOS DE SEPTIEMBRE DE 1985 EN LA CIUDAD DE MÉXICO: 40 AÑOS DE INVESTIGACIONES INDIZADAS EN SCOPUS

Armendáriz Sánchez Saúl y Sosa Zaragoza Perla
Biblioteca Conjunta de Ciencia de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM
asaul@atmosfera.unam.mx

Los terremotos del 19 y 20 de septiembre de 1985, que impactaron la Ciudad de México (en aquel entonces Distrito Federal), han generado un volumen considerable de documentos sobre el tema, que han sido incorporados en bases de datos de alcance internacional. El objetivo de la conferencia es ilustrar cómo estos movimientos sísmicos propiciaron la generación de una considerable cantidad de documentos que han sido indizados en el sistema Scopus, y determinar, mediante un análisis bibliométrico, las tendencias de sus contenidos. Se implementaron dos estrategias de búsqueda para adquirir todos los documentos indizados y que mencionaran los sismos tanto en el título como en el resumen de los mismos, evitando la inclusión de términos clave debido a la limitación de palabras que cubrieran el objeto de estudio. Los hallazgos presentan un análisis métrico de los 609 documentos indizados en Scopus referentes al tema, el cual reveló datos significativos, como que los tres años de producción más significativos fueron 1986, 1988 y 1989, con 71, 40 y 72 publicaciones respectivamente. Las dos principales disciplinas de investigación son los sismos en las ciencias de la tierra y la arquitectura de viviendas en las ingenierías, siendo los artículos y las conferencias los medios de comunicación predominantes. A pesar de que el suceso natural tuvo lugar en México, la lengua predominante en la publicación de los documentos es el inglés, seguido del español. Los dos principales países en la publicación de los contenidos son México y Estados Unidos. La mayoría de las investigaciones relativas a este asunto fueron publicadas en la revista Earthquake Spectra y en la obra monográfica titulada Reducing Earthquake Hazards: Lessons Learned from the 1985 Mexico Earthquake. Los tres autores que contribuyeron significativamente a la generación de contenidos publicados e indizados son: Singh, S.K. representa un total de 29 trabajos, mientras que Meli, R. y Ordaz, M. presentan cada uno 14 trabajos. La Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad Autónoma Metropolitana son las dos instituciones de educación superior públicas mexicanas que han producido la mayor proporción de publicaciones académicas. Además, es crucial destacar que, del total de registros recuperados, solo 141 documentos aluden al evento en su título, mientras que el resto se encuentra en el resumen. Es bueno señalar que el tema de los sismos de 1985 volvió a cobrar importancia tras el sismo de la Ciudad de México de 2017, empleando datos para análisis comparativos e información histórica. Estos hallazgos evidencian que la producción generada e indizada de los movimientos de 1985 que se produjo en los primeros ocho años es de 215 documentos, en contraste con los 413 documentos publicados e indizados en Scopus durante el mismo periodo de tiempo.

SE04-5

ACTIVIDAD SÍSMICA HISTÓRICA DE LA FALLA ARARÓ-SIMIRAO, MICHOACÁN

Soria Caballero Diana Cinthia[1], Gómez Vasconcelos Martha Gabriela[2], Aray Castellano Jélime[3], Ávila García Jesús M.[4], Avellán Denis Ramón[3] y Israde Alcántara Isabel[1]
[1]*INICIT-UMSNH*
[2]*SECIHTI*
[3]*Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM*
[4]*VASE SISMICA*
dcinthiasoriac@gmail.com

La falla Araró–Simirao es una falla normal con orientación ENE–OSO y geometría compleja que delimita el borde sureste del graben de Cuitzeo. Esta falla se formó debido a un régimen de esfuerzos transtensivo, lo cual se refleja en su geometría superficial en forma de flor invertida. Esta falla alcanza una longitud de 25.5 km y se compone de tres segmentos principales (Araró, Simirao y Atzimba) y ocho secundarios, los cuales forman grábenes y semigrábenes a escala local. Se analizaron las secuencias sedimentarias fluvio-lacustres levantadas en un extremo del segmento Araró para determinar la actividad de la falla. Se obtuvieron modelos con refracción sísmica y radar de penetración terrestre para identificar la continuación del plano en profundidad y determinar la zona de trincheras. La secuencia estratigráfica expuesta en dichas trincheras muestra evidencia de al menos dos rupturas superficiales en los últimos ~2000 años, con intensidades estimadas de MW 6.6 ± 0.1 (de acuerdo con las relaciones paleosísmicas publicadas y resueltas), que ocasionaron desplazamientos verticales promedio de 64 cm. Para esta falla se estima una tasa de desplazamiento de 0.65 ± 0.03 mm/a y un intervalo de recurrencia promedio de 984 ± 41 años. Ambos eventos afectan materiales sedimentarios que contienen fragmentos de cerámicas cuya edad se estima desde el período Epiclásico y hasta el Posclásico, por lo que su recurrencia ha sido atestiguada constantemente por las poblaciones del pasado, modifcando sus patrones de asentamientos. La capacidad de generar sismos con magnitudes moderadas a altas, así como su cercanía a otras fallas con las que pueda interaccionar en escenarios de ruptura más complejos, como las fallas de Ucareo, Santa Ana Maya y la Sierra de Santa Inés, convierten a la falla Araró-Simirao en una estructura de interés especial para los estudios de peligrosidad sísmica y riesgo en Michoacán y la región del centro de México.

SE04-6

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA Y ESTRUCTURAL DE LA FALLA LA COLINA EN MORELIA, MICHOACÁN

Aray Castellano Jelime[1], Ávila Jesús[1], García Oscar[1], Jiménez Haro Adrián[1], Israde-Alcántara Isabel[2], Lacan Pierre[3], Gómez-Vasconcelos Martha Gabriela[4], Soria-Caballero Diana Cinthia[2] y Avellán Denis-Ramón[5]
[1]*Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM*
[2]*Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH*
[3]*Instituto de Geociencias, UNAM*
[4]*SECIHTI - Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH*
[5]*SECIHTI - Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM*
jelimearay@gmail.com

La ciudad de Morelia se localiza sobre el Sistema de Fallas Morelia-Acambay, el cual controla la subsidencia diferencial observada en distintas zonas urbanas. Dentro de este sistema destaca la Falla La Colina, conformada por segmentos alineados en dirección N30°E–N70°E, que generan deformaciones y daños en la infraestructura. Para este trabajo, se combinaron técnicas geofísicas (Radar de Penetración Terrestre, Tomografía Sísmica de Refracción y Tomografía de Resistividad Eléctrica) con análisis estructural, adquiriendo 30 perfiles GPR, 5 perfiles SRT y 1 perfil ERT en cuatro zonas clave de la ciudad, para delimitar y caracterizar zonas de deformación de tres segmentos de falla principales que atraviesan el poniente de Morelia: La Soledad, La Colina y Manantiales. La comparación con estudios previos indica que la subsidencia observada no puede explicarse únicamente por extracción de agua subterránea, sugiriendo un componente tectónico activo. Los resultados revelan que estos segmentos de falla forman parte de un sistema de fallas continuas con longitudes de ruptura potencial de hasta ~12.8 km, capaz de generar sismos de magnitud Mw 6.3–6.7. Las zonas de daño varían de 20 a 60 m de ancho, siendo más extensas hacia el sur de la ciudad. La deformación se manifiesta en discontinuidades y distorsión de reflectores, así como en fallas normales de alto ángulo con desplazamientos verticales significativos. La correlación de los datos geofísicos con observaciones estructurales y estudios previos permite proponer que la Falla La Colina presenta actividad recurrente con un intervalo mínimo estimado de ~914 años. Estas evidencias son fundamentales para la evaluación del peligro sísmico y la actualización de la planeación urbana, recomendando la incorporación de restricciones constructivas y estrategias de mitigación para reducir la vulnerabilidad de la ciudad ante futuros eventos sísmicos.

SE04-7

ESTUDIO DE LAS FALLAS ACTIVAS EN LA CIUDAD DE MORELIA Y SUS IMPLICACIONES EN EL PELIGRO SÍSMICO

Gómez-Vasconcelos Martha Gabriela[1], Soria-Caballero Diana Cinthia[2], Avellán Denis-Ramón[3], Aray Castellano Jelime[4], Ávila García Jesús[1], Lacan Pierre[5] y Israde-Alcántara Isabel[2]
[1]*SECIHTI - Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH*
[2]*Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH*
[3]*SECIHTI - Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM*
[4]*Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM*
[5]*Instituto de Geociencias, UNAM*
gabriela.gomez@umich.mx

Morelia, capital del estado de Michoacán, es una ciudad altamente afectada por fallas corticales activas pertenecientes al Sistema de Fallas Morelia-Acambay. Estas fallas han sido la fuente de numerosos sismos históricos e instrumentales, como el sismo de 1845 en Araró, de 1858 en Pátzcuaro o de 1912 en Acambay. Por medio de análisis paleosísmicos, se han identificado varios sismos ocurridos entre los 9 y 1 ka en las fallas de Morelia, incluyendo las fallas de Morelia, Cerritos y Colina. Estas fallas tienen direcciones preferenciales E-W a NE-SW, con tasas de desplazamiento entre 0.03 y 0.06 mm/año, desplazamiento promedio por evento de 0.5 m y podrían generar sismos con magnitudes entre 6.2 y 7.1, por lo que representan un peligro sísmico importante. Además, estas fallas, en conjunto con la sobreexplotación de los acuíferos, están provocando subsidencia diferencial, lo que provoca daños en la infraestructura. La ciudad de Morelia y su zona metropolitana cuentan con una población de más de un millón de habitantes. Su crecimiento medio anual es del 2%; extendiéndose principalmente hacia el norte y poniente de la ciudad, y, en menor medida, hacia el oriente y sur, donde se han desarrollado nuevos fraccionamientos y zonas habitacionales. El crecimiento urbano de Morelia no ha tenido una planificación cuidadosa, asentándose sobre las fallas activas y su zona de deformación. Es de suma importancia realizar conciencia entre la población moreliana y los tomadores de decisiones para realizar una debida planificación

territorial, evitando construir en las zonas de peligro, y actualizar las normas de construcción para garantizar la seguridad de la población ante un futuro evento sísmico.

SE04-8 CARTEL

IMPACTO SÍSMICO MÁS ALLÁ DE LA CIUDAD A 40 AÑOS: EFECTOS SÍSMICO AMBIENTALES DEL SISMO DEL 19 DE SEPTIEMBRE DE 1985

Arroyo Olarte Samantha[1], Velázquez-Bucio Magdalena[2] y Priego Santander Ángel[3]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*ENES Morelia, UNAM*
[3]*CIGA, UNAM*

arrtesami@gmail.com

El sismo del 19 de septiembre de 1985 (Mw 8.1), con epicentro en la zona de subducción frente a las costas de Michoacán, México, se originó por la actividad de convergencia entre la Placa de Cocos bajo la Placa Norteamericana, en una de las regiones altamente sísmicas del país. Este acontecimiento constituyó un parteaguas en la historia sísmica de México, debido a las significativas pérdidas humanas y materiales que provocó. Este trabajo propone la documentación y el análisis de los Efectos Sísmico Ambientales (ESA) asociados a este evento, los cuales suelen constituir uno de los principales factores del impacto sísmico. La recopilación de la información se lleva a cabo mediante una revisión sistemática de literatura científica, reportes técnicos, mapotecas y archivos institucionales generados durante y después de la emergencia. Hasta el momento, los ESA documentados incluyen: a) desplazamiento vertical y lateral a lo largo de la línea de costa, b) tsunami, c) licuefacción, d) agrietamiento del terreno, e) caída de rocas, f) anomalías hidrogeológicas. La mayor parte de estos efectos se concentran en la zona próxima al epicentro y en la Cuenca de México, mientras que en la franja intermedia entre ambas regiones se dispone de escasa información, posiblemente debido a la ausencia de levantamiento de datos durante la fase post-sísmica. En 1985, México carecía de un protocolo nacional de intervención bien estructurado para la documentación sistemática de efectos ambientales posterior a un sismo, lo que limitó de manera significativa la capacidad de respuesta y recuperación, especialmente en zonas rurales o de difícil acceso. La integración de los ESA en los análisis de peligro sísmico resulta fundamental para diseñar estrategias de mitigación del riesgo y planificación territorial. La metodología de evaluación se sustenta en la aplicación de la Escala ESI-07 de intensidad macrosísmica ESI-07. La implementación de esta escala permitirá elaborar un mapa de intensidad macrosísmica ESI-07, ofreciendo una perspectiva alternativa y complementaria a las evaluaciones obtenidas con escalas de intensidad tradicional. Los resultados permitirán comparar el impacto del sismo de 1985 en contextos de subducción, así como integrarlo a los datos generados en las 4 décadas posteriores al evento. Este estudio forma parte de un proyecto de mayor alcance orientado a la evaluación integral del paisaje físico-geográfico y su vulnerabilidad frente a los ESAs en México. El objetivo final es desarrollar una metodología aplicable a la valoración del peligro sísmico y la reducción del riesgo, contribuyendo al desarrollo territorial sostenible, la seguridad y la resiliencia de comunidades en zonas vulnerables.

Sesión especial

MEDICIÓN DE LA CALIDAD DE AIRE Y EMISIONES DESDE EL ESPACIO

Organizadores

Victor Hugo Almanza Veloz
Wolfgang Stremme
James Crawford

SE05-1 PLÁTICA INVITADA

BIRD'S-EYE VIEW OF AIR QUALITY IN MEXICO CITY—TEMPO ANALYSIS AND FUTURE AIRBORNE MEASUREMENTS

Judd Laura[1], Crawford James[1], McDonald Brian[2], Grutter Michel[3], Nowlan Caroline[4], Liu Xiong[4] y González Abad Gonzalo[4]

[1]*NASA*
[2]*NOAA*
[3]*UNAM*
[4]*Harvard-Smithsonian*

laura.m.judd@nasa.gov

Air pollution is one of the top environmental hazards with events quietly unfolding on the order of hours through a combination of emissions, weather, and chemistry. To progress our understanding of air pollution, satellite capabilities are advancing to increase frequency of observations from once-daily to once-hourly from a geostationary perspective. Over Mexico City, the Tropospheric Emissions: Monitoring of Pollution (TEMPO) satellite instrument, launched by NASA in 2023, measures key pollutants like nitrogen dioxide (NO2), formaldehyde (HCHO), and ozone at the highest spatial resolution of any satellite of this type—(1.7 km x 4.7 km). This presentation will include analysis of the monthly/hourly variation of TEMPO over Mexico City and how it relates to surface observations. A particular focus will be given to the Spring time, as NASA will collaborate with Mexico in Spring 2028 to conduct the Hemispheric Airborne Measurements of Air Quality (HAMAQ) field study. HAMAQ includes high-resolution airborne of air pollutants over the Mexico City metropolitan area to improve the use of satellite observations for informing on air quality. This presentation will link what we see with TEMPO with the capabilities of the HAMAQ airborne remote sensing measurements including satellite/model validation, emissions evaluation, and connecting column-based satellite observations to surface pollution through the use of active remote sensing capabilities and satellite proxies.

SE05-2 PLÁTICA INVITADA

A NEW ERA OF AIR QUALITY MONITORING FROM SPACE OVER NORTH AMERICA WITH TEMPO: MISSION STATUS FROM FIRST TWO YEARS IN ORBIT

Liu Xiong[1 y 2], Chance Kelly[1 y 2], Chong Heesung[1 y 2], Davis John[1 y 2], Fitzmaurice Jean[1 y 2], Ghahremanloo Masoud[1 y 2], González Abad Gonzalo[1 y 2], Houck John[1 y 2], Hou Weizhen[1 y 2], Nowlan Caroline[1 y 2], Park Junsung[1 y 2], Suleiman Raid[1 y 2], Yatsuhashi Lindsay[1 y 2], Wang Huiqun[1 y 2] y Team Tempo[1 y 2]

[1]*Center for Astrophysics*
[2]*Harvard & Smithsonian, CfA*

xliu@cfa.harvard.edu

We present a status overview of the TEMPO mission including its operation, validation and status of baseline data products and upcoming algorithm improvements, development of Near-Real-Time (NRT) and other research data products, science and application highlights. TEMPO is the North America component of the geostationary (GEO) air quality constellation along with GEMS over Asia and Sentinel-4 over Europe. It is the first spaceborne instrument providing hourly daytime air pollution over North America at neighborhood scale (~10 km2 at boresight). It uses UV/visible spectroscopy to measure key elements of tropospheric air pollution chemistry including O3, NO2, HCHO and aerosols, and capture the inherent high variability in the diurnal cycle of emissions and chemistry. At night, TEMPO can observe city lights, gas flaring, maritime lights, clouds and snow in the moonlight, lightning, aurorae, and nightglow without interfering with its primary daytime air quality mission. After the successful launch of TEMPO on board IS-40E into the GEO orbit at 91#W in April 2023, it conducted its first light observations in early Aug. 2023 and started its nominal operation in Oct. 2023, kicking off a new era of air quality monitoring from space over North America. It finished its 20-month of baseline Phase E in June 2025. The baseline mission has been extended to Sep. 2026, with further extension via a NASA senior review in early 2026. Baseline V3 data products were released to the public in May 2024 from NASA's ASDC. A significantly improved V4 data products is scheduled to be released to the public in early Sep. 2025, including the first public release of the ozone profile product. TEMPO NRT data products with data latency of 2-3 hours and other science quality data products were funded by NASA Satellite Needs Working Group (SNWG) to assist in air quality forecasting and modeling efforts and develop better pollution control strategies. Operational processing of V1 NRT products based on baseline V3 started in early May 2025. First public release of NRT products (V2, based on baseline V4) is also scheduled in early Sep. 2025. Many other research data products have been produced by the science community and TEMPO data products have been widely used by the user community including nearly 700 early adopters.

SE05-3 PLÁTICA INVITADA

AN UPDATE ON THE HEMISPHERIC AIRBORNE MEASUREMENTS OF AIR QUALITY (HAMAQ) FIELD STUDY

Crawford James[1], Judd Laura[1], McDonald Brian[2], Molina Luisa[3], Grutter Michel[4], Paramo Figueroa J. Victor Hugo[5], Barrios Castrejón Ramiro[5], Hernández Villaseñor Sergio Zirath[6], Pérez Zaguilán Gabriel[7], Guzmán Torres Laura Erika[6], Landa Fonseca Hugo[6], Retama Armando[1] y Ortinez Abraham[8]

[1]*NASA Langley Research Center*
[2]*NOAA Chemical Sciences Laboratory*
[3]*Massachusetts Institute of Technology*
[4]*Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM*
[5]*Comisión Ambiental de la Megalópolis*
[6]*Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT*
[7]*Secretaría del Medio Ambiente, SEDEMA*
[8]*Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, INECC*

james.h.crawford@nasa.gov

Under NASA's Earth Venture Suborbital program, Hemispheric Airborne Measurements of Air Quality (HAMAQ) will conduct a series of campaigns in 2028 under the Tropospheric Emissions: Monitoring of Pollution (TEMPO) geostationary satellite instrument. HAMAQ plans include two deployments, including the Mexico City megalopolis and another North American site that will be selected in October 2025. The planned effort is evolving, and updated plans include changes to the aircraft selected to participate. NASA's B777 will now be used for remote sensing and NASA's P-3B will be used for in situ sampling. These aircraft will be used to complete a system of integrated observations, combining satellite observations, ground-based monitoring and research observations with air quality modeling. HAMAQ field intensives will serve multiple objectives to include: improving the use of satellite observations in concert with traditional ground monitoring to inform air quality; assessing emissions to better understand their timing and source apportionment; advancing the development of satellite proxies for air quality; and assessing the factors controlling local air quality in each location sampled. Given the long lead time for this campaign, the HAMAQ team welcomes discussion from the community on strategies and candidate sites for the second deployment. HAMAQ is also seeking to expand the scientific value of the study by expanding observations to better understand the drivers and evolution of the planetary boundary layer. This would be through the invitation of additional remote sensing on the B777 and associated modeling interests.

SE05-4 PLÁTICA INVITADA

COMPREHENSIVE ANALYSIS OF BIAS IN TEMPO NO# COLUMN DENSITIES & GENERATING DEEP-LEARNING-BASED TEMPO PRODUCTS

Ghahremanloo Masoud[1 y 2], Nowlan Caroline[1 y 2], González Abad Gonzalo[1 y 2], Garraffo Cecilia[1 y 2], Liu Xiong[1 y 2], Wang Huiqun[1 y 2], Henderson Barron[3], Baumann Eric[3], Valin Lukas[3], Geddes Jeffrey A.[4] y Zhao Xiaoyi[5]

[1]*Harvard Smithsonian*
[2]*Center for Astrophysics*
[3]*U.S. Environmental Protection Agency*
[4]*Boston University*
[5]*Environment and Climate Change Canada*
masoud.ghahremanloo@cfa.harvard.edu

Tropospheric Emissions: Monitoring of Pollution (TEMPO) is the first geostationary satellite instrument to monitor air pollutants across North America. This study uses Pandora observations to analyze the bias in TEMPO Level-3 total column density of NO2 (TOTNO2) from August 2023 to December 2024. TEMPO achieves high accuracy at 5% cloud-filtering threshold: correlation coefficient (R) of 0.86, index of agreement (IOA) of 0.91, mean absolute bias (MAB) of 1.423×1015 molecules/cm2, and a percentage MAB (MABP) of 23.1%, corresponding to a 12% underestimation. Accuracy decreases when pixels with greater cloud-cover are included. Solar zenith angle (SZA) of 10–20° yields the highest accuracy (R: 0.87, MABP: 22.7%), whereas SZAs of 70–80° yield the lowest (R: 0.71, MABP: 35.2%). Consequently, early-morning or near-sunset observations are less reliable than midday. This discrepancy could stem from inaccurate simulation of diurnal variations in the boundary-layer height in the a-priori, and from larger uncertainties in radiative transfer at high SZAs. TEMPO overestimates TOTNO2 at low NO2 levels and underestimates at high levels, with maximum biases of +16% (low) and -31% (high), respectively. Station-to-station performance varies considerably, with R ranging from 0.29 to 0.84 and MABP from 14.9% to 49.3%. Stations situated at higher altitudes relative to the ground show reduced agreement with TEMPO, as Pandora cannot detect NO2 below the instrument's altitude, whereas TEMPO retrieves the full column. Validation of TEMPO TOTNO$_2$ at TROPOMI overpass time indicates that TEMPO's performance relative to Pandora (IOA: 0.93, MABP: 22.3%) closely matches that of TROPOMI (IOA: 0.92, MABP: 20.1%). Insights from this bias analysis were incorporated into deep learning (DL) models to impute missing TEMPO TOTNO$_2$ pixels. The imputed data achieve similar accuracy to the original measurements. These gap-filled TEMPO TOTNO$_2$ products were subsequently used in an advanced DL model to generate hourly (daylight) surface NO$_2$ maps with high accuracy (R = 0.96, IOA = 0.98, MABP = 16%). Spatial cross-validation further confirms the strong generalization capability of the DL model, demonstrating high performance even in regions where the model was not trained.

SE05-5

CAPACIDADES DE VALIDACIÓN DE PRODUCTOS SATELITALES EN MÉXICO Y ESTUDIO DE LA VARIACIÓN TEMPORAL Y ESPACIAL DE GASES ATMOSFÉRICOS

Grutter Michel[1], Malagón Jonathan[1], Magaldi Adolfo[2], Cadena Andrea[3], Bezanilla Alejandro[1], Almanza Víctor[1], Bucio Villaseñor Mariajesus[1] y Stremme Wolfgang[1]

[1]*Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM*
[2]*ENES Juriquilla, UNAM*
[3]*Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México*
grutter@unam.mx

Con las técnicas espectroscópicas de percepción remota tanto desde el espacio como en superficie, se puede analizar y vigilar hoy en día el estado de la calidad del aire con un alto nivel de detalle, especialmente en regiones con capacidad limitada de monitoreo En México se cuenta con infraestructura para medir la columna integrada en la vertical de un amplio número de gases atmosféricos, con los que se pueden validar productos satelitales y salidas de modelos numéricos de calidad del aire. Esta infraestructura se integra por cuatro sitios de características muy diferentes; 2 urbanos, 1 de alta montaña y otro en un bosque tropical; con lo que se pueden estudiar diversos fenómenos de contaminación y transporte. Se presentan ejemplos de análisis de resultados demostrando la utilidad que ofrece la sinergia entre la información satelital disponible y los datos obtenidos en superficie.

SE05-6

ASIMILACIÓN DE DATOS DE NO2 DE LOS SENSORES OMI Y TROPOMI EN LA MEGALÓPOLIS

Almanza Victor[1], Stremme Wolfgang[1], Maldonado Gilberto[1], Mizzi Arthur[2], Grutter Michel[1], García Reynoso José Agustín[1] y Ruiz Suárez Luis Gerardo[1]

[1]*Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM*
[2]*NASA Ames Reserch Center, University of Colorado Boulder*
victor.almanza@atmosfera.unam.mx

El crecimiento demográfico y el desarrollo industrial en los últimos años en la Megalópolis ha modificado sustancialmente la dinámica urbana, social y económica de la región. La problemática del crecimiento acelerado en la región y el transporte de contaminantes entre la Cuenca del Valle de México y los Estados que la circunscriben, obliga a que se desarrollen modelos más robustos que permitan estimar de manera más precisa el impacto de los contaminantes. Asimismo, la Megalópolis colinda con Estados que no cuentan con la infraestructura de monitoreo para determinar el impacto local y regional de las emisiones. Esta falta de información limita significativamente la capacidad de gestión. Por ello, es imperativo usar observaciones de percepción remota en superficie y satelitales, para mejorar nuestro entendimiento sobre la formación de contaminantes en regiones con capacidad limitada de monitoreo. El dióxido de nitrógeno (NO2) es un contaminante importante en la región por ser un precursor de ozono y su contribución a la lluvia ácida y efectos en salud pública. Durante el confinamiento por COVID-19 se observó que para personas infectadas podría contribuir al aumento de mortalidad. La modelación de la calidad del aire es un problema de valor inicial que usa un modelo numérico para estimar la evolución de la química atmosférica partiendo de un conjunto de condiciones iniciales que describen el estado atmosférico en un tiempo específico. Las condiciones iniciales contienen errores que aumentan durante la evolución del modelo. Debido a la no-linealidad en la meteorología, química y emisiones, la propagación del error conduce a una disminución significativa del desempeño del modelo. Una manera de mejorar el desempeño es utilizar observaciones para acotar las condiciones iniciales del modelo mediante asimilación de datos con diferente resolución espacial y temporal para generar una representación física y estadísticamente consistente del estado atmosférico El objetivo de este trabajo es mostrar los avances en la asimilación de datos de NO2 de los sensores OMI y TROPOMI en la región de la Megalópolis usando el sistema de asimilación regional WRF-Chem/DART con el método de Filtro Kalman por ensambles (EnKF). Se mostrarán resultados usando ciclos de asimilación de 6 horas para estimar la mejora en el desempeño del modelo químico en estimar concentraciones de NO2. Agradecimientos: Los autores agradecen los recursos brindados del proyecto PAPIIT IA105423 y del proyecto LANCAD-UNAM-DGTIC 395 y los recursos del Fideicomiso 1490 para apoyar los programas, proyectos y acciones ambientales de la Megalópolis.

SE05-7

VARIACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE CONTAMINANTES EN EL BAJÍO MEXICANO

Magaldi Adolfo V.[1], Salcedo Dara[2], Grutter Michel[3] y Stremme Wolfgang[3]

[1]*Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Juriquilla, UNAM*
[2]*Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación, Facultad de Ciencias, UNAM*
[3]*Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM*
adolfo.magaldi@unam.mx

La calidad del aire en el Bajío Mexicano es un factor clave para la salud pública y el desarrollo sostenible de la región. Gracias a la cobertura del satélite TEMPO, es posible identificar patrones espaciales y temporales en la concentración de: Ozono, Dióxido de nitrógeno y Formaldehído en esta zona. En este estudio se presenta un análisis detallado de la variación de las concentraciones de estos contaminantes, identificando patrones estacionales, tendencias a corto plazo y posibles fuentes de emisión. Asimismo, se discuten las ventajas de la observación satelital frente a los métodos tradicionales, así como las implicaciones de estos hallazgos para la gestión ambiental y la toma de decisiones en políticas públicas. Este enfoque resulta especialmente relevante debido a la gran concentración de industrias presentes en la región.

SE05-8

COMPARACIÓN DE EMISIONES CUANTIFICADAS A NIVEL DE SUPERFICIE CON EMISIONES ESTIMADAS A PARTIR DE DATOS SATELITALES

Rivera Cárdenas Claudia Inés[1], Stremme Wolfgang[1] y Barrera Huertas Hugo Alberto[2]

[1]*Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM*
[2]*Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional*
claudia.rivera@atmosfera.unam.mx

En esta contribución presentamos una comparación entre emisiones cuantificadas a nivel de superficie utilizando la metodología de Espectroscopía de Absorción Óptica Diferencial (DOAS por sus siglas en inglés), con emisiones estimadas a partir de datos del instrumento TEMPO. Específicamente el trabajo estará enfocado en la refinería Ing. Héctor R. Lara Sosa, ubicada en Cadereyta de Jiménez, Nuevo León, México, la cual es una de las ocho refinerías que forman parte del Sistema Nacional de Refinación de México (además de Ciudad Madero, Deer Park, Dos Bocas, Minatitlán, Salina Cruz, Salamanca y Tula) y fue inaugurada en 1979. Como parte de un proyecto de investigación, se llevaron a cabo dos campañas de medición durante 2025 en la refinería Ing. Héctor R. Lara Sosa con el objetivo de cuantificar dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno utilizando dos instrumentos móviles compactos basados en la metodología DOAS. Los dos instrumentos móviles DOAS utilizados están compuestos por un espectrómetro con diferentes rangos de longitud de onda, dependiendo de los gases traza objetivo. En este caso, utilizamos un espectrómetro que cubre el rango de longitud de onda de 274-432 nm para cuantificar dióxido de azufre y un segundo espectrómetro que cubre el rango de longitud de onda de 357-510 nm para cuantificar dióxido de nitrógeno. Además, se utilizó una fibra óptica, un telescopio y un GPS para cada sistema. El software MobileDOAS se utilizó

para adquirir espectros en tiempo real junto con información sobre la hora y la ubicación (latitud y longitud) de cada medición. Los espectros medidos se reevaluaron utilizando el software QDOAS versión 3.2 utilizando la región de longitud de onda de 307-317 nm para dióxido de azufre y la región de longitud de onda de 405-465 nm para dióxido de nitrógeno. Esta contribución presenta resultados preliminares sobre las emisiones liberadas a la atmósfera de esta refinería y su comparación con la estimación de emisiones a partir de datos generados por el instrumento TEMPO.

SE05-9 CARTEL

FIRST TWO YEARS OF TEMPO NITROGEN DIOXIDE AND FORMALDEHYDE OBSERVATIONS: ALGORITHM STATUS AND HIGHLIGHTS

González Abad Gonzalo[1 y 2], Nowlan Caroline[1 y 2], Liu Xiong[1 y 2], Chance Kelly[1 y 2], Ghahremanloo Masoud[1 y 2], Chong Heesung[1 y 2], Wang Huiqun[1 y 2], Houck John[1 y 2], Judd Laura[3], Shah Viral[4], Henderson Barron[5], Fasnacht Zachary[6], Knowland K. Emma[7], Wales Pamela[4], Qin Wenhan[6] y Valin Lukas[5]

[1]*Center for Astrophysics*
[2]*Harvard & Smithsonian, CfA*
[3]*NASA Langley Research Center*
[4]*NASA Goddard Space Flight Center, Morgan State University / GESTAR-II*
[5]*Environmental Protection Agency*
[6]*Science Systems and Applications; NASA Goddard Space Flight Center*
[7]*NASA*
ggonzalezabad@cfa.harvard.edu

Tropospheric Emissions: Monitoring of Pollution (TEMPO) is observing air quality and atmospheric composition over North America from a geostationary orbit since its operations started in August 2023. TEMPO observes the continent every 40 to 60 minutes at a spatial resolution on the order of ~ 2 x 4.5 km2. Together with the Geostationary Environment Monitoring Spectrometer (GEMS, launch 2020) monitoring Asia and the Sentinel-4/UVN (launch 2025) monitoring Europe, TEMPO is part of the current global constellation of geostationary sensors devoted to the observation of air quality. Like GEMS and Sentinel-4/UVN, TEMPO uses backscattered ultraviolet and visible solar radiation to retrieve atmospheric amounts of key trace gases and aerosols associated with air quality and atmospheric chemistry. Among the species retrieved from TEMPO observations of nitrogen dioxide and formaldehyde are important to understand emissions and atmospheric chemistry, including the formation and destruction of tropospheric ozone. After multiple version updates over the first two years of the mission, the TEMPO Level 2 NO2 and HCHO products have undergone significant enhancements to improve the performance and accuracy of the slant column retrievals, air mass factor calculations and post-processing corrections including destriping for NO2 and background for HCHO. We illustrate the performance of both retrievals (version 3 & 4), evaluating their fitting uncertainty and showing comparisons with independent correlative measurements and other satellite products showcasing small noise levels and remarkable accuracy with well quantified biases. We continue by illustrating the capacity of TEMPO products focusing on different case studies showing TEMPO's high temporal and spatial resolution. We finalize discussing aspects of the retrieval subject to improvement and our plans to address them.

SE05-10 CARTEL

AIR QUALITY STUDIES IN MEXICO CITY USING THE NO2 OBSERVATIONS OF TEMPO

Stremme Wolfgang, Bucio Villaseñor Maria Jesus, Bezanilla Alejandro, Cadena Andrea, Almanza Victor, Aquino Martínez Lourdes Paola, García-Franco Jorge, Arellano Henández Edgar Josué y Grutter Michel

Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
stremme@atmosfera.unam.mx

Since 7 April 2023 the space based observatory TEMPO has been in operation in a geostationary orbit above the Americas and provides continuous measurements. Mexico City is in its field of regard and TEMPO provides a great opportunity for air quality studies and also new challenges for satellite validation in this Megacity. The interaction of pollutants with human health takes place at the surface and the information about surface concentrations are of primary interest from a medical perspective. Satellite based measurements do not provide surface concentrations, but information with columnar character. To retrieve information about the concentration near the surface we have to develop strategies, methods and algorithms. For mitigation of pollutants, the perspective of stake holders, which decide on matters to reduce the pollution, the amount of pollutants, which is more described by the vertical column in the boundary layer is important and how it is developing in time, as surface concentrations have a very local character and are extremely sensitive to vertical and horizontal transport. But also for the reported vertical tropospheric column of TEMPO might differ from the integrated column amount, if the optical properties assumed in the radiative transfer model of the algorithm differs from the real properties in the Mexico City boundary layer. Especially in the UV-Vis region the real characteristic and sensitivity of the measurements of pollution in different altitudes depends on the radiative transfer which includes the scattering in the atmosphere. In this contribution we present a strategy to derive surface near concentration, compare results of the strategy to ground based measurements as the RAMA network operated by the local government in Mexico City and available remote sensing measurements from the ground truthing facility at the UNAM Campus.

SE05-11 CARTEL

EMISIÓN DE SO2 DEL POPOCATÉPETL, RESULTADOS PRELIMINARES Y VISUALIZACIÓN DE DÍAS SELECCIONADOS, UTILIZANDO EL INSTRUMENTO ESPACIAL TEMPO Y UNA CÁMARA UV INSTALADA EN LA ESTACIÓN DE ALTZOMONI

Stremme Wolfgang, Schiavo Benedetto, Bezanilla Alejandro, Almanza Victor, Borrego Cristian y Grutter Michel

Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
stremme@atmosfera.unam.mx

El espectrómetro de la misión TEMPO (Tropospheric Emission monitoring Pollution Observatory) mide el rango espectral UV-VIS en cual se puede recuperar la columna de SO2. Hasta ahora no hay un producto oficial sobre SO2. El monitoreo de un volcán desde una órbita geostationary, permite una continua vigilancia de su emisión, si las condiciones atmosféricas lo permiten. En este trabajo presentamos un producto de columnas inclinadas de SO2 recuperados a partir de mediciones cerca del Volcán Popocatépetl. También se discute la conversión de las columnas inclinadas a columnas verticales y los flujos estimados para unos días seleccionados y se realiza una comparación con las mediciones de la Cámara UV-VIS instalada en Altzomoni a 4000 m. a. n. m. y a una distancia de 11 km al Cráter del Volcán.

SE05-12 CARTEL

COLUMNAS DE METANO OBTENIDAS A TRAVÉS DE MEDICIONES DE FTIR Y PRODUCTOS SATELITALES SOBRE LA CIUDAD DE MÉXICO

Bezanilla Morlot Alejandro, Hernández Gutiérrez Luis Alejandro, Cadena Andrea, Stremme Wolfgang, González del Castillo Eugenia y Grutter de la Mora Michel

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
abezanilla@atmosfera.unam.mx

El metano es uno de los gases de efecto invernadero más importantes, ya que presenta un potencial de calentamiento global 27 veces superior al CO2 en un periodo de 100 años. Solo es debido a la mayor abundancia del CO2 (más de 200 veces más abundante) que es este el que ocupa el primer lugar en entre los gases de efecto invernadero. Además, este gas es uno de los que presenta un mayor incremento en su concentración atmosférica y esto se debe a que la mayor parte del metano que es liberado a la atmósfera es producido por actividades antropogénicas. Las mediciones de absorción solar realizadas en la superficie con espectrómetros FTIR son una gran herramienta que permite determinar con mucha exactitud las columnas de varios gases, pero son representativas de una pequeña área centrada sobre el sitio de medición. En cambio las mediciones realizadas a bordo de las plataformas satelitales tienen una cobertura global, es este el motivo por el cual este tipo de mediciones son de suma importancia para conocer el comportamiento y la tendencia algunos de los gases en la atmósfera, entre ellos los de efecto invernadero. EL grupo de Espectroscopia y Percepción Remota del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático (ICAyCC), de la UNAM, realizan mediciones de absorción solar en el infrarrojo de manera continuas en varios puntos de la ciudad, las cuales permiten determinar las columnas de varios gases de efecto invernadero, entre estos, el metano. En este trabajo se muestran los valores de columna de metano obtenidos de estas mediciones de absorción solar y de mediciones satelitales. También se analizarán las series de tiempo para este gas.

SE05-13 CARTEL

CARTOGRAFÍA LA REPÚBLICA MEXICANA DEL GAS NO2 UTILIZANDO EL INSTRUMENTO TEMPO

Bucio Villaseñor Mariajesus, Stremme Wolfgang, Cadena Andrea, Bezanilla Alejandro, Grutter Michel, Salazar Adán y Malagón Nabor Jonathan

Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
buciovillasenormariajesus@gmail.com

El gas Dióxido de Nitrógeno (NO2) es catalogado como uno de los precursores en la generación de ozono a nivel troposférico, tiene efectos sobre la salud de la población, especialmente de niños, adultos mayores y personas con enfermedades crónicas. Se tiene especial interés en zonas industrializadas y densamente pobladas como por ejemplo la zona metropolitana del Valle de México (ZMVM), Monterrey, Querétaro, Puebla, entre otras y, además, se busca observar su distribución en las zonas en las reservas naturales como las de la península de Yucatán. En este trabajo se presenta la cartografía de la columna vertical del gas dióxido de nitrógeno usando observaciones del sensor TEMPO. También se presenta información correlacionada como mapas del uso de suelo así como de Índices de Vegetación, como NDVI, SIF y GPP sobre la Península de Yucatán.

SE05-14 CARTEL

ANÁLISIS DE NO2 Y HCHO EN COLUMNA VERTICAL CON SENSORES REMOTOS EN SUPERFICIE SOBRE LA CIUDAD DE MÉXICO

Malagón Jonathan[1], Stremme Wolfgang[2], Caldena Andrea[3], Bezanilla Alejandro[2] y Grutter Michel[2]

[1]*Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra, UNAM*

[2]*Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM*

[3]*Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México*

jonathanmalagon@encit.unam.mx

Se presenta un análisis estadístico con los resultados de mediciones realizadas en los últimos años de las columnas verticales del dióxido de nitrógeno (NO2) y el formaldehído (HCHO) dentro y fuera de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). Las mediciones se realizan con la técnica de espectroscopia de absorción solar directa tanto en el rango espectral del infrarrojo con equipos FTIR como con instrumentos Pandora que miden en el ultravioleta y visible. Se analizan los gradientes observados entre dos estaciones urbanas, Ciudad Universitaria en el sur y Vallejo en la parte centro de la ZMVM, así como en un sitio remoto en la estación de altura Altzomoni a 60 km de la ZMVM. Se reportan y discuten los ciclos estacionales y la variabilidad diurna de estos importantes marcadores de la contaminación atmosférica en la región.

SE05-15 CARTEL

INCENDIOS FORESTALES Y VARIACIONES DE GASES TRAZA EN ALTZOMONI: ANÁLISIS 2012–2022 CON FTIR Y MODIS

Cadena Caicedo Andrea Juletsy, Stremme Wolfgang, Grutter Michel, Bucio María Jesús y Bezanilla Alejandro

Universidad Nacional Autónoma de México

andrea.cadena@atmosfera.unam.mx

El estudio de los incendios forestales y su efecto en la atmósfera es clave para entender el transporte de contaminantes y la calidad del aire. En este trabajo se presentan mediciones de columna total de CO, HCN, H2CO, C2H6, C2H2, CH3OH y HCOOH obtenidas mediante espectroscopía FTIR en el sitio de altura Altzomoni (4000 m s.n.m.), México, entre 2012 y 2022. Los datos se comparan con productos satelitales MODIS de focos de calor, identificando coincidencias temporales con eventos de quema de biomasa. El análisis incluye correlaciones con CO que confirman el origen común de estos gases en procesos de combustión. La combinación de observaciones en superficie y datos satelitales aporta una visión complementaria para comprender la dinámica de los contaminantes y avanzar en la validación de productos satelitales en la región.

SE05-16 CARTEL

EVALUACIÓN DE INVENTARIOS DE EMISIONES DE MONÓXIDO DE CARBONO MEDIANTE EL EMPLEO DE INFORMACIÓN SATELITAL Y MODELACIÓN

Maldonado Pacheco Gilberto, García Reynoso José Agustín, Stremme Wolfgang, Ruiz Suárez Luis Gerardo, Grutter Michel y Almanza Victor

Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM

gilm.pako@gmail.com

En México, la incertidumbre asociada a la estimación de las emisiones de contaminantes, así como a la poca disponibilidad de datos de emisiones actualizados, es un aspecto importante que contribuye a que los resultados de modelos de calidad del aire difieran de los valores reportados por redes de monitoreo. Usualmente, para ejecutar modelos de calidad del aire con emisiones de contaminantes actualizadas, se realizan comparaciones de los valores modelados contra mediciones en superficie y partir de esto se calculan factores de escalamiento. En este trabajo se describe un método alternativo para escalar emisiones de monóxido de carbono (CO) al efectuar comparaciones de concentraciones de columna de CO utilizando datos de columna total del instrumento satelital IASI y las concentraciones estimadas usando el modelo WRF-Chem, cuya ejecución se realizó empleando el Inventario Nacional de Emisiones 2008 adecuado para modelación. El periodo modelado fue el mes de febrero del año 2011 y el dominio de estudio consistió en una malla de 90 x 90 celdas en el centro de México con una resolución espacial de 3 kilómetros. Se utilizaron seis regiones para realizar las comparaciones considerando la Zona Metropolitana del Valle de México, Zona Metropolitana del Valle de Toluca y los estados de Hidalgo, Morelos, y Puebla. A partir de este análisis, se estimaron factores de escalamiento para las emisiones de CO en cada una de las regiones de estudio. Se encontró, que utilizando las emisiones originales, los valores de columna total estimados por el modelo fueron significativamente menores que los observados por el instrumento satelital. No obstante, las diferencias se redujeron al escalar las emisiones. En superficie, el desempeño del modelo incrementó al emplear las emisiones escaladas sugiriendo que este método podría contribuir a mejorar la estimación de contaminantes en los inventarios de emisiones.

Sesión especial

CONVERGENCIA EN INSTRUMENTACIÓN PARA LAS GEOCIENCIAS Y CIENCIAS ESPACIALES: INNOVACIÓN, DESARROLLO Y APLICACIONES

Organizadores

Armando Carrillo Vargas
Ana Caccavari Garza
Gerardo Cifuentes Nava
Charbeth López Urias

SE06-1

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE ESTACIONES SISMOLÓGICAS DEL SERVICIO SISMOLÓGICO NACIONAL

Flores-Soto Xochitl[1], Hurtado-Díaz Alejandro[2], Caccavari-Garza Ana Luz[3], Cifuentes-Nava Gerardo[3], Angulo-Carrillo Joel[2] y Sotomayor-Sandoval Sebastián[4]

[1]*Posgrado en Ingeniería, Facultad de Ingeniería, UNAM*
[2]*Servicio Sismológico Nacional, Instituto de Geofísica, UNAM*
[3]*Servicio Magnético, Instituto de Geofísica, UNAM*
[4]*Facultad de Ingeniería, UNAM*
xfloressoto@gmail.com

Conocer las características geofísicas del subsuelo de un lugar propuesto para la instalación de una estación sismológica es muy importante porque deben cumplir aspectos específicos. Un sitio ideal debe presentar vibraciones naturales y antropogénicas mínimas para que la información que se reciba de un evento sísmico sea lo más clara posible. El Instituto de Geofísica, a través de su Servicio Magnético y el departamento de Ingeniería Geofísica de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, colaboraron con el Servicio Sismológico Nacional en la caracterización geofísica de dos sitios propuestos para la instalación de dos nuevas estaciones sismológicas. El objetivo principal era identificar la estratigrafía de la zona mediante la realización de diversas técnicas de exploración geofísica. Para el presente trabajo se analizaron dos lugares con características geológicas particulares: el primero en Agua Nueva, Tancítaro, en el estado de Michoacán. El sitio se encuentra a las faldas del volcán pico de Tancítaro de edad Cuaternaria y composición andesítica (#100 km3), pertenece al Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato (MGVF) en el centro-oeste de México. Tiene una altura de 3840 m y se estima que, además de su tamaño y altura, su ubicación estructural en una región tectónicamente activa ha contribuido a su inestabilidad gravitacional. El segundo sitio se ubica en las Mesas en Técpan de Galeana, perteneciente al estado de Guerrero cuya geología está caracterizada por rocas metamórficas, específicamente granito, en el área de estudio propias del Terreno Xolapa. Este lugar pertenece a una región con alta sismicidad en México. Los métodos de exploración geofísica realizados en cada uno de los lugares de análisis consistieron en: mediciones de ruido sísmico ambiental para conocer el efecto de sitio estimando los periodos dominantes con la técnica de Nakamura, así como identificar las firmas espectrales. También se realizó una tomografía de resistividad eléctrica en 3D para conocer las características geoeléctricas de los materiales del subsuelo. Se realizaron observaciones geomagnéticas para conocer el valor del campo geomagnético al tiempo del desarrollo de las campañas. Y finalmente se hicieron mediciones gravimétricas para calcular el valor del campo gravimétrico absoluto y tener nuevos puntos geodésicos de referencia. La información que se obtiene con estos estudios puede ayudar en la toma de decisiones para la acreditación lugares para la construcción de futuras estaciones sismológicas, así como para definir el tipo de instrumental que se llegue a instalar en las mismas.

SE06-2

DISEÑO Y CALIBRACIÓN DE UNA MICRO ESTACIÓN DE DETECCIÓN DE PARTÍCULAS SÓLIDAS PM1, PM2.5 Y PM10 PARA ESTUDIAR LA CONTAMINACIÓN EN LOS CAMPUS UNAM MORELIA Y UDG CUSUR

Salazar Isidro Angel Antonio[1] y Carrillo Vargas Armando[2]

[1]*Centro Universitario del Sur, Universidad de Guadalajara, CUSUR*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
antonio.unam.cusur@gmail.com

Se presenta el diseño y construcción de una estación meteorológica de bajo costo orientada al monitoreo ambiental, con principal enfoque en la medición de material particulado PM1.0, PM2.5 y PM10.0. Haciendo uso de sensores como el AHT20, el BMP280, el PMS7003, además de un sistema de alimentación autónomo y respaldo de datos en el propio módulo, se propone construir una red de varias estaciones que permita obtener datos fiables en cualquier ubicación. Para asegurar la fiabilidad de los datos, se realizaron pruebas en ambientes controlados, observando el comportamiento de los sensores ante variables ambientales como la humedad, lo que permitió realizar una calibración más precisa, principalmente en los sensores PMS. Para el ensamblaje del sistema y la protección de la electrónica, se utilizaron tecnologías como la impresión 3D y el diseño de circuitos personalizados. El objetivo principal es medir la concentración de partículas suspendidas en el aire en dos sedes universitarias: el campus Morelia de la UNAM y el campus Ciudad Guzmán del CUSur, Universidad de Guadalajara. Este desarrollo busca generar herramientas accesibles para la investigación científica y el monitoreo ambiental en contextos educativos y comunitarios.

SE06-3

ANÁLISIS DE RENDIMIENTO DE ARQUITECTURAS EMBEBIDAS PARA PROCESAMIENTO DE IMÁGENES TOMOGRÁFICAS EN CIENCIAS DE LA TIERRA

Ramírez-López Fabián[1], Hernández-Gómez Jorge Javier[2] y Yáñez Gabriela[1]

[1]*Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas*
[2]*Instituto Politécnico Nacional*
framirezl1900@alumno.ipn.mx

En los últimos años, la integración de algoritmos inteligentes para el análisis de datos geofísicos se ha convertido en una línea estratégica dentro de las ciencias de la Tierra. La tomografía computarizada terrestre, utilizada para explorar la estructura del subsuelo mediante mediciones indirectas, requiere cada vez más sistemas embebidos capaces de realizar procesamiento en campo, con eficiencia energética y en tiempo real. El presente trabajo tiene como objetivo realizar una comparación técnica y funcional entre algoritmos de regresión de imágenes implementados en dos tipos de arquitecturas embebidas: una de tipo configurable basada en lógica reprogramable (FPGA), y otra de tipo programable basada en microcontroladores (MCU). El enfoque de esta comparación está orientado a aplicaciones dentro del ámbito de las ciencias de la Tierra, particularmente en la reconstrucción de imágenes por tomografía geofísica, una técnica utilizada para la caracterización del subsuelo mediante mediciones indirectas. Se desarrollarán implementaciones equivalentes de algoritmos clásicos de regresión, como mínimos cuadrados y variantes de redes neuronales artificiales ligeras, que serán adaptados a las restricciones específicas de cada plataforma. La comparación se realizará considerando múltiples parámetros de procesamiento, tales como el tiempo total de ejecución por imagen, la latencia en ciclos de adquisición, el consumo energético global, la ocupación de recursos internos (memoria, registros, bloques lógicos), la

frecuencia de operación máxima, la precisión numérica en la reconstrucción de datos, la capacidad de escalamiento ante imágenes de mayor resolución y la posibilidad de paralelización o implementación de pipelining. La finalidad de este estudio es determinar cuál de estas plataformas resulta más adecuada en contextos donde se requiere procesamiento embebido eficiente, bajo consumo energético y alta confiabilidad, como en sistemas portátiles para monitoreo geofísico, estaciones de adquisición distribuidas o nodos inteligentes de análisis in situ. Los resultados permitirán identificar compromisos entre flexibilidad, velocidad y eficiencia energética, y establecer lineamientos para futuras implementaciones de sistemas tomográficos embebidos de alto rendimiento.

SE06-4

PRIMEROS RESULTADOS PARA IDENTIFICAR DEBILIDADES ESTRUCTURALES EN INFRAESTRUCTURA URBANA: USO Y PROCESADO DE ONDAS ULTRASÓNICAS Y SENSADO TÉRMICO

Rodríguez Esparza Fiamma[1], Tuxpan Vargas José[1], Campos Cantón Eric[2], Ramos Leal José Alfredo[1] y Díaz Díaz Irwin[2]

[1]*División de Geociencias Aplicadas, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica*
[2]*División de Control y Sistemas Dinámicos, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica*
fiamma.rodriguez@ipicyt.edu.mx

La infraestructura urbana como edificios, casas, puentes, presas, entre otras pueden verse afectadas por múltiples razones. En algunos casos el origen puede ser desde su construcción/implementación o debido a factores naturales como subsidencia o el fallamiento, pero también puede tener un origen antropogénico. En cualquier caso, una evaluación periódica de infraestructura crítica urbana debe ser realizada con el objetivo de diagnosticar su estado actual con la intención de prevenir peligros que puedan causar algún tipo de catástrofe. Por esta razón, se está trabajando en un método económico y portátil que pueda ser empleado para diagnosticar e identificar debilidades estructurales en elementos como edificios, presas y puentes. En esta charla daremos a conocer los primeros avances, la experiencia obtenida, los retos enfrentados y algunas soluciones que hemos propuesto en este apasionante tema de desarrollo tecnológico.

SE06-5

EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL DESEMPEÑO DE RECEPTORES GNSS EN CONDICIONES DE OBSERVACIÓN CONTINUA

López Urias Charbeth[1], Carrillo-Vargas Armando[1], Cifuentes-Nava Gerardo[1], Caccavari-Garza Ana[1], Sandoval-Quintana Osiris[1], Vázquez Becerra Guadalupe Esteban[2] y Nayak Karan[2]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM*
[2]*Universidad Autónoma de Sinaloa*
charbeth@igeofisica.unam.mx

Con el objetivo de evaluar la fiabilidad, precisión y capacidad de posicionamiento de distintos receptores GNSS, y como parte del proyecto MECLIPSEO, se llevó a cabo un experimento comparativo utilizando tres equipos: un Pentax G3100-R1 (orientado a aplicaciones de ingeniería y topografía), un Trimble BX940 y un Septentrio mosaic-X5 (de bajo costo). Los receptores fueron dispuestos en una configuración triangular con separación equidistante de un metro entre ellos, operando de forma continua durante 24 días, simulando el comportamiento de una estación GNSS permanente. Durante el experimento se analizaron diversos parámetros de desempeño, tales como el efecto del multipath, la capacidad de cada receptor para captar señales satelitales (considerando que todos tenían visibilidad de los mismos satélites), la precisión en la determinación de coordenadas y la influencia del PDOP (Position Dilution of Precision) en la calidad de las soluciones obtenidas. Como resultado, se observó que el receptor Pentax presentó una pérdida significativa de datos de forma diaria, lo que afectó su confiabilidad. En contraste, tanto el Trimble BX940 como el Septentrio mosaic-X5 mostraron un desempeño estable durante todo el periodo de observación, con una recolección de datos continua y precisa. Ambos equipos alcanzaron precisiones milimétricas en la estimación de coordenadas.

SE06-6

GNUPLOT COMO HERRAMIENTA ALTERNATIVA PARA EL ANÁLISIS DE DATOS EN EL ÁREA DE INSTRUMENTACIÓN

Casillas Perez Gilberto Armando y Carrillo Soledad Rosa Laura
Universidad Nacional Autónoma de México
gacp@geofisica.unam.mx

La graficación de datos es una tarea imprescindible para el análisis de resultados en diversas áreas de Geofísica. El ámbito de la instrumentación no es la excepción por lo que en esta plática se presenta la aplicación GNUPLOT como una herramienta alternativa de código libre que brinda un importante beneficio en el ámbito académico como soporte en las tareas de investigación. Se hablará sobre los beneficios de GNUPLOT como herramienta poderosa para la generación de gráficas de datos y se mostrarán ejemplos de gráficas generadas con simulaciones numéricas de un haz de electrones inyectado en la corona solar.

SE06-7

MEDICIONES EN SITIO Y DESARROLLO DEL PROYECTO DE UN OBSERVATORIO GEOMAGNÉTICO EN EL ARCHIPIÉLAGO DE LAS ISLAS REVILLAGIGEDO

Cifuentes-Nava Gerardo[1], Caccavari-Garza Ana[1], Hurtado-Díaz Alejandro[1], Carrillo-Vargas Armando[1], López-Urias Charbeth[1], Rasson Jean[2] y Gonsette Alexandre[2]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*Royal Meteorological Institue of Belgium*
gercifue@igeofisica.unam.mx

Se presenta el trabajo de observaciones en sitio y el proyecto para la instalación de un Observatorio Geomagnético en las Islas Socorro y Clarion en el Archipiélago de Revillagigedo, Colima, en el Océano Pacífico. La Red Mundial de Observatorios Geomagnéticos tiene la deficiencia de que su cobertura principal esta localizada casi exclusivamente en territorio continental. Existen pocos observatorios en territorio insular y además la cobertura del planeta en océanos es muy escasa. Al tener México territorio como el del Archipiélago de las Revillagigedo (Socorro, San Benedicto, Clarion y Roca Partida) se presenta como una oportunidad única para instalar, no solo un observatorio geomagnético, sino también un sistema de observación de fenómenos geofísicos. El proyecto está contemplado dentro del esfuerzo de la Universidad Nacional Autónoma de México a través del Instituto de Geofísica para que los Servicios Geofísicos, Mareográfico Nacional (SMN), de Geodesia Satelital (SGS) y el Magnético (SMag), puedan instalar instrumentos dedicados a monitorear y reportar en tiempo real datos asociados a los mismos. En particular el SMag trabaja con el Centro de Física del Globo de Dourbes del Royal Meteorological Institue of Belgium, para llevar a cabo la instalación final y poder tener un observatorio geomagnético automatizado que requerirá de mínima atención humana supervisada. El proyecto contempla todas las particularidades de un observatorio geomagnético como lo son el uso de materiales con bajo o nulo contenido metálico magnetizable en su instalación; diseños de alta durabilidad ante eventos como huracanes; transmisión satelital de datos en tiempo real; instrumentos de última generación; y un sistema de energía autónomo basado en celdas solares y baterías de litio. Todo lo anterior bajo los estándares y especificaciones de un observatorio geomagnético y de un sistema de gestión de calidad establecido ya para el único observatorio geomagnético de México, el Observatorio Geomagnético de Teoloyucan.

SE06-8

EXPERIMENTO TIERRA SÓLIDA-MECLIPSEO

Sánchez-González Jesús, Cifuentes-Nava Gerardo, Escobedo-Zenil David, Caccavari-Garza Ana, Cárdenas-Soto Martín, Carrillo-Vargas Armando, Flores-Ramírez David Alejandro, Cifuentes-Ramos Cristóbal, Maroun-González Nagibe, López-Urias Charbeth, Sandoval-Quintana Osiris y Hurtado-Díaz Alejandro
Universidad Nacional Autónoma de México
jsanchez@unam.mx

Manuel Mena's ECLIPse Solid Earth Observation (MECLIPSEO) fue un proyecto conjunto entre el Instituto de Geofísica, la Facultad de Ingeniería, el Servicio Magnético y el Instituto de Geociencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, diseñado para la observación de perturbaciones en parámetros geomagnéticos, eléctricos, gravitacionales y de ruido sísmico durante el eclipse total de Sol, ocurrido en México durante el 8 de abril de 2024. El proyecto consistió en registrar los parámetros mencionados durante 14 días previos, durante y 14 días posteriores al evento astronómico, dicho experimento fue realizado en las instalaciones del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM en la Isla de la Piedra, Mazatlán, Sinaloa. Para la parte de Tierra Solida, se instaló: un equipo de MT para monitorear el campo geomagnético y eléctrico; dos gravímetros de resorte, uno de referencia en Ciudad Universitaria en la CDMX y otro en Mazatlán, para monitorear la marea terrestre; un sismómetro triaxial de banda ancha para monitorear el ruido sísmico ambiental; y, un resistivímetro perpendicular a la línea del puerto en sitio para observar las variaciones diarias de las condiciones del subsuelo y cambios en la saturación. Los resultados de los experimentos se muestran en el presente trabajo, haciendo énfasis en los ciclos naturales de los campos observados y las perturbaciones derivadas del eclipse. En memoria de Juan Esteban Hernández Quintero.

SE06-9

EXPERIMENTO TEC-MECLIPSEO

Carrillo-Vargas Armando, López Urias Charbeth, Cifuentes-Nava Gerardo y Caccavari-Garza Ana
Universidad Nacional Autónoma de México
armando@igeofisica.unam.mx

El proyecto de investigación MECLIPSE consta de seis experimentos que aplican técnicas geofísicas para estudiar el acoplamiento Tierra sólida - ionosfera. Este trabajo se presentan los resultados del experimento diseñado para el estudio de la respuesta ionosférica durante el eclipse total de Sol del 8 de

abril de 2024. Este experimento se realizó en la Isla de la Piedra, Mazatlán, Sinaloa, México, durante un periodo de 28 días. Se utilizaron 3 estaciones terrestres GNSS y una estación meteorológica para observar las condiciones meteorológicas locales y el Contenido Total de Electrones (TEC) de la ionosfera, también se reporta la instrumentación de apoyo y condiciones de operación de los equipos para mantener la observación durante el periodo indicado. Los resultados preliminares del eclipse total revelan observaciones atípicas en comparación con el promedio del periodo de estudio. Se detectaron variaciones significativas en la temperatura ambiente, la presión atmosférica, la radiación solar y ultravioleta, así como una marcada variación en el TEC de la ionosfera.

SE06-10

PROSPECCIÓN GEOFÍSICA SOMERA DE ALTA RESOLUCIÓN EN BÚSQUEDA FORENSE EXPERIMENTAL

Caccavari-Garza Ana[1], Cifuentes-Nava Gerardo[1], Cárdenas-Soto Martín[2], Escobedo-Zenil David[2], Sánchez-González Jesús[2], Martínez-González José Antonio[2], Ávila-Barrientos Victor[3], Chávez-González Tunuari[3], Silván-Cárdenas José Luis[4], Cifuentes-Ramos Cristobal[2], Flores-Ramírez David Alejandro[2] y Maroun-González Nagibe[1]

[1]*Instituto de Geofisica, UNAM*
[2]*Facultad de Ingeniería, UNAM*
[3]*Comisión de Búsqueda de Personas del Estado de Jalisco*
[4]*Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial (CentroGeo)*
anacg@igeofisica.unam.mx

En este trabajo se presentan los resultados de la aplicación de tres métodos geofísicos de alta resolución para identificar la presencia de suelos perturbados debido a la construcción de fosas simuladas, en dos sitios experimentales de características geológicas diferentes, localizados en el Estado de Jalisco. Estos sitios fueron diseñados y construidos por la Comisión de Búsqueda de Personas del Estados de Jalisco, COBUPEJ en colaboración con el Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial (CentroGeo). Los métodos empleados son Tomografía de Resistividad Eléctrica (TRE), Tomografía de Interferometría de Ruido Sísmico Ambiental (TIRSA) y método electromagnético en el dominio de las frecuencias (FDEM). El método TRE mide la resistividad eléctrica del terreno y se ha comprobado que es un método eficiente para la detección de fosas, pese a que antes no se le consideraba de esta manera y a que los tiempos de adquisición de datos no son tan cortos. El método TIRSA, es un método que mide la velocidad de las ondas sísmicas S (Vs) a partir del ruido sísmico, y del cual no existen referencias en la literatura sobre su uso en las ciencias forenses, pero debido a su amplia aplicación en otras escalas, promete ser un método útil para los fines de este estudio. Por otro lado, el método FDEM ,es un método prometedor debido a su fácil implementación, a la capacidad del método de detectar variaciones en la conductividad del terreno asociadas a la presencia de las fosas y a estar fuertemente relacionado con la susceptibilidad magnética, lo que permite detectar la presencia de objetos metálicos asociados a las fosas. Se busca aplicar estos métodos en un sitio controlado y experimental, con el fin de evaluar y entender mejor el uso de estas metodologías en la búsqueda forense.

SE06-11

IMPRESIÓN 3D:HERRAMIENTA MULTIFUNCIONAL PARA DISEÑAR E IMPLEMENTAR PROYECTOS EN LAS CIENCIAS DE LA TIERRA

Carrillo Vargas Armando
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
armando@igeofisica.unam.mx

En el laboratorio de Instrumentación Geofísica del IGEF estamos desarrollando diversos proyectos de instrumentación en Ciencias de la Tierra y Geofísica de exploración, estos proyectos aplican técnicas de impresión 3D el su dos variante: impresión por filamento y resina. El impacto de estas técnicas permite agilizar y disminuir los costos económicos de manera sustantiva. En esta trabajo se presenta ejemplos de implementación en un sistema detector de partículas P1.0, P2.5 y P10, un prototipo de filtro solar para telescopios en divulgación, un sistema captador de agua de lluvia e impresión de mapas tridimensionales con base en modelos de elevación digital. Este trabajo se presenta acompañado de un Taller de impresión 3D, en formato presencial para mostrar las técnicas de manera práctica.

SE06-12

METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE DATOS GEOMAGNÉTICOS DEL OBSERVATORIO MAGNÉTICO DE TEOLOYUCAN

Caccavari-Garza Ana[1], Cifuentes-Nava Gerardo[1], Carrillo-Vargas Armando[1], López-Urías Charbeth[1], Cifuentes-Ramos Cristóbal[2] y Maroun-González Nagibe[1]

[1]*Instituto de Geofisica, UNAM*
[2]*Facultad de Ingeniería, UNAM*
anacg@igeofisica.unam.mx

En este trabajo se describe la metodología que se lleva a cabo para analizar la calidad de los datos geomagnéticos del Observatorio Magnético de Teoloyucan, Estado de México, de manera complementaria al Sistema de Gestión de Calidad bajo el cual opera, y con el que obtuvo la certificación bajo la Norma ISO:9001. Este análisis se basa en los lineamientos establecidos por la Red Mundial de Observatorios Geomagnéticos (INTERMAGNET) e incluye actividades diarias, semanales, mensuales y anuales. Se hace una revisión de la infraestructura necesaria para la operación del Observatorio. Dentro de las actividades diarias, se incluye la comparación con otros observatorios geomagnéticos de la misma latitud, la bitácora que registra los cambios o eventos que se presentan en el Observatorio. Se consideran las mediciones absolutas, realizadas por el observador al menos una vez a la semana, siguiendo los estándares internacionales. Mensualmente se realiza la captura y análisis de las mediciones absolutas, cálculo de la línea base, comparación con otros instrumentos del observatorio y control de la temperatura de las casetas de variógrafos. Se contemplan también los planes de mantenimientos considerados en el Sistema de Gestión de Calidad, dentro de los cuales está la calibración del teodolito del Diflux, la limpieza mensual de las computadoras, la intercomparación de mediciones de intensidad (F) en el pilar de mediciones absolutas y en la caseta de variógrafos, respaldo de datos de las tarjetas de los instrumentos y limpieza de estas. Estos análisis mejoran la calidad de los datos y simplifican la generación del producto final del Observatorio que son los datos definitivos.

SE06-13 CARTEL

TULANCINGO-1: UN RADIOTELESCOPIO MEXICANO PARA ASTRONOMÍA Y GEODESIA

Kurtz Stan
IRyA, UNAM
s.kurtz@irya.unam.mx

Desde 2018 desarrollamos un proyecto para convertir una vieja antena de telecomunicaciones en radiotelescopio. La antena parabólica Tulancingo-1, de 32 metros de diámetro, está ubicada en la Estación Terrena de Tulancingo de Bravo en el Estado de Hidalgo. Construida a tiempo para transmitir los Juegos Olímpicos del 1968 al mundo, la antena fue decomisionada en 2010. Nuestro proyecto pretende adaptar la antena del proposito de telecomunicaciones a fines de radioastronomía, lo cual requiere cambios sustanciales en el sistema de control de movimiento y los radioreceptores. Como parte del proyecto, esperamos equipar la antena para observaciones de interferometría de línea de base muy larga (VLBI, por sus siglas en inglés). Equipado así, el radiotelescopio podría participar en observaciones con la red internacional de VLBI. Tales observaciones forman la base de estudios de geodesia, desde la medición de los parámetros de orientación de la Tierra (EoP) hasta el establecimiento de los Sistemas y Marcos de Referencia Celeste y Terrestre. En esta presentación describimos detalles técnicos de la conversión con especial énfasis en los aspectos relevantes para observaciones relacionadas a la geodesia.

SE06-14 CARTEL

APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA DE IMPRESIÓN 3D EN LA INSTRUMENTACIÓN GEOFÍSICA Y EN DIVULGACIÓN DE LAS GEOCIENCIAS

Castañeda Pantoja Emiliano
Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia, ENES Morelia
castaneda.emiliano94@gmail.com

En los últimos años, la impresión 3D ha emergido como una herramienta versátil para múltiples disciplinas, gracias a la creciente disponibilidad de impresoras de uso personal y de software libres de modelado e impresión. Este panorama abre nuevas oportunidades para la innovación en distintas áreas de las geociencias. El presente trabajo, que forma parte del proyecto PAPIME PE111724, tiene como objetivo mostrar distintas aplicaciones de esta tecnología tanto en la instrumentación como en la comunicación del conocimiento geocientífico. Se emplearon Modelos Digitales de Elevación (DEM) del volcán Paricutín y de la región de Morelia para generar modelos 3D, estos modelos permiten resaltar geoformas y estructuras relevantes —como zonas de falla, escorrentías y morfología volcánica— con fines educativos y de divulgación. Este enfoque facilita la comunicación de conceptos geológicos a públicos no especializados, además de ofrecer nuevas maneras de presentar resultados de investigaciones, como estudios de peligros y riesgos, o en la planeación de prácticas de campo. Asimismo, la impresión 3D ofrece ventajas en la fabricación y adaptación de componentes para instrumentos geofísicos. Su capacidad de personalización permite diseñar y producir carcasas, repuestos o piezas específicas para sensores e instrumentos, lo que puede facilitar la reparación de equipos así como el desarrollo de prototipos. Además, posibilita la creación de modelos didácticos que representan fenómenos físicos, como los relacionados con la electricidad y el magnetismo, y que pueden ser utilizados en la enseñanza de las ciencias de la Tierra.

SE06-15 CARTEL

IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN TERRENA MÓVIL DE BAJO CONSUMO PARA ADQUISICIÓN DE DATOS DE TELEMETRÍA Y PERCEPCIÓN REMOTA

Ruán-Aldana Alberto[1], Yáñez Gabriela[1], Hernández Gómez Jorge Javier[2] y López-Balcázar Carlos Alberto[3]

[1] *Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas*
[2] *Instituto Politécnico Nacional, Centro de Desarrollo Aeroespacial*
[3] *Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Zacatenco*
aruana1600@alumno.ipn.mx

La creciente demanda de datos ambientales y el avance de las tecnologías de observación remota han consolidado el papel estratégico de los nanosatélites en las ciencias de la Tierra. Este trabajo presenta un enfoque técnico para el desarrollo de una estación terrena móvil, diseñada como una solución económica, autónoma y de bajo consumo energético, orientada a la recepción de telemetría y datos satelitales de percepción remota en órbitas bajas (LEO). La arquitectura propuesta considera el uso de tecnologías LPWAN, como LoRa/LoRaWAN, para retransmisión de telemetría atmosférica (como calidad del aire y temperatura), así como enlaces para la descarga de imágenes satelitales. Se discute el rol de redes LPWAN para habilitar conectividad ubicua en zonas remotas o rurales, facilitando aplicaciones como monitoreo climático, agricultura de precisión y gestión de recursos naturales. Además, se contempla la integración de UAVs para extender la cobertura y optimizar la transmisión de datos desde ubicaciones de difícil acceso. Esta estación, al ser móvil, mejora la flexibilidad operativa y reduce las barreras económicas y logísticas propias de las estaciones fijas tradicionales, promoviendo así una infraestructura más inclusiva para la ciencia ambiental y el desarrollo sostenible.

Sesión especial

GEOCIENCIAS CON Y PARA LAS COMUNIDADES: COLABORACIÓN, RECIPROCIDAD Y REFLEXIÓN EN LA INVESTIGACIÓN GEOCIENTÍFICA - UN DIÁLOGO CON EL PROGRAMA DE AGU THRIVING EARTH EXCHANGE

Organizadores

Marina Núria Cox
Bernardo A. Bastien Olvera
Elsa Sánchez García

SE07-1

EXPANDING THE SHOCK TRACKER DATABASE OF SOCIO-ECOLOGICAL SHOCKS THROUGH PARTICIPATORY LEARNING: A WORKSHOP IN MEXICO CITY

Bastien Olvera Bernardo Adolfo[1], Rubin Giulia[2] y Wassénius Emmy[3]

[1]*Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM*
[2]*The Swedish Royal Academy of Sciences, GEDB*
[3]*Stockholm Resilience Center*

bbastien@atmosfera.unam.mx

There is mounting evidence that we are living in a time of turbulence, with many disruptive events—wildfires, floods, disease outbreaks, and conflicts—becoming increasingly common and intense. In these times, understanding the dynamics of past shocks can help us better prepare and potentially prevent severe impacts in the future. The Shock Tracker is a living database of such events, formulated as storylines that describe multiple drivers and cascading impacts through a standardized reporting protocol. A particular focus of the protocol is to document how these shocks are shaped by interactions between people and nature, highlighting the role of human agency in both driving and responding to disruptive events. In July 2025, we piloted an in-person Shock Tracker workshop in Mexico City with a cohort of international students. Through interactive activities—including a participatory systems game, a visit to the Natural History Museum using "shock lenses," and group storytelling and mapping—the participants explored how shocks and creeping changes manifest across personal, social, and environmental scales. Each student documented a shock case, contributing directly to the living archive of the Shock Tracker. Survey responses showed that all participants improved their understanding of the concepts of shocks. The systems game and the final drawing and reflection session were widely regarded as meaningful, and all students reported enjoying the overall experience. While views on the museum's usefulness as a venue were mixed, all participants would recommend the activity to fellow students, and most of them said the workshop helped them reflect on real-world environmental or social problems in a new way. By linking embodied learning with structured documentation, this workshop extended the reach of The Shock Tracker not only as a research database but also as a platform for collective sense-making.

SE07-2

PROMOVIENDO LA EDUCACIÓN AMBIENTAL EN COMUNIDADES RURALES-MINERAS: GEOCIENCIAS PARA LAS INFANCIAS

Materano-Escalona Lisbett Susana[1], Salazar Celaya Guadalupe Abigail[2], Enciso Cárdenas Juan Josué[1], Camacho Ortegón Luis Fernando[1] y Cox Marina Núria[3]

[1]*Centro de Investigación en Geociencias Aplicadas, Universidad Autónoma de Coahuila*
[2]*Universidad Autónoma de Coahuila*
[3]*American Geophysical Union, AGU*

lmaterano@uadec.edu.mx

La divulgación científica tiene como uno de sus propósitos fundamentales crear conexiones entre la ciencia y la sociedad. Para las infancias representa una oportunidad de aprendizaje y fortalecimiento de sus capacidades comunicativas. En el 2025, Se ha iniciado un proyecto de ciencia comunitaria con el programa Thriving Earth Exchange de AGU donde, el principal objetivo es trabajar con niñas y niños de comunidades rurales-mineras para promover una aproximación significativa al mundo científico, partiendo de la comprensión de su entorno social y de las necesidades locales, bajo un enfoque de las geociencias. Como iniciativa piloto, se está trabajando con niños y niñas de educación primaria de entre 7 y 11 años del ejido Santa María, en la Región Carbonífera del estado de Coahuila, México, donde la principal actividad económica es la minería del carbón. En 2024 se aplicaron dos encuestas para conocer las inquietudes y percepciones de género de las infancias en relación con el ámbito científico y laboral. Se analizaron un total de 57 encuestas, de las cuales el 55 % correspondió a niños, el 45 % a niñas, sin que se registraran otras identidades de género. La primera encuesta permitió conocer su principal preocupación en el entorno, siendo esta la escasez de agua. Mediante la segunda encuesta se analizó la percepción de género en torno a las ciencias, las tareas del hogar y los roles profesionales. Se observó que, en los ámbitos científico y laboral, las infancias cuentan con pocos referentes femeninos, ya que tienden a asociar actividades como la salud, la ciencia y la minería con los hombres. En contraste, las tareas domésticas son percibidas como una responsabilidad compartida entre mamá y papá. A partir de estos sondeos, resulta evidente la necesidad de fomentar el interés por las ciencias desde una perspectiva de género y enfoque de infancias desde las primeras etapas de la vida, ya que es en esta etapa donde se configuran muchas de las ideas, aspiraciones y estereotipos que influirán en el desarrollo personal y profesional a lo largo del tiempo. Si no se interviene de forma temprana, las niñas, niños y niñeces pueden internalizar limitaciones de género que restringen sus posibilidades de imaginarse en ciertos espacios, como el científico o el tecnológico. Se está desarrollando un proyecto integral desde un enfoque de ciencia comunitaria, en el que la generación de conocimiento científico se vincula directamente con las problemáticas, saberes y realidades del territorio. A través de la colaboración entre personas investigadoras, estudiantes, docentes, liderazgos comunitarios y familias, se impulsan acciones participativas orientadas al diagnóstico ambiental, la educación científica inclusiva y la divulgación del conocimiento de manera accesible y socialmente relevante.

SE07-3

MONITOREO COMUNITARIO DE LA CALIDAD DE AGUA COMO ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DEL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA EN COATEPEC, VERACRUZ, MÉXICO

Novoa Ana Karen[1], Nieto Ana Laura[1], Gutiérrez Enrique Alarcón[2], Vigoya Andrea Catalina[3] y Cox Marina Núria[4]

[1]*FIDECOAGUA*
[2]*Universidad Veracruzana*
[3]*Community Science Fellow, AGU Thriving Earth Exchange*
[4]*American Geophysical Union, AGU*

fidecoagua2022@gmail.com

El Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) de Coatepec, Veracruz, es un ecosistema estratégico para el abastecimiento hídrico de más de 90,000 personas. Su conservación es promovida por el Fideicomiso para la Conservación del Agua (FIDECOAGUA) mediante un esquema de Pago por Servicios Ambientales (PSA) que involucra a 177 propietarios forestales. En colaboración con AGU Thriving Earth Exchange, actores gubernamentales, académicos y del sector privado, se implementó un programa de monitoreo hidrológico participativo entre diciembre de 2023 y agosto de 2025 en microcuencas de media y alta montaña (Cinco Palos, Colonia Cuauhtémoc, Loma Alta y Coatepec Viejo), con el fin de evaluar la relación entre conservación forestal y calidad del agua. Se analizaron parámetros fisicoquímicos (conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales -TDS, carbono orgánico total-TOC, demanda química de oxígeno -COD, y absorción UV275), microbiológicos (Escherichia coli y coliformes totales) y

biológicos (riqueza de macroinvertebrados bentónicos). La mayoría de los sitios presentó calidad de agua de aceptable a excelente, cumpliendo con la NOM-001-SEMARNAT-2021 para COD, TDS y conductividad. Sin embargo, se detectaron puntos críticos de contaminación en tres sitios (AL2, EU1 y EU2), caracterizados por altas concentraciones de E. coli, TOC y absorbancia UV275, así como menor diversidad biológica, asociados a descargas urbanas y escurrimientos pluviales. Los resultados fortalecen la pertinencia de los PSA como herramienta de conservación, y evidencian el valor de la ciencia comunitaria para generar acciones locales que promueven el bienestar humano y ecológico. No obstante, es fundamental continuar robusteciendo estos esquemas e implementar medidas focalizadas de manejo y control en áreas vulnerables, con el fin de garantizar la provisión de servicios ecosistémicos a largo plazo.

SE07-4

CUIDADO DE NUESTRA CASA COMÚN EN CHILTOYAC, MÉXICO

Becerra Zavala María de Lourdes[1] y Cox Hale Marina Núria[2]
[1]*Universidad Veracruzana*
[2]*American Geophysical Union, AGU*
lbecerra@uv.mx

Chiltoyac, México es una localidad rural donde habitan 2715 personas (INEGI, 2020). Se localiza al noroeste del municipio de Xalapa, en el estado de Veracruz. Está rodeada por dos ríos (Sedeño y Arroyo de Pesma) y el cerro de Cacalotepec. También hay una zona arcillosa de uso comunitario conocida como "El Barrial", y el cual es aprovechado para la elaboración de alfarería tradicional. La mayoría de las personas que viven en Chiltoyac solían ser, hasta 1990, campesinos que vivían de la alfarería y cultivaban maíz, chile, café y caña de azúcar en tierras comunales (una forma legal de posesión de la tierra llamada "ejido" en México). Las personas participantes en el proyecto son herederas de los conocimientos de ese modo de vida: familias que conservan tierras y cultivan café, caña de azúcar, maíz y hortalizas; cocineras tradicionales que conservan las recetas del mole y los tamales locales llamados "chocos"; bailarines y músicos tradicionales de la "danza del caballito" que honran la batalla simbólica entre españoles y musulmanes, y la interpretan en la principal fiesta religiosa de Chiltoyac; así como las mujeres mayores (cada vez menos y sin herederas de esos saberes), maestras en alfarería tradicional. Los vínculos de la comunidad con el entorno medioambiental tienen en el siglo XXI un riesgo de desaparición paulatina por el proceso de urbanización, la migración y la precarización de la actividad agrícola en México. La contaminación de fuentes de agua ha obligado a una gestión fuera de la comunidad, aunque no se tiene total claridad de la cantidad de agua disponible a mediano y largo plazo. La gestión del paisaje, en el sentido de los saberes tradicionales es cada vez menor, sin embargo, la comunidad desea generar una memoria audiovisual comunitaria y compartirla con los infantes y jóvenes de Chiltoyac, al igual que la gente de otras comunidades de Xalapa, para que se involucren en proyectos productivos, culturales y educativos, que redunden en el fortalecimiento y revitalización de los saberes tradicionales. Se está trabajando en un archivo comunitario audiovisual de los saberes tradicionales bajo la lógica de las personas de la comunidad, primero, y segundo, para futuras investigaciones y diseño de políticas públicas. Las decisiones de los formatos y temas se han consensuado con las personas participantes, al igual que la posibilidad de acceso a dicha información por parte de externos al proyecto.

SE07-5

REESTRUCTURACIÓN DEL PRAE COMO PUENTE EPISTÉMICO PARA EL DESARROLLO DE HABILIDADES INVESTIGATIVAS Y CIENTÍFICAS EN EL MARCO DE LA RECUPERACIÓN DE LOS CUERPOS HÍDRICOS DEL MUNICIPIO DE SOACHA, COLOMBIA

Guzmán Alfaro Eva[1], Giraldo Mora Alejandro[1], Lafuente Elvira[2], Reyes Marta[3] y Cox Marina Núria[4]
[1]*Colegio Nueva Andalucía*
[2]*Community Science Fellow, AGU Thriving Earth Exchange*
[3]*Eawag-Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology*
[4]*American Geophysical Union, AGU*
evita014@hotmail.com

Se establece entre los años 2024 y 2025 una reestructuración del proyecto ambiental escolar (PRAE) con base en la recuperación de un cuerpo de agua ubicado en el municipio de Soacha, Cundinamarca, Colombia. Se realiza una breve caracterización de la fauna y flora del humedal para determinar el estado de la calidad del agua. Extender la investigación a otras instituciones educativas con el fin de difundir los resultados del proyecto para hacer la reestructuración de sus proyectos ambientales escolares. Fortalecer las habilidades investigativas y científicas de los estudiantes involucrados en la planeación y ejecución del proyecto. La comunidad está enfocada en la construcción de una nueva perspectiva de educación ambiental y escolar enfocada en aristas científicas en el campo de la ecología para este proyecto en paralelo de la construcción de un PRAE completamente diferente, innovador y que marque tendencia en la comunidad educativa del municipio de Soacha. Se trabaja con Thriving porque se cree firmemente que tienen las herramientas de capacitación óptimas para desarrollar nuestro proyecto. Estructurar el PRAE de la institución de tal manera que tenga funcionabilidad con las problemáticas externas del contexto ambiental, en este caso la recuperación de las fuentes hídricas del municipio como los diferentes humedales, pero también hacia el fortalecimiento de las habilidades científicas en los estudiantes y los miembros de la comunidad educativa tales como padres y agentes académicos relevantes para el desarrollo de las actividades cotidianas, en el pasado se han hecho ya dos intervenciones por parte de los estudiantes donde se hizo caracterización de los cuerpos de agua y análisis de fisicoquímicos para conocer cuál es el estado de la calidad del agua y de esta manera establecer parámetros de conservación en el ecosistema local , desafortunadamente no se han hecho más proyecciones por parte de las entidades a cargo, con este proyecto pretendemos recuperar los ecosistemas al mismo tiempo que se establecen pautas de divulgación científica desde lo propuesto por la comunidad educativa. Es importante mencionar que la comunidad educativa es un pilar fundamental para el desarrollo del proyecto, si bien ha sido afectada por las dinámicas de actividad antrópicas al interior del Río Bogotá y los diferentes humedales transformándolos en expendios de drogas, invasiones para construir casas improvisadas para la vivienda de migrantes de las periferias del país o focos descomunales de contaminación, también muchos de ellos conocen la pertinencia de conservar y preservar cada nicho ecológico, queremos capacitar a la comunidad, queremos hacer un sondeo con mayor profundidad de la biodiversidad, tanto de fauna y flora queremos hacer un estudio de aguas con pruebas fisicoquímicas más certeras para tener la evidencia científica, al mismo tiempo pretendemos establecer que cada uno de los PRAE de las instituciones educativas del municipio de Soacha trabajen en sociedad pero desde lo que ha nacido con nuestra propuesta siendo así un promotor de ciencia para la vida.

SE07-6

DISEÑO DE PRUEBA PILOTO DE RECARGA INDUCIDA EN UN SISTEMA DE REPRESAS SOBRE UNA MICROCUENCA EN SIERRA DE LAS CRUCES, MÉXICO

Hernández Hernández Mario Alberto[1], Vázquez Rosas Kitzia Citlali[2], García Robles Jade Ariana[2], Herrera Zamarrón Graciela[1], Cortés Silva Alejandra[1], Hernández García Guillermo[1], Ramírez Serrato Nelly[1] y Nieto Butrón Jacob Jesús[1]
[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra, UNAM*
malbher@igeofisica.unam.mx

La comunidad de Santa Rosa Xochiac, ubicada en la Sierra de las Cruces (al poniente de la Ciudad de México), enfrenta una creciente escasez de agua debido al aumento en la demanda y la disminución en la recarga natural de sus manantiales. Esta zona, que alberga 343 hectáreas de bosque esenciales para la regulación hídrica de la región, históricamente ha dependido de estos manantiales para su abastecimiento. Ante esta problemática, el Grupo de Investigación en Gestión Integral del Agua (GIGIAS) de la UNAM desarrolló el proyecto "Restaurando Nuestros Manantiales: Santa Rosa Xochiac", enfocado en evaluar estrategias de recarga inducida para mejorar la disponibilidad de agua. Como continuación de este esfuerzo, se propone el diseño de una prueba piloto de recarga inducida mediante un sistema de represas en una microcuenca de la Sierra de las Cruces. El estudio integra tres componentes principales: (i) caracterización geofísica para identificar zonas con mayor permeabilidad y potencial de infiltración, (ii) análisis hidrogeoquímicos e isotópicos para determinar la procedencia y calidad del agua, y (iii) modelación hidrológica basada en datos históricos de precipitación y caudal. Estos elementos permitirán definir las ubicaciones óptimas para la construcción de estructuras de retención y filtración, maximizando la recarga del acuífero. La metodología incluye evaluar el efecto de las represas de mampostería y gaviones presentes, revisando su capacidad de almacenamiento, infiltración y caudal que circula o excedente que puede ser aprovechado en proyectos de recarga paralelos. Además, se contempla la participación activa de la comunidad local y autoridades en el proceso, asegurando la transferencia de conocimiento y la sostenibilidad de las intervenciones. Los resultados incluyen: (1) la identificación de zonas prioritarias para recarga, (2) el incremento en la disponibilidad hídrica de manantiales, y (3) la generación de un modelo replicable en otras microcuencas con condiciones similares. Este proyecto no solo busca mitigar la escasez de agua, sino también fortalecer la resiliencia climática de Santa Rosa Xochiac y contribuir a la preservación de un ecosistema crítico para la Cuenca de México. Este trabajo destaca los avances en el diseño de la prueba piloto, los desafíos técnicos y sociales enfrentados, y las lecciones aprendidas para la gestión integrada del agua en contextos de alta vulnerabilidad, además de reflejar el compromiso de la UNAM con la investigación aplicada y la colaboración interdisciplinaria para enfrentar la crisis hídrica en México.

SE07-7

FORTALECIENDO VÍNCULOS ENTRE CIENCIAS ATMOSFÉRICAS Y ACCIÓN COMUNITARIA: UNA EXPERIENCIA DE MONITOREO COLABORATIVO DE CALIDAD DEL AIRE EN CADEREYTA, NUEVO LEÓN

Rivera Cárdenas Claudia Inés[1], Bastien-Olvera Bernardo A.[1], Escárcega Sáenz Ivonne[2], Viñuela Kanter Mayra[2] y Del Bosque Cravioto María Leonor[3]

[1]*Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM*
[2]*Comité Ecológico Integral, Monterrey, Nuevo León, México*
[3]*Centro de Sostenibilidad, Universidad de Monterrey, Monterrey, Nuevo León, México*
claudia.rivera@atmosfera.unam.mx

Presentamos una experiencia de articulación entre ciencia atmosférica y actores comunitarios orientada a la evaluación participativa de emisiones industriales en el área metropolitana de Monterrey, Nuevo León. El proyecto consistió en una jornada de monitoreo móvil alrededor de la refinería de Cadereyta, realizada por personal académico del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático (UNAM) con la participación de integrantes del Comité Ecológico Integral de Monterrey (CEI), una organización de base ciudadana enfocada en la defensa del derecho a un ambiente sano. La actividad permitió compartir conocimientos técnicos sobre instrumentación óptica para la medición de contaminantes atmosféricos, al tiempo que se recogieron percepciones y experiencias locales sobre la calidad del aire. La colaboración generó aprendizajes mutuos en torno a la producción, interpretación y apropiación de datos científicos en contextos de desigualdad ambiental. Se reflexiona sobre los alcances y desafíos de este tipo de prácticas como estrategia para fomentar la pertinencia social de las geociencias, promover la justicia ambiental y facilitar espacios de co-producción de conocimiento. Esta experiencia contribuye al desarrollo de metodologías de campo más inclusivas, así como a la comprensión del papel de las comunidades en los procesos de monitoreo ambiental colaborativo.

SE07-8

DIFUSIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO EN LAS COMUNIDADES ORIGINARIAS E IMPULSO DE LAS MUJERES INDÍGENAS EN LAS ÁREAS STEM

Sánchez García Elsa y González Esparza J. Américo
Laboratorio Nacional de Clima Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM
elsasg@igeofisica.unam.mx

Desde el inicio de la exploración del universo, la participación de las mujeres ha sido esencial debido a su contribución a la ciencia y al desarrollo tecnológico. Investigaciones previas reportan que uno de cada tres investigadores es mujer, no obstante, la cifra disminuye si consideramos la participación de las mujeres indígenas. Debido a la escasa y abstracta información científica disponible, los temas centrados en Ciencia, Tecnología, Ingeniería, y Matemáticas (STEM), en particular las Ciencias de la Tierra y el Espacio, son poco conocidos en las comunidades originarias implicando que el estudiantado indígena muestre poco interés en estudiar y/o participar en las áreas STEM. Es importante destacar que los temas centrados en las áreas STEM deben estar disponibles para todas las personas, especialmente para quienes pertenecen a comunidades étnicas y grupos minoritarios, ya que involucran cuestiones de seguridad pública, desarrollo tecnológico y el progreso de tales comunidades. Por otro lado, comunicar y compartir información científica admite enriquecer la ciencia con múltiples perspectivas, además, permite a los estudiantes más jóvenes seguir formándose o colaborar, y visualizarse como futuros profesionistas con un enfoque científico. En esta charla, mencionaremos brevemente a las mujeres científicas provenientes de comunidades originarias que han colaborado en las Ciencias Espaciales. En segunda instancia, presentaremos un análisis estadístico sobre la participación de los pueblos indígenas involucrados en la ciencia y en diferentes áreas profesionales. Del mismo modo, mostraremos algunas de las actividades de difusión social del conocimiento científico que se realizan en el Laboratorio Nacional de Clima Espacial y que están dirigidas para estudiantes provenientes de comunidades rurales y originarias. Finalmente, abordaremos sobre la importancia de abrir espacios donde las y los estudiantes indígenas –con particular atención a las mujeres indígenas– puedan participar y aprender sobre los temas de Ciencias de la Tierra y el Espacio.

SE07-9 CARTEL

TEMPERATURAS EXTREMAS Y SUS IMPACTOS EN LA SALUD EN LA CIUDAD DE PUEBLA - EVALUACIÓN DE VULNERABILIDADES Y POSIBLES ACCIONES DE ADAPTACIÓN

Conde Cecilia[1], Luyando Elda[1], Báez Juan Pablo[2], Gómez Abril[1], Santiago Carola[2], Mundo Julia[2], Hernández Adriana[2] y De la Torre Christian[2]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*BUAP*
acconde@yahoo.com

En este proyecto PAPIIT IN103925 (UNAM) se espera realizar ciencia de "principio a fin", esto es, desde el análisis riguroso de las tendencias de las temperaturas máximas y mínimas (especialmente en años críticos, como fueron 2023 y 2024), detección de la población más vulnerable en la ciudad de Puebla y realización de propuestas a esa población y a los tomadores de decisiones para posibles acciones que incrementen su capacidad adaptativa. Es por ello que el equipo de investigación es interdisciplinario e interinstitucional. Participan académicos especialistas en cambio y variabilidad climáticos, en clima urbano, en ciencias políticas, en ingeniería y en arquitectura. Las instituciones participantes son la misma UNAM, la BUAP y la UV. En el proyecto están involucrados también autoridades de la ciudad de Puebla, y en específico se realizan reuniones periódicas con vecinos organizados del Barrio de Analco. A partir de información termohigrométrica cada 15 minutos para el periodo 2008 a 2024, recabada por el Departamento de Investigaciones Arquitectónicas y Urbanísticas de la BUAP, se han analizado periodos de calor húmedo y calor seco con la utilización de índices bioclimáticos; además se han analizado los cambios en la duración y frecuencia de las olas de calor. Con el fin de detectar y caracterizar a la población más vulnerable a estas condiciones atmosféricas extremas (los mayores de 60 años, la población infantil o con alguna discapacidad), se utilizan datos de INEGI (2021) para las 17 juntas auxiliares de la ciudad, lo cual permite conocer, además, a la población con acceso a servicios médicos, si carecen de agua entubada, energía eléctrica o el acceso a tecnologías de la información (para recibir alertas tempranas, por ejemplo). Finalmente, para aumentar las capacidades de adaptación, las autoridades de la ciudad solicitaron a la Facultad de Arquitectura de la BUAP un protocolo "Islas y olas de calor en la Ciudad de Puebla. Posibles acciones para su mitigación", que están analizando actualmente. Además, esa Facultad y los colegas de las otras instituciones estamos trabajando en opciones relacionadas con la llamada "Arquitectura Bioclimática", en las que participa activamente la comunidad del Barrio de Analco con acciones como blanqueamiento de azoteas, impermeabilización con materiales no industrializados e impulso a la creación de jardines polinizadores.

SE07-10 CARTEL

RED DE MUJERES CIENTÍFICAS EN EDUCACIÓN AMBIENTAL Y SÍSMICA PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS: UNA INICIATIVA COLABORATIVA DESDE EL SURESTE DE MÉXICO

Mendoza Ponce Avith del Refugio y Venegas Sandoval Andrea
Instituto de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático
avith.mendoza.ponce@gmail.com

En el sureste de México, una región con alta vulnerabilidad sísmica, climática y social, surge REMASUR (Red de Mujeres Científicas en Educación Ambiental y Sísmica para la Gestión de Riesgos) como una iniciativa colaborativa que conecta la investigación geocientífica con las comunidades locales desde la reciprocidad, la ética del cuidado, el diálogo y la co-creación de conocimiento. REMASUR responde a dos realidades: la necesidad de fortalecer el vínculo entre las geociencias y las comunidades que habitan territorios expuestos a riesgos, y la urgencia de visibilizar y apoyar a mujeres científicas del sur del país —o que llegan a esta región—, quienes enfrentan desigualdades de género y barreras estructurales que limitan su participación plena en la investigación y divulgación científica. La propuesta metodológica se basa en el trabajo en red y la creación de microproyectos comunitarios, donde cada investigadora contribuye según sus capacidades y tiempos, integrando saberes técnicos con conocimientos locales. Estos microproyectos incluyen talleres participativos, elaboración de materiales educativos contextualizados, diseño de protocolos de monitoreo colaborativo y generación de espacios de diálogo entre comunidad y ciencia. Este enfoque busca desarrollar herramientas útiles para la gestión de riesgos, al tiempo que reconoce, valora y retribuye el conocimiento comunitario como parte esencial del proceso científico. Al promover la colaboración horizontal, se fomenta la apropiación social de la ciencia, fortaleciendo las capacidades locales para enfrentar fenómenos naturales y reducir vulnerabilidades. REMASUR no solo es una red de trabajo científico, sino un espacio para el intercambio de experiencias, la formación mutua y la incidencia social, en el que la voz y la perspectiva de las mujeres ocupan un lugar central para avanzar hacia comunidades más resilientes y equitativas frente a los riesgos que enfrentan.

Sesión especial

LA REGIÓN DE LOS TUXTLAS: UNA VISIÓN MULTIDISCIPLINARIA DEL ESTADO ACTUAL DE SU CONOCIMIENTO

Organizadores

Sergio Rodríguez Eizarrarás
Wendy Vanesa Morales Barrera
Valerie Pompa Mera

SE08-1 PLÁTICA INVITADA

UNA REVISIÓN SOBRE LAS CARACTERISTICAS DEL CAMPO VOLCANICO DE LOS TUXTLAS, ESTADO DE VERACRUZ, MEXICO

Espíndola Castro Juan Manuel[1] y Zamora Camacho Araceli[2]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*Universidad de Guadalajara*
jmec@unam.mx

Se hace una revisión cronológica de las investigaciones sobre el Campo Volcánico de los Tuxtlas situado en el Estado de Veracruz, México, haciendo énfasis en uno de sus mayores volcanes: el volcán San Martín Tuxtla. El Campo Volcánico de los Tuxtlas (CVT) es una estructura de rocas basálticas principalmente alcalinas ubicada en el margen occidental del Golfo de México, en el estado de Veracruz. El CVT, se localiza a unos 150 km del extremo oriental del Cinturón Volcánico Mexicano, pero no es considerado parte de ese cinturón por lo que aún se plantea la pregunta sobre su origen. El CVT abarca más de 5000 km² y su vulcanismo es menor a 7 Ma; uno de sus principales volcanes con actividad más reciente es el volcán San Martín Tuxtla (VSMT, 18.57°N, 95.17°, 1650 msnm), el pico más alto de la región, que presentó erupciones explosivas en 1664 y 1793. El CVT es un macizo que emerge en la cuenca de Veracruz donde la corteza tiene un espesor de 26 km, con una interfaz principal a 12 km; no se conoce la posición de la placa de Cocos subducida bajo el CVT, pero una extrapolación de su base obtenida a partir de las funciones de receptor la ubica más allá de los 100 km. El CVT está compuesto por 353 conos basálticos, 42 maares y, además del VSMT, los volcanes Cerro El Vigía, Santa Marta, Yohualtapan y San Martin Pajapan. Los datos gravimétricos de la zona indican un exceso de masa de aproximadamente 2,5 x 10^{13} kg. Esta anomalía de densidad se encuentra distribuida en un gran cuerpo del cual presentamos un modelo gravimétrico tridimensional apoyado por datos geomagnéticos. Finalmente presentamos los resultados del análisis de la sismicidad registrada por una red de tres estaciones durante el periodo 2007-2013. Por lo reciente de sus erupciones el VSMT es considerado un volcán de alto riesgo por lo que el área es de gran interés vulcanológico.

SE08-2

LA ANOMALÍA DE BAJA VELOCIDAD DE ONDAS SÍSMICAS EN LA REGIÓN DE LOS TUXTLAS, VERACRUZ: UNA RE-EXAMINACIÓN A TRAVÉS DE TOMOGRAFÍA SÍSMICA

Córdoba-Montiel Francisco[1], Iglesias Mendoza Arturo[2], Calò Marco[2], Márquez Ramírez Víctor Hugo[3] y Torres-Orozco Rafael[1]

[1]*Centro de Ciencias de la Tierra, UV*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[3]*Instituto de Geociencias, UNAM*
fcordoba@uv.mx

La región de Los Tuxtlas, sede del Campo Volcánico Los Tuxtlas (CVLT), localizada al sur del estado de Veracruz, constituye un área de significativo interés científico desde distintas perspectivas, ya que su estudio ha evidenciado la presencia de anomalías de resistividad eléctrica, gravimétrica (anomalía de Bouguer positiva) y magnética, asociadas principalmente a su fuerte componente volcánico, en una zona donde proliferan más de 200 estructuras volcánicas. De forma similar, estudios sísmicos previos han reportado una perturbación en la propagación de ondas de Rayleigh en esta misma área. En particular, un estudio publicado en 2014 —aunque con una resolución espacial no homogénea, que en el mejor de los casos permitió resolver detalles del orden de 1/8 de grado— logró identificar una anomalía de baja velocidad para periodos entre 5 y 15 segundos. Dicha anomalía presenta, aparentemente, una forma circular y se localiza al sur de la región de vulcanismo activo conocida como el Campo Volcánico de Los Tuxtlas (CVLT). Este estudio se basó principalmente en registros obtenidos por el arreglo temporal VEOX (Veracruz-Oaxaca), el experimento MASE (MesoAmerican Subduction Experiment), estaciones permanentes del Servicio Sismológico Nacional (SSN) a distancias locales y regionales, así como la Red Sísmica de Banda Ancha de Veracruz. En términos generales, la región donde se observa esta anomalía de baja velocidad se sitúa en la Cuenca Deltaica de Veracruz, extendiéndose hacia Tabasco, y tiene como rasgo superficial más distintivo el CVLT, donde se localizan el volcán activo San Martín Tuxtla, el extinto Santa Marta y más de doscientos conos de escoria. La presente reexaminación de la inversión de curvas de dispersión de velocidad de grupo de ondas superficiales de Rayleigh considera el uso de curvas obtenidas a partir del método de correlaciones cruzadas de ruido sísmico entre pares de estaciones. Aunque la colección actual de sismogramas ofrece cierta información sobre la extensión, geometría y profundidad de la anomalía y de las zonas circundantes, resulta conveniente contar con un mayor número de trayectorias que permita una mejor caracterización del campo volcánico y de la anomalía sísmica. Otra posibilidad para mejorar la resolución es la combinación de datos provenientes de sismos y de ruido sísmico. En el proceso de inversión tomográfica, se emplearon diversos algoritmos de tomografía buscando la estabilidad de la solución. El procesamiento de los datos sísmicos hace uso de curvas de dispersión calculadas en experimentos previos, tales como MASE y VEOX, así como en estudios más recientes, incluyendo el arreglo temporal GECO y otro arreglo localizado específicamente en el Campo Volcánico de Los Tuxtlas. Con ello, se espera obtener una mejor resolución en las imágenes tomográficas locales, así como una mayor definición en la profundidad, ubicación y extensión de la anomalía sísmica conocida. Además de la inversión tomográfica, se ha considerado el cálculo de autocorrelaciones de ruido sísmico, con el objetivo de desarrollar posteriormente un modelo de velocidades y otro tridimensional de la estructura de la región. En el presente trabajo se exponen algunos de los resultados preliminares obtenidos.

SE08-3 PLÁTICA INVITADA

CONTEXTO GEOLÓGICO, TECTÓNICO Y GEODINÁMICO DEL VOLCANISMO DE LOS TUXTLAS

Ferrari Luca

Universidad Nacional Autónoma de México
luca@unam.mx

La región de Los Tuxtlas se caracteriza por un relieve volcánico con elevaciones de hasta 1,700 m, que interrumpe la planicie costera del sur de Veracruz. Aunque la región ha sido estudiada principalmente por la presencia de un campo volcánico monogenético de edad Pleistoceno-Holoceno, la actividad del Complejo Volcánico de Los Tuxtlas (CVLT) se remonta por lo menos al Mioceno tardío. De acuedo a su edad y petrología el volcanismo puede dividirse en dos episodios. El más antiguo se caracteriza por productos alcalinos (basaltos alcalinos, hawaiitas, mugearitas y benmoreitas) emitidos desde el finales del Mioceno, pero que continuó localmente hasta cerca 1 Ma. Durante este episodio se emplazaron volcanes poligenéticos, una meseta volcanica y conos de escoria, que actualmente se encuentran expuestos principalmente en la parte sureste y sur de la región. Un episodio más reciente, de afinidad calcálcalina a transicional, comenzó alrededor de hace 3.3 Ma y continuó hasta tiempos historicos, principalmente en la parte noroeste de la región. El alineamiento de los centros volcánicos a lo largo de un corredor de dirección WNW-ESE indica un claro control estructural, que se ha asociado a la presencia de un sistema de fallas transcurrentes derechas con componente extensional del Plio-Cuaternario. Al noroeste del CVLT, a lo largo de este sistema tectónico, se encuentra el Alto de Anegada, un relieve volcánico submarino con edad y composición similar el episodio inicial de Los Tuxtlas así como al volcanismo inicial de Palma Sola, en el extremo oriental de la Faja Volcánica Trans-Mexicana (FVTM). El alto de Anegada y el CVLT constituyen el limite NE de la Cuenca de

Veracruz, subyacida por corteza continental adelgazada del Golfo de México. Los datos gravimétricos, aeromagnéticos y de perfiles sísmicos llevados a cabo para exploración petrolera indican que la actividad magmática del CVLT puede haber empezado desde el Mioceno medio, cuando se observa un cambio en el patrón de sedimentación por el cierre de la cuenca por el emplazamiento ígneo. La anomalía gravimétrica y la deformación de las capas en el borde NE de la Cuenca de Veracruz sugieren que el volcanismo fue acompañado también por intrusiones magmáticas. Por su posición aislada y la presencia de productos alcalinos el CVLT fue inicialmente interpretado como separado del volcanismo de la FVTM. Sin embargo, trabajos posteriores mostraron que el episodio alcalino Mioceno tardío de Palma Sola, Alto de Anegada y CVLT pueden ser asociados al mismo proceso geodinámico: el desprendimiento Mioceno tardío de la parte inferior de la placa subducida. La tomografía sísmica a lo largo de un perfil N-S muestra una anomalía tabular de alta velocidad que se hunde hacia el sur debajo del CVLT, hasta cruzar con la anomalia del slab de la placa de Cocos inclinada en dirección contraria. Esta situación geodinámica peculiar se ha explicado como resultado de la delaminación del manto litosférico iniciada por la infiltración de material astenosférico caliente y flotante en la base de la corteza, cuando ocurrió el desprendimiento de la placa de Cocos subducida.

SE08-4

EL MAGMATISMO DE ARCO EN EL COMPLEJO VOLCÁNICO DE LOS TUXTLAS Y SU RELACIÓN CON LA EVOLUCIÓN TECTÓNICA EN EL SUR DE MÉXICO

Pompa Mera Valerie[1], Rodríguez Sergio Raúl[2] y Morales Barrera Wendy Vanesa[3]

[1]*Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM*
[2]*Instituto de Geología, UNAM*
[3]*Instituto de Geología*
valerie.pompa@gmail.com

El Complejo Volcánico de Los Tuxtlas (CVLT) es una provincia volcánica aislada que se ubica en la región de la llanura costera del Golfo de México al sur del estado de Veracruz. En el sector noroeste del CVLT, las manifestaciones volcánicas constituyen un campo monogenético compuesto por cientos de conos de escoria y cráteres de explosión o maares, mientras que hacia el sureste se encuentra la Sierra de Santa Marta, una cadena montañosa de cuatro edificios volcánicos: Encanto, Yohualtajapan, Santa Marta y Pajapan. Este vulcanismo sobreyace a flujos de lava fisurales en el suroeste y en algunos afloramientos de menor dimensión en la costa noreste. El emplazamiento de los magmas en el CVLT ha sido controlado por el desarrollo y evolución de una cuenca pull-apart a lo largo de tres episodios denominados Montepío-El Vigía (7-1.5 Ma), Santa Marta (1-0.5 Ma) y San Martín Tuxtla (50 ka al presente). Una de las características más sobresalientes de este complejo volcánico es la coexistencia de dos suites magmáticas con afinidades geoquímicas distintas, cuyo origen se atribuye a la propagación de un slab detachment de la Placa de Cocos ocurrido en el Mioceno tardío ocasionando un retroceso de la placa en subducción y el ascenso de magmas astenosféricos de naturaleza alcalina. Con base en datos geoquímicos de elementos mayores y traza, se identificaron los procesos petrogenéticos involucrados en la petrogénesis de los magmas. En trabajos previos, el origen de los magmas del CVLT se ha asociado únicamente con un manto enriquecido de tipo OIB modificado por componentes de subducción y asimilación de la corteza continental. Sin embargo, tomando como base información geofísica que sugiere que el CVLT fue emplazado en un basamento de corteza oceánica, nuestros resultados muestran que los magmas subalcalinos del estadío magmático Santa Marta poseen firmas geoquímicas de arco y fueron originados a partir de un manto de peridotita de espinela y evolucionaron mediante cristalización fraccionada con la incorporación de fundidos de los sedimentos de la subducción. En las etapas Montepío-El Vigía y San Martín Tuxtla, los magmas subalcalinos se originaron a partir de una mezcla de manto peridotítico de espinela y uno de peridotita de granate con afinidad OIB. En lo que respecta a los magmas alcalinos, se confirma que fueron derivados de un manto enriquecido con afinidad OIB y que su evolución fue mediante cristalización fraccionada.

SE08-5

THE SANTA MARTA RIDGE, NEW INSIGHTS ABOUT THE GEOLOGICAL EVOLUTION OF THE LOS TUXTLAS VOLCANIC COMPLEX, VERACRUZ, MEXICO

Rodríguez Sergio Raúl[1], Morales Wendy Vanesa[1], Pompa Mera Valerie[2] y Benowitz Jeff[3]

[1]*Instituto de Geología, UNAM*
[2]*Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM*
[3]*Geophysical Institute and Department of Geology and Geophysics, University of Alaska Fairbanks, Fairbanks, AK, USA*
srre@unam.mx

One of the several volcanic areas along the eastern coast of Mexico in the South of the Veracruz state is the Los Tuxtlas Volcanic Complex (LTVC), which stands out as an isolated volcanic massif within the Veracruz basin. This basin constitutes a gap between the Neogene Trans-Mexican Volcanic Belt (TMVB) to the NW and the Chiapanecan Volcanic Belt to the SE. The LTVC includes multiple vents and volcano landforms within an area of 2550 km2. The NW sector of the complex concentrates a high density of young scoria cones and maar craters grouped in the Los Tuxtlas Monogenetic Field (LTMF), which also includes the active San Martín Tuxtla volcano. To the SE, the other half of the LTVC lacks of monogenetic manifestations, but is formed by at least four major NW-SE aligned volcanic edifices, which from NW to SE are: Encanto, Yohualtajapan, Santa Marta and Pajapan, which constitute the Sierra de Santa Marta (SSM). The magmatic and tectonic origin of the LTVC has been a controversial topic since the earliest studies, when the occurrence of alkaline rocks were reported. Nelson and González-Caver (1992) grouped the volcanic rocks of the LTVC into two series: “older” and “younger”. According to these authors, lavas located along the coast, in the Montepío area, Cerro El Vigía lavas, as well as the volcanic edifices that constitute the SSM, form the older series, and the volcanic products emitted by the monogenetic activity form the younger ones. Based on geochemical, petrographical, and 40Ar/39Ar data, we propose three different magmatic stages: The older Monte Pío-El Vigía, formed mainly by fisural lavas (7 to 1.4 Ma); the intermediate Santa Marta, formed mostly by massive lava flows emitted by the SSM (1 to 0.5 Ma) and the younger San Martín Tuxtla, formed by the LTMF (50 ka to present). The Monte Pío-El Vigía stage is predominantly alkaline with trachy-basalts and basaltic trachy-andesites, the Santa Marta stage is considered as a period of transition characterized by the coexistence of alkaline and subalkaline magmas, and the younger San Martín Tuxtla stage culminates with the emission of alkaline lavas from the scoria cones and the 1793 eruption of the San Martín Tuxtla volcano.

SE08-6 PLÁTICA INVITADA

LAGOS MAAR EN LA REGIÓN DE LOS TUXTLAS, VERACRUZ

Caballero Margarita[1], Vázquez Hurtado Gabriela[2], Ibarra Diana[1], Caicero Alma[3], Hernández Ivana[4] y Quiñones Camila[5]

[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Instituto de Ecología AC, INECOL, Xalapa*
[3]*COLVER, Xalapa*
[4]*FES Iztacala, UNAM*
[5]*Facultad de Ciencias, UNAM*
maga@igeofisica.unam.mx

En el campo volcánico de Los Tuxtlas, Ver., existen 13 lagos en cráteres de explosión (maars). Nuestro grupo de trabajo ha investigado desde finales de los 1990s seis de estos lagos, realizando caracterizaciones limnológicas y estudios detallados sobre sus algas (ficoflora), especialmente diatomeas, incluidas las preservadas en los sedimentos. Casi 25 años después regresamos a estudiar estos mismos seis lagos (PAPIIT IN 104623). En todos ellos se han recuperado secuencias sedimentarias que están siendo analizadas desde un enfoque multiproxy, lo que permitirá documentar la evolución ambiental de la zona durante los últimos siglos. Dos lagos (Verde y Mogo) son someros (4 m) y cuatro son profundos (15 - 58 m, Majahual, Chalchoapan, Manantiales y Colorada). Los someros son polimícticos, mientras que los profundos son monomícticos cálidos, con mezcla en invierno y estratificación el resto del año (Vázquez et al. 2004). Todos son de agua dulce, con conductividades menores a 300 µS/cm, dominadas por bicarbonatos y cloruros, y con cantidades equiparables de Na+, Mg++ y Ca++. Su nivel trófico oscila entre mesotrófico e hipertrófico. En los últimos 25 años, dos lagos profundos (Majahual y Chalchoapan) han mostrado disminución de transparencia, aumento en la temperatura y disminución en el oxígeno del agua del fondo, con un notable incremento de amonio en la columna de agua, mostrando un deterioro y posible impacto del calentamiento global. El fitoplancton está dominado en general por algas verdes, cianobacterias y diatomeas, pero esto varía en cada lago (Vázquez et al. 2004). En Chalchoapan dominan las cianobacterias, con florecimientos de algas verdes (Botryococcus) y prácticamente no hay diatomeas. Majahual pasó de ser mesotrófico y diverso a estar dominado por cianobacterias (Cylindrospermopsis), indicando eutrofización. La flora de diatomeas de estos lagos está dominada por una especie indicadora de impacto humano Achnanthidium minutissimu, (Vázquez and Caballero 2013). En los muestreos recientes (2023-2025), su abundancia disminuyó en dos lagos (Verde y Colorada) sugiriendo una mejoría de su estado trófico, pero se incrementó en otros dos (Majahual y Mogo), implicando un deterioro. En un estudio paleolimnológico realizado en uno de los lagos someros (Verde), identificamos que A. minutissimum se estableció a partir de 1970s, como respuesta a un alto nivel de deforestación y erosión en la cuenca, desplazando a una asociación original dominada por Aulacoseira spp. (Caballero et al. 2006). Lo interesante es que la misma, especie indicadora de impacto humano dominó en el registro sedimentario entre los años 100 y 800 d.C., durante los cuales hay evidencias de ocupación humana, deforestación y erosión prehispánica (Lozano-García et al. 2010). Nuestros resultados sugieren que el cambio en el uso del suelo y el cambio climático han afectado a estos ecosistemas acuáticos de forma compleja, provocando eutrofización y mostrando señales de perturbación tanto reciente como antigua. -Caballero, M. et al. (2006). Journal of Paleolimnology 35, 83-97. -Lozano-García, S.,et al. (2010). Vegetation History and Archaeobotany, 19, 177-190. -Vázquez, G., Caballero, M. (2013). Diatom Research, 28, 77-91. -Vázquez, G., et al. (2004) Hydrobiologia, 523, 59-70.

SE08-7

INFLUENCIA DEL MOSAICO GEOPEDOLÓGICO SOBRE LA ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA VEGETACIÓN EN EL PAISAJE VOLCÁNICO TROPICAL DE LA ESTACIÓN DE BIOLOGÍA TROPICAL DE LOS TUXTLAS, VERACRUZ

Navarrete-Segueda Armando[1], Ibarra-Manríquez Guillermo[1], Miranda-Gallegos Katia Vianney[1], González-Arqueros María Lourdes[2], Siebe Christina[3] y Sinaca-Colín Santiago[1]

[1]*Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, UNAM*
[2]*SECIHTI - Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH*
[3]*Instituto de Geología, UNAM*
anavarrete@cieco.unam.mx

La región de Los Tuxtlas, Veracruz, posee un paisaje volcánico complejo que sustenta una alta diversidad vegetal. En este trabajo se evalúa la relación entre el mosaico ambiental, definido por la variación en geomorfología y propiedades edáficas, y la distribución espacial de la comunidad vegetal en el bosque tropical perennifolio. Se empleó el enfoque geopedológico para delimitar unidades del paisaje la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas (EBT), dentro de cada unidad se realizó: 1) el muestreo de vegetación (árboles, lianas, y palmas), 2) la descripción morfológica y muestreo de perfiles de suelo por horizonte hasta la profundidad fisiológica, y 3) la obtención de parámetros de relieve (elevación y pendiente). Se aplicaron modelos lineales generalizados y análisis multivariados para evaluar la composición, diversidad y estructura de la vegetación, e identificar las variables ambientales que explican su variación entre unidades geopedológicas. Los resultados indican que las unidades difieren significativamente en composición y biomasa de especies leñosas (árboles y lianas). La distribución de palmas estuvo asociada tanto a factores abióticos (pendiente, profundidad y tipo de suelo) como bióticos (diversidad arbórea). Estos patrones están determinados, en gran medida, por efecto indirecto de la geología, la cual genera variación en el material parental de los suelos y las formas del relieve. Se concluye que la integración de componentes geológicos, geomorfológicos y edáficos es esencial para comprender la compleja estructura y diversidad de la vegetación en este paisaje tropical volcánico.

SE08-8

MAPA GEOLÓGICO DE LA SIERRA DE SANTA MARTA, LOS TUXTLAS, VERACRUZ

Morales Barrera Wendy Vanesa[1], Rodríguez Sergio Raúl[1], Pompa Mera Valerie[2], López Miguel Celia[3] y Siebe Claus[4]

[1]*Instituto de Geología, UNAM*
[2]*Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM*
[3]*CRIM UNAM*
[4]*Instituto de Geofísica, UNAM*
moralesw@geologia.unam.mx

El Complejo Volcánico de los Tuxtlas ha sido objeto de múltiples investigaciones (Nelson y González-Caver, 1992; Espíndola et al., 2010; Rodríguez-Elizarrarás et al., 2023; entre otros), en las cuales se menciona que la Sierra de Santa Marta forma parte de este Complejo, y señalan que está compuesta por dos estratovolcanes: el San Martin Pajapán y Santa Marta. Sin embargo, recientemente Rodríguez-Elizarrarás et al., (2023) establecen que son cuatro los edificios volcánicos que constituyen la sierra. Se han detallado las características petrológicas, geoquímicas y geocronológicas en conjunto de la sierra; no obstante, no se han descrito de manera específica para cada una de las estructuras volcánicas que la conforman. El objetivo de este estudio es proporcionar una descripción de la historia geológica, sus depósitos primarios y secundarios, así como la morfología de cada uno. Según este estudio, la sierra de Santa Marta se compone de cuatro estratovolcanes, que se detallan a continuación, del más antiguo hasta el más reciente: Encanto, Yohualtajapan, Santa Marta y el Pajapan. Las lavas más antiguas con 1.0 Ma son del Encanto, situado en la región noroeste; al costado de este, se localiza el Yohualtajapán, cuya antigüedad es de 0.86 Ma. Las edades máximas para los volcanes de Santa Marta y Pajapán se sitúan en 0.70 y 0.62 Ma respectivamente, y estos se ubican en el extremo sureste. Estas estructuras volcánicas están formadas esencialmente por coladas de lava que se extienden entre 6 y 14 km a partir de su fuente; presentan un espesor aproximado de 2 a 10 m aproximadamente. Es importante resaltar la ausencia de depósitos piroclásticos, ya sea de caída o flujo; sin embargo, no pueden ser definidos como volcanes escudo debido a su tamaño y morfología. Dentro de los depósitos secundarios más importantes está el colapso del sector sureste del volcán Pajapán, que generó una avalancha definida aquí como Avalancha Pajapan; su origen está relacionado con los esfuerzos distensivos del sistema de fallas normales NW-SE presente en la región. El otro depósito secundario es el Abanico Perla del Golfo, el cual es asociado al volcán Yohualtajapán. Este tiene un área de 41 km2 que se extiende hasta la planicie costera, con un radio de 8.72 km y longitud de 11.5 km. Mediante el análisis de imágenes Lidar, mapas temáticos y trabajo de campo, se determinó cómo los sistemas de fallas con orientaciones NW-SE y NE-SW presentes en la región afectaron a cada uno de los edificios volcánicos y moldean de manera significativa su morfología actual. Por último, es importante destacar que la Sierra de Santa Marta se encuentra incluida en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas, establecida el 13 de noviembre de 1998, con una superficie de 155,122.469 ha. Posee una vasta riqueza cultural y alberga la mayor población indígena de la región. Si a estos factores le añadimos su geología, recursos hídricos, geomorfología y biodiversidad, ésta podría ser sugerida para ser declarada un geoparque.

SE08-9

CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA Y GEOQUÍMICA DE CONOS VOLCÁNICOS Y FLUJOS DE LAVA DEL CAMPO VOLCÁNICO DE LOS TUXTLAS, VERACRUZ, MÉXICO

Rivera-Ballesteros Isaac[1], Torres-Orozco Rafael[2], Arce José Luis[3], Sieron Katrin[4], Ferrés López Maria Dolors[5], Córdoba-Montiel Francisco[2], Jácome-Paz Mariana Patricia[6] y De la Fuente-Rivera Juan Ramón[6]

[1]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana*
[2]*Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana*
[3]*Instituto de Geologia, UNAM*
[4]*Geological Survey of the State Authority of Brandenburg, Alemania*
[5]*Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra, UNAM*
[6]*Instituto de Geofisica, UNAM*
isaacballesteros03@gmail.com

El Campo Volcánico de Los Tuxtlas (CVLT) se encuentra emplazado sobre un basamento Oligoceno-Plioceno sobre el que se construye el volcán San Martín Tuxtla y el campo volcánico monogenético en su entorno durante el Cuaternario, se localiza en el sureste de Veracruz, México, y se caracteriza por la presencia de alrededor de 350 volcanes de pequeño volumen, mayormente conos de escoria y maars, cubriendo un área de ~2,200km2, que se extiende en un sistema de fallas de dirección NW-SE. En este trabajo se presentan las características geomorfológicas de conos volcánicos y flujos de lava específicos, utilizando modelos 3D del terreno a partir de la información LiDAR más actual, a 5m de resolución y un análisis preliminar de la composición química de elementos mayores por fluorescencia de rayos X. Para ello, los volcanes de estudio seleccionados cumplen con las siguientes condiciones: variabilidad morfológica y química, situados en las laderas del San Martín Tuxtla. Los objetivos del análisis geomorfológico son: 1) delimitar los perímetros y caracterizar la forma y geometría de conos y flujos de lava a partir de la información LiDAR más reciente; 2) refinar la cartografía de flujos de lava con las herramientas de alta resolución; 3) caracterizar la composición química, mineralógica y reológica de los flujos de lava de extensión variable. Se han realizado 43 análisis de FRX nuevos, correspondientes a muestras de flujos de lava y bombas de escoria recolectadas en 2016-2024, y se ha calculado la geometría, extensión y volumen de 20 volcanes y 5 flujos de lava. El análisis geomorfológico muestra estructuras cónicas bien definidas, con alturas relativas de 26 a 338 m, diámetros de cráter 100-400 m, volúmenes de 1.38x10-5 km3 hasta 1.75x10-1 km3. Los flujos de lava tienen una longitud mínima de 240 m y máxima de ~3,000 m. Los datos geoquímicos indican una composición química de basaltos y basanitas, en menor proporción picritas con rangos de SiO2 entre 41.98% y 46.22% en peso y de carácter calco-alcalino principalmente. Los resultados de estos análisis revelan evidencia de distintos episodios volcánicos efusivos en el CVLT. Este estudio aporta información novedosa sobre la morfología y composición del CVLT mediante LiDAR y análisis geoquímicos. Los resultados preliminares son insumos para la posterior definición y evaluación de escenarios eruptivos. Las siguientes etapas del proyecto incluirán concluir el trabajo de campo y el análisis geomorfológico, realizar los análisis petrográficos de muestras seleccionadas, llevar a cabo calibraciones al menos 2 de flujos de lava de referencia utilizando herramientas computacionales de simulación para estimar peligros asociados a erupciones efusivas en el CVLT.

SE08-10 CARTEL

EVALUACIÓN MÉTRICA DE LOS TRABAJOS CIENTÍFICOS RELACIONADOS CON LA REGIÓN DE LOS TUXTLAS: UN ESTUDIO DE CARÁCTER HISTÓRICO

Castro Ricardo[1] y Armendáriz Sánchez Saúl[2]

[1]*Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
rcastro@atmosfera.unam.mx

En las últimas tres décadas, las investigaciones relativas al ecosistema de la región de Los Tuxtlas han experimentado un incremento significativo en su visibilidad e impacto. Sin embargo, su origen inicia con investigaciones llevadas a cabo desde finales del siglo XIX, que fueron predominantemente de naturaleza descriptiva de sus áreas o especies. Durante ese período preliminar, las investigaciones se enfocaron predominantemente en la descripción general de la vegetación, la geología y la geografía, con una escasa indagación en los procesos ecológicos, climáticos o sociales que inciden en este ecosistema de considerable valor. Durante ese período, la comprensión limitada de la ecología de Los Tuxtlas condicionó la interpretación y el debate científico en torno a su relevancia tanto ambiental como económica. En el presente escenario, los primeros registros, mapas y datos proporcionan un fundamento esencial para la investigación sistemática y progresiva, facilitando la delineación de su distribución y estableciendo los cimientos para investigaciones subsiguientes. A lo largo de la transición del siglo XIX al XX, diversas entidades científicas

y naturalistas comenzaron a manifestar un interés incrementado en la flora y fauna. La consolidación de sociedades científicas, en conjunción con la publicación de artículos en revistas, estableció un espacio significativo para el reconocimiento y análisis de este ecosistema. Sin embargo, las investigaciones holísticas y multidisciplinarias aún se encontraban en fase de avance. Con el transcurso del siglo XX y la contemporaneidad, la producción científica ha transitado hacia un enfoque interdisciplinario que no solo se ocupa de la biología y ecología, sino que también incorpora dimensiones sociales, económicas y ambientales. En consecuencia, el propósito de este estudio métrico es examinar la producción científica tanto histórica como contemporánea en el sistema Scopus relativa al tema de Los Tuxtlas. Este análisis permitirá comprender cómo la comunidad científica de la región ha edificado un conocimiento robusto y pertinente para la conservación y administración de este ecosistema estratégico frente a los retos ambientales globales. En consecuencia, se desarrollaron una serie de estrategias de búsqueda orientadas a recuperar la información sobre el tema. Los hallazgos incluyen factores esenciales como los autores de mayor productividad, la citación internacional, las instituciones de mayor generación de conocimiento, las revistas que más publican temas de Los Tuxtlas y los años de publicación, entre otros componentes fundamentales para comprender el pasado y la tendencia temática con relación al conocimiento de esta importante zona geográfica. Referencias: Alcalá-Martínez, J. R., & Álvarez-Sánchez, J. (1999). Los Tuxtlas, Veracruz, México. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 16(1), 81-88. Arnold III, P. J. (2008). Arqueología en Los Tuxtlas: un resumen. Arqueología, paisaje y cosmovisión en Los Tuxtlas, Xalapa, Universidad Veracruzana, 65-75. Budar, L., Arnold III, P. J., & Becerra, G. (2024). Los Tuxtlas y su antigua interacción con las tierras bajas mayas. Arqueología, (64), 44-64.

SE08-11 CARTEL

GEOGRAFIA Y PAISAJE DE LOS TUXTLAS EN EL SON JAROCHO

Jácome Paz Mariana Patricia[1], Retana Estrada Carla Sofia[2], Ortega Fernández Sofía Erandi[3], Campechano Yan Juan Manuel[4], De la Fuente Rivera Juan Ramón[1], Ortiz Brito Alberto[5], Romero Altamirano Fidel[6] y Rodríguez Elizarrarás Sergio Raúl[7]

[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra, UNAM*
[3]*Facultad de Ciencias, UNAM*
[4]*Músico Tradicional de Los Tuxtlas*
[5]*Centro INAH Veracruz - Departamento de Antropología, Universidad de Kentucky*
[6]*Centro Nacional de Investigación Documentación e Información de la Danza José Limón del Instituto Nacional de Bellas Artes y Literatura (Cenidi-Danza del INBAL)*
[7]*Instituto de Geología*
jacome@igeofisica.unam.mx

Los paisajes de Los Tuxtlas se transforman en cultura a través de las expresiones sonoras del son jarocho y el Fandango. En este trabajo transdisciplinario se presenta una recopilación y reflexión sobre la influencia del paisaje en los elementos de este género musical y sus tradiciones asociadas. El son jarocho emergió en la región del sotavento veracruzano que abarca toda la región de Los Tuxtlas y se extiende hacia los estados de Tabasco y Oaxaca. Este territorio impregnó desde sus inicios la temática de los sones, fauna, flora, clima y prácticas agrícolas y pesqueras se volvieron material poético recurrente (Martínez Bolaños y Vazquez Sanchez, 2022). Sones como La Gallina, Los Chiles Verdes, El Cascabel, Los Pollos, El Pájaro Carpintero, entre otros muchos, nos muestran en sus versos la profundidad y belleza de una cotidianidad Tuxtleca. Por ejemplo, el son "La Guacamaya", convierte a la naturaleza en protagonista. Los versos hacen referencia a elementos del paisaje como cerros, barrancas y elementos de la flora: "En los cerros se dan tunas/y en la barranca, pitahayas/ en los huecos de los palos/ anidan las guacamayas". El paisaje en el son jarocho no solo es un escenario o un elemento descriptivo, sino también un símbolo comunitario o personal, que evoluciona, se adapta y se propone como una herramienta de énfasis o de resistencia. Por ejemplo, "La Caña", un son estrenado en 1994 (Hidalgo, 1994) usa un lenguaje profundamente vinculado con el entorno rural y usa a la "caña de azúcar" como protagonista de la vida cotidiana del Sotavento y como elemento de resistencia: "Caña dulce, caña brava/ caña de loreilorero/ que yo soy como la caña/ que me queman y no muero". Las relaciones entre la naturaleza y la música no solo se manifiestan en las letras de sus versos, sino también en la esencia misma de sus instrumentos. La vida del son proviene de las maderas, textiles y elementos vegetales y animales que dan tono y voz a las cajas de resonancia y las cuerdas. Así mismo, el son jarocho retrata elementos identitarios de las comunidades de la región destacando sus temperamentos, tradiciones y creencias. Con todos estos elementos sonoros, gráficos, históricos y etnográficos ilustraremos la armoniosa relación entre los paisajes abiertos y montañosos de Los Tuxtlas y la sonoridad en versos, instrumentos y zapateado del son jarocho. Referencias Martínez Bolaños y Vazquez Sánchez, 2022. Música y Naturaleza en el Son Jarocho. En Vol. 2 No. 3 (2022): South Florida Journal of Environmental and Animal Science, Miami, v. 2, n. 3, jul./sep. 2022. https://doi.org/10.53499/sfjeasv2n3-003 Hidalgo Patricio. 1994. La Caña. https://youtu.be/-SW0nmrUCjw?si=cZbJjFjS6o1TfSjT

SE08-12 CARTEL

GEOPATRIMONIO EN LOS TUXTLAS: VOLCANES, HISTORIA Y CULTURA

De la Fuente Rivera Juan Ramón[1], Ortiz Brito Alberto[2], Jácome Paz Mariana Patricia[1], Torres Orozco Rafael[3], Rivera Ballesteros Isaac[4], Rodríguez Elizarrarás Sergio Raúl[5], Retana Estrada Carla Sofía[6], Campechano Yan Juan Manuel[7] y Ramírez Serrato Nelly[1]

[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Centro INAH Veracruz - Departamento de Antropología, Universidad de Kentucky*
[3]*Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana*
[4]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UV-UNAM*
[5]*Instituto de Geología*
[6]*Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra, UNAM*
[7]*Músico Tradicional de Los Tuxtlas*
jrdfr86@gmail.com

La región de Los Tuxtlas, sur del estado de Veracruz; se constituye por un mosaico excepcional de patrimonio natural e histórico. Contiene volcanes, naturaleza, diversidad de suelos fértiles y una historia milenaria de tradiciones vivas que entrelazan al paisaje: geología, ecología y cultura. En esta región, el Campo Volcánico de los Tuxtlas se define por una serie de estructuras volcánicas de composiciones alcalinas y calco alcalinas (basaltos y andesitas basálticas) con edades de: 7-1.4 Ma Montepío-El vigía, 1-0.5 Ma Santa Marta, Encanto, Yohualtajapan-San Martín Pajapan, y el más joven y activo, el San Martín (50 ka al presente). Estas estructuras coexisten con más de 300 volcanes de pequeño volumen, algunos de ellos con erupciones históricas (e.g., 1.8-3 ka conos puntiagudo-nixtamalapan y mono blanco) de importancia arqueológica, así como algunos maars con aprovechamiento sustentable, algunos de uso recreacional-medioambiental, cultural y piscicultural, en torno al represamiento natural del lago de Catemaco. Este trabajo propone una reflexión interdisciplinaria sobre el geopatrimonio de Los Tuxtlas, abordando la geodiversidad expresada en sus suelos fértiles, en su mayoría de origen volcánico, y en una compleja historia geológica, los cuales han dado lugar a una de las regiones más biodiversas en México. Esta geodiversidad ha sustentado prácticas agrícolas históricas, como el cultivo del maíz y la caña de azúcar eje económico y social de numerosas comunidades desde el siglo XVI, hoy en claro declive. De igual manera, los materiales geológicos disponibles en la región han sido utilizados para grandes proyectos de infraestructura nacional (e.g.,Tren Maya), mostrando así el valor e impacto económico de Los Tuxtlas. Asimismo, destacan las cabezas colosales Olmecas y otras piezas de gran valor arqueológico que proveen evidencias acerca de la importancia de las montañas y volcanes para los antiguos habitantes, representando lugares sagrados habitados por espíritus; (e.g., el monumento 1 o chane) encontrado en la cima del volcán San Martín Pajapan, y la cabeza colosal 1 de Cobata, encontrada en el cerro del Vigía. Así mismo, los recursos geológicos y la configuración geográfica de la región, han influido en el surgimiento de la configuración de expresiones culturales como el son jarocho, una tradición musical que recoge el ritmo del paisaje, la memoria oral y la relación simbiótica con el entorno. El geopatrimonio en Los Tuxtlas, por lo tanto, es una base identitaria que conecta a las personas con su territorio. Reconocer esta interdependencia es clave para avanzar hacia modelos de geoconservación integrales y sostenibles que reconozcan la riqueza natural y cultural como un todo inseparable. Se presentan entonces una serie rutas y geositios de gran potencial.

Geos, Vol. 45, No. 1, Octubre, 2025

Sesión especial

LA CIENCIA ABIERTA Y LAS REVISTAS DE GEOCIENCIAS EN MÉXICO: RECOMENDACIONES PARA LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS DE RELEVANCIA INTERNACIONAL

Organizadores

Saúl Armendáriz
Minerva Castro
Ricardo Castro

SE09-1

PANORAMA DE LA CIENCIA ABIERTA Y LAS PUBLICACIONES DE GEOCIENCIAS EN MÉXICO: REVISTAS DE ALTA CALIDAD QUE PERMITEN LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE GRAN RELEVANCIA Y IMPACTO CIENTÍFICO

Armendáriz Sánchez Saúl
Biblioteca Conjunta de Ciencia de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM
asaul@atmosfera.unam.mx

La ciencia abierta constituye un movimiento global orientado a fomentar y proyectar el acceso libre a las investigaciones para la sociedad en su conjunto. Asimismo, tiene como objetivo respaldar el avance de una disciplina científica, una institución o una nación, facilitando así un crecimiento académico a nivel nacional. En el contexto de las Geociencias en México, la ciencia abierta y la ciencia ciudadana están intrínsecamente vinculadas con la sociedad, los desastres naturales y la riqueza geológica. Por lo tanto, se expone el actual escenario de ambas disciplinas para la publicación de trabajos de relevancia internacional, en el que las contribuciones científicas en las publicaciones académicas desempeñan un papel fundamental en su evolución. Para ello, se realizó un análisis documental del estado actual de la ciencia abierta en México y su impacto en las Geociencias en los últimos diez años. Llevándose a cabo indagaciones en bases de datos bibliográficas y se establecieron tres parámetros: políticas de ciencia abierta, acciones reales y publicaciones generadas, todos ellos centrados en las Geociencias del país. Los hallazgos obtenidos indican que la ciencia abierta y la ciencia ciudadana en el campo de las Geociencias en México se encuentran en un estado fundamental. Se han desarrollado propuestas emergentes para que las investigaciones alcancen a la totalidad de la sociedad. Las publicaciones académicas de las universidades públicas han realizado el mayor esfuerzo para evidenciar el valor académico y la relación social que poseen a nivel nacional. En consecuencia, el examen de los documentos recuperados y de las publicaciones relacionadas con las Geociencias de México se halla en un proceso en desarrollo, replicando modelos como los de la Unión Geológica Americana (AGU). Las publicaciones académicas son fundamentales para fomentar y difundir la ciencia abierta, especialmente aquellas que no requieren remuneración por publicación (las revistas diamante) y cuyo reconocimiento no solo se encuentra entre las comunidades académicas, sino también entre la sociedad en general. La relevancia de difundir la ciencia a través de publicaciones de impacto y divulgación para que alcance todos los estratos sociales constituye un aspecto esencial en el progreso científico a nivel nacional.

SE09-2

PROGRAMA PARA LA EXCELENCIA EN APOYO A LAS REVISTAS DE GEOCIENCIAS EN LA UNAM: METODOLOGÍA, RESULTADOS Y RECOMENDACIONES VIABLES PARA EDITORIALES CIENTÍFICAS MEXICANAS

Sosa Zaragoza Perla
Instituto de Geofísica, UNAM
perla@igeofisica.unam.mx

Los institutos de investigación en Geociencias pertenecientes a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) producen publicaciones científicas arbitrarias e indizadas que contribuyen a la difusión de conocimiento especializado. Dentro del marco de la ciencia abierta, la Biblioteca Conjunta de Ciencias de la Tierra (BCCT) ha instaurado un Programa para la Excelencia. El propósito primordial de este programa es establecer los artículos de dichas publicaciones en bases de datos e índices científicos y catálogos de alcance internacional. Así, se aspira a instaurar un criterio de evaluación más riguroso que facilite la cuantificación precisa del impacto y la pertinencia de sus contenidos. La metodología incorpora investigaciones bibliométricas junto con un análisis comparativo de los procesos editoriales. Los primeros, fundamentados en datos provenientes de Web of Science, Scopus, Dimensions y Altmetric, facilitan la identificación de las virtudes y limitaciones de las revistas, mientras que el análisis editorial determina fallos técnicos y operativos que impactan de una manera u otra la imagen de la publicación. Esta evaluación, tanto cuantitativa como cualitativa, permite un diagnóstico exacto de las áreas de importancia crítica. Para dar prioridad a las mejoras, se emplea un "semáforo técnico" que estructura las soluciones sugeridas y facilita la rectificación simultánea de los problemas, garantizando de este modo un desarrollo equilibrado y sostenible de las publicaciones académicas. Las tácticas fundamentales para potenciar el impacto de los contenidos incluyen la implementación de redes sociales, cuyos resultados son cuantificables mediante métricas alternativas (altmetrics), instrumentos indispensables para evaluar la diseminación y la aceptación del saber científico en el actual escenario global. Este estudio actúa como precedente al divulgar un modelo exitoso implementado en la Universidad Nacional Autónoma de México. El propósito primordial es proporcionar una experiencia replicable que permita a otras publicaciones científicas mexicanas, especialmente aquellas en campos afines, incrementar su visibilidad, posicionamiento e impacto dentro del marco del paradigma de la ciencia abierta.

SE09-3

LAS REVISTAS CIENTÍFICAS LATINOAMERICANAS EN EL CONTEXTO DE LA INICIATIVA DE BUDAPEST Y LA RECOMENDACIÓN DE LA UNESCO SOBRE LA CIENCIA ABIERTA

Amescua García Claudio Mario
Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM
claudio.amescua@atmosfera.unam.mx

Con la aparición de la Internet hacia el final de la década de los años 90 del siglo XX, se inició una nueva época en la edición y publicación de las revistas científicas en el mundo y en América Latina. En esta región se fue desarrollando un modelo de publicación de características únicas a partir de condiciones socio históricas compartidas por los diferentes países de este subcontinente. Además de las revistas en lo individual los actores determinantes, en una etapa previa, fueron proyectos como BIREME (Biblioteca Regional de Medicina OPS/OMS, Brasil, 1967), CLASE (Citas Latinoamericanas en Ciencias Sociales y Humanidades, UNAM, 1975), Periódica (Índice Latinoamericano de Revistas de Ciencias, UNAM,1978), LILACS (Literatura Latinoamericana de Ciencias de la Salud, OPS/OMS/BIREME, 1982) y, posteriormente, Latindex (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, 1997), SciELO (Scientific Electronic Library on Line, Brasil 1988) y RedALyC (Sistema de Información Científica, UAEMéx, 2003). La Iniciativa de Budapest (2002, 2012, 2022) y la Recomendación para la Ciencia Abierta 2021 de la UNESCO han formalizado lo que, en lo referente a las revistas científicas, se empezó a gestar de manera clara con el lanzamiento de Scielo en 1998, poco más de dos años antes de que se hiciera pública la iniciativa de Budapest en 2002. En la actualidad el "modelo latinoamericano de publicación científica", aunque no se pueda asociar a un modelo en un sentido estricto, debido a los diferentes puntos de vista de los variados actores, es un referente internacional

para algunas iniciativas como la promovida por la Unión Europea sobre revistas de Acceso Abierto Diamante.

SE09-4

GEOCRIS-UNAM: FORTALECIENDO EL POSICIONAMIENTO GLOBAL DE LAS REVISTAS ESPECIALIZADAS EN CIENCIAS DE LA TIERRA

Gómez González Carlos Daniel

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

cagonzalez@cmarl.unam.mx

En el ecosistema científico actual, la evaluación del impacto y la visibilidad de las revistas científicas, en particular aquellas de acceso abierto y modelo diamante, se basa en dos tipos de métricas. Por un lado, las métricas tradicionales, derivadas de bases de datos de gestión del conocimiento como Scopus, Web of Science, Dimensions y Google Scholar, que ofrecen indicadores como el factor de impacto, los cuartiles y los índices de citación. Por otro, las métricas alternativas, que miden el impacto social, el uso y la difusión de la producción científica a través de redes sociales y herramientas de apoyo a la comunidad, como Altmetric. En este contexto, el trabajo expone el proyecto académico GeoCRIS, el cual es un sistema desarrollado por la Biblioteca Conjunta de Ciencias de la Tierra (BCCT) de la UNAM con el objetivo de fortalecer la gestión editorial y el posicionamiento internacional de las revistas especializadas en Geociencias. Destacando las ventajas del sistema que ofrece: la mejora en la calidad de la gestión editorial, el fortalecimiento de su reputación académica, el apoyo en la toma de decisiones estratégicas, el aumento de la visibilidad e impacto científico, los beneficios institucionales y una mayor sensibilización del público lector sobre la calidad del contenido publicado. Todo ello representa un paso fundamental hacia la integración plena en el paradigma de la Ciencia Abierta. Además, se presentan las revistas académicas del área de las geociencias de la UNAM que ya participan en el programa, junto con ejemplos de registros y métricas disponibles. Finalmente, se extiende una invitación abierta a otras revistas para unirse a esta iniciativa colaborativa, cuyo objetivo principal es potenciar el alcance y reconocimiento global de las publicaciones científicas del país en beneficio de la investigación en ciencias de la tierra. Bibliografía consultada Azeroual, O., & Schöpfel, J. (2019). Quality Issues of CRIS Data: An Exploratory Investigation with Universities from Twelve Countries. Publications, 7(1), 14. https://doi.org/10.3390/publications7010014 Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales. (2021). Herramienta 1: los sistemas CRIS, su potencialidad para visibilizar diversas formas de producción e impulsar nuevas modalidades de evaluación. FOLEC 2021: Hacia La Transformación de Los Sistemas de Evaluación En América Latina y El Caribe: Herramientas Para Promover Nuevas Políticas Evaluativas, 1–25. Lajpop, K., & Ixcolin, A. (2024). Los beneficios de un sistema CRIS para la investigación científica. Revista Iberoamericana de Ciencias, 11(3), 222–228. https://www.reibci.org/publicados/2024/dic/5500104.pdf Pinto Castañeda, S. E. (2024). Optimización de la gestión investigativa: Explorando el potencial de los sistemas CRIS en entornos académicos. Revista Diversidad Científica, 4(1), 273–286. https://doi.org/10.36314/diversidad.v4i1.122

SE09-5

GEOFÍSICA INTERNACIONAL: LA IMPORTANCIA DE SU IMPACTO E INDIZACIÓN EN APOYO A LAS CIENCIAS DE LA TIERRA

Castro Escamilla Minerva[1] y Sosa Jiménez Miguel Ángel[2]

[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*

[2]*Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geofísica, SSN*

minerva@igeofisica.unam.mx

Las ciencias de la tierra en México se encuentran apoyadas directamente por un número importante de revistas diamante que promueven el impacto y visibilidad de las investigaciones que se hacen sobre el tema, sin pagos de APC y con elementos de calidad como factor de impacto y cuartil. Una de las revistas que ha tenido un crecimiento constante en los índices de impacto en los últimos tres años es Geofísica Internacional, la cual ha buscado proyectar y promover la producción científica que ahí se publica, no solo por su plataforma y sitio web, sino por medio de la inclusión en 18 índices, bases de datos y catálogos especializados que promueven la consulta, citación y descarga de los artículos para que el trabajo académico desarrollado tenga un alcance mayor, no solo en la línea académica, sino también en la social, que apoye la ciencia abierta y a la ciencia ciudadana. Se muestra el trabajo que las revistas deben realizar para darle una visibilidad amplia a los artículos. En ese sentido, deben promover a los autores, no solo a nivel nacional e internacional, para que cuenten con una mayor presencia. Sobre todo, deben ofrecer un plus para que dispongan de una mayor posibilidad de reconocimiento académico. La ciencia no solo debe quedarse en el lugar de publicación, sino tener una mayor movilidad a todos los niveles académicos. La ciencia abierta, en donde participa Geofísica Internacional, debe seguir creciendo y México, por medio de la mayoría de sus revistas académicas, está involucrándose. La indización de los contenidos es elemento clave; por ello se muestran los procesos de calidad que se deben seguir bajo un apoyo a los autores que les permita incrementar en un corto plazo una presencia académica internacional.

SE09-6

VALORIZACIÓN DEL TRABAJO CARTOGRÁFICO EN INVESTIGACIONES GEOCIENTÍFICAS: OPORTUNIDADES DE PUBLICACIÓN EN TERRA DIGITALIS

Couturier Stephane, Osorno Covarrubias Javier y López Quiroz Penélope

UNAM

andres@geografia.unam.mx

Las investigaciones en geociencias suelen implicar el análisis y uso de datos georreferenciados. Sin embargo, al publicarse en revistas internacionales de temáticas específicas, estos datos suelen representarse de manera parcial en figuras dentro del artículo, sin reflejar la totalidad de la información disponible. En algunos casos, los conjuntos completos de datos georreferenciados se incluyen como material suplementario en repositorios en línea, en formatos comprimidos y sin un estilo cartográfico definido. La emergencia de revistas especializadas en mapas y datos geocientíficos subraya la relevancia científica de estos recursos como productos independientes, capaces de generar nuevos conocimientos más allá de los expuestos en un artículo temático. Asimismo, la visualización estática o dinámica, incluyendo representaciones en 3D, potencia el descubrimiento científico, permitiendo aplicaciones en otras disciplinas, subdisciplinas o enfoques interdisciplinarios, como el análisis de riesgos multifacéticos. En el contexto de la ciencia abierta, la integración de acervos geocientíficos masivos representa un avance significativo para la comunidad geocientífica contemporánea, especialmente en la era de la inteligencia artificial y frente a los desafíos de los cambios ambientales acelerados. Estos acervos, accesibles mediante servicios OGC y procesables a través de técnicas de aprendizaje automático, amplifican su impacto y utilidad. En esta comunicación se destaca la importancia de publicar cartografía en línea de datos georreferenciados como un producto científico autónomo, complementario a los artículos temáticos. Para ello, se presentan las características de la infraestructura de datos espaciales de "Terra Digitalis: International Journal of Interactive Maps and Geovisualization", desarrollada por la UNAM, que ofrece una plataforma innovadora para la publicación de diversos productos geocientíficos, con características únicas entre las revistas internacionales actuales. No obstante, existen limitaciones, como la dependencia entre la representación cartográfica y los protocolos experimentales diseñados para aplicaciones específicas, lo que puede dificultar su extensión a otros contextos. Con esta comunicación, se busca: 1) difundir las oportunidades que ofrece Terra Digitalis para la publicación de productos cartográficos, y 2) propiciar un diálogo sobre los alcances y limitaciones de la cartografía en línea como producto científico independiente.

SE09-7

REVISTA CIENCIAS MARINAS: HACIA UNA CIENCIA OCEÁNICA ABIERTA, VISIBLE Y DE ALCANCE INTERNACIONAL

Félix-Bermúdez Armando, Sandoval-Gil Jose Miguel, Lievana-MacTavish Andrea y Michel-Villalobos Claudia Adriana

Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC

armando.felix@uabc.edu.mx

Con más de cinco décadas de trayectoria, Ciencias Marinas (CM) se ha consolidado como un referente en la comunicación científica de la oceanografía en México, adoptando prácticas editoriales que fortalecen la calidad, transparencia y alcance de sus publicaciones. Este esfuerzo ha contribuido al desarrollo de la carrera de investigadoras e investigadores en todas las áreas de la oceanografía. Actualmente, CM avanza hacia un modelo alineado con los principios de ciencia abierta (e.g., acceso libre, disponibilidad de datos y métodos, y visibilidad en repositorios internacionales), como eje central de su estrategia editorial. La experiencia de CM refleja los retos y oportunidades que enfrentan, en general, las revistas mexicanas especializadas en ciencias marinas y acuáticas, las cuales constituyen un nicho editorial reducido pero estratégico para la comunicación científica en el país. Entre las prioridades de CM y revistas afines destacan: 1) integrar prácticas de ciencia abierta desde el envío del manuscrito hasta la difusión post-publicación; 2) incentivar la publicación de datos y metadatos; 3) reducir los tiempos de revisión y publicación, manteniendo el rigor científico; 4) fomentar la publicación bilingüe; 5) publicar números especiales sobre temas emergentes; 6) optimizar flujos editoriales con herramientas digitales; 7) impulsar la divulgación que conecte ciencia y sociedad; y 8) alinear agendas editoriales con marcos internacionales como el Decenio de las Ciencias Oceánicas (ONU, 2021–2030). Estas prioridades buscan aumentar la difusión internacional de las publicaciones, posicionar a las revistas mexicanas en cuartiles superiores (factor de impacto >1, Q2), incidir en políticas públicas y contribuir, a través de la ciencia abierta, a la preservación de los ecosistemas marinos. Sin embargo, su consolidación depende en gran medida del fortalecimiento de políticas federales de apoyo a editoriales y revistas nacionales, que reconozcan y ponderen la producción científica hecha en México como parte fundamental de la soberanía científica.

SE09-8

LA AMENAZA DE LAS REVISTAS DEPREDADORAS EN LAS ÁREAS DE LAS CIENCIAS DE LA TIERRA

Castro Ricardo
Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM
rcastro@atmosfera.unam.mx

Actualmente, las revistas depredadoras representan una seria amenaza para la integridad y calidad de la investigación en Ciencias de la Tierra. Aunque aparentan son publicaciones legítimas, operan bajo prácticas editoriales dudosas y priorizan el lucro por encima de la difusión científica rigurosa. Se aprovechan de la presión que enfrentan los estudiantes y académicos, especialmente los jóvenes, por un compromiso de tener publicaciones para su contratación u obtención de grado, sobre todo en los países en vías de desarrollo, cobrando tarifas excesivas a cambio de procesos editoriales deficientes y sin ningún estricto control de contenidos, provocando así una ciencia basura. Estas revistas se presentan como académicas e indizadas, pero carecen de una revisión por pares estricta, indispensable para validar resultados científicos. Sus sitios web suelen contener errores y no ofrecen transparencia en aspectos clave como costos de publicación, procesos editoriales ni en la composición de sus consejos editoriales. Además, incumplen estándares éticos y prometen tiempos de publicación irreales. Generalmente, no están indexadas en bases de datos ni directorios reconocidos en el ámbito científico, aunque suelen falsear métricas de impacto, engañando a clientes potenciales que buscan visibilidad. El impacto en las Ciencias de la Tierra es particularmente grave debido a la necesidad de precisión y robustez en los datos. La falta de revisión rigurosa puede propagar hallazgos erróneos o metodologías defectuosas, afectando la interpretación de datos geológicos y la modelación de fenómenos climáticos. Estos errores pueden ser citados, perpetuando información científica falsa. Además, el modelo de acceso abierto, diseñado para democratizar el conocimiento, ha sido distorsionado por estas publicaciones que saturan el mercado con artículos de baja calidad, confundiendo a lectores e investigadores. Para evitar estos riesgos, los científicos deben verificar que las revistas estén indexadas en bases de datos fiables, confirmar la transparencia en los procesos editoriales y costos, y ser escépticos ante promesas de publicación rápida o invitaciones agresivas. La lucha contra las revistas depredadoras es responsabilidad de toda la comunidad científica para proteger la integridad, rigor y credibilidad de las Ciencias de la Tierra, así como de otras disciplinas relacionadas. Bibliografía Barrios-De Tomasi, J. (2024). Las revistas depredadoras:¿ qué son y cómo evitarlas?. Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social, 62(1), e5395. Laine, C., Babski, D., Bachelet, V. C., Bärnighausen, T. W., Baethge, C., Bibbins-Domingo, K., ... & Zakhama, L. (2025). Predatory journals: what can we do to protect their prey?. The Lancet, 405(10476), 362-364. Verma, A., Kumar, J., & Khandelwal, N. (2025). Predatory Journals:"The Gray Market" of Academic Publishing. Indian Journal of Radiology and Imaging, 35(S 01), S114-S115.

SE09-9

BOLETÍN GEOS DE LA UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA (ISSN-0186-1891): UN MEDIO PARA COMUNICAR OBSERVACIONES E IDEAS SOBRE EL SISTEMA TIERRA

Benítez Pérez Humberto S.[1], Arregui Ojeda Sergio M.[1], Morales Infante Miriam S.[2], Rojo Díaz de León Andrea[2] y Delgado Argote Luis A.[1]
[1]*División de Ciencias de la Tierra, CICESE*
[2]*Programa Jóvenes Construyendo el Futuro, Secretaría del Trabajo y Previsión Social / CICESE*
hbenitez@cicese.mx

La divulgación en el espectro amplio de las Ciencias de la Tierra es muy pobre si se considera el número de profesionales graduados que trabajan en México. Sin tratar de buscar las múltiples razones por las que el número de publicaciones sobre la naturaleza física del país es tan baja, vale la pena resaltar que una de ellas es la falta de revistas que promuevan la difusión de la investigación. Sucede que, sobre todo entre los colegas más jóvenes, que la inquietud por escribir sobre sus hallazgos en la investigación, aplicación de nuevas técnicas, o la divulgación de temas de interés educativo, no encuentra revistas u otros medios donde hacerlo. Con excepción de algunos medios universitarios, los espacios para la divulgación suelen dirigirse a un público amplio y sus formatos tienen poco rigor. Las revistas científicas especializadas cumplen con el compromiso estricto de velar por la novedad y relevancia de las investigaciones hacia la explicación de fenómenos y generación de nuevas ideas. Entre esos dos enfoques se encuentran muchos estudios que forman parte de trabajos de tesis, desarrollos de hipótesis para proponer proyectos, prototipos de equipos o redes para monitorear fenómenos naturales, descripciones de accidentes en sentido amplio debidos a fenómenos naturales, así como temas de divulgación enfocados hacia eventos especiales con fines didácticos, como olimpiadas del conocimiento, etcétera. GEOS es una revista dirigida principalmente a lectores con nivel universitario. En GEOS se publican a) trabajos originales, así como b) divulgación, c) reportes técnicos o de avance de investigaciones y d) notas científicas. A criterio de los árbitros, los trabajos que califican en a) requieren de la opinión de por lo menos dos revisores, mientras que b) y c) son arbitrados por un revisor y d) por el editor principal de la revista. Se accede a través de la dirección geos.cicese.mx, en donde encontrarán las instrucciones para el envío de cualquier tipo de los trabajos mencionados. A partir del presente año, en esa misma plataforma se encuentran prácticamente todos los trabajos publicados por la revista desde 1981. Es pertinente destacar que varios de los autores de artículos en GEOS nos han informado sobre la trascendencia de sus trabajos, tanto en el ámbito local como internacional. En particular, las Olimpiadas de Ciencias de la Tierra en el ámbito de la enseñanza, así como aquellos que tratan sobre riesgos naturales entre la población, desarrolladores urbanos y autoridades de localidades afectadas por fenómenos naturales pues, estos documentos, representan una fuente confiable de información. Por la rapidez con la que los trabajos se publican y por el alto valor educativo de sus contenidos, sirva esta presentación como invitación para que un sector más amplio de estudiosos del sistema Tierra utilice Geos como una buena opción para publicar.

SE09-10

LO QUE SABEMOS Y LO QUE FALTA POR INVESTIGAR: NECESIDADES Y RETOS EN LA DIVULGACIÓN DE LAS GEOCIENCIAS

Suárez Lastra Manuel y Oropeza Estrada Karina Guadalupe
Universidad Nacional Autónoma de México
manuelsuarez@unam.mx

Esta mesa de diálogo propone reflexionar sobre los avances, vacíos y retos actuales en el campo de la divulgación de las geociencias, a partir de la experiencia institucional de las oficinas de comunicación de los institutos de la UNAM vinculados con estas disciplinas. Con la pregunta central "¿Qué sabemos y qué no sabemos aún sobre divulgación científica?", se buscará identificar las principales necesidades de investigación en este ámbito, así como compartir buenas prácticas, desafíos comunes y particularidades de la comunicación de las geociencias. La mesa reunirá a coordinadores y responsables de comunicación de cinco institutos Geología, Geografía, Geofísica, Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, y Geociencias, quienes compartirán su visión acerca del papel estratégico de la divulgación, los públicos meta, las metodologías empleadas y las oportunidades para fortalecer la colaboración entre ciencia y sociedad. De esta forma, se ofrecerá una visión integral de cómo la UNAM aborda la comunicación de una de las áreas científicas con mayor impacto social, en un momento en el que la comprensión de fenómenos naturales, riesgos y procesos ambientales resulta más urgente que nunca.

SE09-11

REVISTA ENSEÑANZA Y COMUNICACIÓN DE LAS GEOCIENCIAS, PROFESIONALIZACIÓN Y CRECIMIENTO DE UN ESPACIO PARA COMPARTIR EXPERIENCIAS Y MATERIAL PARA DOCENTES Y PÚBLICOS DIVERSOS INTERESADOS EN LAS CIENCIAS DE LA TIERRA

Gutiérrez Navarro Rodrigo[1], Del Pilar Martínez Alexis[2], Alaniz Álvarez Susana Alicia[3], Elbjorn Flores Ilse[4], Vega González Marina[3] y Fuentes Vilchis Sandra[5]
[1]*Facultad de Ingeniería, UNAM*
[2]*Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM*
[3]*Instituto de Geociencias, UNAM*
[4]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
[5]*Escuela Nacional Preparatoria, UNAM*
rgutierrez@geociencias.unam.mx

La revista Enseñanza y Comunicación de las Geociencias (RECG), desde su creación en 2022, ha sido una publicación Diamond Open Access (sin costos para los autores ni lectores), con una periodicidad semestral, dedicada a fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias de la Tierra en contextos educativos de habla hispana. Publicada por el Instituto de Geociencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, la RECG cuenta con el aval de la Comisión de Educación de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS-COGE) y del Capítulo Latinoamericano de la LAIGEO (Organización Internacional para la Educación en Geociencias), lo cual respalda su compromiso con estándares internacionales en materia de educación geocientífica. Como parte de su proceso de consolidación y profesionalización editorial, la RECG ha obtenido tanto ISSN (2992-8087) como DOI (10.22201/cgeo.29928087e) y ha implementado la plataforma Open Journal System (OJS) en los idiomas español, inglés y próximamente en portugués (!). La RECG se encuentra en las bases de datos Dialnet, Latindex y el Catálogo de Revistas UNAM, lo cual ha permitido fortalecer la transparencia y accesibilidad del proceso editorial. Hasta la fecha, se han publicado siete números semestrales que reúnen 68 artículos dirigidos a docentes y aprendientes de diversos niveles educativos, desde preescolar hasta posgrado. En sintonía con los principios de la ciencia abierta, la ECG busca promover una comunidad activa, en donde autores, docentes e investigadores interactúen mediante experiencias didácticas y estrategias de geocomunicación que enriquezcan la pluralidad en las enseñanzas de las Ciencias de la Tierra.

SE09-12

LA CIENCIA NO SE GUARDA: DIVULGACIÓN Y ACCESO ABIERTO

González Méndez Blanca
UNAM, ERNO
nuestratierra@geologia.unam.mx

Comenzaré señalando que no es divulgación científica: no se trata de diluir o "bajar el nivel" del conocimiento científico para que lo entienda un público no especializado. Como indica de Regules (2024) divulgar es transmutar la ciencia para volverla elocuente; es una forma de narrarla para que capte la atención y despierte el interés del lector. Por ello, no puede escribirse como un artículo científico, porque no está dirigida a un público especializado, si no a lectores voluntarios, no expertos, que se acercan por gusto o curiosidad. Comunicar el conocimiento científico es crucial. Cuando se hace entre pares, permite el avance del conocimiento dentro de la comunidad académica. Pero cuando se dirige al , público general, cumple un rol social igualmente vital: empodera a las personas para tomar decisiones mejor informadas en su vida cotidiana, fomenta el pensamiento crítico y contribuye a una sociedad más consciente y participativa. En este contexto, las revistas de divulgación científica -como Nuestra Tierra- desempeñan un papel fundamental como puente entre la academia y la sociedad. A través de ellas, docentes, estudiantes, profesionales de otros campos, periodistas y cualquier ciudadano interesado pueden acceder a contenidos científicos sin necesidad de formación técnica. Una divulgación bien realizada contribuye al incremento del conocimiento general, combate la desinformación, y promueve una cultura de innovación, investigación y resolución de problemas (Morales Salas, 2021). No obstante, hacer divulgación científica es más complejo de lo que parece. Narrar la ciencia con elocuencia requiere que el divulgador domine tanto la comunicación de la ciencia como las habilidades comunicativas. Escribir con claridad y estilo, estructurar bien las ideas, evitar el lenguaje técnico innecesario y mantener el interés del lector son habilidades esenciales que no se suelen enseñaren la formación académica tradicional. Como señala de Regules (2024), los textos de divulgación no deben sonar como artículos para especialistas. Por todo lo anterior, esta práctica representa una valiosa oportunidad para jóvenes investigadores -y para no tan jóvenes- de desarrollar habilidades de comunicación, tanto escrita como oral. Al tener que explicar conceptos complejos de forma clara, el divulgador entrena su pensamiento estructurado y mejora su capacidad de análisis. Además, las publicaciones en revistas de divulgación pueden servir como primer acercamiento al mundo académico, incluso antes de contar con artículos en revistas especializadas. Finalmente, la divulgación científica está estrechamente vinculada con la ciencia abierta. Ambas buscan eliminar barreras de acceso, de comprensión y participación. Al hacer accesibles los conocimientos científicos mediante un lenguaje claro y medios abiertos, se avanza hacia una ciencia más democrática, inclusiva y colaborativa. En conclusión, la ciencia no se guarda: se comunica, se comparte y se abre para que cumpla su función más esencial, la de servir a la sociedad.

SE09-13

ESFUERZOS DESDE LA GEOGRAFÍA PARA LA DIVULGACIÓN DE LAS GEOCIENCIAS: INICIATIVAS DEL INSTITUTO DE GEOGRAFÍA UNAM

Oropeza Estrada Karina Guadalupe y Suárez Lastra Manuel
Universidad Nacional Autónoma de México
karinaoropeza2307@gmail.com

El Instituto de Geografía ha desarrollado diversas iniciativas de divulgación científica con el propósito de acercar el conocimiento geográfico y las geociencias a públicos variados: desde estudiantes de nivel medio superior y superior hasta la sociedad en general. Estas acciones, en formatos presenciales, itinerantes y virtuales, se diseñan con base en criterios divulgación científica y pedagógicos. Programas como Geópolis, Aspira e Inspira Geografía, #AprendamosIGg y Semillas Geográficas constituyen ejemplos de proyectos que desde la geografía, buscan despertar vocaciones científicas en el ámbito de las geociencias, promueven el interés por estas disciplinas y favorecen la participación activa de las audiencias. Además, varios de ellos integran de forma colaborativa áreas afines como la geología y la geofísica, lo que enriquece la experiencia y amplía su alcance. Estas estrategias buscan traducir el conocimiento especializado en experiencias accesibles, motivadoras y socialmente relevantes, consolidando el papel de la geografía como una disciplina clave en la divulgación de las ciencias de la Tierra y en la formación de una ciudadanía crítica y territorialmente consciente.

Sesión especial

MÉTODOS COMPUTACIONALES EN CIENCIAS DE LA TIERRA

Organizadores

Jorge Javier Hernández Gómez
Gabriela Aurora Yáñez Casas
Abraham de Jesús Pablo Sotelo
Fabián Ramírez López

SE10-1

CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA DE IMÁGENES PARA EL MONITOREO DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL UTILIZANDO APRENDIZAJE PROFUNDO

Tinoco Martínez Sergio Rogelio[1], Valdez Maldonado Miriam Guadalupe[1] y Domínguez Ramírez Luis Antonio[2]

[1] *Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Morelia, ENES Morelia*
[2] *Instituto de Geofísica, UNAM*

stinoco@enesmorelia.unam.mx

El monitoreo oportuno y preciso de la actividad volcánica es fundamental para la gestión del riesgo y la toma de decisiones operativas en caso de erupciones. En México, el Volcán Popocatépetl es uno de los más activos y cercano a zonas densamente pobladas. Sin embargo, el monitoreo de este volcán se realiza de forma manual con base en imágenes satelitales y aéreas, cámaras de video e infrarrojas, así como sensores térmicos e infrasónicos. Considerando el impacto social del monitoreo volcánico y el avance en las técnicas automáticas de inteligencia artificial, este estudio propone un modelo de aprendizaje profundo como herramienta complementaria para el monitoreo del Volcán Popocatépetl. El trabajo presenta los resultados de la aplicación de un modelo de redes neuronales artificiales, con arquitectura "Transformer" para visión computacional, sobre imágenes fotográficas (espectro visible) del Popocatépetl. Los resultados obtenidos sobre un total de 240,392 imágenes, etiquetadas en una de cuatro categorías según el estado del volcán, fueron métricas individuales por clase y agrupadas superiores al 98% de exactitud, precisión, sensibilidad ("Recall") y puntaje F1. Los hallazgos de este estudio ayudan a mejorar la eficiencia y la eficacia en la alerta temprana para las personas dentro de la zona de riesgo, agilizando los reportes y mejorando la respuesta ante cambios en la actividad del volcán, especialmente los que se generan en un intervalo de tiempo corto.

SE10-2

DESARROLLO DE ESCALAS GEOELÉCTRICAS PARA AMBIENTES LACUSTRES DEL VALLE DE MÉXICO MEDIANTE AGRUPAMIENTO NO SUPERVISADO E INTEGRACIÓN DE PARÁMETROS MULTIVARIADOS

Rodríguez Abreu Luis Edgar[1], Sánchez Martínez Juan Pablo[2] y Muñoz Valdivia Ingrid Alejandra[2]

[1] *5 Sol Geoconsultores*
[2] *Geoestudios Cincosol*

luis_rod@cincosol.mx

La caracterización del subsuelo en ambientes lacustres representa un desafío técnico debido a la alta heterogeneidad litológica y a la superposición de propiedades físicas en distintos materiales. Este trabajo presenta la construcción de escalas de resistividad eléctrica específicas para la zona de lago del Valle de México, integrando información geoeléctrica, geotécnica, geoquímica y geológica proveniente de 12 proyectos y 23 sondeos, con un total de 600 entradas. Se aplicaron algoritmos de agrupamiento no supervisado (K-Means, K-Medoids, DBSCAN y Gaussian Mixture Models), combinados con análisis de componentes principales (PCA), para definir grupos representativos de materiales en función de resistividad y profundidad. Se probaron enfoques con y sin transformación logarítmica de resistividad. La verificación se realizó mediante comparación con más de 700 perfiles geológicos reales. El método más efectivo fue K-Medoids sin transformación logarítmica, con una precisión del 58.2% en la asignación litológica, alcanzando hasta 85.1% en casos específicos. Además, se identificaron patrones geoquímicos asociados a la posible presencia de biogás, lo que refuerza el potencial del enfoque para interpretar condiciones del subsuelo más allá de la litología. Este estudio demuestra que es posible mejorar la interpretación indirecta del subsuelo mediante técnicas de inteligencia artificial y desde una perspectiva multidisciplinaria, permitiendo mayor precisión en zonas de alta complejidad geológica. Palabras clave: Resistividad eléctrica, agrupamiento no supervisado, caracterización del subsuelo, ambientes lacustres, inteligencia artificial aplicada.

SE10-3

INTEGRACIÓN DE FÍSICA Y APRENDIZAJE AUTOMÁTICO: PINNS PARA EL MODELADO DIRECTO Y PERSPECTIVAS EN INVERSIÓN MAGNÉTICA

Palafox González Abel, Nava Flores Mauricio y Fregoso Becerra Emilia

Universidad de Guadalajara

abel.palafox@academicos.udg.mx

Los métodos de aprendizaje automático han cobrado gran relevancia en Ciencias de la Tierra al permitir extraer patrones y relaciones a partir de datos observados. Sin embargo, en la modelación de datos potenciales, los enfoques clásicos basados en leyes físicas, requieren supuestos que no siempre reflejan el comportamiento de las observaciones reales, lo que puede generar una brecha entre teoría y datos. Esto se acentúa en problemas de inversión. Las Redes Neuronales Físicamente Informadas (PINNs, por sus siglas en inglés) constituyen un marco computacional que integra el ajuste a datos experimentales con las ecuaciones diferenciales que gobiernan el fenómeno, unificando así física y aprendizaje automático en un solo modelo. En este trabajo se presenta la implementación de PINNs para el modelado de datos magnéticos, describiendo la formulación matemática, el esquema de entrenamiento y los aspectos computacionales clave. Se discuten los resultados del modelado, así como ventajas, limitaciones y posibles extensiones del método, con el objetivo de evaluar su potencial como herramienta computacional para problemas de inversión de datos potenciales.

SE10-4

APRENDIZAJE SUPERVISADO APLICADO PARA EL MAPEO DE LA COBERTURA FORESTAL DEL SISTEMA LAGUNAR CHASCHOC SEJÁ, TABASCO, MÉXICO

Nieto Butrón Jacob Jesús[1], Ramírez Serrato Nelly Lucero[2], García Cruzado Sergio Armando[3], Romero Herrera Alejandro[4], Hernández Hernández Mario Alberto[2], Cortés Alejandra[2], Hernández García Guillermo[2], Herrera Zamarrón Graciela[2] y Olea Olea Selene[5]

[1] *Instituto de Geofísica, UNAM*
[2] *Departamento de Recursos Naturales, Instituto de Geofísica, UNAM*
[3] *Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
[4] *IBERO*
[5] *Instituto de Geología, UNAM*

jacob.nieto@igeofisica.unam.mx

El sistema lagunar Chaschoc-Sejá ubicado en Tabasco es una región natural dominada por una serie de lagunas interconectadas, importante por que alberga una gran diversidad de flora y fauna y entre ellas, especies endémicas. Por su importancia, requiere de un monitoreo a lo largo del tiempo para evaluar los impactos antropogénicos que está sufriendo la zona. Los mapas de uso de suelo y de morfometría de cuerpos de agua son una herramienta clave para el monitoreo a gran escala. El objetivo de nuestro trabajo es aplicar diferentes algoritmos de aprendizaje supervisado sobre imágenes satelitales planet scope (3 m) para determinar cual nos ayuda a mapear de forma más eficaz la cobertura forestal y los cuerpos de agua específicamente para el área de estudio. Para esto, se tomó en cuenta una imagen satelital para temporada de seca y una de temporada de lluvia (Marzo y Septiembre de 2024, respectivamente). Se tomaron puntos de entrenamiento de las diferentes coberturas y se aplicaron 4 algoritmos de clasificación supervisada. Para hacer la comparación se implementó el algoritmo tradicional de "Máxima verosimilitud" (maximum likelihood) y tres algoritmos de aprendizaje automatizado llamados "bosques

aleatorios" (random forest), "máquinas de vector soporte" (support vector machine) y "árboles aleatorios" (random trees). Para la validación de los mapas de uso de suelo se utilizó el método de índice de kappa. Con este método se evalúa la capacidad que aporta cada uno y cual es el que mejor se adapta a la zona de estudio. Los resultados preliminares muestran que el algoritmo tradicional de clasificación Maximum Likelihood tiende ajustar mejor las clases que los otros tres, ya que hace una separación más fina de las categorías. Estos resultados son preámbulo para utilizar el algoritmo de maximum likelihood en un monitoreo multitemporal en la zona que sea válido para evaluar la evolución morfométrica de la zona y que a su vez pueda ser una herramienta de cuidado ambiental.

SE10-5

ESTIMACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA EFECTIVA DE UNA LAVA TRAQUIANDESÍTICA DEL COMPLEJO VOLCÁNICO LOS HUMEROS (MÉXICO)

Orellana Juan[1], Vega Sandra[2], Siegert Mirko[3],
Carrasco-Núñez Gerardo[2] y Manea Vlad Constantin[2]
[1]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geociencias, UNAM*
[2]*Instituto de Geociencias, UNAM*
[3]*Bochum University of Applied Sciences, Alemania*
jddorellana@geociencias.unam.mx

La caracterización de la conductividad térmica efectiva (CTE) en formaciones rocosas es de gran importancia para la explotación geotérmica, el secuestro y almacenamiento de CO2, el estudio de procesos volcánicos, así como también en investigaciones de ciencias planetarias. Sin embargo, la heterogeneidad composicional y microestructural de las rocas plantea un reto significativo en la estimación de sus propiedades térmicas. El presente trabajo expone un método integral que puede contribuir a resolver ese reto. El método combina la microtomografía computarizada de rayos X (micro-CT), la difracción de rayos X (DRX), la fluorescencia de rayos X (FRX), la teoría de medio efectivo (TME) y las simulaciones numéricas basadas en la resolución de la ecuación de calor para estimar la CTE de una muestra de lava traquiandesítica proveniente del complejo volcánico Los Humeros. Este proceso comprendió las siguientes etapas: 1) Análisis petrográfico; 2) Adquisición de imágenes 3D de micro-CT. 3) Procesamiento de las imágenes de micro-CT, segmentando a cuatro fases identificadas junto con la petrografía: poros, matriz (compuesta por plagioclasas y piroxenos), cristales de anortita y minerales opacos (ilmenita y magnetita). 4) Análisis de FRX para confirmar la clasificación del tipo de roca y cuantificación sus componentes con DRX: albita (66.7%), anortita (18.3%), piroxeno (11.6%) y opacos (3.4%), calibrándose con esto la segmentación. Se definieron como "fases equivalentes" a los minerales que no se pudieron distinguir en las imágenes de micro-CT. Esto es, para la matriz compuesta por albita y anortita, y para los opacos compuesta por magnetita e ilmenita respectivamente, y se calcularon sus conductividades térmicas mediante los límites efectivos de Wiener en serie (Reuss) y paralelo (Voigt), adoptando un promedio entre ambos. Finalmente, se realizaron las simulaciones numéricas de conducción estacionaria de calor sobre la imagen de micro-CT segmentada, aplicando un gradiente de temperatura de 100° C en los tres ejes principales. Los resultados de la simulación muestran una anisotropía leve en la conductividad térmica cuyos valores son 2.467, 2.447 y 2.409 W/m·K, en los ejes X, Y y Z, respectivamente, obteniendo un valor promedio es 2.441 W/m·K para la muestra estudiada. Esta anisotropía (de hasta #2.4 % de diferencia entre ejes) implica que el calor fluye más eficientemente en la dirección X que en las otras dos. En la práctica, esto sugiere que, al diseñar el esquema de fracturamiento en pozos, conviene alinearlo según el eje de mayor conductividad para maximizar la conducción de calor, garantizando una explotación más rentable del yacimiento geotérmico. Para futuros estudios, se contempla optimizar la segmentación con inteligencia artificial y analizar la dependencia de la CTE con respecto a variaciones de temperatura, presión y saturación de fluidos de yacimiento.

SE10-6

DETECCIÓN DE DERRAMES DE PETRÓLEO EN SAR MEDIANTE SWIN TRANSFORMER

Foronda Ortiz Jose D.[1], Hasimoto Rogelio[1], Suárez Améndola
Manuel A.[1], Deleon Jose Luis[1] y Díaz Guillermo M.[2]
[1]*Centro de Investigación en Matemáticas, CIMAT*
[2]*Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California*
jose.foronda@cimat.mx

Los derrames de petróleo representan una amenaza crítica para los entornos marinos y costeros, su rápida propagación daña ecosistemas frágiles, afecta actividades económicas y demanda detección oportuna. La teledetección con radar de apertura sintética (SAR) es idónea para este fin porque opera de día y de noche, bajo nubosidad y sobre grandes extensiones oceánicas. En este contexto, nuestro objetivo fue evaluar rigurosamente un modelo basado en Transformers para la segmentación semántica de manchas de petróleo, poniendo el acento en su adaptabilidad a condiciones variables de sensor, resolución y entorno. La propuesta integra el extractor Swin Transformer con UPerNet como cabeza de segmentación. El entrenamiento utiliza entropía cruzada binaria y se optimiza con JointLoss (BCE + SSIM + Dice) para equilibrar precisión de píxel, similitud estructural y consistencia de contornos. Para valorar su generalización, se realizó una evaluación cruzada en dos colecciones heterogéneas que abarcan bandas C y L, polarizaciones VV y HH/HV, resoluciones de 10–150 m y escenarios reales de derrames. Se comparó contra arquitecturas clásicas (U-Net con ResNet-50) y variantes de Transformers. Los resultados muestran que el modelo mantiene una detección consistente en presencia de speckle, viento elevado, brillo costero y patrones de mar de fondo; preserva contornos finos y es sensible a derrames no continuos con huecos. En métricas agregadas, supera a las líneas base en precisión, mIoU y F1-score; el empleo de JointLoss aporta mejoras promedio cercanas al 2 % respecto a la optimización solo con BCE en todos los conjuntos, reduciendo falsas alarmas y mejorando el delineamiento de bordes. Estas ganancias se sostienen sin ajuste específico por sensor, lo que indica una atención jerárquica efectiva para capturar dependencias de largo alcance. Además, el modelo ofrece tiempos de inferencia compatibles con despliegues en tiempo casi real sobre GPU de rango medio, lo que favorece su integración en flujos operativos de vigilancia marítima. Los hallazgos respalda la viabilidad del enfoque Swin + UPerNet como componente central de sistemas de monitorización ambiental y abre la puerta a la transferencia de conocimiento entre sensores y escenarios (p. ej., ajuste fino con pocas muestras), reduciendo el esfuerzo de reentrenamiento al incorporar nuevas plataformas SAR. Palabras clave: SAR; Swin Transformer; segmentación semántica; derrames de petróleo; adaptabilidad.

SE10-7

AVANCES EN EL DESARROLLO DE APLICACIONES INFORMÁTICAS PARA ESTUDIOS PALEOBIOLÓGICOS

Díaz-Cruz Jesús Alberto[1], Ángeles-Cortés Ángel[2], Miranda-Vázquez Francisco[2],
Linares-Ríos Jatziri[3], Alcántara-Estrada Kevin Isaac[3], Ledesma-Rincón Orlando[3],
Tadeo-Gijón Leonardo Daniel[3], Barrientos Lara Jair Israel[1] y Linares Eduardo[4]
[1]*Instituto de Geología, UNAM*
[2]*Licenciatura en Física, UNAM*
[3]*Licenciatura en Ciencias de la Computación, Facultad de Ciencias, UNAM*
[4]*Instituto de Geociencias, UNAM*
vertebrata.j@gmail.com

La gran cantidad de registros y ejemplares acumulados en museos, colecciones y bases de datos paleontológicas demanda enfoques y herramientas innovadoras para su análisis. Estudios paleobiológicos enfocados en la morfología, biogeografía o la función y adaptación de estructuras en ocasiones requieren de tratamientos muy particulares de los datos. En este trabajo presentamos una compilación de aplicaciones informáticas de libre acceso desarrolladas con el propósito de solventar estas necesidades al usar datos paleontológicos. XML2TPS convierte archivos de landmarks en formato XML a TPS, utilizable directamente en programas de morfometría geométrica, mientras que ShapeRed automatiza la captura bidimensional de elementos biológicos mediante redes neuronales previamente entrenadas. MrScale identifica y extrae la escala (a menudo en forma de regla) presente en las imágenes, la guarda en un archivo y permite incorporarla posteriormente a archivos TPS. Estas tres herramientas pueden emplearse de forma conjunta para realizar análisis de alometría o morfometría geométrica con datos escalados en el estudio de estructuras fósiles. Por su parte, ConnectR evalúa el grado de estructuración geográfica entre áreas utilizando únicamente la ubicación y, de forma complementaria, la edad del yacimiento fosilífero. MultiMapR genera representaciones complejas de mapeo de caracteres siguiendo una reconstrucción parsimoniosa de estados ancestrales, mediante una interfaz interactiva en la consola de R. Finalmente, se encuentra en desarrollo una herramienta basada en autómatas neuronales celulares, diseñada para corregir deformaciones en fósiles tridimensionales ocasionadas por procesos tafonómicos o por la incompletitud del registro. Aunque la naturaleza de aplicación de estos programas es diversa, todos comparten el objetivo de optimizar y potenciar el trabajo paleobiológico en cualquiera de sus etapas, contribuyendo así al fortalecimiento del estudio del registro fósil en el país.

SE10-8

INVERSIÓN 1D DE DATOS MAGNETOTELÚRICOS DE RESISTIVIDAD APARENTE, UTILIZANDO DOS PARAMETRIZACIONES DIFERENTES: A) RESISTIVIDAD Y CIMA DE CADA CAPA, B) RESISTIVIDAD Y ESPESOR DE CADA CAPA

Méndez Delgado Sóstenes, Soto Villalobos Roberto y Romero de la Cruz Óscar Mario
Universidad Autónoma de Nuevo León
sostenes.mendezdl@uanl.edu.mx

En la interpretación de datos geofísicos, generalmente se aplica la inversión (modelado inverso) de los datos de campo resolviendo un sistema y=Ax, donde la matriz A relaciona los vectores x e y, que son los parámetros a determinar y los datos de campo, respectivamente. La matriz A (generalmente es rectangular al tener más datos que parámetros a determinar) se construye a partir de la solución al problema directo en el que se "matematiza" el problema físico para determinar la anomalía que se obtiene a partir de ciertos parámetros

del modelo. El sistema se resuelve por el método de mínimos cuadrados Se dice que el éxito de la implementación de la solución al problema inverso, depende de una buena elección de los parámetros a determinar, entre otras cosas. Se presentan dos algoritmos aplicados para la solución del problema inverso (caso 1D) de datos de campo provenientes del método magnetotelúrico; los datos de campo son resistividades aparentes asociadas a ciertos periodos de las señales medidas. En este caso se trata de determinar la estructura de resistividades que puede ser: a) resistividad y profundidad de la cima de n capas, los parámetros a determinar son 2n; es decir, n resistividades y n profundidades a la cima del modelo de capas a obtener; b) resistividad y espesor de las capas, los parámetros a determinar son 2n-1; es decir n resistividades y n-1 espesores (la última capa tiene un espesor infinito) del modelo de capas a obtener. Se presentan varios resultados de los dos algoritmos de inversión, en los cuales se destaca que el algoritmo que funciona mejor es el que está relacionado con la parametrización de resistividades y espesores, que es como se trabaja.

SE10-9

DERRAMES DE HIDROCARBUROS EN LA SUPERFICIE DE MAR - DETECCIÓN ASISTIDA POR COMPUTADORA: RETOS Y PERSPECTIVAS

Díaz Méndez Guillermo[1], Hasimoto Beltrán Rogelio[2], Suárez Améndola Arturo[2], Barradas Argüelles Reyna[1] y Nájera Navarrete Domitilo[1]

[1]*CICESE*
[2]*CIMAT*

gdiaz@cicese.mx

El advenimiento de las primeras misiones espaciales de observación de la Tierra, ocurrido durante la segunda mitad del siglo XX, alentó la creación de programas de monitoreo de la industria petrolera; especialmente, el monitoreo de sus de las actividades de exploración, producción y transporte fuera de la costa. El objetivo de estos programas es detectar la presencia de aceite en la superficie del océano a partir de imágenes adquiridas desde satélites. No solamente los grandes derrames, como el asociado con la explosión de la plataforma Deep Water Horizon ocurrido en el golfo de México en 2010, sino también de los pequeños derrames asociados con liberaciones accidentales o intencionales –ilegales, por cierto– por parte de cualquier tipo de embarcaciones, además de las emanaciones naturales. Como parte de las actividades del proyecto "Implementación de redes de observaciones oceanográficas para la generación de escenarios ante posibles contingencias relacionadas a la exploración y producción de hidrocarburos en aguas profundas del golfo de México" del Consorcio de Investigación del Golfo de México (CIGoM), se implementó un programa de monitoreo de derrames a partir de imágenes satelitales. Con el objetivo de caracterizar las señales identificadas como potenciales derrames de hidrocarburos, se entrenó una red neuronal profunda (RNP), específicamente para segmentar anomalías de rugosidad superficial del océano en imágenes de radar de apertura sintética (RAS). Esta RNP, diseñada para evaluar la contribución de tres canales diferentes calculados a partir de los valores de retrodispersión de las microondas, fue entrenada y validada con imágenes del derrame asociado con la Deep Water Horizon, alcanzando una precisión del 98.56% [Hasimoto et al. 2023]. En este trabajo se discutirán los retos de adaptar esta RNP a nuevos productos satelitales, adquiridos mediante sensores más modernos y sofisticados, así como los de implementar un programa operacional de monitoreo continuo para el sur del golfo de México. Finalmente, se analizará la perspectiva de contribuir con el monitoreo de su dispersión en el océano con ayuda de modelos numéricos que simulan la evolución de un derrame de hidrocarburos en el océano.

SE10-10

TLÁLOC-I, SATÉLITE ENLATADO CON MODELO DE DEEP LEARNING PARA DETECCIÓN DE AGUA

Mendoza Gómez Octavio[1], Cabrera Ramos Carlos Eduardo[2], Vilchis Chalate Luis Fernando Ángel[1], Nájera Reyes Óliver[1], Rivera Pérez Alejandra Fabiola[1], Gutiérrez Ramírez José Miguel[1] y Córdova Estrada Luis Felipe[1]

[1]*Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla*
[2]*Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE*

octavio.mendoza@upaep.edu.mx

El desarrollo del CanSat llamado Tláloc-I se centra en la capacidad de recolectar datos hidrológicos de áreas remotas desde una altitud de un kilómetro usando capturas de imagen de una cámara para su posterior análisis con un modelo de deep learning, haciendo uso de visión artificial para la localización y segmentación de cuerpos de agua en tiempo real, esto surge debido a la falta de fuentes de agua que permitan las actividades diarias como la agricultura y la ganadería entre otras, pues este recurso es importante y existen áreas donde los humanos no pueden acceder a él fácilmente. La altitud objetivo será alcanzada mediante un lanzador con giroscopios y paracaídas asegurando un aterrizaje seguro de la carga útil. El CanSat está equipado con múltiples sensores cuya información es procesada mediante un programa de Python, almacenado en archivos de texto y enviada mediante comunicación serial a la ubicación del operador de la interfaz humano-máquina. El monitoreo en tiempo real se realiza con LabVIEW que actúa como la interfaz receptora de los datos provenientes del sistema de comunicación XBee. Las funciones esenciales del programa se han implementado con éxito y el equipo está trabajando actualmente para la fabricación de circuitos impresos del sistema electrónico. La conclusión se enfoca en las lecciones aprendidas durante el desarrollo con la expectativa de lograr éxito en la misión de recolectar datos hidrológicos en áreas remotas. Es relevante destacar el importante papel de las nuevas tecnologías como la inteligencia artificial, redes neuronales y modelos de aprendizaje que están transformando muchos aspectos de la vida diaria, incluyendo el aspecto comercial. Este proyecto contribuye a mejorar la vida de los agricultores, ganaderos y residentes en zonas con escasez de agua.

SE10-11

ANÁLISIS NUMÉRICO DE LA INFLUENCIA DE INCLUSIONES SUAVES EN ESPECÍMENES DE IGNIMBRITA MEDIANTE EL MÉTODO DE ELEMENTOS DISCRETOS

Rivera-Calderón Elizabeth[1], Pola Antonio[2], Sereno Villaseñor Hugo Iván[1] y Soto-Rodríguez Adriana Nadcielli[2]

[1]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia, UNAM*
[2]*ENES Morelia, UNAM*

eriverac@enesmorelia.unam.mx

La simulación numérica de ensayos uniaxiales en rocas volcánicas granulares, como las ignimbritas, exige un ajuste minucioso de los microparámetros del modelo de contacto para representar adecuadamente su comportamiento mecánico. En este estudio se implementó una metodología de optimización multirrespuesta basada en Diseño Estadístico de Experimentos (DOE), combina los diseños de Plackett–Burman (PB) para identificar los parámetros más influyentes y, el diseño compuesto central (CCD) para su ajuste y optimización. El modelo numérico se construyó en PFC2D mediante el Método de Elementos Discretos (DEM), incorporando inclusiones suaves en una matriz de ignimbrita con el objetivo de representar heterogeneidades internas propias de estas rocas. La incorporación de estas zonas más débiles es crítica, ya que permite evaluar su influencia en la resistencia máxima, la propagación del daño (modo de fractura) y la respuesta elástica del material. En el diseño experimental de las inclusiones se consideró su tamaño relativo con respecto al espécimen (radio, volumen fraccional) y su disposición espacial controlada. Los microparámetros asignados a la matriz rígida se basaron en propiedades físicas y mecánicas de ignimbritas soldadas (UCS # 30 MPa, E # 18 GPa), mientras que para las inclusiones suaves se utilizaron datos de rocas pómez (baja densidad, bajo módulo de elasticidad y menor resistencia). La simulación utilizó el modelo de enlace cohesivo Linear Parallel Bond y la tabla de asignación de modelos de contacto (CMAT). Este enfoque evitó la asignación arbitraria de parámetros y redujo significativamente el número de simulaciones requeridas, resultando en un modelo calibrado con capacidad predictiva robusta, particularmente útil para estudiar materiales volcánicos heterogéneos.

SE10-12

MODELO MATEMÁTICO DE PERSPECTIVA CURVILÍNEA EN 360° BASADO EN LA PROPUESTA DE BARRE Y FLOCON (1968) Y POSIBLES APLICACIONES EN CIENCIAS DE LA TIERRA

Santoyo García Galiano Miguel Angel[1] y Santoyo García Galiano Julián[2]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM*
[2]*Universidad Anáhuac*

santoyo@igeofisica.unam.mx

En este trabajo proponemos un modelo matemático de perspectiva curvilínea basado en la propuesta realizada en 1968 por André Barre y Albert Flocon, en el cual se representa una habitación desde su interior mediante una perspectiva total de 360°. Desde su publicación, aquel trabajo ha sido un referente fundamental en este tipo de perspectiva, sin embargo, dichos autores nunca explicaron cómo lo realizaron. En este trabajo discutimos cómo realizar dicha proyección pseudoesférica mediante un modelo matemático hibrido de curvas elípticas en una dirección espacial y una proyección esférica diferente en la dirección ortogonal. Para este análisis, desarrollamos las expresiones matemáticas y estudiamos cómo las transformaciones elipsoidal y esférica se hibridan en una sola solución. Barre y Flocon intentaron utilizar ambas proyecciones en una cuadrícula curvilínea angular como método práctico de dibujo. Con base en el modelo aquí desarrollado, proponemos algunas posibles aplicaciones en ciencias de la tierra.

SE10-13

CHEESE: EL CENTRO DE EXCELENCIA EUROPEO PARA SUPERCOMPUTACIÓN EN GEOFÍSICA

Folch Arnau

Consejo Superior Investigaciones Cientificas, CSIC

afolch@geo3bcn.csic.es

El "Center of Excellence for Exascale in Solid Earth" (ChEESE CoE, 2018-2026, DOI:10.3030/101093038) es un gran proyecto de investigación aplicada de EuroHPC que desarrolla 11 códigos comunitarios y abiertos para que

puedan correr óptimamente en grandes infraestructuras computacionales aceleradas (Leonardo, LUMI, MareNostrum-5). El CoE trabaja con códigos emblemáticos en distintas áreas de la geofísica (terremotos, tsunamis, volcanes, magneto-hidrodinámica, geodinámica y modelado de glaciares) en términos de rendimiento, escalabilidad, CI/CD en sistemas EuroHPC y portabilidad en arquitecturas de hardware actuales y emergentes. Durante 2025, el CoE has sido galardonado con más de 1M de horas-nodo en sistemas acelerados con GPUs como Leonardo (4 NVIDA A100 por nodo), LUMI-G (8 AMD MI250X por nodo) o MareNostrum-5 (4 NVIDA H100 por nodo). Las simulaciones y casos de uso resultantes se almacenarán el data lakes junto con sus metadatos para uso de la comunidad científica, e.g. para entrenar modelos de IA, o para su acceso a través del European Plate Observing System (EPOS). Todos los códigos y aplicaciones bajo el paraguas de ChEESE están disponibles en repositorios abiertos de GitLab/GitHub y superan un proceso SQAaaS para obtener distintivos de calidad de software. Así mismo, el proyecto pretende habilitar servicios se supercomputación urgente para emergencias durante eventos de alto impacto (terremotos, tsunamis y volcanes), incluyendo los desafíos técnicos relacionados y las recomendaciones sobre políticas de acceso. Esto se hace en colaboración con usuarios finales como, por ejemplo, las protecciones civiles de distintos países europeos. En el caso de Mexico, ChEESE probará un servicio de supercomputación urgente en terremotos durante el ejercicio del 19 Septiembre 2025 en colaboración con el Servicio Sismológico Mexicano (SSM).

SE10-14

MODELO COMPUTACIONAL PARA LA SIMULACIÓN DE SUBSIDENCIA POR ABATIMIENTO DEL NIVEL FREÁTICO EN ACUÍFEROS LIBRES GRANULARES

Louvier Pacheco José Manuel y Pacheco-Martínez Jesús
Universidad Autónoma de Aguascalientes
jm.louvierpacheco@protonmail.com

En este trabajo se presenta una descripción del script versión 1.0 de un programa computacional escrito en python para la simulación numérica de la subsidencia en un acuíferos libres granulares, causada por el abatimiento del nivel freático. El programa está basado en el modelo de subsidencia propuesto por Pacheco-Martínez y Arzate-Flores (2007), quienes introducen los conceptos de "peso volumétrico aparente" e "incremento aparente del peso volumétrico". Según el modelo, conforme el nivel freático desciende, la porción del subsuelo que pasa de estar saturada a no saturada pierde sustentación hidráulica, por lo que su peso volumétrico aparente aumenta. La pérdida de sustentación hidráulica resulta en un incremento de los esfuerzos efectivos que son soportados por la estructura sólida del relleno granular, lo que a su vez provoca la deformación vertical que se conoce como subsidencia. Esta deformación puede ser calculada a partir de un modelo geométrico del acuífero que incluye el lecho rocoso que le subyace, pues este es considerado como fijo en la simulación y proporciona condiciones de frontera. El cálculo también requiere conocer, para cada estrato o unidad geológica en el acuífero; su módulo de elasticidad, su peso volumétrico y la humedad remanente tras el abatimiento del nivel freático. La utilidad de este programa reside en su potencial predictivo, pues permite simular cuantitativamente el proceso de subsidencia para un abatimiento arbitrario del nivel freático en el acuífero. Con esta simulación se pueden hacer posteriormente análisis de riesgos potenciales causados por la subsidencia, como cambios en el drenaje superficial, posibles afectaciones a edificaciones por asentamiento diferencial, e incluso predecir la formación de fallas y fracturas del terreno. Pacheco-Martínez, J., and J. Arzate-Flores. 2007. "Análisis multicapa de la subsidencia en el valle de Querétaro, México." Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 24 (3): 389–402.

SE10-15

ALGORITMO DE NAVEGACIÓN EN ENTORNOS DE DIFÍCIL ACCESO MEDIANTE TÉCNICA SLAM PARA ROBOTS MÓVILES

Pablo-Sotelo Abraham de Jesús[1], Ávila Gutiérrez Jesús Daniel[2], Pablo-Sotelo Ingrid Valeria[3], Yáñez Gabriela[2] y Hernández Gómez Jorge Javier[4]
[1]*Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación*
[2]*Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas*
[3]*Bachillerato de Veracruz Vespertino*
[4]*Instituto Politécnico Nacional, Centro de Desarrollo Aeroespacial*
apablos1800@alumno.ipn.mx

La exploración de entornos remotos y de difícil acceso, como regiones volcánicas, zonas montañosas o terrenos inestables, representa un desafío considerable tanto para la intervención humana como para la implementación de sistemas autónomLa exploración de entornos remotos y de difícil acceso, como regiones volcánicas, zonas montañosas o terrenos inestables, representa un desafío considerable tanto para la intervención humana como para la implementación de sistemas autónomos. A pesar de que muchas zonas de difícil acceso como las zonas áridas y semiáridas de México mismas que abarcan más de la mitad del territorio nacional y albergan una gran diversidad de recursos naturales con potencial de aplicación en la industria, la medicina y otros sectores, estas regiones continúan siendo escasamente estudiadas. En estos ecosistemas se encuentran centros de origen y diversificación de diversos grupos de plantas, como las cactáceas, agaváceas y crasuláceas, entre otras, según lo señalado por el Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Los análisis realizados hasta el momento indican que, aunque la riqueza de especies por kilómetro cuadrado en estas zonas es menor en comparación con otras regiones, presentan una elevada tasa de endemismo. Es decir, albergan una gran cantidad de especies vegetales que únicamente se encuentran en México o en la región sur de Estados Unidos, la cual forma parte de una región biogeográfica continua. Las condiciones geográficas extremas, la carencia de infraestructura de navegación y la presencia de obstáculos no estructurados en estos terrenos demandan soluciones de navegación que sean robustas, adaptativas y precisas. En este contexto, el presente trabajo propone el diseño e implementación de un algoritmo de navegación autónoma basado en técnicas SLAM (Simultaneous Localization and Mapping), especialmente adaptadas para robots móviles terrestres que operan en entornos complejos y de difícil acceso. El sistema desarrollado integra sensores LIDAR, cámaras RGB-D y unidades de medición inercial (IMU) para la generación simultánea de mapas del entorno y la estimación precisa de la posición del robot en tiempo real. Esta solución permite una navegación autónoma, eficiente y segura, incluso en condiciones donde no se cuenta con señal GPS o referencias externas.

SE10-16

LA INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL EN EL ENTORNO DE LAS CIENCIAS DE LA TIERRA Y SUS APLICACIONES

Yáñez-Casas Gabriela Aurora[1], Trujillo Alcántara Alfredo[1], Hernández Gómez Jorge Javier[2] y Gutiérrez Aguilar Angel[3]
[1]*Instituto Mexicano del Petróleo, IMP*
[2]*Instituto Politécnico Nacional*
[3]*Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas*
posgyanes@imp.mx

Históricamente, el uso de mediciones periódicas ha sido una herramienta básica para el estudio de distintos fenómenos con el propósito de conocer su comportamiento a lo largo del tiempo y/o en condiciones específicas. Los sistemas de adquisición de datos han evolucionado desde el uso de instrumentación puramente analógica, previo a la aparición de los sistemas digitales hasta llegar a los actuales equipos que pueden incluir herramientas como la inteligencia artificial, conexión remota de banda ancha, entre otras. Específicamente las disciplinas que forman parte de las Ciencias de la Tierra, han sido usuarias naturales de este tipo de sistemas de adquisición y medición, ya que el propósito de tales disciplinas en estudiar a la Tierra como un sistema integrado, cuyos fenómenos se entrelazan y trabajan en conjunto. A pesar de las posibilidades que actualmente se tienen respecto a la instrumentación y sistemas de adquisición de datos siguen existiendo retos a vencer, tales como retos técnicos, operativos, logísticos, económicos, ambientales, por mencionar algunos. La instrumentación virtual y su aplicación en el modelado de sensores, es una alternativa viable para presentar opciones que pueden apoyar al mejor aprovechamiento de recursos de despliegue en sistemas de de adquisición. Aunque no es un sustituto de la instrumentación tradicional, su enfoque en el uso de modelos y programación en unidades de procesamiento de pequeña escala representan un modo de apoyo y en ocasiones puede ser la forma de instrumentación más accesible y viable. En el presente trabajo se detallan algunos de los principales modelos virtuales para la implementación de sensores en sistemas de procesamiento a pequeña escala, así como sus beneficios y aplicaciones en Ciencias de la Tierra.

SE10-17 CARTEL

USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LAS CIENCIAS DE LA TIERRA Y SU IMPACTO EN LA SOSTENIBILIDAD COMPUTACIONAL

Cruz-Aparicio Arturo[1], Yáñez Gabriela[1] y Hernández-Gómez Jorge Javier[2]
[1]*Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas*
[2]*Instituto Politécnico Nacional*
acruza1204@alumno.ipn.mx

El uso de tecnologías como la inteligencia artificial (IA), el Internet de las Cosas (IoT) y otras soluciones asociadas a la Industria 4.0 ha crecido de manera acelerada, impulsando transformaciones profundas en múltiples sectores, incluyendo el científico. Esta expansión ha traído consigo un incremento significativo en el uso de recursos computacionales, lo cual plantea interrogantes sobre sus implicaciones energéticas y ambientales. El presente trabajo se centra en analizar el crecimiento del uso de IA y las tensiones que ello genera en torno al consumo energético, la infraestructura digital y la sostenibilidad ambiental. Como caso ilustrativo, se examina el uso de IA en las ciencias de la Tierra, una disciplina que ha adoptado estas tecnologías para mejorar el monitoreo y análisis de procesos ambientales a gran escala. El análisis se basa en literatura académica y en reportes de sostenibilidad publicados por empresas como Google, Microsoft e IBM, con el fin de vincular los avances tecnológicos con los compromisos ambientales corporativos.

Este trabajo busca aportar a la discusión sobre los retos y dimensiones de sostenibilidad asociados al desarrollo intensivo de tecnologías basadas en IA.

SE10-18 CARTEL

ALGORITMOS DE ELECCIÓN PARA DISTRIBUCIÓN DE DATOS EN ENTORNOS DE DIFÍCIL ACCESO

Gutiérrez-Aguilar Angel[1], Yáñez Gabriela[1] y Hernández-Gómez Jorge Javier[2]

[1] *Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas*
[2] *Instituto Politécnico Nacional, Centro de Desarrollo Aeroespacial*
agutierreza1600@alumno.ipn.mx

En las Ciencias de la Tierra, uno de los retos más persistentes ha sido la adquisición y transporte eficiente de datos desde entornos geográficos de difícil acceso hacia los centros de análisis. Regiones montañosas, zonas áridas, áreas volcánicas o sitios con infraestructura limitada imponen restricciones logísticas, económicas y técnicas que dificultan el monitoreo continuo de variables ambientales, geofísicas y atmosféricas. Frente a estas limitantes, las tecnologías de comunicación inalámbrica, particularmente aquellas basadas en radiofrecuencia, se consolidan como soluciones clave para la transmisión remota de datos, al reducir la necesidad de intervención humana directa y permitir operaciones distribuidas. Este trabajo propone una evaluación comparativa de distintas arquitecturas de red —principalmente las topologías en estrella, malla y anillo— en función de su viabilidad para operar en condiciones adversas. Se analizarán variables como robustez, tolerancia a fallos, complejidad computacional, consumo energético y facilidad de despliegue. A partir de simulaciones controladas y pruebas en campo, se implementarán y evaluarán cada una de estas configuraciones, considerando escenarios representativos de zonas remotas en las que se desarrollan actividades de adquisición científica. Complementariamente, se estudiará el desempeño de diversos algoritmos de elección de líderes (como Bully, Quorum y anillo), fundamentales para mantener la coordinación y operatividad de las redes ante desconexiones o fallas de nodos. Aunque las topologías jerárquicas —como la red en estrella— ofrecen ventajas iniciales en términos de simplicidad y eficiencia, se contrastarán sus resultados frente a las alternativas distribuidas para determinar el enfoque más adecuado según el contexto operativo. El objetivo es identificar configuraciones óptimas que integren criterios de resiliencia, eficiencia energética y escalabilidad, aportando así al diseño de sistemas autónomos para monitoreo ambiental, percepción remota y vigilancia geocientífica en tiempo real. Esta investigación se posiciona como un esfuerzo interdisciplinario entre las ciencias de la Tierra y la ingeniería en telecomunicaciones, con potencial aplicación en proyectos de vigilancia climática, alerta temprana y exploración científica.

Sesión especial

ENERGÍAS RENOVABLES Y SISTEMAS DE ENERGÍA: DESAFÍOS DE MODELACIÓN MULTI-ESCALA

Organizadores

Vanesa Magar
Carlos Alberto López Villalobos
Josué Zárate
Eduardo Ramos Mora

SE11-1

APROVECHANDO LA INFORMACIÓN SINÓPTICA PARA MEJORAR EL PRONÓSTICO DE ENERGÍA EÓLICA Y FOTOVOLTAICA: UN ENFOQUE DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO

Lezana Duran Fernando, Ochoa Moya Carlos A. y Quintanar Arturo I.
Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM
fernando.lezana@atmosfera.unam.mx

La integración de energías renovables en las redes eléctricas requiere pronósticos robustos que garanticen una operación y planificación confiables. La generación de energía eólica y fotovoltaica depende fuertemente de las condiciones meteorológicas, lo que hace que su predicción sea un desafío. Este estudio evalúa la hipótesis de que la incorporación de información atmosférica a escala sinóptica, junto con datos meteorológicos locales, puede mejorar los pronósticos de generación al capturar la modulación que los patrones de circulación de gran escala ejercen sobre las condiciones en los sitios de las centrales eléctricas. Un modelo de regresión supervisada (XGBoost, un algoritmo de árboles de decisión potenciado por gradiente) fue entrenado y evaluado, mediante validación cruzada, para cada una de las 46 centrales eólicas y 27 fotovoltaicas ubicadas en México y China. Los predictores locales incluyeron velocidad del viento, densidad del aire, radiación solar y temperatura, complementadas con variables sinópticas derivadas de datos a gran escala mediante mapas autoorganizados o análisis de componentes principales, técnicas que permiten extraer patrones característicos de circulación atmosférica para cada paso de tiempo. El desempeño del modelo se comparó con y sin la inclusión de variables sinópticas en un esquema de pronóstico retrospectivo, cuantificando así la contribución de la información de gran escala. Los resultados indican que la incorporación de información sinóptica mejora las predicciones a escala local, con ganancias más pronunciadas en la generación de energía eólica que en la fotovoltaica, y con ciertas regiones beneficiándose más de este enfoque, todo ello manteniendo un bajo costo computacional para aplicaciones operativas. Este estudio resalta el valor de integrar la meteorología sinóptica con datos a nivel de planta en modelos de aprendizaje automático aplicados al pronóstico de energías renovables.

SE11-2

ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE LA DEMANDA ELÉCTRICA REGIONAL Y EL ÍNDICE UNIVERSAL DE CLIMA TÉRMICO (UTCI) EN MÉXICO

Gómez Sánchez Sophia[1], Rodríguez Hernández Osvaldo[2] y Barrios del Valle Guillermo[2]
[1]*Posgrado en Ingeniería, IER, UNAM*
[2]*Instituto de Energías Renovables, UNAM*
sogosa@ier.unam.mx

Este estudio examina la relación entre la demanda eléctrica regional en México y el Índice Universal de Clima Térmico (UTCI), un indicador biometeorológico que integra múltiples variables atmosféricas para estimar el nivel de confort térmico. A partir de datos de reanálisis ERA5 (2016–2023) y registros horarios de demanda eléctrica del CENACE, los autores analizan cómo el confort térmico influye en los patrones de consumo energético, especialmente en el contexto de un país geográficamente diverso y en proceso de transición energética. El enfoque metodológico combina análisis espectral, exploración de persistencia térmica estacional y correlaciones entre UTCI y demanda, tanto a nivel regional como en ciudades representativas por región. Se identifican ciclos horarios, semanales y anuales en ambas variables, revelando patrones característicos. En particular, se observan dos tipos de trayectorias diarias en la relación entre UTCI y demanda: una triangular, asociada a días templados, y una en forma de "figura de ocho", relacionada con condiciones de estrés térmico. Los resultados muestran que la demanda eléctrica incrementa significativamente en días con calor fuerte o muy fuerte (UTCI > 32 °C), especialmente en regiones como Peninsular, Noreste y Occidente, mientras que las condiciones de frío no tienen un impacto proporcional. Esto evidencia la creciente presión del clima sobre los sistemas eléctricos, especialmente por el uso intensivo de sistemas de climatización. El estudio destaca la importancia de considerar variables térmicas integradas como el UTCI —más allá de la temperatura del aire— para mejorar los modelos de predicción de demanda y fortalecer la planeación energética. Asimismo, propone que el análisis regional permite una mejor adaptación a las condiciones locales, siendo clave para anticipar demandas futuras bajo escenarios de cambio climático. Finalmente, se concluye que el confort térmico, evaluado mediante UTCI, es un determinante relevante en la variabilidad de la demanda eléctrica regional en México. Incorporar este tipo de índices puede mejorar las estrategias de planificación energética y apoyar decisiones orientadas a la resiliencia del sistema eléctrico nacional frente al calentamiento global.

SE11-3

EVALUACIÓN DE PARQUES EÓLICOS: DE LA MESOESCALA A LA MICROESCALA

Hernández Acosta Alan Saih[1], López Villalobos Carlos Alberto[2], Olivares Espinosa Hugo[3] y Ramos Mora Eduardo[1]
[1]*Instituto de Energías Renovables, UNAM*
[2]*Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM*
[3]*Uppsala University*
haas@ier.unam.mx

La evaluación precisa del recurso eólico es fundamental para la viabilidad de los proyectos de energía eólica, especialmente en terrenos complejos, donde factores como la rugosidad superficial, las propiedades térmicas del suelo y los obstáculos naturales o artificiales afectan significativamente el flujo del viento. A pesar de los avances en la tecnología eólica, persiste la necesidad de mejorar las predicciones del viento, particularmente en lo relativo a fenómenos turbulentos, cizalladura, eventos a gran escala y efectos del terreno. Por ello, este estudio se enfoca en vincular los fenómenos que afectan el funcionamiento de un parque eólico tanto a escala meso como micro. El primer paso consistió en configurar de manera óptima el modelo Weather Research and Forecasting (WRF), una herramienta ampliamente utilizada en investigación atmosférica y pronósticos operativos, con el fin de representar con mayor precisión el campo de viento sobre terreno complejo. En particular, se evaluaron distintas configuraciones del modelo WRF en la región montañosa de La Rumorosa, Baja California, México, conocida por su topografía desafiante y su alta variabilidad en la dirección del viento. Se analizó el impacto del número de niveles verticales de malla, así como de diferentes esquemas de la Capa Límite Planetaria (PBL) y del Modelo de Superficie Terrestre (LSM), con el objetivo de mejorar la simulación del recurso eólico a mesoescala y estimar de forma confiable la producción de energía de un parque eólico. Los resultados obtenidos se incorporaron en un modelo de microescala (SOWFA) basado en Dinámica de Fluidos Computacional (CFD). Al acoplar ambas escalas, se realizó una evaluación de la producción de energía en un parque eólico ubicado en el terreno complejo de La Rumorosa, evidenciando el impacto significativo de la orografía sobre el recurso eólico y el desempeño de los aerogeneradores. Como conclusión, cerrar la brecha entre la mesoescala y la microescala, incorporando los fenómenos físicos más relevantes que intervienen en el funcionamiento de un parque eólico, permite lograr una mayor precisión en la estimación del recurso eólico, una mejor predicción de la producción de energía, una evaluación más confiable de las cargas estructurales sobre los aerogeneradores y una optimización más efectiva en la disposición espacial de las turbinas dentro del parque.

SE11-4

EVALUACIÓN DEL ERROR DEL PRONÓSTICO DE ENERGÍA EÓLICA BASADA EN REGÍMENES DE TIEMPO METEOROLÓGICO

Ochoa Moya Carlos A., Peñaranda Vélez Victor Manuel y Quintanar Arturo I.

Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM

carlos.ochoa@atmosfera.unam.mx

El pronóstico horario de la energía eólica constituye un gran reto para los operadores del sistema de energía considerando que existen dificultades para modelar adecuadamente todos los patrones de circulación atmosférica y con ello las covariables asociadas a la energía eólica tales como el viento y la densidad del aire húmedo. Ante éste reto un enfoque es utilizar redes neuronales entrenadas con salidas de un modelo regional (forzado con un modelo de pronóstico global) sobre un área determinada en aras de pronosticar la energía eléctrica generada. Esta metodología se ha aplicado para producir un pronóstico de producción de energía en diversas centrales eólicas ubicadas en diferentes puntos de México. Estudios previos con estas redes neuronales indican que existen condiciones sinópticas que impiden realizar pronósticos meteorológicos aceptables sobre México, por ej. sistemas frontales. Este estudio propone realizar una clasificación de patrones de circulación de viento cercano a superficie utilizando presión media del mar con las técnicas de Self-Organizing-Maps (SOM) y K-Means para determinar los regímenes de tiempo que producen el máximo error en el pronóstico de energía a fin de identificar los escenarios meteorológicos en los cuales el error de pronóstico de viento es mayor. De esta manera, podemos determinar qué aspectos del modelo regional meteorológico es necesario ajustar para minimizar el error comparando contra valores de viento obtenidos del reanálisis atmosférico ERA5 con enfoque especial en los sitios de generación de energía.

SE11-5

¿POR QUÉ UNA TASA DE RETRONO ENERGETICO ALTA PARA FUENTES RENOVABLES NO GARANTIZA EVITAR UNA CRISIS DE ENERGÍA NETA? UNA PERSPECTIVA DINÁMICA Y SISTÉMICA

Flores Hernandez José Rafael y Ferrari Luca

Universidad Nacional Autónoma de México

jr@ciencias.unam.mx

Se conoce como Tasa de Retorno Energético (TRE) -EROI por sus siglas en inglés- al cociente que existe entre la energía que se obtiene de una fuente energética y aquella energía que se invierte en el proceso de obtención a lo largo de todo su ciclo de vida. La TRE es una medida de la energía neta –la energía no dedicada a obtener energía- que está disponible para una sociedad. Investigaciones recientes han mostrado que la TRE asociada con las fuentes de energía renovable ya puede ser superior a la de los combustibles fósiles e incluso mayor que los umbrales críticos para mantener una sociedad compleja como la actual. A partir de dichos resultados se ha concluido que la transición hacia un sistema energético alimentado totalmente por fuentes renovables no representa un problema en cuento a disponibilidad de energía neta para las sociedades. Sin embargo, en dichas comparativas no se consideran aspectos importantes: 1) los combustibles fósiles suministran el grueso del consumo energético actual por lo que no es correcto comparar el rendimiento de todo un sistema energético con el de una tecnología renovable especifica; 2) existen limitaciones que impiden adoptar un sistema energético 100% renovable - como la disponibilidad limitada de recursos minerales, la imposibilidad de sustitución de ciertos sectores a escala, o la resistencia sociales al uso de territorio - que afectan a los rendimientos requeridos para el sistema económico e industrial actual; 3) en su construcción más habitual, la TRE es una métrica de naturaleza estática, que no proporciona información sobre el comportamiento temporal de los flujos de energía asociados con la construcción y el funcionamiento del sistema. En vista de lo anterior, empleando el concepto de Power Return Over Investment (PROI) que constituye el equivalente dinámico de la TRE, se deriva una expresión matemática que define al PROI mínimo que un sistema renovable debe mantener durante la transición para evitar una disminución en la energía neta disponible. Asumiendo funciones matemáticas simples se estudia el comportamiento de este valor mínimo bajo distintos escenarios tales como una transición energética rápida y lenta, la presencia de limitantes para un sistema 100% renovable y la disminución del PROI mínimo sistémico como estrategia de adaptación. Los resultados muestran que es difícil sostener la aseveración de que una TRE renovable mayor a los umbrales críticos o superior a la de los combustibles fósiles es suficiente para evitar una disminución de la energía neta disponible. En cambio, en lugar de centrarse en lograr un alto rendimiento energético de las fuentes renovables, los esfuerzos deberían priorizar la reducción de las necesidades energéticas netas de la sociedad, manteniendo al mismo tiempo un nivel de calidad de vida digno y suficiente para todos.

SE11-6

STATISTICAL ANALYSIS OF GUST FREQUENCY IN LA MATA WIND FARM

Rivera Abdelaly[1], Enríquez-Zárate Josué[2], López-Villalobos Carlos[3], Rodríguez-Hernández Osvaldo[3] y Ramos Eduardo[3]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*

[2]*AP Engineering Innovaci´on Tecnol´ogica en Energ´#as S.A. de C.V.*

[3]*Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM*

marig@ier.unam.mx

A statistical analysis of wind data recorded near a wind farm is presented. The specific site where the sensors are located is in La Mata wind farm (16°35’33.5” N 94°56’42.7” W) in Oaxaca, Mexico. Data are available from April 18, 2023, to March 18, 2024 with a sampling frequency of 1 s. Data are available for research purposes through an agreement between AP Engineering and EDF RENEWABLE. The primary objective of this study is to define, identify, and characterize geometrical and dynamic properties of gusts. Special emphasis is put on the analysis of gusts that potentially require reorienting the nacelle of a wind turbine. As it is well known in the wind energy practice, nacelle misalignment with respect to the main wind direction severely impacts the performance of the turbine. Yaw drive adjusts the orientation of the nacelle, but brisk changes, including angular accelerations, may compromise the integrity of the yaw motor, gearbox, the track on the yaw’s crown, and the brake system. In meteorology, the classical definition of a gust is a rapid fluctuation in wind speed with variations of 5 m/s typically lasting less than 20 seconds. For quantitative analysis aimed at diagnosing wind turbine operation, Gusts are defined as rapid, simultaneous changes in the wind speed and direction. Two parameters characterize gusts: a) the time window (#τ) and b) the product of half the variation of the wind speed squared (#u^2/2) and direction (#θ). The mathematical expression for gusts proposed is: G = #u^2#θ/2#τ Note that [G]= W/kg, indicating that the gusts refer to the wind kinetic energy per unit mass associated with orientation changes. With the previous definition, Gust severity classification can be obtained as a time function. Gust occurrence frequency as a function of a 24-hour cycle is discussed, together with a seasonal trend. Results are also useful for detecting extreme events that could potentially be harmful to the turbine’s proper functioning.

SE11-7

ENERGÍAS RENOVABLES MARINAS Y DINÁMICA TURBULENTA: MODELACIÓN MULTIESCALA DESDE DATOS COSTEROS

Arias Esquivel Victor Alejandro, Bermúdez Romero Anahi, Magar Vanesa y Godinez Victor Manuel

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

alexarias7114@gmail.com

El estudio de la producción y disipación de la energía cinética turbulenta (TKE) en zonas costeras es fundamental para comprender y optimizar la conversión de energía en sistemas de energía renovable. Este trabajo analiza las características del flujo medio y la turbulencia en el estrecho entre Isla San Esteban e Isla Tiburón (Golfo de California), una zona de alto potencial para energía mareomotriz, utilizando datos de un ADCP TRDI V60 instalado a 42.4 m de profundidad durante agosto-septiembre de 2023. Durante las 733 horas de muestreo, se registraron condiciones de oleaje moderado (Hs promedio: 0.57 m, rango: 0.03-4.56 m) con períodos predominantes de 9 s y direcciones del suroeste (147°). Las corrientes mostraron una clara variación vertical, incrementándose de 0.25 m/s en el fondo a 0.60 m/s en superficie, dominadas por las mareas con influencia significativa del oleaje y viento durante eventos extremos. La TKE promedio fue de 15.2×10^{-3} m^2/s^2, con un gradiente vertical de 7.7×10^{-3} m^2/s^2 cerca del fondo a 21.8×10^{-3} m^2/s^2 en superficie, indicando una transferencia energética ascendente. Los tensores de Reynolds mostraron características distintivas: las componentes horizontales u'^2 y v'^2 (12.4 y 16.8×10^{-3} m^2/s^2) dominaron sobre la componente vertical w'^2 (2.2×10^{-3} m^2/s^2), evidenciando anisotropía turbulenta típica de flujos costeros estratificados. Los esfuerzos de Reynolds u’w’ (4.3×10^{-3} m^2/s^2) y v’w’ (-1.1×10^{-3} m^2/s^2) revelan una transferencia de momento significativa entre las componentes horizontales y verticales, con el tensor u’w’ indicando producción turbulenta por cizallamiento vertical del flujo principal. La tasa de anisotropía promedio de 0.23 cerca del fondo confirma la supresión de fluctuaciones verticales, evolucionando hacia condiciones más isotrópicas en superficie. Los resultados demuestran que la turbulencia en este estrecho está controlada principalmente por las mareas, con modulación significativa del oleaje durante tormentas. Esta caracterización turbulenta es esencial para el diseño de sistemas de energía mareomotriz, ya que los gradientes verticales de TKE y anisotropía identificados influyen directamente en la eficiencia de extracción energética y las cargas estructurales sobre los dispositivos. Los hallazgos proporcionan datos fundamentales para modelos multiescala que integren dinámicas turbulentas en la planificación de proyectos de energía renovable marina en el Golfo de California.

SE11-8

DATA ASSIMILATION AND MACHINE LEARNING METHODS FOR WIND ENERGY APPLICATIONS: A BRIEF REVIEW

Magar Vanesa
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
vmagar@cicese.mx

Wind energy forecasting and optimization have traditionally relied on physical models spanning multiple scales, from global circulation patterns to individual turbine aerodynamics. The integration of data assimilation (DA) and machine learning (ML) methods is transforming this field by bridging critical gaps in multi-scale modelling frameworks and enhancing prediction accuracy across temporal and spatial scales. DA combines observational data with numerical model predictions to produce optimal atmospheric state estimates, integrating diverse sources including meteorological observations, satellite data, lidar measurements, and turbine operational data. Advanced ensemble-based approaches like the Local Ensemble Transform Kalman Filter (LETKF) have demonstrated significant improvements in regional wind forecasting. Finn et al. (2020) achieved substantial forecast error reductions using high-resolution DA with the COSMO model at 450-m resolution, showing systematic improvements across wind speed, temperature, and humidity fields when assimilating these atmospheric variables simultaneously. Machine learning has progressed rapidly from basic neural networks in the 1990s to sophisticated deep learning architectures. Revolutionary models like GraphCast represent a paradigm shift in global atmospheric modelling, using graph neural networks to achieve faster-than-real-time global weather predictions with accuracy comparable to traditional numerical weather prediction models, enabling rapid ensemble generation for uncertainty quantification and efficient global wind resource assessment. The synergistic integration of DA and ML offers enhanced capabilities through hybrid frameworks. The DICast system developed by NCAR and Xcel Energy exemplifies this integration, combining real-time four-dimensional data assimilation with advanced ML algorithms for operational wind power forecasting. Key innovations include blended short-range ramp forecasting using variational Doppler radar analysis, analog ensemble approaches for uncertainty quantification, and fuzzy logic AI for extreme event prediction, proving that systematic DA-ML integration addresses real-world utility requirements for grid reliability and economic efficiency. Contemporary high-performance computing developments enable global cloud-resolving simulations at kilometre-scale resolution. Heinzeller et al. (2016) demonstrated the MPAS model achieves 70% parallel efficiency on 500,000 cores with global 3km resolution. MPAS is shown to provide superior scalability and physical consistency while eliminating downscaling uncertainties. This establishes that convection-permitting global simulations are now feasible for comprehensive wind resource assessment and climate change impact studies. Future developments focus on advanced mesh generation techniques for variable-resolution atmospheric models, three-dimensional planetary boundary layer schemes for gray-zone applications, GPU optimization of high-resolution models, and integration of explicit wake parameterization schemes for large wind farm cluster modelling. These advances will enable more accurate representation of wind farm-atmosphere interactions while maintaining computational efficiency. The convergence of advanced DA techniques, sophisticated ML architectures, and next generation computing capabilities positions these integrated methods as essential tools for maximizing wind energy production, reducing operational costs, and ensuring reliable grid integration. These technological advances enable more accurate wind resource assessment, improved forecasting capabilities, and better understanding of wind farm environmental impacts across multiple scales, addressing critical challenges including sparse observational networks, computational constraints, and model uncertainty characterization in an increasingly renewable energy landscape.

SE11-9 CARTEL

PATRONES ATMOSFÉRICOS Y LA SEQUÍA DE MEDIO VERANO EN MÉXICO: IMPLICACIONES PARA LA PREDICTIBILIDAD Y LA GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA

López Villalobos Carlos Alberto[1], Martínez-Alvarado Oscar[2] y Díaz-Esteban Yanet[3]
[1]*Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM*
[2]*National Centre for Atmospheric Science, Department of Meteorology, University of Reading. Earley Gate, Reading,RG6 6BB, United Kingdom*
[3]*Center for International Development and Environmental Research, Justus Liebig University, Giessen, Germany*
calovi@atmosfera.unam.mx

La canícula, o sequía de medio verano, es una disminución temporal de la precipitación durante la temporada de lluvias que afecta significativamente la disponibilidad de agua en el sur de México y Centroamérica, con implicaciones directas en la generación hidroeléctrica. En este estudio, se analiza la relación entre patrones atmosféricos de escala sinóptica y las características de la canícula, como su intensidad y duración, mediante una clasificación de patrones meteorológicos (weather patterns) derivados de datos diarios de presión a nivel medio del mar provenientes del reanálisis ERA5, utilizando el algoritmo K-means. Se emplean datos de precipitación de CHIRPS para construir un índice objetivo que permita identificar años con canículas débiles, moderadas e intensas. Se analiza la frecuencia de los patrones atmosféricos durante junio a septiembre, así como, sus transiciones más probables, lo que permite explorar y evaluar su posible valor predictivo. Los resultados sugieren que ciertos patrones y transiciones están asociados a fases específicas de la canícula, lo cual podría mejorar su anticipación y apoyar la planificación de sistemas de energía renovable dependientes del régimen de lluvias.

Sesión especial

LA CONTRIBUCIÓN DE LA CARTOGRAFÍA DIGITAL A LAS GEOCIENCIAS: PASADO RECIENTE Y PERSPECTIVAS

Organizadores

Stéphane Couturier
Javier Osorno
Luca Ferrari

SE12-1

CARTOGRAFÍA WEB EN LAS GEOCIENCIAS: UN RECORRIDO QUE ILUSTRA LAS CONTRIBUCIONES ACTUALES Y PERSPECTIVAS

Osorno Covarrubias Francisco Javier[1], Couturier Stephane[1] y López Quiróz Penélope[2]

[1]*Instituto de Geografía, UNAM*
[2]*Instituto de Geociencias, UNAM*
josorno@geografia.unam.mx

La cartografía web ha revolucionado las geociencias en las últimas dos décadas, transformando la forma de acceder, analizar, visualizar y compartir datos espaciales. Este resumen destaca sus contribuciones clave y explora las perspectivas futuras. Pasado Reciente (Contribuciones Clave): Democratización del Acceso: Plataformas como Google Earth, ArcGIS Online y APIs abiertas (Leaflet, OpenLayers) pusieron potentes herramientas de visualización y análisis geoespacial al alcance de investigadores, estudiantes y tomadores de decisiones, reduciendo barreras técnicas y económicas. Visualización Dinámica e Interactiva: Permitió la creación de mapas interactivos complejos (capas múltiples, zoom, consulta de atributos, animaciones temporales), cruciales para entender fenómenos dinámicos (cambio climático, movimientos de placas, propagación de contaminantes). Integración de Datos Multifuente: Facilitó la superposición y análisis integrado de datos heterogéneos (geológicos, geofísicos, meteorológicos, socioeconómicos) provenientes de satélites, sensores in situ, modelos y redes ciudadanas. Colaboración y Ciencia Abierta: Se convirtió en el estándar para compartir resultados de investigación, crear atlas digitales colaborativos y difundir información geoespacial crítica (amenazas naturales, recursos) de forma rápida y amplia. Análisis en la Nube: Plataformas como Google Earth Engine permitieron procesar petabytes de datos de observación terrestre (ej. series temporales de imágenes satelitales) directamente en la web, acelerando investigaciones en geología, hidrología y ciencias ambientales. Perspectivas Futuras: Inteligencia Artificial (IA) Integrada: La IA/ML se integrará profundamente en plataformas web para automatizar tareas (clasificación de imágenes, detección de cambios, predicción) y extraer patrones complejos de grandes conjuntos de datos geoespaciales. Web 3D/4D y Realidad Extendida (XR): Avances en visualización 3D/4D (tiempo como cuarta dimensión) en navegadores y su integración con XR (Realidad Virtual/Aumentada) ofrecerán nuevas formas de explorar y analizar datos geocientíficos complejos (modelos del subsuelo, simulaciones de desastres). Internet de las Cosas (IoT) y Sensores en Tiempo Real: La integración fluida de flujos masivos de datos de sensores remotos y redes IoT en plataformas web permitirá el monitoreo en tiempo real de fenómenos (sismicidad, calidad del aire, niveles de agua) y respuestas más ágiles. Ciencia Ciudadana Amplificada: Apps web más intuitivas facilitarán la recolección, validación y visualización masiva de datos geoespaciales aportados por ciudadanos, complementando observaciones profesionales. Interoperabilidad y Estándares Mejorados: Se avanzará hacia una integración más fluida entre plataformas y estándares (ej. OGC API Features, OGC API Processes), facilitando flujos de trabajo complejos y reproducibles (”FAIR by design”). Desafíos Persistentes: Requieren atención continua la gestión de Big Data, la ciberseguridad, la calidad/incertidumbre de los datos, la brecha digital y el desarrollo de habilidades especializadas en los geocientíficos. Conclusión: Mostramos ejemplos ilustrativos de como la cartografía web ha sido un catalizador para las geociencias modernas, mejorando la accesibilidad, el análisis y la comunicación de datos espaciales. Su futuro es prometedor, impulsado la convergencia de técnicas de análisis con IA, visualización avanzada, datos en tiempo real y una mayor interoperabilidad. Para México, aprovechar estas perspectivas es clave para fortalecer la investigación geocientífica, la gestión de recursos naturales y la resiliencia ante desastres. Las cartografía web debe continuar evolucionando para maximizar su utilidad en estos campos.

SE12-2

TERRA DIGITALIS: MODELO INNOVADOR PARA LA GEOVISUALIZACIÓN INTERACTIVA DE FENÓMENOS GEOCIENTÍFICOS Y SU ALMACENAMIENTO EN UNA INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES ARBITRADA

López-Quiroz Penélope[1], Osorno-Covarrubias Javier[2], Couturier Stéphane[2] y Ferrari Luca[1]

[1]*Instituto de Geociencias, UNAM*
[2]*Instituto de Geografía, UNAM*
penelope@geociencias.unam.mx

En la última década, el aumento exponencial en volumen, velocidad y variedad de los datos geoespaciales ha transformado la cartografía científica, impulsando el desarrollo de herramientas para la visualización interactiva y dinámica en línea. Sin embargo, la mayoría de las revistas cartográficas continúan publicando mapas como archivos estáticos, lo que limita el acceso, la exploración y la reutilización de los datos, en contraste con los principios FAIR (Findability, Accessibility, Interoperability, Re-usability). La revista internacional Terra Digitalis, fundada en 2017 y financiada por la UNAM, propone una solución innovadora que integra un sistema editorial (Open Journal Systems) con una infraestructura de datos espaciales (IDE) basada en software libre y de código abierto (GeoNode, GeoServer, PostGIS, OpenLayers, Leaflet). Esta arquitectura permite publicar mapas 2D y 3D interactivos, dinámicos y enlazados a bases de datos masivas, así como ofrecer acceso a colecciones de datos a través de servicios OGC (WMS, WFS). La IDE de Terra Digitalis se nutre de todos los materiales sometidos y publicados en la revista, una vez superado el proceso de revisión por pares. De este modo, pone a disposición del público un acervo creciente de información geoespacial que incluye fenómenos espaciotemporales de relevancia científica y social, como el hundimiento de la Ciudad de México, el crecimiento urbano, o la dispersión y recale del sargazo. Estos fenómenos pueden estudiarse, conocerse y comprenderse mejor gracias a las geovisualizaciones dinámicas que permiten explorar su evolución en el tiempo y el espacio. Los artículos publicados incorporan visualizadores especializados que pueden consultarse desde cualquier dispositivo conectado a internet. El lector puede interactuar con los mapas filtrando datos, consultando atributos, navegando a distintas escalas o reproduciendo secuencias temporales, lo que amplía las posibilidades de análisis y facilita la comunicación de resultados más allá de la comunidad científica. Estos desarrollos fortalecen la localización y reutilización de datos geocientíficos, descargables gratuitamente, beneficiando tanto a especialistas como a públicos no expertos, y fomentan la investigación interdisciplinaria. La combinación de estándares de interoperabilidad, software libre y revisión por pares convierte a Terra Digitalis en un referente internacional en la publicación de datos geoespaciales interactivos. La experiencia de Terra Digitalis demuestra que es posible integrar una revista científica con una IDE para ofrecer productos cartográficos plenamente interactivos, revisados y validados por pares. Este modelo no solo amplía las capacidades de análisis visual en las geociencias, sino que también contribuye al desarrollo de una Tierra Digital Común abierta, accesible y colaborativa.

SE12-3 CARTEL

MODELADO 3D DE LOS TUBOS DE LAVA PROXIMALES DEL VOLCÁN XITLE, CIUDAD DE MÉXICO, MEDIANTE LIDAR Y FOTOGRAMETRÍA

Saavedra Gallardo Emilio, Guilbaud Marie-Noëlle,
Ramírez Serrato Nelly Lucero y Nieto Butrón Jacob Jesús
Instituto de Geofisica, UNAM
emiliosgg21@gmail.com

En este estudio se modeló el interior y la superficie correspondiente de un tubo de lava proximal del Volcán Xitle (cueva del Tepozán). El escaneo subterráneo se realizó utilizando LiDAR portátil (iPhone 13 Pro Max con gimbal) y la aplicación Polycam para capturar la nube de puntos, mientras que para realizar la fotogrametría aérea se empleó un dron DJI Mavic 2 Enterprise Advance, con un traslape del 70% entre las imágenes y una altura de 150 m. Ambos modelos fueron procesados en Agisoft PhotoScan y posteriormente integrados y georreferenciados en CloudCompare, a partir de un punto de control ubicado en la entrada de la cueva. El modelo resultante muestra detalles morfológicos clave del interior del tubo de lava, como levées, escalones, colapsos, cúpulas, entre otras formas, aunque su resolución (5–30 cm) limitó la identificación de elementos más pequeños, como estalactitas de lava. Por otro lado, a partir de la fotogrametría aérea se obtuvo la ortofoto del área de estudio, así como un Modelo Digital de Terreno con una resolución de 7.17 cm, lo que permitió identificar estructuras asociadas al flujo, además de variaciones en la pendiente. La metodología demostró ser eficaz y replicable para estudios volcánicos, ofreciendo una alternativa económica a tecnologías tradicionales más costosas. Este enfoque puede ser útil para análisis geomorfológicos, cartografía y gestión territorial en contextos volcánicos activos o inactivos. En este caso, estos modelos permitirán reevaluar interpretaciones previas sobre el modo de formación de estos tubos de lava, los cuales tienen relevancia para la evaluación de peligros. Asimismo, serán de utilidad para la geoconservación y el desarrollo de un turismo más sostenible en el área.

Sesión especial

CIENCIAS ESPACIALES, QUÍMICA PREBIÓTICA Y ASTROBIOLOGÍA

Organizadores

Alejandro Paredes Arriaga
María Guadalupe Cordero Tercero

SE13-1

RUPTURA Y DISTRIBUCIÓN DE NÚCLEOS DE IMPACTORES DURANTE IMPACTOS GIGANTES Y ACRECIÓN TARDÍA: IMPLICACIONES PARA EL ESTADO REDOX DE LA TIERRA TEMPRANA

López Bautista Victor Hugo[1] y Genda Hidenori[2]

[1]*GeoPlaNet*
[2]*Earth-Life Science Institute*
victorlopezb2000@gmail.com

La interacción del hierro procedente de planetesimales diferenciados con la Tierra temprana pudo favorecer la producción de una atmósfera reductora, y con ello, la capacidad de habilitar y acelerar la producción de moléculas orgánicas capaces de dar inicio a la vida en nuestro planeta. Adicionalmente, dicho hierro pudo haber aportado al exceso observado en las proporciones de elementos altamente siderófilos (HSEs) en el manto (Late Veneer), y haber llegado durante la acreción tardía de impactores de composición condrítica después de la formación de la Luna, lo cual implicó la adición de hasta 1% de la masa terrestre. Durante impactos de tales magnitudes, la ruptura y distribución del núcleo de los impactores determinan cuánto hierro puede interactuar con los reservorios de agua terrestres. A través de simulaciones tipo Montecarlo y empleando el método Smoothed-Particle Hydrodynamics, se estimó la cantidad de hierro proveniente de planetésimos que pudo estar disponible para reducir el manto, la atmósfera y la posible hidrosfera de la Tierra durante el Hádico. Los resultados mostraron que el hierro depositado en estos reservorios durante impactos individuales durante la acreción tardía tiende a ser menor a estimados previos por un factor de 6. Esto se debe a la sobreestimación en dichos cálculos donde se considera que el hierro introducido al núcleo también estuvo disponible para reaccionar con agua. Se encontró que la ocurrencia de múltiples impactos con objetos de un tamaño inferior al de Marte son más efectivos que un impacto gigante (con cuerpos como el causante de la formación de la Luna y mayores), para enriquecer lo suficiente el manto y la atmósfera terrestres, y para explicar su contenido de HSEs y la producción de una atmósfera reductora. Adicionalmente, los impactos con cuerpos más grandes que el planeta Marte tuvieron la capacidad de introducir grandes cantidades de hierro al manto terrestre durante o anterior a la formación de la Luna. El estudio de la evolución a largo plazo de dicho hierro requiere simulaciones prolongadas y la utilización de distintos métodos.

SE13-2

PROTOCOLO PARA EL ANÁLISIS ESPECTRAL DE LOS METEOROS PARA CITLALIN TIAMINA, LA RED MEXICANA DE METEOROS

Gutiérrez Esquivel Akari Yessenia[1] y Cordero Tercero Guadalupe[2]

[1]*Facultad de Ciencias, UNAM*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
akari@ciencias.unam.mx

Los meteoros son fenómenos luminosos originados por la interacción de material asteroidal o cometario con la atmósfera terrestre, cuyo estudio puede proporcionar información sobre la dinámica y el origen de estos cuerpos en el sistema solar. Entre las diversas técnicas utilizadas para su estudio, la espectroscopía permite identificar los componentes elementales del material. El presente trabajo propone una metodología para el análisis espectral basada en rejillas de difracción sobrepuestas a las cámaras de vídeo pertenecientes a Citlalin Tlamina, la Red Mexicana de Meteoros. Para ello, se calibró el sistema rejilla-cámara utilizando una lámpara de cuatro láseres de longitudes de onda conocidas. La calibración se aplicó al espectro de una lámpara de Hg-Ar y al espectro de la Luna. Con el objetivo de analizar los datos obtenidos, se desarrolló un programa que facilita el procesamiento de los espectros y el cálculo de errores. Durante el desarrollo de los experimentos se observó que la forma del espectro cambia dependiendo de la posición de la fuente de luz en el campo de visión de la cámara, por tal motivo se tomó una serie de espectros con la fuente de luz localizada en diferentes puntos a lo largo de la parte central del campo de visión así como en las partes superior e inferior. Con toda esta información se obtuvo un modelo que, en principio, permitirá analizar los espectros cuando la fuente de luz esté en diferentes posiciones del campo de visión; lo cual permitirá analizar el espectro de los meteoros, aunque es importante mencionar que los errores crecen conforme la fuente de luz se aleja del centro debido principalmente a la deformación de la imagen. Este estudio establece las bases para futuras investigaciones y mejoras en el análisis espectral de meteoros. Se espera que los resultados y la metodología desarrollada contribuyan a optimizar la precisión en la identificación de líneas espectrales y a profundizar en el conocimiento de la composición de los objetos cósmicos que entren en la atmósfera de la Tierra.

SE13-3

CLASIFICACIÓN QUÍMICA Y PRODUCTOS DE ALTERACIÓN EN LA CONDRITA DUNAS DE LA SOLEDAD

González Medina Karla Guadalupe[1] y Cervantes de la Cruz Karina Elizabeth[2]

[1]*Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM*
[2]*Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra, UNAM*
karlagonzalezmedina05@gmail.com

El intemperismo terrestre es un proceso de alteración de los minerales primarios de los meteoritos a fases más estables sobre la superficie terrestre, causados principalmente por diversos factores climáticos. En los meteoritos condríticos, los principales productos de alteración son los óxidos y oxihidróxidos de Fe, así como eflorescencias sobre la superficie del meteorito. El índice de intemperismo terrestre redefinido por Zurfluh y colaboradores (2016) consta de parámetros macroscópicos, microscópicos y químicos que ayudan a identificar el grado de alteración en las aleaciones de Fe-Ni, sulfuros y silicatos. El trabajo se enfoca en ampliar la descripción macroscópica, así como la descripción petrográfica de las fases de oxidación del meteorito Dunas de la Soledad. Las técnicas analíticas usadas fueron la microscopía petrográfica, microsonda electrónica, microscopía electrónica de barrido y espectroscopía microRaman. El meteorito Dunas de la Soledad fue hallado en Guerrero Negro, Baja California y clasificado como una condrita LL5; W2; S4. El fragmento conserva corteza de fusión con manchas blancas que evidencian la presencia de evaporitas, la estructura interior es masiva con poros aislados. La superficie expuesta tiene granos de arena adheridos y pocas grietas estrechas. La sección delgada muestra que los productos de alteración rodean los minerales opacos como halos de oxidación, de manera intramineral y en vetillas. Las aleaciones de Fe-Ni tienen halos de oxidación de 30 a 100 micrómetros, así como algunas aleaciones totalmente reemplazadas por productos de oxidación, se observan hábitos octaédricos y aciculares en las imágenes de electrones retrodispersados. La troilita presenta una menor alteración de manera intramineral. La composición promedio de los olivinos es Fo74.8Fa25.2 y para los piroxenos es En77.4Fs21.1Wo1.5. Por lo tanto, el contenido de fayalita es de 25.1 %mol y 21.1 %mol para ferrosilita, ubicándose en el campo de las condritas L. Por medio de la espectroscopia microRaman se identificaron los óxidos de Fe, siendo los principales la magnetita y hematita, además de anhidrita, cuarzo y plagioclasa en la superficie expuesta del meteorito. La aparición de la magnetita en Dunas de la Soledad se puede relacionar con una disolución rápida de Fe-Ni que conduce a una solución de valencia mixta lo que permite la precipitación de magnetita. Los granos de cuarzo y plagioclasa incrustados en la superficie del meteorito estan relacionados a la composicion mineralogica de las dunas de Guerrero Negro. Agradecemos el apoyo económico del proyecto UNAM-PAPIIT IN116124.

SE13-4

PROSPECCIÓN, CARACTERIZACIÓN, COMPARACIÓN TEXTURAL Y QUÍMICA DE CANDIDATOS A MICROMETEORITOS

Jiménez Bahamón Hugo Alberto[1], Cervantes de la Cruz Karina Elizabeth[2], Segura Peralta Antígona[3] y Cruz Ramírez Héctor[3]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra, UNAM*
[3]*Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM*
hajimenezb@unal.edu.co

Los micrometeoritos (MMs) son objetos que se caracterizan por ser principalmente esféricos y de origen extraterrestre que tienen tamaños entre 30 µm y 1000 µm de diámetro (Genge et al., 2008) o entre 10 µm y 2000 µm (Rubin y Grossman, 2010; Folco y Cordier, 2015). Además, se piensa que son muestras representativas de material asteroidal o cometario (Brownlee et al., 1997; Duprat et al., 2007), las cuales brindan información relevante acerca de la formación primigenia del sistema solar y los primeros cuerpos que tuvieron lugar durante sus etapas tempranas de formación. El proceso de realizar la recolección y análisis de este tipo de material puede llegar a ser una labor ardua y tediosa, ya que no solo depende del método a emplearse en el proceso de prospección, sino que también depende del lugar en el que se vaya a realizar dicho proceso, que bajo ninguna circunstancia debe tomarse a la ligera, ya que esto puede variar considerablemente tanto en la metodología a aplicar como en los resultados obtenidos. Para este trabajo, se propone utilizar una metodología sistemática para la recolección de candidatos a micrometeoritos a partir de la colecta de sedimentos urbanos en la ciudad de San Luis Potosí, S.L.P., México, donde se exponen a detalle los pasos utilizados para recuperar la mayor cantidad de partículas que pudieran ser candidatas a micrometeoritos. Por otro lado y con base en las campañas de recolección realizadas y el tratamiento de los sedimentos recolectados, hasta el momento se han recuperado 185 partículas que debido a sus características morfológicas, se han separado como candidatos a micrometeoritos y con ayuda del microscopio electrónico de barrido (MEB), se han obtenido imágenes de alta resolución de 140 partículas que evidencian las micro texturas y análisis químicos semicuantitativos que ayudan a determinar si las partículas separadas corresponden, o no, a micrometeoritos. Hasta este instante, han podido identificarse al menos seis tipos de micro texturas dentro de las cuales pueden agruparse las partículas recuperadas y analizadas hasta el momento, en donde la textura catalogada como "flores aserradas" sugiere que se puede tratar de micrometeoritos. Así mismo y con el respaldo de los análisis químicos semicuantitativos, la presencia de abundancia de hierro y silicio, junto con el magnesio, calcio, aluminio, entre otros elementos, ayuda a fundamentar la hipótesis de que algunas de las partículas recuperadas y analizadas corresponden a micrometeoritos. Agradecimientos: Este trabajo es apoyado por el proyecto PAPIIT-IN116124. Se agradece al Laboratorio de Análisis de Muestras Planetarias del Instituto de Ciencias Nucleares y al Laboratorio de Microscopía Electrónica del Instituto de Geología, ambos institutos pertenecientes a la Universidad Nacional Autónoma de México. El autor principal agradece el apoyo de la beca CONAHCYT 941888.

SE13-5

VARIACIONES EN LA ABUNDANCIA ELEMENTAL EN GRANOS DEL ASTEROIDE RYUGU RECUPERADOS EN EL PRIMER ATERRIZAJE

López García Karina[1], Yokoyama Tetsuya[1], Gautam Ikshu[1], Haba Makiko K.[1], Nakanish Nao[2], Iizuka Tsuyoshi[3] y Fukai Ryota[4]

[1]*Department of Earth and Planetary Sciences, Institute of Science Tokyo*
[2]*Department of Earth Science, Waseda University*
[3]*Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo*
[4]*Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency*
lopez.k.aa@m.titech.ac.jp

La misión Hayabusa2 de la JAXA recuperó alrededor de 5.4 g de material a través de realizar toma de muestras en dos aterrizajes sobre la superficie del asteroide carbonoso Ryugu [1,2]. Las muestras enviadas de vuelta a la Tierra revelaron que la composición mineralógica, química e isotópica de Ryugu es similar a la de las condritas carbonosas tipo Ivuna (CI) [2,4]. Sin embargo, se ha observado heterogeneidad química y mineralógica significativa entre los granos individuales (< 5 mg) tanto de cada aterrizaje como entre ambos sitios de muestreo [2], lo cual podría estar reflejando los procesos planetarios secundarios como la alteración acuosa [3,4]. Para investigar a mayor detalle la variación química entre las muestras de Ryugu, se determinó la composición química de ocho granos individuales del primer aterrizaje, con masas entre 1.4 mg a 4.3 mg. Para ello, las muestras fueron pesadas individualmente en viales de Teflón para, posteriormente, procesarlas con una mezcla de ácidos a 220° C. Del volumen final de la solución se empleó ~10% para determinar la abundancia de 54 elementos, empleado un TQ ICP-MS (iCAP TQ) ubicado en el Institute of Science Tokyo. La composición química de los ocho granos de Ryugu reveló intervalos de variación considerablemente amplios que exceden los valores promedio de las condritas CI [5] en elementos como P (0.49–2.40×CI), Ca (0.38–4.01×CI), Mn (0.39–3.27×CI), Sr (0.41–3.09×CI), Ba (0.82–2.1×CI) y las tierras raras (e.g., La [0.72–1.83×CI], Gd [0.75–2.43×CI], Yb [0.73–2.30×CI]). A una escala milimétrica, la formación de productos secundarios durante la alteración acuosa influye significativamente en la variación de la abundancia elemental, particularmente de aquellos elementos incorporados en dichos minerales (e.g., carbonatos, fosfatos, sulfuros de Fe), conocido como el efecto pepita. A pesar de que la composición mineralógica de las muestras no fue determinada, el enriquecimiento o empobrecimiento de P, Ca, Mn, Sr, tierras raras y Ba se puede atribuir a una distribución heterogénea de estos productos secundarios durante la alteración acuosa experimentada por el cuerpo parental de Ryugu. Referencias: [1] Ota et al. 2023. Universe, 9(6), 293. [2] Nakamura E. et al. 2022., Proc. Jpn. Acad., Ser. B, 98(6). [3] Yokoyama T. et al. 2023. Science, 379(6634), eabn7850. [4] Yamaguchi et al. 2023. Nat. Astron., 7(4). [5] Lodders. 2021. Space Science Reviews, 217(3), 44.

SE13-6

MODELACIÓN NUMÉRICA Y CINÉTICA QUÍMICA EN EXPERIMENTOS DE QUÍMICA PREBIÓTICA, ¿QUÉ PASA CUANDO CARECEMOS DE INFORMACIÓN EN LAS CONDICIONES INICIALES?

Paredes Arriaga Alejandro[1], Frías Diego[2], Rivera Ana L.[3], Negrón Mendoza Alicia[3] y Ramos Bernal Sergio[3]

[1]*ICN / ENCiT, UNAM*
[2]*Departamento de Ciências Exatas e da Terra, Universidade do Estado da Bahia (UNEB)*
[3]*ICN, UNAM*
apa@ciencias.unam.mx

La investigación sobre la irradiación de moléculas orgánicas es un pilar importante en la química prebiótica. Se ha utilizado la modelación numérica como instrumento para estimar el comportamiento de las moléculas bajo condiciones de alta radiación. Se han creado modelos de ecuaciones diferenciales ordinarias acopladas, fundamentados en la cinética química específica de cada sistema. Una de las restricciones más significativas con este método es que no siempre se posee la información requerida acerca de las condiciones iniciales; en particular, las constantes de velocidad de reacción. En este trabajo se presentan los casos de la irradiación gamma en disolución acuosa de la glicina y el ácido succínico. En ambos sistemas se cuenta con poca información sobre las constantes de velocidad de reacción, en particular, de las reacciones secundarias entre los productos de la radiólisis de la glicina y el ácido succinico con los productos de la radiólisis del agua. Nos enfocamos en hacer énfasis sobre cual información se puede tomar como válida y buscar alternativas a estos problemas. Ya que es común que en este tipo de problemas las soluciones numéricas pueden no tener sentido fisicoquímico. Tanto la glicina como el ácido succínico son moléculas de importancia prebiótica. La glicina es el aminoácido más pequeño, actúa en varios procesos metabólicos, y fue detectada desde el famoso experimento de Miller-Urey en 1953. El ácido succínico ha sido detectado en condritas carbonáceas, es precursor de moléculas orgánicas más complejas, y se forma comúnmente en experimentos de química prebiótica. Estos trabajos buscan brindar información sobre el comportamiento de ambas moléculas en disolución acuosa bajo campos de alta radiación, siendo experimentos análogos a ciertos ambientes en la Tierra primitiva. Agradecimientos. Los autores expresan su gratitud con SECIHTI (CVU 929149) por la beca otorgada durante el doctorado y al Posgrado en Ciencias de la Tierra – UNAM. A los proyectos PAPIIT IN114122. Así cómo a C. Camargo-Raya por su apoyo técnico en el Laboratorio de Evolución Química, ICN-UNAM; al Dr. B. Leal-Acevedo, Fis. J. Gutiérrez-Romero y a M. en C. M. J. Rodríguez Albarrán por la irradiación de las muestras, y, E. Palacios-Boneta, M. Cruz-Villafañe y J. Rangel-Gutiérrez por el apoyo técnico. Este trabajo fue realizado y apoyado por el Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM.

SE13-7

RESEÑA BIBLIOMÉTRICA DE LAS CIENCIAS ESPACIALES EN AMÉRICA LATINA

Maravilla Meza Maria Dolores
Universidad Nacional Autónoma de México
dmaravil@igeofisica.unam.mx

En este trabajo se presenta una reseña de los estudios bibliométricos realizados en el campo de las Ciencias Espaciales en América Latina. En general, los estudios que se han realizado de este campo del conocimiento, están más enfocados en la Astrofísica y la Astronomía. Las áreas de investigación que abarcan las Ciencias Espaciales en México, no han sido consideradas para los estudios bibliométricos realizados y publicados en periodos comprendidos entre 1990 y 2020 aproximadamente. En particular, los estudios bibliométricos en ciencia, llevados a cabo en el periodo de 1993 a 2004, indican que Brasil es el país sobresaliente en el número de trabajos científicos publicados, ya que este país, es el que más invierte en ciencia y tecnología, así como en desarrollo e investigación científica, mientras que Chile, aunque tiene menos artículos publicados que Brasil, cuenta con el mayor número de citas a los trabajos científicos de sus investigadores. En el campo de las Ciencias Espaciales entre 2000 y 2019, los resultados muestran que la publicación de artículos científicos ha ido a la baja en Venezuela y Cuba, mientras que México, aunque presenta colaboraciones internacionales con los países del primer mundo y se ha mantenido "constante", en su número de publicaciones en

Astrofísica y Astronomía, en años recientes no ha sobresalido en ningún tema de investigación asociado a estas áreas científicas. Cabe destacar que, a la fecha, la Astrobiología no ha sido considerada dentro de las Ciencias Espaciales para llevar a cabo estudios bibliométricos. En general, el crecimiento de las Ciencias Espaciales en América Latina es pobre y lento. Posiblemente las causas de ello se deban a la poca inversión gubernamental en materia de ciencia y tecnología; a la falta de planes y programas de estudio a nivel posgrado en las universidades; al poco interés de los estudiantes, producto de los problemas económicos o de otra índole, que hay en sus países de origen; etc.

SE13-8 PLÁTICA INVITADA

LABORATORIO DE EVOLUCIÓN QUÍMICA-INSTITUTO DE CIENCIAS NUCLEARES-UNAM

Negrón-Mendoza Alicia
Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM
negron@nucleares.unam.mx

La química prebiótica es una disciplina que se ocupa simular en el laboratorio procesos conocidos como evolución química. La evolución química es un proceso hipotético que trata de explicar cómo se formaron los compuestos químicos necesarios para los primeros seres vivos. En esta área del conocimiento el estudio e investigación de los aspectos químicos antes de la aparición de la vida se realiza a través del uso racional y desarrollo de metodologías analíticas, con la finalidad de contribuir en síntesis y preservación de la materia orgánica de importancia biológica. Esta disciplina surge por el planteamiento de Oparin y Haldane en los años 20 del siglo pasado, en la cual plantearon este periodo de síntesis en que se argumenta que durante el proceso evolutivo de la Tierra debieron formarse sustancias orgánicas diversas en las aguas de un océano primitivo y que fue corroborado con el famoso experimento de S. Miller en 1953 e inició la química prebiótica. En 1976, a mi regreso a México después de haber desarrollado mi tesis doctoral bajo la dirección del Prof. Cyril Ponnamperuma, uno de los pioneros de este campo, continué en esta área del conocimiento en el Departamento de Química de Radiaciones y Radioquímica, del Instituto de Ciencias Nucleares, llamado en ese entonces Centro de Estudios Nucleares, siendo el inicio de esta disciplina en México. Relativamente pronto tuve estudiantes de diferentes facultades y niveles académicos que se interesaron en el problema y con el apoyo de proyectos de la UNAM y CONACYT, pudimos ir creciendo y tener los laboratorios con infraestructura importante para la realización de investigación en química prebiótica. De este laboratorio han salidos estudiantes que lograron obtener su título o grado académico. Ya muchos de ellos con nivel doctorado y que participan en investigaciones en la UNAM o en otras instituciones nacionales e internacionales. Aunque empecé sola, ahora tenemos un grupo sólido de investigación, con investigadores y estudiantes de diversas disciplinas con un objetivo común sobre evolución química y que cuenta con reconocimiento entre los investigadores del campo.

SE13-9 CARTEL

PROCESOS QUÍMICOS INDUCIDOS POR RADIACIÓN IONIZANTE EN SISTEMAS FORMAMIDA–CIANURO–MINERALES: IMPLICACIONES EN LA QUÍMICA PREBIÓTICA

Rojas Vivas José Alfredo[1], Negrón Mendoza Alicia[1], González Lucia[1] y Chacón Baca Elizabeth[2]
[1]*Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM*
[2]*Escuela de Ciencias de la Tierra, UANL*
alfredo.rojas@nucleares.unam.mx

La comprensión de los procesos que pudieron originar las primeras moléculas orgánicas en la Tierra primitiva es fundamental para dilucidar el origen químico de la vida. Este entendimiento implica estudiar la interacción compleja entre fuentes de carbono simples, minerales y diversas fuentes de energía capaces de inducir transformaciones químicas significativas. Las minerales, que incluyen tanto arcillas como materiales meteóricos, desempeñan un papel crucial en estos procesos al proporcionar superficies activas y propiedades catalíticas que facilitan la concentración, estabilización y transformación de moléculas orgánicas reactivas. Además, la radiación ionizante, proveniente de fuentes naturales como la radiactividad terrestre y el bombardeo cósmico, puede generar especies reactivas que promueven la formación de compuestos orgánicos de mayor complejidad. En este estudio, se investigan sistemas experimentales compuestos por formamida ($HCONH_2$), cianuro de potasio (KCN) y minerales seleccionados, expuestos a radiación gamma emitida por una fuente de 60Co en el Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM. La irradiación gamma se emplea como simulación de procesos energéticos naturales de alta penetración, capaces de inducir reacciones químicas que podrían haber sido relevantes en el ambiente prebiótico. Los productos generados serán analizados mediante espectroscopía UV-VIS, cromatografía líquida de alta resolución con detección UV (HPLC-UV) y cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS), con el objetivo de identificar y caracterizar las especies orgánicas formadas. Los resultados esperados permitirán evaluar la viabilidad de rutas químicas prebióticas mediadas por la interacción entre compuestos simples, minerales y radiación ionizante. Este enfoque experimental puede aportar evidencia clave para comprender el papel combinado de estos factores en la evolución química que condujo al origen de la vida en nuestro planeta. Agradecemos el apoyo PAPIIT IN113325, al apoyo de técnico de la QFB Claudia Camargo, B. Leal-Acevedo, J. Gutiérrez-Romero, M. en C. María José Rodríguez Albarrán, E. Palacios-Boneta, M. Cruz-Villafañe y J. Rangel-Gutiérrez.

SE13-10 CARTEL

SÍNTESIS ABIÓTICA DE COMPUESTOS ORGÁNICOS EN UNA MEZCLA GASEOSA DE CO2, CO Y H. IMPLICACIONES EN LA SIMULACIÓN DE ATMOSFERAS PLANETARIAS

Fuentes Carreón Claudio, Cruz Castañeda Jorge,
Negrón Mendoza Alicia y Ramos Bernal Sergio
Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM
alejandro.fuent@correo.nucleares.unam.mx

Una parte importante de los estudios planetarios es determinar la composición de las atmósferas que envuelven a estos cuerpos. Generalmente, se utilizan modelos computacionales para determinar la composición de estas atmósferas en función de detecciones astronómicas y modelos de evolución planetaria [1]. Adicionalmente, se puede utilizar la composición de la Tierra primitiva como un análogo de como podría ser las atmosferas planetarias de planetas de composición similar al nuestro.[2] Estudios teóricos recientes proponen que la atmósfera de la Tierra pudo haber sido rica en CO2 con vapor de agua CO y H2 presentes en concentraciones muy pequeñas, a nivel de traza [3]. Estudios experimentales han demostrado que en sistemas gaseosos ricos en CO2, se pueden sintetizar aldehídos y alcoholes, por medio de reacciones fotoquímicas al exponerse a una fuente de radiación UV [4]. Esto implica que las atmósferas planetarias pueden actuar como una fuente de moléculas orgánicas, que pudieron haber sido parte de síntesis abióticas de compuestos orgánicos de importancia biológica. El objetivo de este trabajo es corroborar experimentalmente la hipótesis previa, recreando en laboratorio una atmosfera planetaria rica en CO2. Construyendo una atmosfera 92% CO2, 2% CO, 6%H2, con vapor de H2O y 1 bar de presión, esta mezcla fue sometida a diferentes fuentes de radiación. Los resultados muestran la formación de compuestos ricos en oxígeno. Entre estos, se detectan aldehídos, cetonas, éteres y pentosas. La formación de estas moléculas orgánicas depende del tipo de radiación incidente, lo que sugiere que podrían formarse compuestos orgánicos de importancia biológica en sistemas planetarios donde existan atmosféricas ricas en CO2. Agradecimientos: Al ICN pora la realización de este proyecto A PAPIIT IN113325, IA114122 y IA101324. CAFC por CONAHCYT número 319818 para estudios de posgrado. Al apoyo de técnico de C. Camargo-Raya, J. de la Rosa-Canales, P. Molina-Sevilla, B. Leal-Acevedo, J. Gutiérrez-Romero, M. en C. María José Rodríguez Albarrán, E. Palacios-Boneta, M. Cruz-Villafañe y J. Rangel-Gutiérrez. Referencias [1] A.M. Shaw, Astrochemistry: from astronomy to astrobiology, John Wiley & Sons, Chichester, England; Hoboken, NJ, 2006. [2] K. Zahnle, L. Schaefer, B. Fegley, Earth's Earliest Atmospheres, Cold Spring Harbor Perspectives in Biology 2 (2010) a004895–a004895. https://doi.org/10.1101/cshperspect.a004895. [3] G. Feulner, The faint young Sun problem, Reviews of Geophysics 50 (2012) 2011RG000375. https://doi.org/10.1029/2011RG000375. [4] A. Bar-nun, H. Hartman, Synthesis of organic compounds from carbon monoxide and water by UV photolysis, Origins Life Evol Biosphere 9 (1978) 93–101. https://doi.org/10.1007/BF00931407. [5] S. Koyama, A. Kamada, Y. Furukawa, N. Terada, Y. Nakamura, T. Yoshida, T. Kuroda, A.C. Vandaele, Atmospheric formaldehyde production on early Mars leading to a potential formation of bio-important molecules, Sci Rep 14 (2024) 2397. https://doi.org/10.1038/s41598-024-52718-9. [6] S.A. Benner, H.-J. Kim, E. Biondi, Prebiotic Chemistry that Could Not Not Have Happened, Life 9 (2019) 84. https://doi.org/10.3390/life9040084.

SE13-11 CARTEL

ESTABILIDAD DE MONTMORILLONITA DE SODIO Y CAOLINITA EXPUESTOS A ALTAS TEMPERATURAS

Negrón-Mendoza Alicia[1], González Lucia[1], Rojas Vivas Alfredo[1],
Camargo Claudia[1], Chacón Baca Elizabeth[2] y Ramos Bernal Sergio[1]
[1]*Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM*
[2]*Escuela de Ciencias de la Tierra, UANL*
negron@nucleares.unam.mx

En los estudios de evolución química, tan importante es la formación de compuestos de importancia prebiológica y biológica, como la estabilidad de dichos compuestos en las condiciones existentes en la Tierra primitiva, muchas de ellas en condiciones extremas de radiación, temperatura e hidrólisis. Como una posible solución a esta cuestión se ha propuestos que algunos minerales pudieran actuar como protectores de moléculas al estar sorbidas en ellas, entre otra de sus funciones. Esta idea se ha probado con algunos compuestos y algunas arcillas (Negrón-Mendoza y Ramos-Bernal, 2004; Schoonen y Smirnov, 2004: Hazen et al., 2008; Rimola et al., 2019). Entre las superficies minerales que más se han estudiado con este propósito esta la montmorillonita de sodio y la caolinita, las cuales se han expuesto a diferentes condiciones que reflejen a los ambientes primigenios. En particular, en este trabajo se analizó a estas dos arcillas, sobre la integridad de su estructura al ser calentadas a temperaturas mayores a 100°C, simulando ambientes primigenios con una alta

actividad térmica. Para su valoración se emplearon técnicas analíticas como espectroscopía Raman e infrarroja, rayos X y EPR. A PAPIIT IN113325 Al apoyo de técnico de B. Leal-Acevedo, J. Gutiérrez-Romero, M. en C. María José Rodríguez Albarrán, E. Palacios-Boneta, M. Cruz-Villafañe y J. Rangel-Gutiérrez. Referencias Hazen, R. M., Papineau, D., Bleeker, W., Downs, R. T., Ferry, J. M., McCoy, T. J., Sverjensky, D. A., & Yang, H. (2008). Mineral evolution. American Mineralogist, 93(11-12), 1693-1720. https://doi.org/10.2138/am.2008.2955 Negrón-Mendoza, A., Ramos-Bernal, S. (2004). The Role of Clays in the Origin of Life. In: Seckbach, J. (eds) Origins. Cellular Origin, Life in Extreme Habitats and Astrobiology, vol 6. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/1-4020-2522- Rimola A, Sodupe M, Ugliengo P. (2019) Role of Mineral Surfaces in Prebiotic Chemical Evolution. In Silico Quantum Mechanical Studies. Life (Basel). 17;9(1):10. doi: 10.3390/life9010010. PMID: 30658501; PMCID: PMC6463156. Schoonen, M., Smirnov, A., Cohn, C. (2004) A Perspective on the Role of Minerals in Prebiotic Synthesis, AMBIO: A Journal of the Human Environment, 33(8), 539-551.

SE13-12 CARTEL

ESTABILIDAD DEL ACETONITRILO EN PRESENCIA DE PIRITA SIMULANDO UN SISTEMA HIDROTERMAL

Quiñones-Hernández Nadia María[1], Meléndez-López Adriana[2], Negrón-Mendoza Alicia[1], Ramos-Bernal Sergio[1] y Cruz-Castañeda Jorge[1]

[1]*Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM*

[2]*Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra, UNAM*

nadh52q@gmail.com

El estudio de los sistemas hidrotermales (SH) en evolución química (EQ) y en astrobiología, es de gran importancia. La materia orgánica en estos ambientes puede estar expuesta a energía térmica [1], lo que podría provocar su degradación, pero también podría promover la síntesis de moléculas orgánicas más complejas, las cuales podrían ser relevantes para la síntesis prebiótica de materia orgánica de relevancia en el estudio de origen de la vida, esto tiene una relación importante con la evolución química de los cuerpos celestes. Se ha propuesto que estos sitios presentan gradientes de temperaturas que asemejan a los ambientes de la Tierra primitiva; de 25 a 250°C, con presencia de líquidos con gases y compuestos disueltos [3,4]. El acetonitrilo (CH3CN), es un compuesto orgánico nitrogenado que tiene un grupo ciano (-C#N). Los nitrilos en la EQ son importantes, ya que pueden producir compuestos químicos más complejos, como las bases nitrogenadas, componentes básicos de la vida [1]. Adicionalmente, se ha propuesto la posible participación de los minerales y su relevancia en la EQ, sugiriendo que podrían servir como: 1) agentes de adsorción de monómeros, 2) agentes catalíticos y 3) sitios de protección para evitar la degradación de moléculas [5]. La pirita es un sulfuro de hierro y es el mineral sulfurado más abundante en los SH. El presente trabajo se enfocó en estudiar la estabilidad del acetonitrilo en un símil simple de un SH subaéreo para evaluar el posible rol protector/catalizador de la pirita en estos sistemas. Para cumplir los objetivos, se elaboraron experimentos de sorción y de termólisis a 92 y 180°C de sistemas acetonitrilo-pirita, obteniendo como resultado la transformación del acetonitrilo, sugiriendo que la pirita podría estar actuando como posible catalizador bajo altas temperaturas. Sin embargo, más estudios se continúan realizando para identificar y cuantificar los productos de reacción. Las técnicas de análisis químico que se realizaron para obtener los resultados de este trabajo son termogravimétricas, espectroscópicas, cromatografía de gases-FID y cromatografía de gases acoplado un detector de masas. J. Russel, A.J. Hall, The emergence of life from iron monosulphide bubbles at a submarine hydrothermal redox and pH front, J Geol Soc London. 154 (1997). [2] S.L. Miller, A. Lazcano, The origin of life—did it occur at high temperatures? J Mol Evol. 41 (1995). [3]Harvey, R.B. (1924). Enzymes of thermal algae. Science. University of Minnesota. [4] Holm, N.G. (1992). Marine hydrothermal systems and the origin of life. Kliiwer, Academic, Dordrecht. 242 pp. [5] J.D. Bernal. (1951). The physical basis of life, Routledge and Paul.

SE13-13 CARTEL

ESTABILIDAD RADIOLÍTICA DE ALANINA EN COMPUESTOS DE COORDINACIÓN: RELEVANCIA EN ASTROBIOLOGÍA

Alanis Sánchez Vania Samantha[1], Quiñones Hernández Nadia María[1], Reyes Alcántara Juan Alberto[1], Meléndez López Adriana Leticia[2], Negrón Mendoza Alicia[1] y Cruz Castañeda Jorge Armando[1]

[1]*Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM*

[2]*Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra, UNAM*

samalanis@ciencias.unam.mx

La relevancia científica de los aminoácidos en astrobiología, y su detección en cuerpos menores del Sistema Solar como asteroides [1], los posiciona como compuestos de interés para el estudio del origen de la vida en la Tierra y su búsqueda fuera de ella. Ensayos experimentales en química prebiótica han demostrado la síntesis abiótica de α-aminoácidos (p. ej., radiólisis gamma de HCN acuoso [2]) y su persistencia bajo condiciones fisicoquímicas diversas. La acumulación de compuestos orgánicos de origen abiótico resulta esencial en procesos de evolución química, dependiendo del balance entre síntesis y degradación en ambientes extraterrestres. Se ha propuesto que, en el caso de aminoácidos, la radiación gamma puede simultáneamente promover su formación y degradación (p. ej., desaminación oxidativa de α-alanina [3]); en este contexto, el presente proyecto investiga la formación de complejos de coordinación como mecanismo de estabilización, considerando que la α-alanina forma espontáneamente tris-quelatos estables con Co(II). Particularmente, se estudia la resistencia radiolítica del aminoácido coordinado frente a dosis variables de radiación gamma, analizando cambios en la cinética de desaminación de α-alanina, dado que este constituye un sitio de coordinación con Co(II) y es susceptible a la radiólisis acuosa. El análisis químico se realiza mediante espectrofotometría UV-Vis, HPLC-UV y HPLC-MS. Agradecemos a los proyectos PAPIIT IN114122, IA201924 y IA101324 por el financiamiento de este trabajo. Al apoyo técnico de J. de la Rosa-Canales, P. Molina-Sevilla, C. Camargo-Raya J. Rojas-Vivas, B. Leal-Acevedo, J. Gutiérrez-Romero, M. en C. María José Rodríguez Albarrán, E. Palacios-Boneta, M. Cruz-Villafañe y J. Rangel-Gutiérrez.

SE13-14 CARTEL

SIMULACIÓN DE UNA ATMÓSFERA DE MARTE PRIMITIVA ENRIQUECIDA CON HIDROGENO SOMETIDA A IMPACTO DE BÓLIDOS MEDIANTE PLASMAS INDUCIDOS POR LÁSER (PIL)

Molina Paola[1], García Fragoso María de los Ángeles[2], Carranza- Pérez Karla Edith[3], De la Rosa Canales Jose[1] y Cruz-Castañeda Jorge A.[1]

[1]*Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM*

[2]*Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra, UNAM*

[3]*Facultad de Ciencias, UNAM*

paolam@nucleares.unam.mx

El rover Curiosity, mediante el instrumento SAM (Sample Analysis at Mars), detectó nitritos (NO_2^-) y nitratos (NO_3^-) en los sedimentos de cráter Gale, en la unidad de Yellowknife Bay. En el caso de la Tierra, estos compuestos representan formas fijas de nitrógeno, esenciales en los ciclos biogeoquímicos y necesarios para cualquier forma de vida. Para el caso de Marte, se ha propuesto que dicho nitrógeno pudo ser depositado en la superficie del cráter y luego disuelto y transportado por aguas superficiales y subterráneas hacia el lago, durante períodos climáticos más húmedos. Los investigadores del equipo SAM sugieren que una atmósfera rica en hidrógeno (H_2) habría favorecido esta fijación abiótica del nitrógeno, lo cual proporciona una explicación convincente del nitrógeno fijado hallado en sedimentos del cráter Gale. Estos autores proponen también que, durante el Hespérico (3 700 a 3 000 Ma), Marte poseía una atmósfera con elevada concentración de hidrógeno molecular (H_2) procedente de emisiones volcánicas que pudieron favorecer la fijación abiótica del nitrógeno, en forma de óxido nítrico (NO), sin embargo, uno de los mayores misterios que oculta el Marte es su clima en este periodo, así como las condiciones oxidantes o reductoras de su atmósfera. Por otro lado, el metano sí estaba presente en la atmósfera del Marte primitivo (aunque su origen aún se debate) contribuyó al calentamiento del planeta y posiblemente a la formación de compuestos orgánicos en su atmósfera, así como a la presencia de agua líquida. Con estas ideas en este trabajo se consideró realizar un estudio experimental que involucre la simulación de una atmósfera simulada del Marte primitivo, la cual es sometida a impactos de bólidos que son imitados por medio de Plasma Inducido por láser (PIL). La composición de la atmósfera es de 10% CH4, 2%H2, 0-88% N2 en CO2, se eligieron estos porcentajes ya que se quería maximizar el efecto tanto del CH4 como del H2 en la generación de compuestos producidos por PIL en dicha atmósfera. Los compuestos son separados, identificados y cuantificados por medio de cromatografía de gases y espectrometría de masas. Los compuestos que se identifican son hidrocarburos (etano, eteno, acetileno, propano, propeno y propino) y un nitrilo (Cianuro de hidrógeno). El HCN es un compuesto de interés prebiótico que en nuestro planeta se piensa fue materia prima para la formación de algunas macromoléculas importantes para el surgimiento de vida. Navarro-González, R., at al. (2018). Abiotic input of fixed nitrogen by bolide impacts to gale crater during the Hesperian: Insights from the Mars Science Laboratory. Journal of Geophysical Research Planets, 124(1), 94–113. https://doi.org/10.1029/2018je005852 Rinaldi, M., et al. (2024). Metasomatism is a source of methane on Mars. Earth and Planetary Science Letters, 634, 118672. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2024.118672 Agradecemos a los proyectos PAPIIT IA201924 y PAPIME PE209324 por el financiamiento de este trabajo. Al apoyo técnico de B. Leal-Acevedo, J. Gutiérrez-Romero, M.J. Rodríguez-Albarrán, E. Palacios-Boneta, M. Cruz-Villafañe y J. Rangel-Gutiérrez.

SE13-15 CARTEL

DRAGONFLY: LA IMPORTANCIA DE LAS SIMULACIONES EXPERIMENTALES PARA LA EXPLORACIÓN DE TITÁN

Molina Paola[1], Zamudio- Ramírez Rodrigo[1], Samperio Reza Diego[2], Jottar Anzorena Kassandra S.[3], De la Rosa Canales José[1] y Cruz-Castañeda Jorge A.[1]

[1]*Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM*

[2]*Facultad de Ciencias, UNAM*

[3]*Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra, UNAM*

paolam@nucleares.unam.mx

La Dragonfly es la cuarta misión del programa New Frontiers de la NASA, representa un hito en la exploración espacial, ya que será el primer vehículo de ala rotatoria (rotorcraft) en volar sobre una luna de nuestro Sistema Solar,

concretamente Titán, el satélite más grande del planeta Saturno. La misión está planeada para lanzarse en 2028 y arribar a Titán en el año 2034, está diseñada para funcionar entre 3 y 10 años. El propósito principal de Dragonfly es realizar vuelos verticales repetidos entre distintos puntos del terreno de Titán, desde dunas hasta cráteres de impacto, para recabar muestras y realizar análisis químicos detallados en cada sitio de aterrizaje. DragonFly llevara instrumentos como: espectrómetros de masas (DraMS) y sensores geofísicos (DraGMet), y cámaras (DragonCam). Los objetivos de la misión es caracterizar la química orgánica, la geología superficial y los procesos ambientales en diversos entornos, así como examinar la progresión de la evolución química en un "mundo" que, por sus condiciones extremas, podría asemejarse al estado temprano de la Tierra, cuando aún no existía la vida. Esta misión dará evidencia sobre los procesos que podrían haber permitido la transición de lo inorgánico a lo vivo, elevando nuestra comprensión sobre la habitabilidad en entornos fuera de nuestro planeta. Con la finalidad de comprender mejor la química de la atmósfera de Titán y si esta puede desencadenar en la posible síntesis de compuestos orgánicos como los que se cree dieron origen a las macromoléculas que constituyen la vida en nuestro planeta. Se han planteado tres mecanismos: (1) Observaciones directas y muestreo insitu de la atmósfera de Titán, (2) Simulación de los procesos atmosféricos que ocurren en el satélite, (3) Generación de modelos de los procesos atmosféricos y superficiales del satélite. En este trabajo mostraremos los resultados obtenidos de una comparativa de una simulación teórica y otra experimental de una atmósfera simulada de Titán. Dicha atmósfera experimentalmente es sometida a plasmas inducidos por láser PIL (una fuente de energía que simula los relámpagos y los impactos de bólidos. Los PIL en la atmósfera simulada de Titán produce hidrocarburos (saturados, insaturados y aromáticos), nitrilos y aerosoles. El modelo teórico es un software llamado FactSage. Con los resultados obtenidos por este software veremos si son congruentes con los resultados experimentales que hasta el momento hemos obtenido. Coustenis, A., & Taylor, F. W. (2008). Titan: Exploring an earthlike world (2nd edition). Titan: Exploring an https://doi.org/10.1142/6360 Earthlike World (2nd Edition), 1–393. Snowden, D., & Yelle, R. V. (2014). The thermal structure of Titan's upper atmosphere, II: Energetics. Icarus, 228, 64–77. Agradecemos a los proyectos PAPIIT IA201924 y PAPIME PE209324 por el financiamiento de este trabajo. Al apoyo técnico de B. Leal-Acevedo, J. Gutiérrez-Romero, M.J. Rodríguez-Albarrán, E. Palacios-Boneta, M. Cruz-Villafañe y J. Rangel-Gutiérrez.

SE13-16 CARTEL

SIMULACIÓN DE LA INTERACCIÓN DE CUERPOS MENORES CON LA ATMÓSFERA TERRESTRE: CASO DE CHELYABINSK

Esteva Quiroz Addi Jazmín[1] y Cordero Tercero Guadalupe[2]
[1]*Escuela Superior de Física y Matemáticas (ESFM), IPN*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
addiestevah@gmail.com

Cuando un cuerpo cósmico es capturado por la gravedad de la Tierra e ingresa a la atmósfera con destino a la superficie, las moléculas de gas impactan con el objeto. Entre los efectos de esta interacción están la desaceleración del cuerpo, cambios en su trayectoria, pérdida de masa (también conocida como ablación) y fragmentación súbita. Si el objeto logra sobrevivir a todo esto y se puede recuperar en la superficie, se le conoce como meteorito. Tanto la composición y comportamiento de la atmósfera, como las propiedades físicas del material asteroidal o cometario juegan un papel importante en las consecuencias de su interacción. A través de modelos matemáticos es posible describir la desaceleración, ablación, trayectoria y cambios en el ángulo respecto a la horizontal de objetos observados cuyas propiedades físicas y condiciones iniciales son conocidas o aproximadas. En este trabajo analizamos la sensibilidad de algunos de los coeficientes presentes en las ecuaciones diferenciales acopladas que describen el paso de cuerpos cósmicos a través de la atmósfera terrestre. Apoyándonos del evento de Chelyabinsk y haciendo uso de las condiciones observadas, variamos el valor de los coeficientes para determinar su relevancia en los resultados del modelo. El resultado que obtuvimos es que el modelo es más sensible al valor dado para el coeficiente de transferencia de calor. Un estudio de esta naturaleza nos ofrece una herramienta para predecir las consecuencias de la entrada de un objeto con ciertas características.

SE13-17 CARTEL

ANÁLISIS DE LA TRAYECTORIA DEL OBJETO QUE PRODUJO EL BÓLIDO DEL 16 DE ABRIL DE 2025

Cordero Tercero María Guadalupe
Universidad Nacional Autónoma de México
gcordero@igeofisica.unam.mx

Anualmente entran a la atmósfera de la Tierra del orden de 40,000 toneladas de material de naturaleza asteroidal y cometaria. El tamaño de la mayoría de este material es de unas centenas de micras a algunos milímetros, aunque se espera que entre un objeto mayor a un metro una vez cada dos días y medio aproximadamente. Cuando los objetos son más grandes de unos cuantos metros, se producen bólidos o bolas de fuego observables en la bóveda celeste. Estos objetos pueden llegar a fragmentarse súbitamente en la atmósfera produciendo ondas de choque, las cuales, al llegar a la superficie, pueden provocar pequeños sismos locales (y a veces no tan pequeños). El miércoles 16 de abril de 2025, alrededor de las 3:47 h, un bólido fue visto por muchas personas en Ciudad de México y estados colindantes. El objetivo de este trabajo es estimar la trayectoria de este cuerpo a partir de videos proporcionados por webcams de México y de otros videos disponibles en las redes sociales. Al hacer este ejercicio se busca también proponer un protocolo para analizar este tipo de fenómenos en el menor tiempo posible.

SE13-18 CARTEL

IMPLEMENTACIÓN EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS TEÓRICO DEL ESPECTRO DE EMISIÓN, ESTADOS DE POLARIZACIÓN Y LUMINOSIDAD EN LA FORMACIÓN DE CONDROS Y MICROMETEORITOS ANÁLOGOS USANDO UN PROCESO ÓPTICO

Terrasas González Edgar, Cruz Ramírez Héctor,
Cervantes de la Cruz Karina y Segura Peralta Antígona
Universidad Nacional Autónoma de México
terrasas.e@gmail.com

Los condros son estructuras ígneas y cuasi esféricas presentes en las condritas. Estos meteoritos son del tipo no diferenciado, por lo cual han sufrido muy pocos cambios desde su formación. Su apariencia esférica es indicio de que ese material estuvo inicialmente en estado líquido. Dichas estructuras se formaron en el disco de acreción que dio origen al Sistema Solar, por lo que estudiarlas se traduce en conocer una parte importante de la historia de formación planetaria. Si bien los condros se han estudiado ampliamente recreando de manera experimental, aún no se conoce del todo el proceso que funde el material y da origen a sus propiedades petrológicas como su textura. Un equipo diseñado específicamente para el estudio de formación de condros y entrada atmosférica de micrometeoritos es el equipo Citlalmitl, el cual emplea un láser de CO2 para irradiar muestras y fundirlas con perfiles térmicos específicos. El presente trabajo constituye una propuesta de investigación para el diseño e implementación de un sistema óptico en Citlalmitl que permite obtener espectros de emisión, estados de polarización y luminosidad con el objetivo de estudiar en tiempo real la formación de cristales en condros análogos y la luminosidad de meteoros. Agradecemos el financiamiento del proyecto PAPIIT IN116124.

SE13-19 CARTEL

ANÁLISIS GEOLÓGICO DE LOS CRÁTERES ARAM CHAOS Y HOLDEN, MARTE: POSIBLES CONEXIONES PALEOHIDROLÓGICAS E IMPLICACIONES ASTROBIOLÓGICAS

Atienzo Valeria y Vázquez Gabriel
Escuela Nacional de Estudios Superiores unidad Morelia
valerialoat@gmail.com

La posibilidad de condiciones pasadas de habitabilidad en Marte están relacionadas con la posibilidad de ambientes acuosos en los primeros millones de años del planeta. Los filosilicatos son minerales hidratados que se forman por la interacción de agua con rocas marcianas. La presencia de filosilicatos en Marte podría indicar un ambiente más templado y húmedo, comparado con el que Marte tiene actualmente. Adicionalmente, el conjunto de filosilicatos en el pasado marciano, pudieron haber servido como centros de reacciones de moléculas orgánicas. Las redes hidrológicas entre regiones también son importantes, porque pueden contribuir a la dispersión de condiciones favorables para el origen de la vida y/o vida primitiva, tales como agua, minerales clave y/o compuestos prebióticos. En esta investigación se evalúan las características geológicas de 2 cráteres marcianos (Aram Chaos y Holden) que tienen evidencia de filosilicatos y se estima si tuvieron una conexión palehidrológica en el pasado, ademas de si pudieron tener condiciones favorables para que se hubiera desarrollado la vida. Para este análisis se utiliza el Compact Reconnaissance Imaging Spectrometer for Mars para análisis de minerales que hay en los cráteres; Mars Orbiter Laser Altimeter para determinar la geología de los cráteres y la posible unión paleohidrológica; además se utilizará un Sistema de Información Geográfica para mostrar cómo se cree que era la unión peleohidrológica, si es que existía. De acuerdo a productos espectrales de CRISM, el cráter de Aram Chaos presenta minerales como prehnita, clorita, epidota o carbonatos de calcio y hierro; así como filosilicatos Fe/Mg o carbonatos de magnesio, tales como esmectitas de Fe/Mg; contiene también algunos filosilicatos Al, como caolinita; sin embargo no presenta esmectitas de aluminio. El cráter Holden presenta minerales como prehnita, clorita, epidota o carbonatos de calcio y hierro; así como así como filosilicatos Fe/Mg o carbonatos de magnesio; presenta filosilicatos de Al, como caolinita; la cantidad de esmectitas de Fe/Mg es muy baja; no contiene esmectitas de aluminio. De resultados preliminares de la morfología de los cráteres, se tiene que ambos contienen rasgos de cuencas multianilladas; el cráter Holden también presenta características de un cráter complejo con un pico central.

SE13-20 CARTEL

ESTUDIO DEL HIDROCÓDIGO SALE Y SU TRANSCRIPCIÓN A PYTHON

Hernández Sánchez Sergio de Jesús[1] y Cordero Tercero María Guadalupe[2]

[1] *Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra, UNAM*
[2] *Instituto de Geofísica, UNAM*
sergiodejesus@encit.unam.mx

El craterismo de impacto es un proceso geológico presente en todos los cuerpos con superficies sólidas del sistema solar. Se define como un impacto a hipervelocidad de un asteroide o núcleo cometario con las cortezas de planetas, satélites y cuerpos menores. Este proceso es muy importante por diversas razones, baste mencionar su trascendencia en la modelación de los paisajes planetarios, su posible conexión con la formación de compuestos orgánicos de origen no biológico y su papel en extinciones masivas y evolución de las especies. Las investigaciones mediante estudios in situ, percepción remota o experimentos de laboratorio presentan importantes limitaciones. En la Tierra, muchos cráteres se encuentran erosionados, enterrados o en regiones de difícil acceso; además, no siempre se dispone de imágenes de alta resolución y, definitivamente, no es posible reproducir impactos a escala real. Por esta razón, la modelación numérica se presenta como una alternativa viable, accesible y eficaz para analizar la física fundamental de este proceso. Los códigos capaces de modelar la formación de cráteres de impacto son de un tipo especial conocidos como hidrocódigos, pues a las presiones y temperaturas producidas por una colisión con un cuerpo menor, las rocas se comportan como fluidos. La mayoría de códigos empleados para simular craterismo de impacto están escritos en FORTRAN, debido a su alto rendimiento en cálculos numéricos intensivos y su amplia trayectoria en la comunidad científica. Sin embargo, en los últimos años Python ha ganado popularidad por su sintaxis sencilla, su vasto ecosistema de bibliotecas científicas y su versatilidad. En este trabajo se presenta la adaptación del código SALE (Simplified Arbitrary Lagrangian-Eulerian) a Python, lo que mejora su legibilidad, permite su integración con herramientas modernas de análisis y visualización y facilita su uso por parte de estudiantes e investigadores de diversas áreas.

SE13-21 CARTEL

OPTIMIZACIÓN DE LA DETECCIÓN DE METEOROS MEDIANTE MÁSCARAS AD HOC PARA CADA CÁMARA DE CITLALIN TLAMINA

Rodríguez Hernández Ricardo[1] y Cordero Tercero Guadalupe[2]

[1] *Facultad de Ciencias, UNAM*
[2] *Instituto de Geofísica, UNAM*
ricardorh@ciencias.unam.mx

En el contexto del crecimiento de redes de monitoreo de la entrada de material asteroidal y cometario a la atmósfera terrestre como Citlalin Tlamina, resulta indispensable optimizar el almacenamiento y aumentar la precisión en la detección de eventos celestes transitorios. Las cámaras de video capturan cualquier objeto que se mueva dentro de su campo de visión(por ejemplo, ramas o luces urbanas), lo que genera falsas detecciones, saturación de almacenamiento y una alta carga de revisión manual. Este proyecto tiene como objetivo continuar el desarrollo de un sistema de control y monitoreo de video que permita al usuario excluir regiones específicas del campo visual mediante una máscara dibujada manualmente, mejorando así la eficiencia del sistema sin perder fidelidad en la imagen final. El sistema se basa en una interfaz gráfica en PyQt5 y procesamiento de video en tiempo real con OpenCV. Este permite visualizar la captura activa, dibujar una máscara sobre el video en vivo y guardar sólo los eventos ocurridos fuera de la zona enmascarada. La máscara se aplica únicamente al proceso de detección de movimiento, conservando intacta la imagen grabada. Como resultado, se logró reducir las detecciones erróneas sin sacrificar calidad de registro. El sistema está listo para integrarse con clasificadores automáticos de eventos y herramientas de astrometría, abriendo paso a un análisis más automatizado y preciso de los meteoros.

Sesión especial

REDES DE MONITOREO E INVESTIGACIÓN EN MÉXICO

Organizadores
Mercedes Andrade Velázquez
Antonio Ladino
Arturo Iglesias

SE14-1

AN OVERVIEW OF THE SOUTHERN CALIFORNIA SEISMIC NETWORK AND SOUTHERN CALIFORNIA EARTHQUAKE DATA CENTER

Husker Allen, Tepp Gabrielle, Yu Ellen, Bhadha Rayo, Saunders Jessie, Stubailo Igor y Zhai Qiushi
Caltech
ahusker@caltech.edu

The Southern California Seismic Network (SCSN) is jointly operated by the USGS in Pasadena and Caltech, with more than 400 seismic stations and 383 of those that contribute to earthquake early warning (EEW). Most of the seismic stations have broadband and strong motion instruments installed. The Southern California Earthquake Data Center (SCEDC) archives and distributes data recorded by the SCSN and other southern California data sets. They also provide the products that contribute to the USGS earthquake event page (ex: https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/ci41019687/executive). Our mission is to provide timely data for the community, but also to continually incorporate the latest advances and be at the cutting edge of seismic network research. To that end, we have Amazon cloud service as our preferred method for people to acquire our data, Machine Learning picker to post process data, and the first DAS unit incorporated into realtime monitoring in the US. I will give the basic overview of the network as well as these advances in this talk.

SE14-2

RED SISMOLÓGICA DEL CICESE: EVOLUCIÓN Y ESTADO ACTUAL

Núñez Alejandra, Mendoza Luis Humberto, Castro Raúl, González Javier Alejandro, Castro Oscar, Rösler Boris, Arregui Sergio y González Mario
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
anunez@cicese.mx

En el año 2025 se cumplen diez años desde la integración de las distintas subredes operadas por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE), consolidando a la Red Sismológica del CICESE (RSC) como una infraestructura de observación sísmica que forma parte fundamental del Departamento de Sismología desde 1977. La RSC agrupa cinco subredes de monitoreo: la Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM), la Red Acelerométrica del Noroeste de México (RANOM), la Red de Banda Ancha del Golfo de California (RESBAN), la Red Geodésica del Noroeste de México (REGNOM) y las Redes Acelerométricas Urbanas de Baja California (RAUBC). En conjunto, la RSC cuenta actualmente con 105 estaciones activas distribuidas estratégicamente en la región noroeste de México. La RSC tiene como objetivos fundamentales detectar, registrar, catalogar e intercambiar información sobre la sismicidad en el noroeste de México; proporcionar datos confiables para el estudio de la actividad sísmica y la deformación cortical en la región; caracterizar la acumulación de deformación elástica en sistemas de fallas activas; y contribuir al conocimiento del ciclo de deformación sísmica mediante observaciones geodésicas. Además, busca fortalecer la seguridad sísmica en zonas urbanas al generar información sobre la respuesta del suelo y de las estructuras, y ofrecer datos veraces y oportunos a la comunidad académica, autoridades gubernamentales y sociedad. Este trabajo ofrece un panorama del nacimiento y evolución de cada una de las subredes que conforman la Red Sismológica del CICESE, destacando sus principales contribuciones al monitoreo y estudio de la sismicidad regional. Se describen los desarrollos tecnológicos implementados, las mejoras en la instrumentación y en los sistemas de adquisición y transmisión de datos. Asimismo, se abordan los avances en la cobertura geográfica, la calidad de los datos, así como su relevancia en la generación de productos sismológicos como catálogos de eventos, localizaciones automáticas, magnitudes e intensidades y otros para actualización de reglamentos de construcción. Estos productos son fundamentales para respaldar estudios científicos, el modelado de fuentes sísmicas y aplicaciones en diversos proyectos de investigación académica y de aplicación para seguridad sísmica.

SE14-3

LA RED ACELEROMETRICA DEL NOROESTE DE MÉXICO (RANOM)

Arce Villa Rogelio, Rösler Boris, Vidal Villegas Antonio, Munguia Orozco Luis, Núñez Leal Alejandra y Navarro Rodríguez Andres
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
arce.villa@cicese.mx

La Red Acelerográfica del Noroeste de México (RANOM), operada por el CICESE fue diseñada para detectar, registrar y catalogar la actividad sísmica en el noroeste de México, particularmente en las zonas cercanas a las fallas más activas del norte de Baja California, lo que hace posible captar los movimientos fuertes durante un sismo sin saturar el equipo, por ejemplo del sismo El Mayor Cucapah (7.2 Mw) el cual presentó una aceleracion de 0.81 g en la estacion MDO. La informacion obtenida por esta red ha servido como base para diversos estudios sísmicos en el area de ingeniería y sismología, como estudios de anisotropia sismica, magnitud local y atenuacion sismica entre otros, lo cual ha sido indispensable para mitigar el riesgo sismico en las ciudades cercanas como Tijuana, Ensenada y Mexicali. La red consiste de 19 estaciones con un muestreo de 200 muestras por segundo de los cuales 11 transmiten datos cada 15 minutos. Siete de las estaciones almacenan la información localmente, con la necesidad de recuperarlos de forma periódica y una trasmite en tiempo real. El procesamiento de los datos se realiza mediante herramientas automatizadas basadas en scripts propios. Para cada evento, la base de datos generado incluye aceleraciones, velocidades y desplazamientos en unidades físicas, además reportes por estación con espectros de respuesta y espectros de Fourier. Actualmente, los registros continuos están integrados en el servidor de la Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM) y pueden consultarse remotamente a través del servicio FDSNWS. Los registros y los reportes de los eventos sísmicos están disponibles en el portal oficial de la RANOM para su visualización y descarga. Por el momento, la base de datos incluye 482 sismos de los años 1999-2025, con magnitudes de 2.0 a 7.2.

SE14-4

LA RED SISMOLOGICA DE BANDA ANCHA DEL GOLFO DE CALIFORNIA, MEXICO (RESBAN): MONITOREO SISMICO E INVESTIGACION

Castro Escamilla Raúl Ramón[1], Pérez Vertti Arturo[2] y Mendoza Antonio[2]
[1]*División de Ciencias de la Tierra, CICESE*
[2]*CICESE*
raul@cicese.mx

La Red Sismológica de Banda Ancha del Golfo de California (RESBAN), operada por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE) cuenta actualmente con 20 estaciones permanentes. Además, las señales de ocho estaciones adicionales, operadas por el Servicio Sismológico Nacional (SSN) del Instituto de Geofísica de la UNAM, son también recibidas y analizadas en las instalaciones del Departamento de Sismología del CICESE en Ensenada, Baja California. Las primeras estaciones de RESBAN se instalaron en 1995 y entre 2002 y 2008 se instalaron y operaron 19 estaciones adicionales de la red NARS-Baja (Network of Autonomously Recording Seismographs) como parte de un proyecto de colaboración científica entre la Universidad de Utrecht, California Institute of Technology y el CICESE. El principal objetivo de esta red es estudiar la sismotectónica y la estructura cortical y del manto superior del Golfo de California. Sin embargo, las estaciones de RESBAN complementan las estaciones sismicas del SSN y las estaciones de otras subredes del CICESE que monitorean la sismicidad del noroeste de México. En este trabajo se presentará una descripción de la red actual y una retrospectiva de los principales resultados obtenidos con los datos registrados por RESBAN.

SE14-5

RED SÍSMICA DEL NOROESTE DE MÉXICO: VISIÓN GENERAL, OBJETIVOS Y EVOLUCIÓN

Castro Artola Oscar Alberto, Núñez Alejandra, Yegres Luis, Arce Rogelio, Ojeda Rogelio, Arregui Sergio, Farfán Francisco, Frías Itzel y Aranda Eliot

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

oscar.castro@cicese.mx

La Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM) constituye uno de los esfuerzos pioneros en el país para la digitalización y transmisión en tiempo real de señales sísmicas, iniciando a finales de la década de 1970 en el Valle de Mexicali. Tras varias etapas de crecimiento, modernización y colaboración, en 2015 se integró junto con otras redes del CICESE para conformar la Red Sísmica del CICESE (RSC). Actualmente, RESNOM opera 28 estaciones de banda ancha equipadas con sensores de última generación (Guralp, Trillium, Episensor, Titan) y digitalizadores de 24 bits, cuyas señales se transmiten en tiempo real mediante Internet convencional y satelital al centro de datos en Ensenada. Allí son procesadas automáticamente con Earthworm/AQMS para la detección de eventos, cálculo de localizaciones, magnitudes, mecanismos focales y mapas de intensidades, con verificación posterior por analistas. A partir del sismo de El Mayor–Cucapah (2010, Mw 7.2) se consolidó el intercambio de datos en tiempo real con el Servicio Sismológico Nacional de México y la Southern California Seismic Network, integrando además estaciones de la RESBAN en el Golfo de California. La red mantiene una amplia labor de difusión mediante boletines sísmicos, catálogos históricos, una aplicación móvil y un portal web de consulta abierta, que han fortalecido la comunicación con autoridades de protección civil, medios y sociedad. La RESNOM, integrada a la RSC, es hoy una infraestructura estratégica con presencia internacional, clave para el entendimiento de la sismicidad regional y la gestión del riesgo sísmico en el noroeste de México.

SE14-6

RED ACELEROMÉTRICA DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA DE LA UABC PARA LA GENERACIÓN EN TIEMPO REAL DE MAPAS DE ACELERACIONES PICO PARA LA TOMA DE DESICIONES

Ramírez Erik[1], Núñez Leal María Alejandra[1], Solorio Carrillo Gloria Angelica[2], Arregui Ojeda Sergio Manuel[1], Castillo Romero Erick Sael[1] y Arce Villa Rogelio[3]

[1]*Instituto de Ingeniería, UABC*

[2]*COBACH-BC*

[3]*Facultad de Ingeniería Arquitectura y Diseño, UABC*

eramirez34@uabc.edu.mx

La ciudad de Mexicali, ubicada en una de las regiones de mayor peligrosidad sísmica de México, requiere de un sistema local que proporcione información detallada y oportuna sobre aceleraciones máximas del terreno durante sismos. Si bien en la región operan redes sismológicas y acelerométricas de alcance regional, como las administradas por el CICESE y por el Servicio Sismológico Nacional, el proyecto Red Acelerométrica del Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California (RAII-UABC) está diseñado para cubrir específicamente el valle de Mexicali, con el fin de fortalecer la información sísmica del municipio. El proyecto Red Acelerométrica del Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California (RAII-UABC), tiene como objetivo instalar y operar una red de estaciones acelerométricas de bajo costo en escuelas y sitios estratégicos, integrando sus datos en tiempo real a través de la plataforma SeisComP para la generación automática de mapas de aceleraciones pico en eventos de sismo de M#3.5. Estos mapas, serán enviados automáticamente a las autoridades locales de Protección Civil. Actualmente, la RAII-UABC cuenta con estaciones propias de la UABC y del Southern California Seismic Network (SCSN), operando bajo protocolos de transmisión (SeedLink). La implementación de SeisComP ha permitido la adquisición, almacenamiento, visualización y control de calidad de datos en tiempo real, habilitando la futura generación automática de mapas de intensidades sísmicas para la toma de decisiones inmediatas por parte de Protección Civil, cuerpos de rescate y a la comunidad en general. El proyecto también contempla actividades de educación y divulgación en escuelas, la identificación de edificaciones vulnerables y la integración de datos a sistemas de alerta sísmica regionales. Esta iniciativa demuestra cómo la cooperación interinstitucional y la infraestructura de monitoreo fortalecen la resiliencia urbana y la capacidad de respuesta ante desastres, constituyendo un modelo replicable en otras regiones del país.

SE14-7

LA RED SISMOLÓGICA DE JALISCO (RESJAL): COLABORACIÓN Y MONITOREO EN TIEMPO REAL PARA LA PROTECCIÓN CIVIL EN EL OCCIDENTE DE MÉXICO

Reyes-Alfaro Gabriel, Ramírez López Sergio, Díaz Pérez Eduardo, Flores Hermosillo Hugo Samuel, Hernández Mejía Rogelio, Cortina Contreras Francisco, Linares Claudio, Suárez Plascencia Carlos, Guzzi Ferez José Antonio, Chávez Pérez Leslye Viridiana y Márquez-Ramírez Víctor Hugo

Unidad Estatal de Protección Civil y Bomberos de Jalisco, UEPCBJ

gabriel.reyes@red.jalisco.gob.mx

La Unidad Estatal de Protección Civil y Bomberos de Jalisco (UEPCBJ) opera la Red Sismológica de Jalisco (RESJAL), un esfuerzo institucional orientado al monitoreo sísmico en tiempo real con un enfoque de servicio público y colaboración académica. Actualmente la red cuenta con 20 estaciones sísmicas telemétricas —con una combinación de instrumentos de banda ancha y periodo corto— que permiten la detección y análisis de la sismicidad regional y local. El sistema se sustenta en plataformas de procesamiento en tiempo real como SeisComP, a la par de la implementación de herramientas basadas en aprendizaje automático para la detección de eventos y la estimación preliminar de parámetros de fuente. Más allá de la infraestructura técnica, un aspecto esencial en una red sísmica, ha sido el modelo de cooperación interinstitucional, mediante el cual se comparten datos en tiempo real, instrumentos, servicios de comunicación y asistencia en campo con universidades, centros de investigación y otras redes de monitoreo. Esta sinergia ha permitido fortalecer la cobertura de observación sísmica en el centro-occidente de México con el objetivo de mejorar la capacidad de respuesta ante fenómenos sísmicos y volcánicos, alineándose con la misión de protección civil de salvaguardar a la población.

SE14-8

OBSERVACIONES DE LA SISMICIDAD EN LA SIERRA DE ZACATECAS EN EL PERIODO DE JULIO A DICIEMBRE DE 2024

Hidalgo Santacruz Dominic Alejandro[1], Escalona Alcázar Felipe de Jesús[1], Gómez González Juan Martín[2], Carrillo Sánchez David Leonardo[1], Ramírez Ramírez Claudia Jocelyn[1], Arrellín Aguilar Virginia[1] y Valle Rodríguez Santiago[1]

[1]*Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, UAZ*

[2]*Instituto de geociencias, UNAM*

dominicalex2003@gmail.com

En julio de 2024 inició operaciones la Red Sísmica de Zacatecas (ReSiZac); es una red formada por 4 sismógrafos Terra Shark de 3 componentes y 5 Baby Shark de una componente. El objetivo es monitorear la sismicidad de baja magnitud que se ha reportado en la Zona Metropolitana de Zacatecas desde junio de 2020. Los primeros cinco meses de monitoreo han servido para calibrar el mecanismo de disparo de los sismógrafos y empezar a definir el modelo local de velocidades a través de Velest, un programa dentro del software de SEISAN. Los epicentros que se calcularon son 784 y están distribuidos en una superficie de aproximadamente 1,200 km2; la mayor parte están en la sierra de Zacatecas (SZ), seguidos por los del valle de Calera y en menor proporción en El Palmar. Se identificaron cinco horarios con mayor abundancia de sismos que son: de 18:00 a 19:00 (209 eventos), 06:00 a 07:00 (142), 12:35 a 13:15 (115), 07:00 a 07:20 (113), 108 eventos distribuidos aleatoriamente y, finalmente, entre las 00:00 y 00:40 hubo 97. Independientemente del horario, la sismicidad está distribuida en la sierra de Zacatecas y valles aledaños. Los sismos cuyos hipocentros están a más de 10 km de profundidad están en los bordes de la SZ y parecen estar asociados con estructuras regionales, tanto NW-SE (sistema de fallas San Luis-Tepehuanes) como NNE a NNW (Cuencas y Sierras). Los eventos cuyos hipocentros están a menos de 10 km están en su mayoría dentro de la SZ asociados con las fallas de rumbo NW-SE, NNW a NNE y escasas NE-SW. La sismicidad reciente en los dos sistemas de fallas mencionados ha sido reportada en los límites sur y occidental de la Mesa Central, por lo que otros autores han propuesto la hipótesis de que se debe al acomodo de bloques corticales. De acuerdo con la clasificación de los sismos del Servicio Sismológico Nacional, los de magnitud menor que 3 se consideran como microsismos y son registrados solamente por sismógrafos. De los 784 eventos registrados la magnitud local es menor que 1 en 49 de ellos, entre 1.0 a 1.5 hay 389, de 1.6 y 2.0 son 274 y de 2.1 a 2.5 son 60. Los sismos de magnitud entre 2.6 y 4.4 son 12 y están en los límites o fuera de la sierra de Zacatecas. La operación de la ReSiZac aún enfrenta desafíos en términos de infraestructura y de operación. Técnicamente hay tres problemas que aun no han sido resueltos: la ubicación de los hipocentros de la mayor parte de los eventos, los sismos cuya asociación con fallas no es clara, el análisis de los sismogramas para diferenciar fuentes naturales de las antropogénicas. Los resultados que se obtengan no solo tienen un interés científico sino también aplicable en la planeación urbana y elaboración de atlas de riesgos.

SE14-9

LA RED SÍSMICA TEMPORAL DE BANDA ANCHA DEL VOLCÁN PICO DE ORIZABA: RETOS Y OPORTUNIDADES

Córdoba-Montiel Francisco[1], Iglesias Mendoza Arturo[2], Calò Marco[2], Real Pérez Jorge Arturo[2], Márquez Ramírez Víctor Hugo[3], Moreno Rojas Martín[4], Torres-Orozco Rafael[1], Díaz Mario Alberto[2], Alarcón Pacheco Alan Yair[2] y Méndez Carrera Evelyn Jacqueline[5]

[1]*Centro de Ciencias de la Tierra, UV*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[3]*Instituto de Geociencias, UNAM*
[4]*Villas Pico de Orizaba*
[5]*Facultad de Ingeniería, UNAM*
fcordoba@uv.mx

El monitoreo sísmico del volcán Pico de Orizaba (Citlaltépetl) inició en marzo de 1998 con la instalación de la primera estación sismo-telemétrica, llevada a cabo por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), la Universidad Veracruzana y las Unidades de Protección Civil de los estados de Veracruz y Puebla. Esta estación, denominada Halcón (POHV), se localizó en el flanco norte de este importante volcán del sector oriental de la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM). Desde su puesta en marcha y hasta la fecha, ha operado con tecnología analógica, que incluye un sismómetro vertical de periodo corto Mark L4C y transmisión de datos en tiempo real vía radiofrecuencia en la banda UHF. En este mismo volcán, desde 2001 opera la estación Chipe (POC), en la cara sur, equipada originalmente con un sismómetro triaxial de periodo corto, posteriormente sustituido por un sismómetro de banda ancha Guralp CMG-6TD. Aunque han existido otros intentos por ampliar la infraestructura del monitoreo volcánico, no fue sino hasta 2024 que se logró un avance significativo: primero, con la instalación por parte del Servicio Sismológico Nacional (SSN) de un sismómetro de banda ancha Guralp CMG-3T en la caseta de la estación Halcón (HLUV), y posteriormente, ese mismo año, con la puesta en operación de la estación permanente de banda ancha VPUV (sismómetro Trillium Nanometrics 120), ubicada en la cara sureste del edificio volcánico. Por otra parte, a raíz de observaciones y estudios recientes que han evidenciado la presencia de eventos locales posiblemente asociados a actividad volcánica, y ante la necesidad de contar con datos de alta calidad que permitan un diagnóstico certero del estado actual del volcán, así como un mejor conocimiento de su estructura interna; los Institutos de Geofísica y de Geociencias de la UNAM, el Centro de Ciencias de la Tierra de la Universidad Veracruzana y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP, Parque Nacional Pico de Orizaba), pusieron en marcha, a finales de 2024, un arreglo temporal de estaciones de banda ancha. Este arreglo está conformado por ocho estaciones autónomas equipadas con sismómetros Guralp CMG-40T, instaladas en la parte baja de las laderas del volcán, y dos estaciones adicionales en la parte alta (a 5,100 y 4,980 msnm), con sismómetros Nanometrics de 120 segundos. Esta infraestructura se suma a las tres estaciones de banda ancha permanentes mencionadas anteriormente, operadas por la Universidad Veracruzana, el CENAPRED, el SSN y el Instituto de Geociencias de la UNAM, alcanzando un total de 13 estaciones de banda ancha actualmente en operación. El diseño de la distribución de estaciones en el volcán permite que las trayectorias entre pares de estaciones generen una buena resolución del experimento, favoreciendo la obtención de imágenes tomográficas a profundidades someras e intermedias. Asimismo, el repositorio de datos permitirá investigar aspectos como la sismicidad y tectónica locales, el estado de esfuerzos del área, entre otros. De este trabajo que se ha venido realizando mediante apoyo otorgado por el proyecto PAPIIT IN115125-3, se presentan algunos resultados preliminares.

SE14-10

THE SEISMIC MONITORING NETWORKS OF CAMPI FLEGREI (SOUTHERN ITALY) CALDERA

Orazi Massimo, Galluzzo Danilo, Benincasa Aldo, Bianco Francesca, Bobbio Antonella, Borriello Giuseppe, Buonocunto Ciro, Caputo Antonio, Castellano Mario, Convertito Vincenzo, Cusano Paola, Dalla Via Giorgio, De Cesare Walter, Delle Donne Dario, Di Filippo Alessandro, Giudicepietro Flora, Guardato Sergio, Riccio Rosario, Esposito Roberta, Gaudiosi Guido, Liguoro Francesco, Lo Bascio Domenico, Nappi Rosa, Nardone Lucia, Peluso Rosario, Ricciolino Patrizia, Scarpato Giovanni, Soldovieri Mariagrazia, Tramelli Anna y Di Vito Mauro

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Osservatorio Vesuviano
massimo.orazi@ingv.it

The Campi Flegrei caldera is one of the highest-risk volcanic areas in the world due to the large number of people living there (more than 500,000 people would be need involved in a potential evacuation phase), the vulnerability of urban buildings and the volcanic dangerousness. The Campi Flegrei, where the last eruption occurred in 1538 AD (Monte Nuovo eruption), are characterized by bradyseisms phases showing alternative phases of subsidence and upflit in the central region of caldera. In the last decades two dramatic bradyseismic crisis occurred in the 1969-1972 and 1982-1984 with a fast ground inflation and a important increase in number and intensity of earthquakes. The total uplift measured was of about 3.5m. Currently the Campi Flegrei are showing a new unrest started in 2005 and from 2012 the Italian Civil Defence Department declared a “yellow state” of attention. Today the total uplift from the 2005 level is about 150cm. Since the INGV-Osservatorio Vesuviano (INGV-OV) is responsible for monitoring and studying the Campi Flegrei volcano and is the authoritative institution for the volcanic surveillance and monitoring the OV increased his effort to improve all monitoring activities and, at the same time, to strengthening its monitoring networks. The constant improvement of the monitoring networks leads to advances in the techniques and the methods to studying the monitoring data and in a mutual process these studies make it possible to improve monitoring networks in an effective and targeted manner in order to provide better quality parameters. Due to the complexity of any volcanic systems only a multidisciplinary approach can lead to a complete understanding of its state and its possible evolution. In this context the seismology is the most useful instrument to quickly assess a volcano state change. Here we present the INGV-OV seismic monitoring network of Campi Flegrei, the actions performed to follow the volcanic unrest and the technological evolution aimed at improving the detection capability. Currently more than 30 stations are recording seismic data. All of them are equipped with velocimeters (SP, LP, BB and VBB sensors) and, among them, a subset is equipped with accelerometers. Moreover, by using multi channels digitizers, infrasound channels are also recorded. To better describe the current seismic monitoring network, we will also present the performance in terms of minimum detection magnitude over time and space, and other characteristics, such as the noise power spectral density of some key seismic stations. The technological evolution aimed at improving the detection capability and at lowering the detection threshold are also discussed.

SE14-11

LA RED DE SUPERFICIE Y ALTURA DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL: CONTEXTO Y RETOS

Vázquez Romaña Fabián, Gómez Camacho Julio y Gaxiola Gaxiola Gildardo

Servicio Meteorológico Nacional, SMN
fabian.vazquezr@conagua.gob.mx

El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) es la entidad responsable de la vigilancia continua de la atmósfera en México, con el objetivo de detectar y monitorear fenómenos meteorológicos que puedan afectar actividades económicas o poner en riesgo la vida humana. Para cumplir con esta función, el SMN opera una red nacional de sensores meteorológicos compuesta por 385 puntos de observación distribuidos estratégicamente en el territorio nacional, incluyendo 286 Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMAs), 76 observatorios meteorológicos, 15 estaciones de radiosondeo, 6 radares meteorológicos y 2 estaciones receptoras satelitales. La información obtenida es recibida, procesada, analizada, almacenada y difundida por personal especializado del SMN durante los 365 días del año. El valor estimado de esta infraestructura asciende a aproximadamente 1,450 millones de pesos, con un presupuesto operativo anual que oscila entre 50 y 80 millones de pesos. Sin embargo, la red enfrenta retos significativos en cuanto a su modernización, mantenimiento y densificación, procesos indispensables para mejorar la calidad, oportunidad y cobertura de la información meteorológica. Estas acciones requieren inversiones continuas y estratégicas que permitan fortalecer la capacidad del SMN para generar productos y servicios más precisos, así como pronósticos con mayor certidumbre, útiles para la sociedad, la protección civil y la toma de decisiones en sectores sensibles al clima.

SE14-12

OPTIMIZACIÓN DE LA RED CLIMÁTICA DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL MEDIANTE HOMOGENEIZACIÓN E INTERPOLACIÓN BAYESIANA (1961–2017)

Becerra-Acosta Evi[1], Calvo Ana I.[1], Martínez-Polanco Josue Moises[2] y Fraile Roberto[1]

[1]*Universidad de León*
[2]*Universidad de Salamanca*
ebecea00@estudiantes.unileon.es

Las redes nacionales de monitoreo climático son pilares fundamentales para la investigación científica y la gestión de riesgos, pero su efectividad depende de la calidad, consistencia y cobertura de los datos que generan. En este trabajo se presenta un marco metodológico que integra control de calidad, homogeneización y modelado bayesiano espacial para series mensuales de temperatura máxima, temperatura mínima, precipitación y evaporación del Servicio Meteorológico Nacional de México, en el periodo 1961–2017. Se aplicaron dos métodos de homogeneización (CLIMATOL y HOMER) a más de 1657 estaciones, evaluando su desempeño mediante diagramas de Taylor, análisis de componentes principales y validación con ERA5-Land. La interpolación se realizó mediante un modelo bayesiano jerárquico con altitud como covariable, generando mapas de medias, incertidumbre y tendencias (pendiente de Sen) a escala nacional y estacional. Los resultados muestran diferencias relevantes entre métodos y evidencian tanto el potencial como las limitaciones actuales de la red del SMN, identificando regiones con cobertura insuficiente que requieren acciones específicas de actualización y mejora para atender las demandas de la comunidad científica y de usuarios especializados.

SE14-13

LA RED DE DESASTRES ASOCIADOS A FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS Y CLIMÁTICOS REDESCLIM: RETOS Y OPORTUNIDADES

Pineda Martinez Luis Felipe[1], León Cruz José Francisco[2], Hernández Aguilar María Luisa[3], Martínez Carolina Ochoa[4], Vega Camarena José Pablo[5], Mendoza Manuel[6], Carrillo González Fátima Maciel[7] y Morán Escamilla Jorge Damián[8]

[1]*Universidad Autónoma de Zacatecas*
[2]*Instituto de Geografía, UNAM*
[3]*Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo*
[4]*Universidad Veracruzana*
[5]*Centro de Investigaciones Biológicas el Noreste CIB Guaymas*
[6]*IGUM, UNAM*
[7]*Universidad de Guadalajara*
[8]*El Colegio de San Luis*
lpineda@uaz.edu.mx

La Red de Desastres Asociados a Fenómenos Hidrometeorológicos y Climáticos (REDESClim) se ha consolidado como una red de colaboración técnica, científica y académica que incorpora a integrantes del sector público, principalmente del área de Protección Civil de diversas instituciones de México y de otros países. Desde su creación, la REDESClim ha fomentado la colaboración entre instituciones académicas, gubernamentales, privadas y organizaciones sociales, para analizar y presentar propuestas encaminadas a la prevención y mitigación de desastres asociados a fenómenos hidrometeorológicos y climáticos. La REDESCLim ha impulsado la difusión del trabajo colaborativo de sus integrantes por medio de publicaciones, talleres, seminarios y unas reuniones plenarias. La REDESClim tiene el reto de mantener vigente la red como punta de lanza en la contribución a estudios y análisis de peligros, así como a los esquemas de mejora en la gestión integral del riesgo. La red de investigadoras e investigadores ha contribuido a la formación de recursos humanos, aportaciones desde las ciencias geográficas, atmosféricas, climáticas y sociales para la gestión integral de riesgo ante un inminente sistema climático en continuo cambio.

SE14-14

ESTUDIO CLIMÁTICO EN EL MARCO DE ESTUDIOS INTER Y TRANSDISCIPLINARIOS COMO VERTICES DE REDES DE COLABORACIÓN E INVESTIGACIÓN

Andrade Velázquez Mercedes[1] y Montero Martínez Martín José[2]

[1]*Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad, SECIHTI - CCGS*
[2]*Instituto Mexicano de Tecnología del Agua*
mercedes.andrade@ccgs.mx

En la actualidad, los estudios sobre cambio climático abarcan diferentes esferas de la ciencia. El fenómeno influye en sistemas socioambientales y su estudio es necesario comprender desde el análisis climático para complementar estudios integrales de los socioecosistemas. En estos casos, las disciplinas convergen en grupos grandes de investigación bajo el marco de proyectos y/o de redes. En esta sesión se presentará el caso del estudio "Cambios históricos y recientes de las variables temperatura y precipitación en el sistema lagunar Chacsoc-Seja, en Tabasco" en el marco del proyecto PAPIIT 200324, liderado por instituciones de la UNAM, como Instituto de Geofísica, Instituto de Biología y la Faculta de Ciencias, en colaboración con el Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad. El estudio se lleva a cabo con colégas del Instituo Mexicano de Tecnología del Agua, en el marco de la colaboración de LaNCAC. En este trabajo se hablará además de las alternativas ante la falta de datos.

SE14-15

LA RED UNIVERSITARIA DE OBSERVATORIOS ATMOSFÉRICOS (RUOA): UNA HERRAMIENTA ÚTIL PARA MEJORAR NUESTRO ENTENDIMIENTO DE MÚLTIPLES FENÓMENOS ATMOSFÉRICOS

Ladino Moreno Luis Antonio, González María Eugenia, López Omar, Flores Román Delibes, Reyes Pérez Isael, García Manuel, Grutter de la Mora Michel y Zavala Hidalgo Jorge

Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM
luis.ladino@atmosfera.unam.mx

El Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático (ICAyCC) de la UNAM puso en funcionamiento la Red Universitaria de Observatorios Atmosféricos (RUOA) en el 2014. La RUOA tiene como propósito proveer de observaciones del estado y variabilidad de la atmósfera a la comunidad académica y al público en general, con fines principalmente de investigación y docencia a nivel superior. La operación de la RUOA se realiza bajo los principios de colaboración interinstitucional, transparencia, aseguramiento y control de la calidad de los datos producidos, y el libre acceso a los mismos a través de un portal en línea. A once años de su inicio, la RUOA se ha consolidado como un referente para la comunidad académica mexicana en materia de monitoreo de aspectos como la calidad del aire, gases de efecto invernadero y forzantes climáticos de vida corta, así como la caracterización de la precipitación, entre otros. Los datos generados se han empleado en +75 artículos científicos y +84 tesis de licenciatura y posgrado. Además de la incidencia en el ámbito académico, varias instituciones estatales y municipales han manifestado su interés en aprovechar y potenciar los datos de la RUOA en diversas ciudades, lo que confirma que la necesidad de información es real y que los esfuerzos de la red se dirigen en la dirección correcta. Sin embargo, al igual que cualquier red de monitoreo ambiental, la RUOA ha tenido que enfrentar diversos retos para seguir en funcionamiento.

SE14-16

EDUCAIRE, UN PROYECTO EDUCATIVO BASADO EN EL DESARROLLO DE SENSORES DE BAJO COSTO

Robles Roldán Miguel Angel, González del Castillo Eugenia, López Anton Omar, Sacristán Eduardo y Ladino Moreno Luis

Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM
miguel.robles@atmosfera.unam.mx

Este proyecto, desde 2024, busca vincular las redes de observación atmosférica con la educación. Se basa en la capacitación en el uso de herramientas electrónicas aplicadas al desarrollo de sensores de bajo costo por estudiantes de la Licenciatura en Ciencias de la Tierra impartida en la Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra (ENCiT) de la UNAM. Dado que los alumnos objetivo de este proyecto no tienen conocimientos previos de electrónica, se buscó utilizar herramientas que facilitaran su uso, pero sin dejar de lado el bajo costo. Para cumplir con este objetivo se utilizaron las tarjetas de desarrollo ESP32 programadas con Python. Estas tarjetas mantienen un bajo costo, a pesar de brindar un amplio abanico de periféricos (entre los que se incluye WiFi). Además la programación en Python es más sencilla que con otros lenguajes usados en tarjetas de desarrollo, como Arduino por ejemplo. Durante los 3 semestres en los que se ha desarrollado este proyecto, ha encontrado una buena aceptación entre los alumnos del área atmosférica. Como resultado, varios de estos alumnos, han inscrito materias optativas netamente electrónicas, originalmente pensadas para alumnos del área espacial, que forman parte de este proyecto. Además, algunos alumnos han presentado los proyectos desarrollados durante el semestre en el congreso estudiantil organizado por el Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático (ICAyCC) de la UNAM. Algunos de los proyectos presentados son un pluviómetro, un set de medición de viento y un sistema de medición de CO_2 y material particulado. Actualmente el proyecto se encuentra en su última etapa, en la que se está poniendo en marcha un servidor que reciba y distribuya datos, tanto de los sensores creados por el proyecto como por otros que se desarrollen en la ENCiT.

SE14-17

17 AÑOS DE LA RED MEXICANA DE AEROBIOLOGÍA: PROBLEMAS, RETOS Y PERSPECTIVAS FUTURAS

Calderón Ezquerro María del Carmen Leticia[1] y Guerrero-Guerra César[2]

[1]*Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM*
[2]*Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM*
mclce@atmosfera.unam.mx

El monitoreo de bio-aerosoles atmosféricos, en particular los alérgenos polínicos, es una herramienta indispensable para la salud pública y la investigación interdisciplinaria, ya que las alergias respiratorias afectan a millones de personas en México. Hace 17 años, como respuesta estratégica a esta necesidad, la Red Mexicana de Aerobiología (REMA) inició operaciones en 2008, siendo pionera en el monitoreo continuo de alérgenos polínicos en el país. Actualmente, cuenta con 5 estaciones en la Ciudad de México (Coyoacán, Cuajimalpa, Desierto de los Leones, Chapultepec y Cuautitlán Izcalli en el Estado de México) y se ha expandido a otras entidades de la República Mexicana Entre los resultados más notables se encuentra la caracterización de los granos de polen más abundantes y alergénicos en cada región. Para la Ciudad de México, los principales tipos polínicos corresponden a Fraxinus, Alnus y especies de la familia Cupressaceae y herbáceas. El monitoreo ha permitido determinar su variación diurna, estacional e interanual, su asociación con las condiciones meteorológicas y el efecto del cambio climático en la fenología de las plantas. La Red Mexicana de Aerobiología (REMA) es un activo invaluable que proporciona información vital para la salud pública, permitiendo a especialistas un mejor diagnóstico y tratamiento de alergias, y facilitando la gestión de la salud en grandes urbes. Además, informa a la sociedad semanalmente sobre la calidad biológica del aire. Sin embargo, la REMA enfrenta un desafío crítico en su sostenibilidad financiera que pone en riesgo 17 años de datos. Este reto abre una oportunidad para fortalecer el monitoreo e integrar tecnologías de vanguardia para datos en tiempo real, así como ampliar su cobertura a nivel nacional y establecer colaboraciones con otras redes de monitoreo. En un contexto de cambio global, el futuro de la REMA depende del apoyo estratégico para consolidar su legado.

SE14-18

VALIDACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE REDES DE MONITOREO AEROBIOLÓGICO. RED MEXICANA DE AEROBIOLOGÍA

Guerrero Guerra César y Calderón Ezquerro María del Carmen Leticia
Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM
cgg@atmosfera.unam.mx

El control de calidad y la validación de datos en redes de monitoreo aerobiológico son fundamentales para garantizar que la información recopilada sea precisa, consistente y útil en la toma de decisiones relacionadas con la salud pública y el medio ambiente. Estas redes miden partículas biológicas presentes en el aire, como polen, esporas y otros alérgenos, cuya identificación y cuantificación precisas son esenciales para la epidemiología de alergias y enfermedades respiratorias. La validación de datos consiste en asegurar que los métodos de recolección y los instrumentos utilizados sean fiables y exactos. Para ello, se implementan procedimientos de calibración periódica que mantienen las mediciones dentro de márgenes aceptables de error en cada punto de la red. Esto evita que errores en la medición generen datos engañosos que puedan conducir a decisiones inadecuadas. El control de calidad implica, por su parte, una supervisión continua de los procesos de captura y análisis de datos, aplicando protocolos estandarizados de operación y mantenimiento para detectar fallos en sensores o metodologías. Contar con datos validados tiene un impacto crucial en la salud pública. Por ejemplo, niveles elevados de polen pueden agravar problemas respiratorios, por lo que disponer de información precisa permite emitir alertas tempranas y orientar a la población vulnerable. A nivel municipal, estos datos pueden influir en la formulación de políticas públicas para mejorar la calidad del aire y desarrollar campañas preventivas sobre alergias. En el ámbito de la investigación, la calidad de la información permite a los científicos modelar y predecir la distribución espacial y temporal de los alérgenos, mejorando la comprensión de patrones ecológicos y los efectos del cambio climático sobre la salud humana. La Red Mexicana de Aerobiología, establecida en 2008 en la UNAM, ha experimentado una notable expansión al integrar a tres universidades públicas adicionales (Universidad de Sonora, Universidad de Occidente y Universidad Autónoma de Querétaro), así como a diversas instituciones gubernamentales y colaboradores privados. A pesar de su crecimiento, la naturaleza heterogénea de esta red, derivada de la diversidad de actores, metodologías y recursos disponibles, presenta desafíos significativos para la validación y el control de calidad de los datos. Este trabajo expone los avances logrados en la estandarización de protocolos, así como las áreas de oportunidad que persisten para optimizar la confiabilidad y estandarización de la información, con el objetivo de fortalecer el valor de la red para la salud pública y la investigación ambiental.

SE14-19

REDES DE MONITOREO DE LAHARES EN MÉXICO

Capra Lucia[1], Márquez-Ramírez Victor Hugo[1], Arámbula-Mendoza Raúl[2], González Amezcua Miguel[2], Ávila Pablo Carlos[3], Alonso Rivera Paulino[3], Castelán-Pescina Gilberto[3], Torres Orozco Rafael[4] y Córdoba-Montiel Francisco[4]
[1]*Instituto de Geociencias, UNAM*
[2]*Centro Universitario de Estudios Vulcanológicos (CUEV), Universidad de Colima, Colima, México*
[3]*Centro Nacional de Prevención de Desastres*
[4]*Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana*
lcapra@geociencias.unam.mx

Los lahares, flujos gravitacionales constituidos por una mezcla de agua y sedimento que desciende por las laderas de un volcán, se encuentran entre los fenómenos volcánicos que en los últimos cuatro siglos han provocado el mayor número de muertes, siendo superados únicamente por las corrientes de densidad piroclástica. Estos eventos no necesariamente están asociados a la actividad eruptiva de un volcán y con frecuencia son desencadenados por lluvias intensas o por deslizamientos provocados por sismos. Su detección temprana permite emitir alertas y llevar a cabo acciones de mitigación en las zonas de impacto, por lo que resulta prioritario contar con redes de monitoreo, especialmente en volcanes próximos a asentamientos humanos e infraestructura. En 2011 se inició el monitoreo sistemático de lahares en el Volcán de Colima, donde cada temporada de lluvias se registran decenas de eventos que en varias ocasiones han ocasionado daños a la infraestructura en un radio de hasta 15 km desde la cima. Actualmente se dispone de tres estaciones de monitoreo en las barrancas más susceptibles a la formación de lahares, equipadas con sismómetros (de banda ancha y/o de periodo corto), videocámaras, pluviómetros y sensores de infrasonido. En 2021 comenzó el monitoreo en el volcán Popocatépetl, a lo largo de la barranca Huiloac, la cual ha sido escenario de eventos con consecuencias importantes para las poblaciones aledañas. En este caso también se cuenta con instrumentación para el monitoreo sísmico, visual y climático. En ambos volcanes, los datos son transmitidos en tiempo real a la Red Sísmica de la Universidad de Colima y al Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). Más recientemente, en 2024, se inició el diseño e instalación de una red de monitoreo de lahares en el volcán Pico de Orizaba, a lo largo de la barranca Jamapa, donde además de la acumulación de agua por lluvia existe una fuente adicional por el aporte del glaciar. Tras más de diez años de monitoreo en el Volcán de Colima y la caracterización de cientos de eventos, ha sido posible establecer criterios de discriminación entre diferentes tipos de flujo y desarrollar un sistema de alerta. La misma metodología está siendo aplicada en los volcanes Popocatépetl y Pico de Orizaba, con el objetivo de incrementar la capacidad de reducción del riesgo de desastre asociado a lahares en México.

SE14-20

LOS RETOS DEL MANTENIMIENTO DE UNA RED MAREOGRÁFICA A NIVEL NACIONAL

Gómez-Ramos Octavio, Gutiérrez Quijada Sergio Valente, Zarza Alvarado Miriam Arianna, Loza Palestina Armando y Fabian de la Cruz Alfredo
Instituto de Geofísica, UNAM
octavio@igeofisica.unam.mx

Desde hace 73 años el Servicio Mareográfico Nacional (SMN-UNAM) resguarda, documenta y analiza los registros del nivel del mar de las costas de México en más de 30 localidades, y actualmente mantiene un monitoreo constante en 27 localidades costeras: 12 en el Pacífico y 15 en el Golfo y mar Caribe. El lograr que una red de tal extensión opere de forma óptima implica varios retos de toda índole: logísticos, económicos, operativos, y de organización. En esta presentación se compartirá un poco de la experiencia del SMN-UNAM en todos estos aspectos, así como las prácticas que han hecho que la red funcione de forma óptima, principalmente durante la ocurrencia de eventos extremos.

SE14-21

LA RED GPS TLALOCNET Y EL SERVICIO DE GEODESIA SATELITAL DEL INSTITUTO DE GEOFÍSICA

Salazar Tlaczani Luis y Cabral Cano Enrique
Universidad Nacional Autónoma de México
lsalazar@igeofisica.unam.mx

El Servicio de Geodesia Satelital forma parte de la Coordinación de Servicios Geofísicos del Instituto de Geofísica. Su misión es registrar, almacenar, y distribuir los observables GPS/GNSS y meteorológicos asociados necesarios para avanzar nuestro conocimiento de los procesos geológicos que causan acumulación de esfuerzos y deformación de la superficie terrestre y otros procesos detectables con técnicas GPS/GNSS que permiten estimar contenidos de vapor de agua, humedad, vegetación y contenido total de electrones en nuestro país. La infraestructura observacional del Servicio está compuesta por la red GPS TLALOCNet. Esta red está diseñada para la investigación del ciclo sísmico, tectónica, subsidencia del terreno, clima, procesos atmosféricos y clima espacial. Actualmente la red TLALOCNet consta de 99 estaciones GPS con presencia en casi todos los estados del país y en zonas insulares del Océano Pacífico y el Golfo de México. Parte de las estaciones de la red también cuentan con sensores meteorológicos de superficie que registran con altas frecuencias de muestreo y que están integradas al flujo de datos GPS. Estas observaciones geodésicas y meteorológicas son integrables en sistemas de monitoreo y respuesta rápida a eventos extremos. La transmisión de los observables GPS se realiza principalmente a través de enlaces celulares y en menor porcentaje con sistemas de transmisión satelital de nueva generación.

SE14-22

EL SERVICIO MAGNÉTICO DEL INSTITUTO DE GEOFÍSICA DE LA UNAM

Cifuentes-Nava Gerardo, Caccavari-Garza Ana, Carrillo-Vargas Armando y López-Urias Charbeth
Universidad Nacional Autónoma de México
gercifue@igeofisica.unam.mx

Se presentan la red e infraestructura del Servicio Magnético del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México, la cual formalmente ha cumplido mas de 100 años de operación, pero con un acervo de observaciones científicas que van más allá de 100 años y que incluso provienen del siglo XVI. El Servicio Magnético genera datos del Campo Geomagnético medido sobre nuestro país, donde lo más importante es dar información para estudios científicos de corto y largo plazo de su comportamiento. Tanto la variación secular del campo magnético principal, como los eventos temporales rápidos, asociados a la iteración Tierra-Sol, son objeto de monitoreo y estudio del mismo. Con un acervo de observación sistemático de mas de 100 años y una colección de datos proveniente del siglo XVI, se cuenta con información de probablemente una de las disciplinas geofísicas estudiadas más longevas del conocimiento científico relacionado, no solo de México, sino de nuestro planeta. Tal información ha contribuido no solo a la comprensión del comportamiento del campo geomagnético a nivel global, sino además ha sido herramienta de otras disciplinas geofísicas como la exploración de recursos naturales o los recientes estudios de clima espacial, entre otros.

SE14-23

EL SISTEMA INTERNACIONAL DE MONITOREO, UNA RED GLOBAL MULTITECNOLOGÍA

Pérez-Campos Xyoli
Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization
xyoli.perez.campos@ctbto.org

El Sistema Internacional de Vigilancia (SIV) de la Organización del Tratado de Prohibición Completa de los Ensayos Nucleares consta de 337 instalaciones distribuidas en cuatro tecnologías: 170 estaciones sismológicas, 60 estaciones infrasónicas, 11 estaciones hidroacústicas, 80 estaciones de radionúclidos y 16 laboratorios de radionúclidos. La misión del SIV es garantizar que ninguna prueba nuclear subterránea, submarina o atmosférica pase desapercibida. Actualmente, la red está instalada y certificada al 90%. Específicamente, México alberga una estación de radionúclidos, tres estaciones sismológicas auxiliares y una estación hidroacústica de fase T. El objetivo de este trabajo es presentar a la audiencia los aspectos técnicos de la red, los datos recopilados y los productos generados, así como los posibles usos de los datos para aplicaciones civiles y científicas. The views expressed herein are those of the authors and do not necessarily reflect the views of the CTBTO Preparatory Commission.

SE14-24

REDES DE SUPERFICIE, PRIMERA LÍNEA DE OBSERVACIÓN PARA CONOCER NUESTRO MEDIO

Valdés Mauro, Estévez Héctor, González Adriana y Riveros David
Instituto de Geofisica, UNAM
mauro@igeofisica.unam.mx

Se presenta los primeros resultados del análisis climatológico de un aumento de la radiación solar ultravioleta banda "B" durante el año de 2023 en la estación Ciudad Universitaria de la Red Solarimétrica Mexicana, el cual hace uso de diferentes componentes de la radiación solar, parámetros meteorológicos, pero sobre todo de contenido de Ozono en la estratosfera.

SE14-25 CARTEL

ÍNDICES DE CAMBIO CLIMÁTICO EN TRES OBSERVATORIOS DE LANRESC

Andrade Velázquez Mercedes[1], Rojas Valencia Aileen[2] y Montero Martínez Martín José[3]
[1]*Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad, SECIHTI - CCGS*
[2]*Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad*
[3]*Instituto Mexicano de Tecnología del Agua*
mercedes.andrade@ccgs.mx

El presente trabajo se enfoca en la determinación de índices climáticos extremos en tres observatorios costeros de resiliencia (OCR), ubicados en dos localidades en México. Uno corresponde a Agiabampo, Sonora, al norte del país. Los otros dos en el sureste, en Sisal, Yucatán y en Dos Bocas, Tabasco. El análisis se realizó con datos de Chelsa y ERA5 a los cuáles se aplicó el software Climpact2 Posteriormente se calculó su tendencia por medio de Man-Kendall y se encontró su significancia mediante 5 pruebas estadísticas Estos resultados contribuyen a la toma de decisiones basadas en información climática actualizada. Los OCR, son sistemas socioambientales que permiten monitorear los cambios en los diferentes ámbitos, social, biológicos, físico y químico en diferentes periodos de tiempo. Instalados en puntos estratégicos en la zona costera de México, los indicadores climáticos en cada uno de los sitios permiten conocer los cambios en eventos extremos climáticos y poder afrontar los efectos de cambio climático en las comunidades humanas y ecosistemas aledaños o ubicados en el alcance de los OCRs. Estos OCR son sistemas de estudio por diferentes disciplinas para análisis integrales, Los grupos están conformados dentro del Laboratorio Nacional de Resiliencia Costera. LANRESC se funda en 2015 con tres instituciones socias (Instituto de Ingeniería, Unidad Sisal, ITSON y Centro del Cambio Global y Sustentabilidad: CCGS), posteriormente se incorporan las instituciones: Facultad de Ciencias-Unidad Sisal, Facultad de Química, Unidad Sisal, Instituto de Investigaciones Económicas y el CINVESTAV Unidad Mérida (LANRESC, 2023).

Sesión especial

A 15 AÑOS DEL SISMO EL MAYOR-CUCAPAH, MW 7.2, ¿CÓMO HA EVOLUCIONADO EL CONOCIMIENTO DE LA SISMOTECTÓNICA DEL NOROESTE DE MÉXICO?

Organizadores

José Antonio Vidal Villegas
Erik Esteban Ramírez Ramos
Alejandro González Ortega

SE15-1

IN MEMORIAM: JOSÉ DOUGLAS FREZ CÁRDENAS (1936 – 2025)

Vidal Villegas José Antonio
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
vidalv@cicese.mx

José Douglas Frez Cárdenas, a retired seismologist from the Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE), passed away on 23 June 2025 in Tijuana, Baja California, Mexico. He joined CICESE in March 1981 at the Department of Geophysics which, after some years, became in two Departments: Seismology and Applied Geophysics. His academic trajectory at CICESE ended in January 2021. José's research interests were seismicity, seismotectonics, and computational seismology. Before he incorporated at CICESE, an ML 6.1 earthquake occurred on 9 June 1980 along the Cerro Prieto fault. A study, in which he was a collaborator, found that this earthquake had a right-lateral faulting mechanism and generated a PGA of 1.0 g at 10 km from the epicenter (Wong et al., 1997, Geofis. Int. 36, 3, 139-159). At Northern Baja California (NBC), seismicity also arise perpendicular to the northwest-trending faults. José and colleagues studied the Ojos Negros area located between the central segment of the San Miguel Fault and the Tres Hermanas fault (Frez et al., 2000, BSSA, 90, 5, 1133-1142). Most of the focal mechanisms they found were strike-slip with a minor normal component, and others were normal, indicating that the main tectonic stress acting on this area is tensional. The difficulty in determining the fault plane using focal mechanisms, or the Moment Tensor technique, is known. José proposed a method to determine the fault plane based on the directivity Doppler effect (Frez et al., 2010, BSSA, 100, 1, 289-297). The authors successfully applied this method to small earthquakes (1.2 # M # 3.6) of NBC. Finally, José, a good professor, graduated six Master's in Science students and taught some seismology courses. One iconic course he designed is Inversion Theory, which nowadays is a fundamental course in Seismology and Applied Geophysics at CICESE.

SE15-2

EL SISMO EL MAYOR-CUCAPAH, MW 7.2, DEL 4 DE ABRIL DE 2010, BAJA CALIFORNIA: UNA RESEÑA HISTÓRICA

Vidal Villegas José Antonio
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
vidalv@cicese.mx

En 1892 ocurrió un sismo de magnitud estimada en 7.1 en el sistema de fallas de Laguna Salada y Cañón Rojo. En esta misma zona, hacia el sureste, ocurrió el sismo El Mayor Cucapah (EMC), Mw 7.2, el 4 de abril de 2010 a las 15:40 tiempo local. El sismo ocurrió en el margen occidental del Valle de Mexicali, en donde convergen las sierras El Mayor y Cucapáh. El sismo EMC fue asociado al menos a 7 segmentos de falla: Cucapáh, Pescaderos, Borrego, Paso Superior, Paso Inferior, Dominio Delta e Indiviso. El sismo fue registrado en el norte de Baja California por la Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM) y la Red de Acelerógrafos del Noroeste de México (RANM). ¿Cómo funcionaban RESNOM y RANM? En RESNOM, se tenían 8 estaciones sísmicas triaxiales de periodo corto. El equipo electrónico de estas estaciones permitía digitalizar y transmitir las señales en formato digital. Se tenían además 3 estaciones de banda ancha. Para ambos tipos de estaciones, el sistema de transmisión era por enlaces de radio. Los programas de procesamiento no eran automáticos, el sistema de grabación era por evento y se tenía capacidad limitada de almacenamiento. Durante la secuencia del sismo EMC se enfrentaron múltiples retos: las estaciones de periodo corto y banda ancha, se saturaron. Sin embargo, fue posible utilizar los tiempos de arribo de P para localizar el sismo. La magnitud, se calculó utilizando solo una componente horizontal de las estación CBX de banda ancha. El equipo de cómputo (Pentium IV) fue insuficiente para el procesamiento de la enorme cantidad de datos generados. Las líneas telefónicas se saturaron así como el servicio de Internet. Nos vimos rebasados en el procesamiento de las señales sísmicas. Respecto a RANM, había 17 estaciones acelerométricas triaxiales que registraban por disparo sin un sistema de transmisión de datos. El sismo EMC fue registrado apropiadamente por 13 estaciones, cuya información fue recuperada en días posteriores. ¿Qué ha cambiado en estos últimos 15 años? Se logró la integración de las 5 subredes que opera el CICESE para conformar La Red Sismológica del CICESE (ver SE-14_0059). Tenemos colaboración con el Servicio Sismológico Nacional de México y el Servicio Geológico de Estados Unidos para el intercambio en tiempo real de señales sísmicas. Éstas también se envían a IRIS-DMC para asegurar una copia de las mismas. Enviamos al Centro Internacional de Sismología un boletín mensual de la actividad sísmica del Noroeste de México. Se implementó un sistema de detección automática basado en Earthworm – AQMS (utilizado también en la Red del Sur de California), el cual permite procesar la información en forma automática. Para la recepción de datos se cuenta con varios sistemas de comunicación: Internet Satelital, Internet vía telefonía celular, Internet convencional y radio modem. Desde el año 2012 se tiene capacidad para el almacenamiento contínuo de las señales sísmicas. Los resultados del procesamiento de la información son publicados en la página Web y en Redes Sociales (Facebook y Twitter).

SE15-3

LEY DE OMORI PARA LA SECUENCIA DEL SISMO EL MAYOR-CUCAPAH, MW 7.2, BAJA CALIFORNIA, DEL 4 DE ABRIL DE 2010

Vidal Villegas José Antonio, Núñez Leal María Alejandra y Arce Villa Rogelio
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
vidalv@cicese.mx

El sismo El Mayor Cucapah (EMC) tuvo una una ruptura compleja que inició con un fallamiento normal casi de norte a sur (sismo Mag. 6.0, p. e., Wei et al., 2011, NGEO, 4, 615–618). Aproximadamente 15 s después continuó con un fallamiento lateral derecho propagándose la ruptura en forma bilateral (sismo Mag. 7.2, Hauksson et al., 2011, PAGeoph, 168, [8/9], 1255-1277.; Wei et al., 2011). La longitud de la ruptura fue de aproximadamente 120 km en dirección NW – SE. Del 4 de abril al 15 de junio de 2010, la Red del Sur de California (SCSN, por sus siglas en inglés), con complemento de datos de la Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM), había procesado alrededor de 10,200 réplicas (Vidal-Villegas et al., 2018, Seism. Res. Lett., 89 [2A], 324-337). Las réplicas continuaron ocurriendo por un lapso de alrededor de año y medio posterior a la ocurrencia del sismo principal. La integración de los catálogos de sismicidad de RESNOM y de SCSN nos permitió tener un catálogo lo más completo posible y así calcular la ley de Omori (denominada hiperbólica) para la secuencia del sismo EMC. Esta ley permite describir el decaimiento a través del tiempo de las réplicas de un evento principal. Daremos a conocer en el congreso los resultados en la forma $n(t) = k / (t + c)$, donde $n(t)$ es la tasa de ocurrencia de réplicas en función del tiempo t, k es la constante que define la tasa global (número adimensional) y c es la constante que define el decaimiento inicial (en unidades de tiempo).

SE15-4 PLÁTICA INVITADA

VARIACION TEMPORAL DE LA ATENUACION SISMICA DURANTE EL PROCESO DE RUPTURA DEL SISMO EL MAYOR-CUCAPAH DE ABRIL DE 2010 (MW7.2), BAJA CALIFORNIA, MEXICO

Castro Escamilla Raúl Ramón, Reinoza Gómez Carlos Eduardo y Cruz Hernandez Favio

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

raul@cicese.mx

Estimamos la atenuación de las ondas S calculando el parámetro de decaimiento espectral kappa (κ) cerca de las zonas de ruptura de premonitores registrados por estaciones acelerográficas localizadas en la zona epicentral del sismo El Mayor-Cucapah (Mw7.2) del 4 de abril de 2010. Investigamos la evolución espacio-temporal del parámetro κ de los premonitores y encontramos que tuvieron valores significantemente más altos comparados con los obtenidos con registros del evento principal. Dado que κ es inversamente proporcional al factor de calidad Q y este es sensible al estado de esfuerzos y a la presencia de fluidos, creemos que los valores observados de κ indican que Q era alto en la región epicentral durante el proceso de ruptura del evento principal, probablemente debido a la alta concentración de esfuerzo tectónico. Calculamos la atenuación promedio regional $\bar{\kappa}(r)$ antes y durante el evento principal y encontramos mayor atenuación de las ondas S antes de la ocurrencia del sismo principal, lo cual sugiere la posible presencia de flujo de fluidos durante el proceso de ruptura. Antes y durante el evento principal $\bar{\kappa}(r)$ aumentó con la distancia hipocentral, pero a distancias cortas ($r < 17$ km) la atenuación regional incrementó más rápido antes del evento principal. Sin embargo, durante el evento principal $\bar{\kappa}(r)$ aumentó más rápido que durante la secuencia de premonitores para $r > 17$ km, lo que sugiere que el esfuerzo tectónico probablemente disminuyó más allá de esta distancia. 17 días antes del evento principal, la atenuación cercana a la fuente (Ks) era baja en el área de ruptura (Ks=0.0105 s), la cual incrementó durante las siguientes 30 horas a un valor de Ks=0.0341 s. Posteriormente, Ks empezó a decrecer hasta alcanzar un valor de Ks=0.0124 s durante la ocurrencia del evento principal. El decremento de Ks se debe a un incremento de Q posiblemente como resultado de un importante aumento del esfuerzo tectónico antes de la ocurrencia de la ocurrencia del evento principal (Mw7.2) del 2010.

SE15-5

EXPLORANDO LAS FALLAS DE CERRO PRIETO E INDIVISO, ANTES Y DESPUÉS DEL TERREMOTO DE EL MAYOR-CUCAPAH (2010, MW = 7.2), BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

González Escobar Mario

CICESE

mgonzale@cicese.mx

Este estudio analiza las características estructurales de las fallas de Cerro Prieto e Indiviso, localizadas en el delta del río Colorado, Baja California, México, mediante la integración de datos de sísmica de reflexión, sismicidad, magnetometría y gravimetría. La Falla de Transformación de Cerro Prieto, componente clave del límite de placas Pacífico–Norteamérica, atraviesa el valle de Mexicali y el norte del golfo de California dentro del área de estudio. La evidencia sugiere que parte de la actividad tectónica que anteriormente se concentraba en esta falla ha migrado hacia la Falla Indiviso. El objetivo central es determinar si la Falla Indiviso preexistía o si se originó a raíz del terremoto de El Mayor-Cucapah de 2010 (Mw 7.2). Los resultados indican que se trata de una estructura preexistente reactivada durante el evento. Las anomalías magnéticas y la distribución de la sismicidad muestran su traza oblicua respecto a la Falla de Cerro Prieto y su intersección con la Cuenca de Wagner, lo que plantea un reto a los modelos previos sobre la trayectoria de la Falla de Cerro Prieto. La actividad tectónica a lo largo de las fallas La Mesa y Santa Clara se relaciona con una subsidencia significativa bajo la Ciénega de Santa Clara. Los perfiles sísmicos revelan fallas enterradas, como Yurimori y Pangas Viejas, sin expresión superficial. Tras el sismo de 2010, la deformación se desplazó de la Falla de Cerro Prieto hacia la Falla Indiviso, en un proceso similar a la transferencia de deslizamiento documentada en el sistema de la Falla de San Andrés. La disminución de la sismicidad en la Falla de Cerro Prieto contrasta con una actividad difusa a nivel regional, destacando el papel de las fallas de transformación en la acomodación del movimiento interplaca. Las réplicas se concentraron bajo llanuras sedimentarias, mientras que las rupturas superficiales ocurrieron principalmente en zonas montañosas, probablemente condicionadas por el estado de esfuerzos litostáticos. La ruptura principal se originó en el sector norte de la Falla Indiviso, donde el esfuerzo diferencial favoreció la reactivación de estructuras preexistentes. Estos hallazgos aportan elementos clave para comprender la reactivación de fallas, la dinámica de fallas de transformación y la evaluación del peligro sísmico en la región.

SE15-6

ANÁLISIS DEL RÉGIMEN TECTÓNICO A PARTIR DE SOLUCIONES DE MECANISMOS FOCALES EN LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA

Gómez Ruiz Luis Gerardo[1] y Reinoza Gómez Carlos Eduardo[2]

[1]*Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas*

[2]*Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, CICESE*

geraruiz618@gmail.com

Se analizó el régimen tectónico en la Península de Baja California a partir de la compilación de mecanismos focales. Se recopilaron más de 170 eventos de Mw # 4.0 registrados entre 1956 y 2024 a partir de catálogos como el Global Centroid-Moment Tensor, SCSN Moment Tensor, además de consultar compilaciones naciones y regionales en publicaciones arbitradas. Se obtuvo una primera clasificación regional de los regímenes tectónicos basada en las características del tipo de ruptura de cada mecanismo focal (Álvarez-Gómez, 2019). Posteriormente, se agruparon los mecanismos focales por su distribución geográfica en cinco bloques o dominios tectónicos conocidos. Finalmente, con el método de optimización rotacional (Delvaux & Sperner, 2003) se obtuvieron parámetros de dirección, buzamiento y magnitud relativa de los esfuerzos principales, dirección de esfuerzo máximo horizontal (SHmax) y el régimen tectónico dominante (R'). Los datos analizados indican que el tipo de ruptura dominante en la región es de tipo transcurrente, con eventos localizados en su mayoría en la corteza superior (profundidades <20 km). No obstante, la región presenta una cantidad nada despreciable de eventos con componente normal, y en mucho menor cantidad rumbo-deslizantes con componente inversa. De allí, que si bien el dominio de las Sierras Peninsulares y la Microplaca de Rivera, presenta un régimen dominantemente transcurrente; otros dominios como el Golfo de California, el sistema de fallas Cerro Prieto-Imperial y alrededores y la zona de cizalla (Costa Pacífico) se muestran de tipo transtensional. Referencias: Álvarez-Gómez, J. A. (2019). FMC—Earthquake focal mechanisms data management, cluster and classification. SoftwareX, 9, 299–307. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.softx.2019.03.008 Delvaux, D., & Sperner, B. (2003). New aspects of tectonic stress inversion with reference to the TENSOR program. Geological Society of London Special Publications, 212(1), 75–100. https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2003.212.01.06

SE15-7

TASAS DE DESLIZAMIENTO GEODÉSICO EN FALLAS ACTIVAS, PREVIO Y POSTERIOR AL SISMO DE MW 7.2 EL MAYOR-CUCAPAH

Reinoza Gómez Carlos Eduardo[1], González Ortega Javier Alejandro[1], García Meza Ignacio Francisco[2], López Vega Jesús Eduardo[2] y Zamora Maciel Alejandra[2]

[1]*División de Ciencias de la Tierra, CICESE*

[2]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, División de Ciencias de la Tierra, CICESE*

reinoza@cicese.mx

El sismo El Mayor-Cucapah (EMC) de Mw 7.2 fue un evento caracterizado por su compleja ruptura con manifestación superficial, la cual se propagó a lo largo de ~120 km de longitud distribuidos en 7 segmentos de falla, algunos de los cuales aún eran desconocidos. Este trabajo se enfoca en el estudio del ciclo sísmico previo (1986-2010) y posterior (2010-2022 al evento de Mw 7.2, con el objetivo de estimar la tasa de deslizamiento de las fallas de la región a partir de velocidades geodésicas. Se compilaron sendas bases de datos de cada periodo de análisis para efectuar el modelado de bloques tectónicos; a partir del cual, estimamos las tasas de deslizamiento para las fallas Imperial, Cerro Prieto y Laguna Salada, coherentes con trabajos previos. Así mismo, obtuvimos soluciones para la Falla Indiviso (FI), recientemente develada por el EMC, y para la Falla Sierra Juárez (FSJ) al oeste de la zona epicentral. La tasa de deslizamiento para la FI se calculó en 6.6 ± 1.8 y 10 ± 0.4 mm/a para los periodos pre- y pos- EMC respectivamente, y de forma similar, 3.8 ± 1.9 y 1.0 ± 0.3 mm/a para la FSJ. La evolución del conocimiento en la región apunta a distribuir el rol protagónico de estructuras como Cerro Prieto e Imperial con otras fallas vecinas, con implicaciones en la manera que interpretamos la amenaza sísmica para la región.

SE15-8

RELAJACIÓN VISCOELÁSTICA TRANSITORIA DE 12+ AÑOS DE DEFORMACIÓN POSÍSMICA DEL SISMO EL MAYOR-CUCAPAH MW7.2

García Meza Ignacio Francisco[1], González Ortega J. Alejandro[1], Reinoza Gómez Carlos E.[1], González Huízar Héctor[1], Castro Escamilla Raúl[1] y Fielding Eric J.[2]

[1]*Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE*

[2]*Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena*

ifgarcia@cicese.edu.mx

El estudio de procesos del periodo de deformación posísmica a largo plazo (años) del terremoto El Mayor–Cucapah (EMC) de Mw7.2 ocurrido en 2010, proporciona información valiosa para el estudio del ciclo sísmico. Se analizaron series de tiempo de posicionamiento diario, con más de 12 años de duración, obtenidas de estaciones cGPS ubicadas en la región

del norte de Baja California y sur de California. Con ello, se extrajo la señal de relajación viscoelástica resolviendo el problema de separación de fuente ciega mediante un Análisis de Componentes Independientes Bayesiano Variable (vbICA, por sus siglas en inglés). El método fue validado utilizando datos geodésicos sintéticos compuestos por señales lineales, logarítmicas y exponenciales, afectadas por ruido gaussiano aleatorio, las cuales fueron separadas posteriormente mediante el algoritmo de vbICA. Las diferencias en los desplazamientos viscoelásticos horizontales reflejan variaciones de viscosidad bajo la Depresión del Salton y las Sierras Peninsulares, probablemente impulsadas por anomalías térmicas activas bajo el primero. En contraste, los desplazamientos viscoelásticos verticales explican el transitorio viscoelástico en el manto superior. Estos resultados muestran levantamiento del terreno en la Depresión del Salton, mientras que en las Sierras Peninsulares se observa hundimiento. La relajación viscoelástica del EMC fue cuantificada tanto temporal como espacialmente. Las estimaciones resultaron útiles para explicar la sismotectónica del campo intermedio a lo largo de sistemas de fallas activas. Los análisis temporales muestran que una tasa promedio residual de relajación viscoelástica de ~3 ± 1 mm/año continuará contribuyendo a la deformación superficial hasta aproximadamente el año 2030. El campo de deformación (Strain), derivado de desplazamientos viscoelásticos acumulativos interpolados, muestra que el sistema de fallas Pescadores–Laguna Salada, cercano al epicentro del EMC, presenta una acumulación significativa de deformación debida al deslizamiento profundo en la corteza inferior, lo que sugiere liberación de energía asísmica. Además, la deformación viscoelástica acumulada podría desempeñar un papel clave en la generación de enjambres sísmicos a lo largo de fallas activas en la Depresión del Salton.

SE15-9

ANÁLISIS DEL DESLIZAMIENTO ASÍSMICO EN EL SISTEMA DE FALLAS PESCADORES-LAGUNA SALADA USANDO DATOS DE RADAR DE APERTURA SINTÉTICA (UAVSAR)

García Meza Ignacio Francisco[1], González Ortega J. Alejandro[1] y Fielding Eric J.[2]
[1]*Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE*
[2]*Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena*
ifgarcia@cicese.edu.mx

La sismotectónica del norte de Baja California, México, ha sido estudiada por décadas, lo que ha permitido caracterizar y comprender físicamente los diferentes sistemas de fallas activas y la sismicidad que afectan a la región, la cual constituye la zona de transición del límite de placas Pacífico-Norteamérica. A partir del sismo de Mw7.2 El Mayor-Cucapah (EMC), ocurrido el 4 de abril de 2010, se impulsó un importante desarrollo en la instrumentación y la observación sismo-geodésica para el estudio de la región. Como parte de este avance, se dispuso de datos aéreos obtenidos mediante el sistema de Radar de Apertura Sintética (UAVSAR, pos sus siglas en inglés), operado y administrado por el Jet Propulsion Laboratory. En este trabajo se analizaron series de tiempo InSAR correspondientes al periodo de febrero de 2012 a febrero de 2015, obtenidas de distintas líneas de vuelo del sistema UAVSAR, cuya cobertura espacial abarca principalmente la región afectada por el sismo EMC, el Valle de Mexicali al este y la Laguna Salada al oeste. El uso de datos InSAR ha demostrado ser eficaz para la observación y cuantificación de la tasa de deslizamiento en fallas de rumbo que presentan creep (deslizamiento asísmico). Basándose en este antecedente, se examinaron diferentes segmentos de líneas de vuelo orientadas perpendicularmente al rumbo de la zona de ruptura del EMC. El sistema de fallas Pescadores-Laguna Salada (SFP-LS), cercano al epicentro del sismo, presenta un marcado gradiente de velocidad en la dirección de línea de vista del radar (LOS, por sus siglas en inglés) a ambos lados del sistema, con referencia al trazo de falla. Esta señal, característica de fallas de rumbo que presentan creep, fue observada en dos segmentos quasi-oblicuos del UAVSAR, ambos referidos a un mismo sitio (LPUR, sitio GPS temporal), lo que permitió descomponer el gradiente de velocidad LOS en sus componentes vertical y paralela al rumbo de la falla. El análisis de ambas componentes del campo de velocidad (paralela y vertical) reveló una tasa promedio de deslizamiento horizontal y vertical inferior a 8 mm/año, similar a la observada en otros sistemas de fallas de rumbo que presentan creep, localizados en el sur de California (p. ej., falla Superstition Hills y segmento sur de la falla San Andrés). Entonces, ¿el SFP-LS presenta deslizamiento por creep?

SE15-10

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD CIENTÍFICA DEL NOROESTE DE MÉXICO TRAS EL SISMO EL MAYOR-CUCAPÁH (2010–2025): UN ANÁLISIS MÉTRICO

Sosa Zaragoza Perla y Castro Escamilla Minerva
Instituto de Geofísica, UNAM
perla@igeofisica.unam.mx

Se sitúa en el extremo occidental del Valle de Mexicali, en el extremo noreste del estado de Baja California, una de las regiones tectónicamente más activas del noroeste de México. Esta región se ubica dentro de un complejo contexto geodinámico, en el que convergen la falla Cerro Prieto y las estructuras vinculadas al sistema de fallas de San Andrés. Dentro de este marco, se manifiestan las sierras El Mayor y Cucapáh, estructuras montañosas que se alinean con una actividad tectónica constante. Esta región ha documentado actividad sísmica predominantemente durante los años 1915, 1934 y 1940, específicamente esta última en mayo con una magnitud de 6.0. Sin embargo, fue el terremoto de 2010, con una magnitud de 7.2, que revolucionó la comprensión de su sismotectónica. Este sismo resultó en rupturas superficiales de hasta 5 metros, impactó la infraestructura en Mexicali y comunidades rurales, y desencadenó transformaciones hidrológicas significativas, tales como la reaparición de manantiales y modificaciones en pozos agrícolas. A partir de lo expuesto, el propósito de este estudio es llevar a cabo un análisis métrico de la evolución de la productividad científica asociada con el sismo El Mayor-Cucapáh, fundamentado en información extraída de las bases de datos Scopus, Web of Science y Dimensions. Este análisis cuantitativo tiene como objetivo identificar elementos cruciales relacionados con la producción científica, el grado de citación, los títulos de las revistas de mayor publicación, las instituciones y redes de colaboración a nivel nacional e internacional, entre otros datos pertinentes. Los hallazgos del análisis posibilitan la identificación de tendencias temáticas, la evaluación del impacto académico del suceso sísmico y el examen del comportamiento y la dinámica de la comunidad científica comprometida con la investigación de este fenómeno, lo que demuestra su creciente especialización. La obtención de los resultados requirió la implementación de múltiples estrategias de búsqueda que facilitaran la integración de las cuestiones sísmicas con la región de estudio, permitiendo así la descarga de referencias bibliográficas pertinentes que fueron procesadas en los sistemas Bibliometrix y VosViwer para su análisis y la generación de gráficos. Los hallazgos derivados permitieron la recuperación aproximada de 250 referencias, siendo el año 2013 el de mayor producción. Los autores más productivos en la materia incluyen a M. Oskin y Y. Yehuda, acumulando hasta el momento aproximadamente 5800 citas. Las dos revistas predominantes en las que se ha divulgado la producción son: Journal of Geophysical Research – Soil Earth y Bulletin of The Seismological Society of America, siendo publicaciones de relevancia a nivel global. El análisis métrico proporciona datos significativos sobre las líneas temáticas, permitiendo así determinar la progresión del conocimiento generado en la zona y, por ende, identificar una tendencia temática futura. Referencias • Castro, R. R., Carciumaru, D. D., Collin, M., Vetel, W., Gonzalez-Huizar, H., Mendoza, A., & Pérez-Vertti, A. (2021). Seismicity in the Gulf of California, Mexico, in the period 1901–2018. Journal of South American Earth Sciences, 106. doi:10.1016/j.jsames.2020.103087

SE15-11 CARTEL

GEOMETRÍA DE LAS CUENCAS A LO LARGO DEL TRASLAPE ENTRE LAS FALLAS TRANSFORMANTES CERRO PRIETO, IMPERIAL Y CALIPATRIA, VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA

Reyes Martínez Carlos Simon[1], González Escobar Mario[1], Lazaro Larios Arceo Ernesto[2], Aladro Chio Young Ho[2] y Gallegos Castillo Cristian Alejandro[1]
[1]*División de Ciencias de la Tierra, CICESE*
[2]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, CICESE*
csreyes@cicese.mx

El Valle de Mexicali se ubica en una zona de alta complejidad tectónica, al encontrarse en el límite entre las placas del Pacífico y Norteamérica. Esta configuración genera un estilo particular de cuencas, entre las cuales la Cuenca de Cerro Prieto ha sido la más estudiada. No obstante, estudios recientes basados en sísmica de reflexión 2D (realizados en los años 80 pero publicados en la última década) han revelado la existencia de múltiples depocentros más allá de esta cuenca. En este trabajo presentamos una recopilación de perfiles sísmicos localizados al noroeste (NW) y sureste (SE) de la Cuenca Cerro Prieto, así como aquellos que la atraviesan. Los resultados evidencian la compleja geometría de las cuencas asociadas al traslape entre las fallas Cerro Prieto e Imperial. En particular, las cuencas al NW presentan un buzamiento hacia el NE, mientras que aquellas al SE muestran un buzamiento hacia el SW, influenciado por la Falla Calipatria. Además, se identifica la presencia de material ígneo en esta última zona.

SE15-12 CARTEL

TASAS DE DESLIZAMIENTO EN EL NORTE DE BAJA CALIFORNIA: UN MODELO DE BLOQUES CONSTRUIDO A PARTIR DE DATOS INSAR Y GPS

González-Ortega Alejandro[1], López Vega Jesús Eduardo[2], García Meza Ignacio[2] y Reinoza Gómez Carlos[1]
[1]*Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE*
[2]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, División de Ciencias de la Tierra, CICESE*
aglez@cicese.mx

La sismicidad y diversa configuración de fallas tectónicas en el norte de Baja California se origina por la interacción entre las placas Pacífico y Norteamérica, donde la mayor parte de la deformación se concentra en las fallas localizadas en el Valle de Mexicali, mientras que el resto se distribuye en las distintas fallas de las Sierras Peninsulares. La tasa de deslizamiento refleja el promedio de deformación acumulada en una falla que eventualmente conducirá a la liberación de un evento sísmico, por tanto, es considerado un parámetro

relevante en el estudio cuantitativo de la tectónica activa. En este trabajo, a partir del procesamiento de un conjunto de 7 años de datos InSAR (2017-2024) provenientes de la misión satelital Sentinel-1 A y B con trayectorias ascendente y descendente, a través de la metodología de líneas de base cortas con corrección atmosférica, así como de un conjunto de velocidades GPS. Se construye un modelo de bloques que integra datos GPS e InSAR, mediante el cual se resuelven simultáneamente tanto el campo lejano y como el campo cercano de la deformación. Adicional a ello, se ha encontrado que los modelos atmosféricos ERA5 y GACOS son equivalentes para hacer corrección por retraso troposférico en la región y más aun, existe una correlación en las sinuosidades de las series de tiempo InSAR y GPS, asociada con las variaciones estacionales de lluvia y sequía en la región. Finalmente, a través de un extenso análisis de perfiles perpendiculares al rumbo de los diversos sistemas de falla se identificaron patrones de deslizamiento asísmico en las fallas Superstition Hills y Saltillo, planteando la posibilidad de emplear los perfiles de velocidad para mapear el trazo de fallas con base en su gradiente de velocidad.

SE15-13 CARTEL

RED GEODÉSICA DEL NOROESTE DE MÉXICO (REGNOM): ESTUDIOS GEODÉSICOS Y SISMOTECTÓNICA. A 15 AÑOS DEL SISMO EL MAYOR-CUCAPAH, MW 7.2

González-Ortega Alejandro[1], Rodríguez Orozco Eduardo[1], Ramon Morales Elvia[1] y García Meza Ignacio[2]

[1]*Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE*
[2]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, División de Ciencias de la Tierra, CICESE*
aglez@cicese.mx

La Red Geodésica del Noroeste de México (REGNOM; http://regnom.cicese.mx/) es una red activa con 25 estaciones permanentes del Sistema Global de Navegación por Satélite (cGNSS). Inició como respuesta al sismo El Mayor-Cucapah (EMC) Mw7.2 ocurrido el 4 de abril de 2010, fortaleciendo la infraestructura de la red sísmica del CICESE (RESNOM; https://resnom.cicese.mx/). REGNOM contribuye con el estudio de la deformación cortical en el noroeste de México e interacción entre placas (Pacífico y Norteamérica), repartición de la deformación entre los sistemas de fallas e investigación del ciclo sísmico en la región. Los objetivos de REGNOM son: (1) Complementar las observaciones sísmicas ante la ocurrencia de un evento sísmico de gran magnitud. (2) Proporcionar estimaciones de la deformación de la corteza a largo plazo. (3) Caracterizar la acumulación de deformación elástica a lo largo de diferentes sistemas de fallas en el norte de Baja California y (4) estimar el marco de referencia regional para estudios tectónicos y complementar/integrar estudios geodésicos regionales por medio de la Interferometría de Radar de Apertura Sintética (InSAR). Con ello se logra comprender mejor la zona de fallas activas que comparten la región del sur de California, Estados Unidos y el norte de Baja California, México. Nuestros estudios más recientes están enfocados en la estimación de tasas de deslizamiento en las principales fallas del Valle de Mexicali; obtención del campo de desplazamiento 3D del Centro de Dispersión Cerro Prieto por medio de InSAR; estimación de magnitud del sismo EMC a partir del espectro de fuente sísmica por medio de datos GPS; separación de fuentes posísmicas a través de las series de tiempo de posición GPS de REGNOM, y estudios de deformación mediante modelado de bloques tectónicos.

Sesión especial

ENJAMBRES SÍSMICOS Y PROCESOS ASOCIADOS CON LA ACTIVIDAD VOLCÁNICA Y TECTÓNICA

Organizadores

Ana Teresa Mendoza
Ramon Zúñiga
Servando De la Cruz
José Luis Macías Vázquez

SE16-1 PLÁTICA INVITADA

RECENT SEISMIC SWARMS IN THE PARICUTIN REGION: WHAT TYPES OF ERUPTIONS CAN BE EXPECTED IN THE FUTURE BASED ON THE VOLCANIC GEOLOGY?

Siebe Claus
Instituto de Geofísica, UNAM
csiebe@geofisica.unam.mx

Over the past 30 years, eight distinct seismic swarms were recorded between in the Paricutin region and interpreted to reflect magma movement at depths between 16 and 8 km (Legrand et al., 2023). Whether they are precursors to a new eruption remains uncertain. Knowledge of the volcanic geology of the Michoacán-Guanajuato Volcanic Field (MGVF) is fragmentary, but available radiocarbon dates allow to infer that another eruption is likely to occur during the next 200 years. Furthermore, geologic information provides clues on possible eruption scenarios and hazards, which is of importance for implementing disaster mitigation strategies. Recent studies in the Paricutin region (e.g., Larrea et al., 2019) confirm that the most common and voluminous products are lava flows of andesitic composition, while basalts and rhyolites are subordinate. Tephra fallout from Strombolian activity is quite frequent, but limited in volume. Monogenetic scoria cones and their associated lava flows with small volumes (<2 km3) are the most abundant type of volcano. In addition, mid-sized shields and domes (5-15 km3) dominate the landscape (Chevrel et al., 2016) while phreatomagmatic volcanoes are rare. The smaller monogenetic vents in the MGVF occur either isolated or form small clusters. The identification of small clusters comprising several monogenetic volcanoes that erupted in a sequence of geologically short time intervals (hundreds to few thousands of years) in small areas (e.g., Zacapu; Reyes-Guzmán et al., 2021) opens several questions in the context of the seismic swarms near Paricutin: Are the Holocene clusters still “active” and is a new eruption likely to occur within their surroundings? How long are such clusters “active”? Is it possible that the prehistoric Astillero/Pedregal (Larrea et al., 2019) and historic eruptions of Paricutin (1943-1952) represent the beginning of clusters and should a new eruption in their proximity be expected in the future? In order to address these questions, several clusters are currently under study in order to shed more light on the conditions that allow several magma sources to be formed and then tapped in close temporal and spatial proximity to each other and produce such small “flare-ups”. References: Chevrel, M.O., Guilbaud, M.N., Siebe, C. (2016). The AD 1250 effusive eruption of El Metate shield volcano (Michoacán, Mexico): Magma source, crustal storage, eruptive dynamics, and lava rheology. Bull. Volcanol. 78 (4): 32. Larrea, P., Siebe, C., Juárez-Arriaga, E., Salinas, S., Ibarra, H., Böhnel, H. (2019). The ~AD 500-700 (Late Classic) El Astillero and El Pedregal volcanoes (Michoacán, Mexico): a new monogenetic cluster in the making? Bull. Volcanol. 81(10): 59. Legrand, D., Perton, M., Macías, J.L., Siebe, C., et al. (2023). Repeated seismic swarms near Paricutin volcano: Precursors to the birth of a new monogenetic volcano in the Michoacán-Guanajuato volcanic field, México? Bull. Volcanol. 85: 30. Reyes-Guzmán, N., Siebe, C., Chevrel, O.M., Pereira, G., (2021). Late Holocene Malpaís de Zacapu (Michoacán, Mexico) andesitic lava flows: Rheology and eruption properties based on LiDAR image. Bull. Volcanol. 83 (4): 28.

SE16-2 PLÁTICA INVITADA

ENJAMBRES SÍSMICOS, VOLCANES MONOGENÉTICOS, ESTRATOVOLCANES, HISTORIAS ERUPTIVAS, … ¿QUE SE PUEDE INFERIR PARA EVALUAR EL PELIGRO VOLCÁNICO DISPERSO EN LA REGIÓN DE TANCÍTARO- PARICUTIN?

De la Cruz-Reyna Servando[1], Zarazúa-Carbajal María Cristina[2], Mendoza-Rosas Ana Teresa[3], Caballero-Jiménez Gema Victoria[4] y Gómez-Vázquez Angel[4]
[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Department of Geography, Vrije Universiteit Brussel, Bruselas, Bélgica*
[3]*Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*
[4]*CENAPRED Centro Nacional de Prevención de Desastres*
sdelacruzr@gmail.com

La región de Paricutín-Tancítaro (PTR), ubicada en el sector SO del Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato se caracteriza por la presencia del estratovolcán Tancítaro, rodeado por una densa (11/100km2) distribución de volcanes monogenéticos, principalmente conos de escoria. La más reciente actividad corresponde a la formación del Paricutin en 1943-1952. Esta erupción fue precedida por un enjambre sísmico registrado en Tacubaya. Posteriormente se ha registrado una sucesión de enjambres sísmicos en 1997, 1999, 2000, 2006, 2020, 2021, 2022, 2023-2024 y en julio- 2025. La ocurrencia de un enjambre precursor de la erupción en 1942-1943 seguida por una secuencia de enjambres iniciada 54 años después, pero que no han mostrado evidencias de actividad volcánica superficial, representa un desafío para determinar los peligros volcánicos y sísmicos de la región. Para abordar este problema se hizo en un primer paso una evaluación de la historia eruptiva de la región estimando las edades relativas de 171 conos de escoria utilizando una nueva metodología morfocronométrica basada en el índice de erosión promedio AEI, un parámetro que mide el desarrollo de procesos de incisión de canales aluviales a través de la cuantificación de la profundidad y anchura de las cárcavas erosivas sobre la superficie de los conos de escoria. El método se basa en un análisis con descriptores elípticos de Fourier capaz de cuantificar, con un solo parámetro, las magnitudes relativas de las anchuras y profundidades de los elementos de drenaje erosivo a lo largo de los contornos de nivel. Este enfoque supone que, para conos expuestos a condiciones erosivas similares, el grado de erosión de sus superficies es una función de la edad, la que puede determinarse de los datos radiométricos existentes para algunos de los conos. Este análisis reveló una tendencia creciente en la tasa de erupciones monogenéticas durante los últimos 120 kyr, y muy marcadamente en los últimos 20 kyr, que ha llevado a un intervalo medio de espera actual de solo 120 años. En un segundo paso, después de haber estimado la evolución temporal, estimamos la evolución espaciotemporal de la actividad volcánica monogenética en PTR utilizando un teselado de Voronoi para representar la distribución de la densidad espacial de emplazamientos de conos de escoria a lo largo del tiempo para detectar cambios dinámicos en las diferentes ubicaciones de actividad volcánica en la región. Este enfoque revela patrones dinámicos espaciales en las tasas de erupciones monogenéticas a lo largo del tiempo. En un tercer paso, aplicamos un proceso de Poisson para estimar la distribución espacial de probabilidades de erupciones monogenéticas en función de las tasas derivadas del análisis morfocronométrico. Se encontró una alta correlación espacial entre las áreas con mayores probabilidades y la ubicación de los enjambres sísmicos recientes registrados en el PTR. Esto sugiere que los enjambres sísmicos observados probablemente se relacionan con los esfuerzos generados por intrusiones y desplazamientos de magma denso en la corteza, en un rango de profundidades que, hasta el momento y a diferencia de 1943, no ha permitido su ascenso hasta la superficie.

SE16-3

RED DE MONITOREO VOLCÁNICO EN LA REGIÓN PARICUTÍN–TANCÍTARO

Mendoza-Rosas Ana Teresa[1], López-Granados Erna Martha[2], Huesca-Pérez Eduardo[3], Mendoza Pérez Carlos Heriberto[4], Espinoza-Ojeda Orlando Miguel[1], Castelán Pescina José Gilberto[5], Alonso Rivera Paulino[5], Vázquez Espinoza de los Monteros Diana Marisol[5], Saldívar Rangel Miguel Ángel[5], Ramírez Cisneros Amuravi[6], Amaro Redonda Vania[6], Viveros Padilla Cesar Alberto[6], Zamudio Alejandre Edgar[6], Martínez Godínez Ángel de la Cruz[6], Iglesias Mendoza Arturo[7], Pérez Santana Jesús[7], Espíndola Castro Víctor Hugo[7] y Domínguez Ramírez Luis Antonio[1]

[1]*SECIHTI - Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH*
[2]*Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH*
[3]*SECIHTI - Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, UMSNH*
[4]*Facultad de Físico Matemáticas, UMSNH*
[5]*Centro Nacional de Prevención de Desastres*
[6]*Coordinación Estatal Protección Civil de Michoacán*
[7]*Servicio Sismológico Nacional, UNAM*
atmendoza@secihti.mx

La región Paricutín–Tancítaro, ubicada en el Campo Volcánico Michoacán–Guanajuato (CVMG), es una de las zonas de vulcanismo monogenético más activas de México. En los últimos 25 años se han registrado al menos nueve enjambres sísmicos, algunos posiblemente vinculados al ascenso de magma y a la reactivación de estructuras tectónicas. Esta actividad, sumada a la alta densidad de edificios volcánicos y a una historia eruptiva reciente, resalta la necesidad urgente de un monitoreo y gestión del riesgo volcánico en la región. En respuesta, se ha instalado la primera red multiparamétrica permanente en Michoacán, resultado de la colaboración entre la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), el CENAPRED, Coordinación Estatal Protección Civil Michoacán (CEPCM), el Servicio Sismológico Nacional (SSN) y el USGS (VDAP). Esta red permitirá la adquisición continua y almacenamiento de datos sísmicos, geodésicos y meteorológicos, esenciales para la identificación de precursores volcánicos y la evaluación del peligro. El proyecto no solo refuerza el conocimiento científico sobre los procesos volcánicos activos, si no también constituye un modelo de vinculación efectiva entre la academia, las instituciones de protección civil y la sociedad, con un impacto directo en la seguridad pública y el desarrollo regional.

SE16-4

REDES DE COLABORACIÓN PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RIESGO VOLCÁNICO EN MICHOACÁN

Amaro Redonda Vania[1], Mendoza-Rosas Ana Teresa[2], López-Granados Erna Martha[3] y Ramírez Cisneros Amuravi[1]

[1]*Coordinación Estatal de Protección Civil de Michoacán*
[2]*SECIHTI - Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH*
[3]*Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH*
vaniaredonda@gmail.com

La gestión integral del riesgo en zonas con actividad volcánica y sísmica, como la región Tancítaro–Paricutín en Michoacán, requiere de un trabajo coordinado entre instituciones académicas, autoridades de los tres niveles de gobierno y las comunidades. En la región Tancítaro–Paricutín, donde convergen la amenaza volcánica, sísmica y la diversidad sociocultural, esta articulación es esencial para diseñar estrategias de prevención efectivas y culturalmente pertinentes. Esta presentación, liderada por la Coordinación Estatal de Protección Civil, destaca las acciones estratégicas que se han impulsado desde el gobierno estatal para fortalecer la comunicación del riesgo, la apropiación del conocimiento y la preparación comunitaria. Se abordarán experiencias recientes de vinculación con investigadores, talleres con comunidades en riesgo, difusión de materiales de sensibilización, y el uso de herramientas tecnológicas y redes sociales para mantener una comunicación oportuna, transparente y accesible. También se enfatiza el papel que juegan los espacios de encuentro —como esta sesión— para consolidar alianzas que salvan vidas y fomentan la cultura de la prevención. El trabajo de campo, las capacitaciones presenciales y las estrategias digitales permiten fortalecer las capacidades locales de respuesta ante emergencias. Esta ponencia busca reflexionar sobre los retos actuales y las oportunidades de colaboración para avanzar hacia una gestión del riesgo más integrada, humana y efectiva. La colaboración interinstitucional con la Coordinación Estatal de Protección Civil Michoacán, ha permitido avanzar en modelos de intervención sensibles al territorio y a su población. Este esfuerzo conjunto refleja cómo la prevención de desastres se construye desde el diálogo, la confianza y el compromiso compartido entre ciencia, gobierno y sociedad.

SE16-5 PLÁTICA INVITADA

REVISIÓN DE LA SISMICIDAD EN LA REGIÓN PARICUTÍN-TANCÍTARO DE 2020 A 2025

Espíndola Victor Hugo[1], González Daniel[2], Iglesias Arturo[2], Mendoza Ana Teresa[3] y Zúñiga F. Ramón[4]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[3]*SECIHTI - Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH*
[4]*Instituto de Geociencias, UNAM*
victore@sismologico.unam.mx

La región Paricutín-Tancítaro ha tenido actividad sísmica continua descrita en diversos estudios. En esta zona caracterizada por tener una gran cantidad de volcanes monogenéticos, se han registrado varios enjambres sísmicos, los más notables, en 1943, 1952, 1997, 1999, 2000, 2006, 2020, 2021, 2022, 2023 y 2025, sin embargo hay indicios que aun antes de 1943 existió actividad en la región. En el catálogo del Servicio Sismológico Nacional (SSN), existe información de esta actividad, la detección y localización ha mejorado paulatinamente acorde ha aumentado el número de estaciones sísmicas. Los enjambres sísmicos más recientes ocurrieron en enero de 2020, con miles de sismos detectados durante los primeros días del mes de enero, con magnitudes máximas de 4.2 (Mc), sentidos en amplia región entre Tancítaro y Uruapan. En los meses de mayo, junio y julio de 2021 ocurrió otra secuencia ubicada en la región del pico de Tancítaro al noroeste de Uruapan. En 2022 otro enjambre en la región de Los Reyes de Salgado al parecer con profundidades más someras causo alarma en la región, la sismicidad decayó por algunos meses pero el 15 de marzo de 2023 se registró un sismo de magnitud 4.4 Mw de mecanismo focal de tipo normal con plano de falla con tendencia NW- SE. La aceleración máxima registrada en la estación Tancítaro (TMIG) fue de 47.9 cm/s2. El objetivo del presente trabajo es hacer una descripción detallada de la actividad sísmica de los últimos cinco años, con el objetivo que esta revisión, sea útil para la estimación de otros parámetros importantes, como puede ser el valor de b y conocer algunas características regionales. Utilizamos el algoritmo de localización sísmica HypoDD por doble diferencia de Waldhauser y Ellsworth (2000), con datos de la sismicidad el periodo enero de 2020 a agosto 2025 de los enjambres mencionados, como resultado se obtiene sismicidad agrupada en diferentes segmentos dentro de la región, que son coherentes con mecanismos focales obtenidos de los sismos con magnitudes mayores. Adicionalmente hacemos análisis de los registros de las formas de onda registradas en las estaciones PeribÁn (RERI) , Angahuan (ANGA), Charapan (CHAR) y Tancítaro (TMIG), que son parte de la Red sísmica local. Encontrando para estas estaciones efectos de sitio singulares.

SE16-6

VARIACIÓN TEMPORAL DEL VALOR B DURANTE LA SECUENCIA SÍSMICA DE 2025 EN LOS ALREDEDORES DE VOLCÁN TANCÍTARO

Zúñiga F. Ramón[1], Márquez-Ramírez Víctor H.[1], Rodríguez-Pérez Quetzalcoatl[2] y Espíndola-Castro Víctor H.[3]

[1]*Instituto de Geociencias, UNAM*
[2]*SECIHTI - Instituto de Geociencias, UNAM*
[3]*Instituto de Geofísica, UNAM*
ramon@geociencias.unam.mx

Desde el 27 de junio de 2025, hasta el momento de redactar este resumen, el Servicio Sismológico Nacional (SSN) ha reportado una nueva secuencia sísmica en los alrededores del sistema volcánico Tancítaro de más de 1200 eventos con magnitud Md > 2.0. La secuencia incluye hasta la fecha 800 eventos con Md > 2.8 considerada la magnitud mínima de completitud y 4 eventos de magnitud Md >=3.8. Esta secuencia es la más reciente de una serie de enjambres que se han documentado desde 1997 en esa zona. Los enjambres recurrentes en la región de Tancítaro se habían reportado en 1997, 1999, 2000, 2006, 2020, 2021 y 2022. En 2020, la secuencia sísmica duró del 5 de enero al 25 de febrero, con 3695 sismos localizados. Ocho eventos de dicha secuencia superaron una magnitud de 4.0. La secuencia ocurrida durante 2021, duró del 30 de mayo al 3 de septiembre, con 1083 eventos reportados, el mayor de los cuales alcanzó una magnitud de 4.1. Existe un debate en curso sobre si estos enjambres son resultado de procesos magmáticos relacionados con el sistema de Tancítaro, que no ha tenido actividad durante el Holoceno, o si están relacionados con fallas tectónicas debido al aumento del esfuerzo regional. La evolución temporal del valor b de la relación Gutenberg-Richter podría indicar si el enjambre es un proceso magmático, debido a los altos valores (generalmente b > 2,0) alcanzados durante ciertas ventanas temporales. Se observan tanto disminuciones como aumentos significativos con relación a un nivel considerado estable que podrían correlacionarse con otros efectos. Sin embargo, es necesario realizar análisis cuidadosos antes de llegar a cualquier conclusión, ya que el valor b depende en gran medida de la escala de magnitud y las variaciones de operación de la red. En este trabajo, se comparan las variaciones temporales del valor b entre lo observado en Tancítaro durante la mayoría de los episodios de enjambre, con lo observado durante los episodios del Colapso de la Caldera y la Erupción de la Fisura de 2014-2015 y las otras zonas de fractura, en Islandia, durante la erupción de la Zona de Fractura de

Kilauea en Hawái en 2018, y durante los episodios de erupción de La Palma en 2021. Nuestro objetivo es buscar elementos esenciales para la discriminación entre procesos magmáticos y tectónicos, así como para los episodios sísmico-volcánicos que no conducen a una erupción y los que sí.

SE16-7 PLÁTICA INVITADA

MICROSISMICIDAD EN ZONAS URBANAS: VALLE DE MÉXICO Y LOS CABOS, B.C.S.

Quintanar Robles Luis[1], Ortega Roberto[2], Castro Raúl[3], Espíndola Victor Hugo[1] y Bello-Segura Delia Iresine[1]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*CICESE; Unidad La Paz, B.C.S.*
[3]*CICESE; Ensenada, B.C.*
luisq@igeofisica.unam.mx

La sismicidad de baja magnitud, conocida comúnmente como microsismicidad, ocurrida en zonas urbanas ha cobrado interés en tiempos recientes debido por una parte a la vulnerabilidad de la infraestructura existente en las zonas involucradas, como también por la comprensión de su origen y evolución temporal. Es así que el estudio de este tipo de sismicidad es actualmente una materia de interés científico y de protección civil. En este trabajo abordamos el estudio de la microsismicidad ocurrida en dos regiones del país como son la Cuenca de México y la zona del corredor turístico de Los Cabos, Baja California Sur. Utilizando la información de redes locales instaladas en ambos sitios se han podido determinar características focales como son mecanismos de falla y caídas de esfuerzo de este tipo de eventos. Nuestros resultados preliminares muestran una correlación del tipo de fallamiento obtenido con la existencia de características geológicas reportados en la literatura. En la zona de Los Cabos en particular, una evaluación estadística de la sismicidad revela un valor anormalmente alto del parámetro b , con valor promedio de 1.6 para una Mc # 1.8

SE16-8

ACTIVIDAD SÍSMICA EN EL VOLCÁN CHICHÓN EN EL AÑO 2025

Alatorre Ibarguengoitia Miguel[1], Velázquez López Jesús Ernesto[1], Mendoza Ponce Avith del Refugio[1], Castro Artola Oscar Alberto[2], Arámbula Mendoza Raúl[3] y Capra Pedol Lucia[4]

[1]*Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas*
[2]*CICESE*
[3]*Universidad de Colima*
[4]*Instituto de Geociencias, UNAM*
miguel.alatorre@unicach.mx

La erupción pliniana del volcán Chichón de 1982 representa el peor desastre derivado de un fenómeno volcánico en la historia reciente de México y una de las erupciones más catastróficas en el mundo durante el siglo XX. Una de las principales razones de su impacto fue la ausencia de un sistema de monitoreo volcánico que permitiera anticipar el evento. Estudios posteriores han demostrado que existió actividad sísmica precursora meses antes de la erupción, registrada por una red ubicada a 60 km del volcán. De haberse analizado oportunamente, se hubiesen podido tomar medidas preventivas para minimizar los efectos del desastre. Durante el año 2025 se ha observado una intensa actividad sísmica en el Chichón. En particular, con base en los datos de la red de monitoreo del volcán de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), entre el 4 de junio y el 4 de agosto el Servicio Sismológico Nacional (SSN) reportó 195 sismos a menos de 20 km del volcán, la mayoría localizados dentro o muy cercanos al cráter, y esta actividad se mantiene a la fecha de este resumen. Estos eventos tuvieron magnitudes entre 1.9 y 3.4, y casi todos ellos fueron someros (profundidades menores a 5 km). El promedio de sismos diarios (3.1) y las magnitudes máximas de estos eventos son significativamente mayores a las que se han reportado en años anteriores. Además de estos sismos reportados por el SSN, se han identificado otros eventos con diferentes características que no han podido ser localizados, algunos de los cuales pudieran estar asociados al sistema hidrotermal del volcán. Sin embargo, cabe mencionar que la red de monitoreo del volcán Chichón, y en especial la estación más cercana al cráter, no han operado ni transmitido de manera continua en años anteriores, por lo que no se tiene bien caracterizada la actividad "normal" de este volcán. Además de este aparente incremento de la actividad sísmica registrada recientemente, en los últimos años se han observado importantes alteraciones en el cráter del volcán Chichón, como variaciones físicas y químicas del sistema hidrotermal, cambios significativos en el volumen y coloración del lago y aparición de esférulas de azufre (Alatorre Ibargüengoitia et al., 2024). Todo esto pone de manifiesto que el Chichón, uno de los volcanes más peligrosos de México, sigue activo, por lo que es fundamental fortalecer su monitoreo, investigar sus posibles escenarios de actividad y evaluar sus peligros y riesgos asociados. Referencia Alatorre Ibargüengoitia et al. (2024). Reporte interinstitucional lago volcán Chichón. Periodo 2022-2024. https://monitoreo.unicach.mx/index.php?p=page&v=NTE=

SE16-9 CARTEL

¿ENJAMBRE SÍSMICO O SISMICIDAD DE FONDO?

Domínguez Ramírez Luis Antonio[1], Reyes Romero Alejandro[2], Valdés Carlos[3], Solano Hernández Ericka Alinne[4], Plata Martínez Raymundo Omar[3], Huesca Pérez Eduardo[5], Mendoza Rosas Ana Teresa[6] y Legrand Denis[3]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
[3]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[4]*Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia*
[5]*Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*
[6]*SECIHTI - Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH*
ladominguez@enesmorelia.unam.mx

En la zona de Paricutin-Tancítaro han ocurrido numerosos enjambres sísmicos en las últimas décadas (1997, 1999, 2000, 2006, 2020, 2021, 2022, 2023). Estos han causado una creciente incertidumbre en la población local debido al temor del surgimiento de un nuevo volcán. Según el Atlas Nacional de Riesgos en un radio de 30 km alrededor de la zona del enjambre habitan 364,000 personas y existen 116,000 viviendas. En los últimos años la instrumentación sísmica en la zona ha aumentado permitiendo una mejor caracterización de la actividad sísmica de la región. El Servicio Sismológico Nacional (SSN) cuenta con dos estaciones permanentes de monitoreo en Tacámbaro y Tancítaro. Además, el Centro Nacional de Prevención de Desastres, en colaboración con el Servicio Geológico de los Estados Unidos y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, instaló 4 estaciones más de monitoreo que cuentan con un sensor sísmico, GNSS y una estación meteorológica. Adicionalmente, instalamos una red sísmica temporal MIST (Michoacán Seismic and Tremor) que cruza de manera transversal el estado de Michoacán con al menos dos estaciones cerca de la zona donde ocurren los enjambres sísmicos. En este trabajo, evaluaremos los datos registrados por estas tres redes para determinar la intensidad del aumento de sismicidad reportada por el SSN a partir de junio del 2025. Además, nos permitirá determinar con una mejor resolución las localizaciones de los sismos y su posible mecanismo focal. Para ello empleamos técnicas de Machine Learning para la detección sísmica, como Fingerprint and Similarity Thresholding (FAST) y EqTransformer, para determinar si el incremento en sismicidad es en realidad producto del aumento en la sismicidad local o si se trata de un artefacto producido por el desarrollo en la instrumentación.

SE16-10 CARTEL

EVALUACIÓN DEL SISMO DE ATENQUIQUE (M4.8, ABRIL 2025) Y SU SECUENCIA SÍSMICA ASOCIADA EN EL COMPLEJO VOLCÁNICO DE COLIMA MEDIANTE MÉTODOS AUTOMÁTICOS Y REVISIÓN MANUAL

Reyes-Alfaro Gabriel[1], Márquez-Ramírez Víctor Hugo[2], Arámbula-Mendoza Raúl[3], Zúñiga F. Ramón[2] y Flores-Hermosillo Hugo Samuel[4]

[1]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geociencias, UNAM*
[2]*Instituto de Geociencias, UNAM*
[3]*CUEV, Universidad de Colima*
[4]*Unidad Estatal de Protección Civil y Bomberos de Jalisco, UEPCBJ*
gr.alfaros@geociencias.unam.mx

El 15 de abril de 2025 ocurrió un sismo de magnitud 4.8 al noreste del Volcán de Colima, en el occidente de México, dentro de un contexto tectónico y volcánico dinámico. Este evento desencadenó una intensa secuencia sísmica, con más de 150 eventos detectados durante el mes posterior. El presente trabajo analiza dicha actividad mediante una metodología semi-automatizada que integra técnicas avanzadas de aprendizaje automático (Machine Learning) y revisión manual cuidadosa. La detección automática de fases sísmicas se realizó con el modelo PhaseNet (Zhu & Beroza, 2019), implementado a través de la plataforma Seisbench (Woollam y Münchmeyer et al. 2022); la asociación de fases se llevó a cabo mediante GaMMA (Zhu et al., 2022) y la localización hipocentral preliminar con NonLinLoc (Lomax et al., 2000). Posteriormente, todos los eventos fueron validados manualmente utilizando el sistema SeisComP (Helmholtz-Centre Potsdam & Gempa, 2008). El análisis preliminar reveló que la actividad sísmica estuvo concentrada espacialmente entre las barrancas Arroyo Seco y Atenquique, con una marcada alineación estructural en dirección NE-SO. El mecanismo focal del evento principal indicó fallamiento normal con ligera componente lateral izquierda, consistente con observaciones superficiales de deslizamientos y agrietamientos en campo. Estos resultados sugieren un claro origen tectónico local de la secuencia, en ausencia de evidencias preliminares que indiquen actividad eruptiva directa. Este estudio contribuye a entender la dinámica sísmica en una región de interacción tectónica-volcánica, resaltando la importancia del uso combinado de métodos automáticos y manuales para mejorar la detección y caracterización de eventos sísmicos. Asimismo, subraya la necesidad de fortalecer el monitoreo tectónico regional como complemento indispensable al monitoreo volcánico convencional.

SE16-11 CARTEL

EVALUACIÓN PRELIMINAR DE DESPLZAMIENTOS DEL TERRENO CON GNSS, ASOCIADOS AL ENJAMBRE SÍSMICO EN CURSO (2025) EN LA REGIÓN TANCÍTARO-PARICUTIN, CAMPO VOLCÁNICO MICHOACÁN-GUANAJUATO

Gómez-Vázquez Ángel[1], Mendoza-Rosas Ana Teresa[2], Saldívar Rangel Miguel Ángel[1] y De la Cruz-Reyna Servando[3]

[1]*Centro Nacional de Prevención de Desastres, México*
[2]*SECIHTI - Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH*
[3]*Instituto de Geofísica, UNAM*
angel.gomez.vazquez@gmail.com

En el sector SW del Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato próximo a las estructuras del Tancítaro y del Paricutín han ocurrido una serie de enjambres sísmicos desde 1997, siendo el más reciente el iniciado a mediados de junio de 2025. Con el objetivo de detectar posibles desplazamientos del terreno asociados por esta actividad sísmica, desde mayo de 2024 se instalaron dos estaciones GNSS Septentrio Polar5x, con apoyo del USGS-VDAP, y en colaboración entre el CENAPRED, la Universidad Michoacana San Nicolas de Hidalgo y el Instituto de Geofísica de la UNAM. Las antenas se instalaron sobre pilares que sobresalen del terreno aproximadamente a 3m de altura, operan con máscaras de elevación de 5° y con una frecuencia de muestreo de 15 seg. Las estaciones se encuentran en las localidades de Charapan y Cuchaporo, en los municipios de Charapan y Nuevo Parangaricutiro, respectivamente. De manera preliminar se han procesado los datos entre mayo de 2024 y julio de 2025, con soluciones obtenidas con PPP en el software Bernese, empleando modelos de ionosfera-libre, efemérides rápidas, correcciones de reloj y de movimientos de rotación de la tierra. A los datos se aplicó un filtro de Kalman a fin de depurar espurios. Los resultados preliminares no muestran desplazamientos significativos; sin embargo, se destaca un posible desplazamiento horizontal reversible de pocos centímetros a inicios de julio de 2025, posiblemente asociado con el registro del "pico" máximo en el número de eventos sísmicos detectados en el actual enjambre en curso.

SE16-12 CARTEL

AVANCES PRELIMINARES DEL ANÁLISIS TECTÓNICO-MATEMÁTICO DE ALINEAMIENTOS VOLCÁNICOS EN PARICUTÍN–TANCÍTARO

Ávila Amalia[1], Mendoza Rosas Ana Teresa[2], Pompa Mera Valerie[3], Morales Barrera Wendy Vanesa[4], Espinoza Ojeda Orlando Miguel[2] y López Granados Erna Martha[1]

[1]*Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH*
[2]*SECIHTI - Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH*
[3]*Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Sur, UNAM*
[4]*Instituto de Geología, UNAM*
amalia.silva@umich.mx

El Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato (CVMG), ubicado dentro del Cinturón Volcánico Transmexicano, representa un escenario geodinámico activo dominado por vulcanismo monogenético y estructuras tectónicas de carácter extensional. En los últimos años, la región ha registrado varios enjambres sísmicos que podrían estar relacionados con el ascenso de magma y la reactivación de sistemas de fallas. La disposición espacial de los centros eruptivos y de eventos sísmicos sugieren una correlación estructural con sistemas de fallas regionales. La hipótesis central plantea que las fallas regionales actúan como conductos preferenciales para el ascenso de magma, generando sismicidad y controlando el emplazamiento volcánico. Este proyecto de investigación tiene como objetivo analizar la relación entre los alineamientos volcánicos y las fallas geológicas en Región Paricutín-Tancítaro, mediante el desarrollo de un algoritmo tectónico-matemático. La metodología contempla la integración de datos geoespaciales, salidas de campo y procesamiento computacional mediante herramientas como QGIS, ArcGIS, Python y Fortran. Se espera identificar patrones de alineamiento que reflejen la interacción entre sismicidad, fallamiento y magmatismo, lo cual resulta crucial para entender los procesos geodinámicos responsables de la actividad sísmica reciente en la región Tancítaro–Paricutín

SE16-13 CARTEL

DINÁMICA DE ENJAMBRES SÍSMICOS EN EL CVMG MEDIANTE GNN

Cárdenas-Sánchez Enrique[1], Mendoza-Rosas Ana Teresa[2] y Ávila Amalia[3]

[1]*Universidad Tecnológica de Manzanillo*
[2]*SECIHTI - Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH*
[3]*Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH*
enrique-cardenas@utem.edu.mx

Los enjambres sísmicos en el Campo Volcánico Michoacán–Guanajuato (CVMG) constituyen indicadores de posible actividad volcánica, con implicaciones directas para la evaluación del riesgo en una región densamente poblada. En este estudio aplicamos redes neuronales basadas en grafos (GNN) para inferir patrones de migración de sismos utilizando datos registrados entre 2020 y 2025. A partir de un grafo con restricciones espacio-temporales y entrenado con características normalizadas (magnitud, profundidad y energía), el modelo revela patrones dominantes de estabilidad espacial, junto con componentes migratorios ascendentes y descendentes. Estos resultados sugieren dinámicas complejas asociadas con procesos magmáticos y son consistentes con observaciones previas en sistemas análogos. El modelo también identifica una convergencia espacial limitada de eventos en el entorno de los volcanes Tancítaro–Parícutin. Destacamos el potencial de las GNN como herramienta novedosa y subrayamos la necesidad de refinar las variables sismicas a fin de capturar variaciones sutiles y mejorar la capacidad predictiva para la evaluación del riesgo.

SE16-14 CARTEL

ANÁLISIS MORFOTECTÓNICO DEL ENJAMBRE SÍSMICO 2019–2025 EN LA REGIÓN VOLCÁNICA DE PARÍCUTIN, MÉXICO

Gómez Calderón Daniel Alberto[1], Corona Chávez Pedro[2], Soria Caballero Diana Cinthia[2] y Aguilar Flores Sergio[3]

[1]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UMSNH*
[3]*Maestría en Geociencias y Planificación del Territorio, UMSNH*
dagcbeto@gmail.com

Las regiones tectonomagmáticas activas se caracterizan por la interacción de sistemas de fallamiento regional, sismicidad persistente y vulcanismo recurrente. El Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato (CVMG) localizado en la porción central del Cinturón Volcánico Transmexicano se distingue por concentrar alrededor de 2000 centros eruptivos, principalmente de pequeño a mediano volumen, mayormente asociados a sistemas de fallamiento extensionales y transtensivos desde el Mioceno Tardío al Reciente. Sin embargo, hasta el momento se cuenta con pocos estudios vulcanotectónicos que discutan las relaciones espacio temporales y la cinemática de la deformación con la distribución del vulcanismo. En este trabajo se presentan los resultados de un análisis morfoestructural del sector occidental del CVMG, región conocida en gran parte como la Meseta P'urhépecha que registra la erupción del volcán Parícutin (1943-1952) y que recientemente ha sido escenario de múltiples eventos de enjambres sísmicos que exigen un estudio sistemático interdisciplinario para identificar elementos premonitorios de actividad volcánica y tectónica. Con base en la tipología volcánica y rasgos morfológicos, el sector centro-occidental del CVMG ha sido dividido en dominios morfoestructurales que muestran una interacción compleja con dos sistemas morfotectónicos: (1) el sistema de fallas NE–SO Tepalcatepec–Tangancícuaro (SFTT) y (3) la Depresión del Bajo Balsas (NO–SE). La formación de estos sistemas morfotectónicos está asociado con la evolución espacio-temporal de diferentes sistemas tectónicos extensionales y transtensionales, así como una amplia diversidad volcánica, donde destaca la sobreposición relativamente mimética de dos sistemas principales de fallamiento activo: (i) el sistema Cotija–Nueva Italia (SFCNI)(NO–SE), que delimita al sur la Meseta P'urhépecha y disloca el volcán Tancítaro; y (ii) el SFTT (NE–SO), caracterizado por fallas normales, alineamientos volcánicos, así como el colapso y generación de los depósitos de avalancha del volcán Tancítaro hacia la Depresión del Bajo Balsas. Aparentemente, ambos sistemas actúan de forma conjugada y su intersección se correlaciona con el vulcanismo holocénico con al menos 15 centros eruptivos documentados, incluyendo Parícutin (1943–1952), Pedregal (470–710), Astillero (620–680) y Metate (1000–1600). Desde hace casi 30 años la recurrencia, evolución espacio-temporal y valores b de los enjambres sísmicos en la Región Volcánica Parícutin y en particular el enjambre sísmico 2019-2021 sugieren una estrecha relación con un proceso de ascenso de magma que se estancó a diferentes niveles corticales. Asimismo, también muestran patrones de origen tectónico o tectonomagmático, en cuanto la actividad se concentra a lo largo del SFCNI y muestran un patrón de migración hacia la intersección con estructuras del SFTT. Por otro lado, destaca que las variaciones dinámicas de diferentes profundidades de los enjambres sísmicos entre 5, 15, 21 y 30 km concuerdan con las condiciones pre-eruptivas estimadas para el volcán Parícutin. La recurrencia y caracterización geofísica y geológica de los enjambres sísmicos en la Región Volcánica de Parícutin se encuentran en estudio y están asociados a daños de infraestructura local y representan un claro ejemplo de peligro volcánico asociado a la actividad de vulcanismo monogenético, así como un desafío para su estudio interdisciplinario y coordinación institucional para la gestión y estrategias de manejo de Protección Civil.

Sesión especial

EXPOSITORES EN LA RAUGM 2025

Organizador

Salvador Fernández

SE17-1

EL INSTITUTO DE GEOCIENCIAS DE LA UNAM

Bernal Juan Pablo, Manea Marina y Carrera-Hernández Jaime
Instituto de Geociencias, UNAM
jpbernal@unam.mx

El Instituto de Geociencias de la UNAM fue creado por el H. Consejo Universitario de la UNAM el 23 de Marzo del 2024 a partir del Centro de Geociencias, y es el resultado del esfuerzo colectivo de casi 60 académicos que durante los últimos 20 años, han enfocado sus esfuerzos en la consolidación académica de la institución. En la presentación se discutirá la visión para el futuro del Instituto de Geociencias, enfocado a fortalecer la investigación de excelencia, la colaboración multi- y transdisciplinar, la divulgación de las geociencias y la formación integral de geocientíficos.

SE17-2

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA: UN NUEVO ENFOQUE

Córdoba Montiel Francisco
Universidad Veracruzana
fcordoba@uv.mx

Después de una primera época, la maestría en ciencias de la tierra del Centro de Ciencias de la Tierra, tuvo ajustes de forma para asegurar su pertinencia, calidad y contribuir al desarrollo de las geociencias. Misma que compartimos con la comunidad asistente a la Reunión Anual de la Unión Geofísica Mexicana.

SE17-3

LA DEPREDACIÓN CIENTÍFICA EN LAS CIENCIAS DE LA TIERRA

Armendáriz Sánchez Saúl
Geofísica Internacional
asaul@igeofisica.unam.mx

A lo largo de décadas, la ciencia impresa se ha transformado en un recurso con significativas erogaciones y beneficios económicos. En este contexto, el interés de ciertas editoriales o figuras públicas se ha intensificado hasta tal punto que han producido revistas y otras modalidades de publicación, ya sean impresas o electrónicas, con el objetivo de obtener beneficios económicos a expensas de la labor académica de estudiantes e investigadores. En este contexto, la ciencia se ve desvalorizada por diversas áreas que propician la generación de ciencia basura. Esta se origina a través de granjas de artículos y citaciones, carruseles de artículos, venta de citas, redacción de manuscritos mediante Inteligencia Artificial, suplantación de revistas, ciencia falsa, entre otras actividades. En este contexto, las disciplinas de las ciencias de la tierra, dada su proximidad con la sociedad y los desastres naturales, entre otros factores, se encuentran altamente susceptibles a actos fraudulentos con considerables beneficios económicos. Principalmente se dirigen a investigadores jóvenes o estudiantes de posgrado que perciben una oportunidad de generar publicaciones rápidas para alcanzar un grado académico, para una reclasificación o contratación laboral, sin tener en cuenta que en la actualidad se disponen de software de detección de similitudes que detectan potenciales plagios y el uso indebido de la Inteligencia Artificial, con lo cual pueden ser descubiertos y dañar su imagen. Por consiguiente, resulta esencial publicar en revistas académicas robustas, como las diamante de la UNAM, donde Geofísica Internacional se encuentra posicionada y que brinda una oportunidad de impacto por no cobrar costos de APC.

SE17-4

EL NUEVO PLAN DE ESTUDIOS DEL POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA DE LA UNAM Y LAS OPORTUNIDADES DE CRECIMIENTO ACADÉMICO QUE OFRECE A SUS ALUMNOS

Santoyo Miguel Angel
Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM
santoyo@posgrado.unam.mx

El Programa de Posgrado en Ciencias de la Tierra (PCT) de la UNAM, es el resultado de la transformación de varios programas de posgrado a lo largo de más de 30 años. Actualmente este es uno de los 42 programas de posgrado que ofrece la UNAM, y cuenta con seis campos de conocimiento: 1) Geofísica, Geología y Tectónica de la Tierra Sólida; 2) Recursos Energéticos y Minerales; 3) Procesos de la Superficie Terrestre (zona crítica); 4) Ciencias Atmosféricas; 5) Ciencias Espaciales y Planetarias, y 6) Geociencia computacional. En este programa participan 10 entidades académicas de la UNAM, con presencia en Ciudad Universitaria (CDMX), UNAM Juriquilla (Querétaro), UNAM Morelia (Michoacán) y UNAM Hermosillo (Sonora), y se distingue por su enfoque interdisciplinario y colaborativo, sumando la experiencia de más de 300 tutores especializados. Los cambios recientes tanto en la legislación universitaria como en las normas y planes de estudio, permiten a los alumnos aprovechar una gran diversidad de oportunidades para el diseño individual de su propia preparación académica. En este trabajo se muestran de forma general algunos retos, así como las diversas oportunidades de crecimiento académico derivadas de dicha modernización.

SE17-5

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA Y CAMBIO CLIMÁTICO

Trujillo Rojas Katia Denis
Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM
katia.trujillo@atmosfera.unam.mx

El Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático (ICAyCC) de la UNAM ofrece diversas opciones de planes de estudio dirigidos a todo el público interesado en ampliar sus conocimientos sobre la atmósfera, el medio ambiente y el cambio climático. En esta ponencia se presentarán los programas académicos disponibles, que van desde cursos de educación continua y diplomados hasta posgrados especializados, diseñados para responder a diferentes intereses y niveles de formación.

SE17-6

SYSCAL TERRA

Espinosa Flores Nuria
GEOELEC
ventas@geoelec.com.mx

Presentación del equipo Syscal Terra.

SE17-7

OBSERVATORIO MULTIDISCIPLINARIO DE POZO PARA MONITOREO GEOFÍSICO EN TIEMPO REAL: UN NUEVO ENFOQUE INTEGRAL DESDE LA FALLA DEL NORTE DE ANATOLIA

Güralp Cansun
AMPERE
csimonett@grupoampere.com

Presentamos el primer observatorio geofísico de pozo verdaderamente integrado y en tiempo real, diseñado y construido por Gaiacode Ltd., e instalado en la península de Kapidag, al sur del Mar de Mármara, Türkiye. Este observatorio único incorpora instrumentación de última generación desarrollada internamente, incluyendo un sismómetro de banda ultra-ancha (360 s – 200 Hz), un extensómetro, un dilatómetro, un sensor de presión de poro

y una sonda de temperatura. Complementan el sistema un acelerómetro MEMS, un geófono triaxial de 4.5 Hz y una estación meteorológica. La instalación comprende dos pozos de aproximadamente 110 metros de profundidad, en los cuales se han cementado sensores específicos para capturar con alta precisión la deformación sísmica y asísmica. El sismómetro ALPHA, con diseño ortogonal clásico, permite además medición precisa de inclinación sin requerir sensores adicionales. Todos los datos son digitalizados con nuestros digitalizadores TAU, capaces de transmitir múltiples tasas de muestreo simultáneas, y gestionados mediante el software OMEGA para control y registro continuo. Este observatorio forma parte de la iniciativa conjunta entre el Centro Alemán de Investigación Geocientífica (GFZ) y la Agencia de Gestión de Desastres y Emergencias de Türkiye (AFAD), dentro del proyecto GONAF, cuyo objetivo es estudiar los procesos de deformación tectónica en la altamente sísmica falla del Norte de Anatolia. Su diseño multidisciplinario marca un nuevo estándar en el monitoreo geofísico de subsuelo.

SE17-8

TECNOLOGÍA GNSS DE PRECISIÓN: INNOVACIÓN Y APLICACIONES CON CALIAN

Moreno Francisco
VASE SISMICA
francisco.moreno@vasesismica.com.mx

La conferencia presenta las soluciones de Calian en tecnología GNSS (Global Navigation Satellite Systems), destacando su precisión, confiabilidad y aplicaciones en entornos críticos. Se abordará cómo los receptores y antenas GNSS de alto rendimiento permiten el monitoreo preciso de deformaciones, control de infraestructura, geodesia, topografía y sistemas de alerta temprana para fenómenos naturales. Durante la ponencia se analizarán las ventajas de la línea de productos Calian, heredada de la excelencia de Tallysman®, incluyendo capacidades de recepción multi-constelación y multi-frecuencia, resistencia a interferencias (anti-jamming) y rendimiento en entornos complejos. Se mostrarán casos reales de implementación en: * Redes geodésicas permanentes. * Monitoreo de represas, puentes y edificios críticos. * Integración con sistemas de alerta temprana sísmica y volcánica. * Aplicaciones en agricultura de precisión y transporte inteligente. La conferencia también cubrirá aspectos de integración de hardware y software, opciones de conectividad, así como protocolos de mantenimiento y soporte técnico, brindando a los asistentes una visión completa para tomar decisiones estratégicas en la implementación de tecnología GNSS de alta precisión.

SE17-9

AN INTRODUCTION TO ZEBRA EARTH SCIENCES INC

Duchoslav Allan y Bernal Cortes Itzayana
Zebra Earth Sciences Inc.
zebraearthsciences@gmail.com

An updated introduction to who Zebra Earth Sciences Inc. is and what we do.

SE17-10

POSGRADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA DEL CICESE

Espinoza Villalva Ana Karina
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
espinozv@cicese.mx

La charla abordará sobre la infraestructura académica y científica del Posgrado en Ciencias de la Tierra de la División de Ciencias de la Tierra del CICESE, así como las Orientaciones del Posgrado (Geología, Geociencias Ambientales, Geofísica Aplicada y Sismología), el proceso de admisión y los planes de estudio.

Sesión especial

CONFERENCIAS PLENARIAS

Organizador

Lucia Capra Pedol

SE18-1

INFORME MUNDIAL DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL DESARROLLO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS 2025 - MONTAÑAS Y GLACIARES: TORRES DE AGUA

Imburgia Laura
UNESCO World Water Assessment Program
lv.imburgia@unesco.org

En consonancia con la designación de 2025 como Año Internacional para la Conservación de los Glaciares, y con la resolución de la Asamblea General de las Naciones Unidas del año 2022 sobre el desarrollo sostenible de las montañas, la edición 2025 del Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos (WWDR) hace un llamado claro sobre la importancia de las aguas de montaña - incluidos los glaciares de las altas cumbres - para el desarrollo sostenible de las regiones montañosas y para las sociedades que dependen de ellas río abajo. Este llamado urgente se produce en el contexto de los rápidos cambios que está experimentando la criosfera de montaña. La edición 2025 del Informe Mundial describe los servicios y beneficios que las aguas de las montañas proporcionan a las sociedades, las economías y el medio ambiente, haciendo hincapié en los desafíos para los usuarios (por ejemplo, los asentamientos humanos, la agricultura y la industria) y las oportunidades – es decir, los beneficios potenciales- que la mejor gestión de dichos recursos puede generar en términos de suministro de agua y saneamiento; mitigación y adaptación al cambio climático; seguridad alimentaria y energética; así como en la protección, restauración y mantenimiento de los ecosistemas. Durante esta Conferencia Plenaria se compartirá, en primer lugar, una breve reseña del desarrollo del Informe Mundial, sus objetivos y alcance, para luego profundizar en los mensajes más sobresalientes de la edición 2025. El Informe Mundial es publicado anualmente por UNESCO en nombre de ONU Agua y su producción es coordinada por el Programa Mundial de la UNESCO de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP).

SE18-2

CAN WE PREDICT MARINE ECOSYSTEMS AND FISHERIES? A LOOK AT THE CALIFORNIA CURRENT

Pozo Mercedes
University of California, Santa Cruz
mercedes.pozo@ucsc.edu

The California Current Ecosystem (CCE) is one of the world's most productive coastal systems. Seasonal winds bring deep, nutrient-rich water to the surface, fueling primary production that supports fisheries, wildlife, and coastal economies. The CCE is shaped by physical and biogeochemical conditions that vary from days to decades and beyond. Predicting this variability matters because many managed species, and the people who depend on them, are sensitive to changes in temperature, nutrients, oxygen, and related processes. In this talk, I will summarize recent and ongoing efforts to assess how predictable the CCE is across multiple time horizons: seasonal to interannual (~1–24 months), decadal (~5–20 years), and long-term (~50–100 years). I will highlight when and where forecasts of key physical and biogeochemical properties show usable skill, and, when known, the ocean processes that create that predictability (for example, large-scale climate patterns that influence coastal conditions). Skillful forecasts at these timescales can provide actionable guidance for fisheries and other ocean management decisions in the California Current.

SE18-3

STORMS IN SPACE = PROBLEMS ON EARTH

Trichtchenko Larisa
Coordinator, Space Weather Expert Team, WMO
larisa.trichtchenko@gmail.com

Weather in space defines by the changing conditions in the natural space environment of the solar system. Space weather "storms" are triggered by events occurring on the Sun and in the interplanetary space. Propagating away from the Sun, they eventually impact the near-Earth environment and number of critical technologies on Earth. Their adverse effects on Earth observation, navigation and communication satellites, energy infrastructure, transport, radio communication etc., result in reduced reliability or disruption of these critical systems, which, in turn, impacts the global economy and pose the risks to human safety. The importance of the sustainable and reliable space weather monitoring and prediction cannot be overstated. These services are used by commercial airlines, the satellite industry, drilling and surveying operations, power grid operators, by pipeline designers and operators and users of satellite-based navigation systems. Emergency management agencies around the world are developing procedures to manage the risks of severe space weather events as part of their overall risk management approach. This plenary lecture provides the main information on the wide spectrum of the space weather phenomena and their detrimental impacts on different infrastructure. The historical and modern examples of problems are demonstrated following the chain of several extreme events from their origin on the Sun to their Earth. The references to the international organizations dealing with space weather topics, such as World Data Centres, International Space Environment Services, WMO and others are also provided.

SE18-4

SISTEMA INTERNACIONAL DE VIGILANCIA: EL VALOR MÁS ALLÁ DE LA ESTRATEGIA DE SOSTENIMIENTO

Pérez-Campos Xyoli
Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization
xyoli.perez.campos@ctbto.org

El Sistema Internacional de Vigilancia (SIV) de la Organización del Tratado de Prohibición Completa de los Ensayos Nucleares (OTPCE) comprende 170 estaciones sísmicas, 60 infrasónicas, 11 hidroacústicas y 80 de radionucleidos, además de 16 laboratorios de radionucleidos, distribuidos en 89 países de todo el mundo. El despliegue de la red comenzó en 1996, cuando el Tratado se abrió a firma. Inicialmente, el enfoque se puso en la instalación y certificación de las estaciones. Durante los más de 25 años que tiene el Sistema, las actividades diarias se han centrado en su mantenimiento y funcionamiento; sin embargo, muchas estaciones se acercan al final de su vida útil y requieren recapitalización. Este proceso es complejo, abarca varios años e involucra a numerosos actores internos y externos. Para abordarlo, reducir la deuda técnica ya acumulada y salvaguardar la inversión realizada por los Estados en el Sistema, se ha desarrollado una estrategia de su sostenimiento a medio y largo plazo. Ésta se guía principalmente por la vida útil prevista de los componentes de las estaciones y hace hincapié en un cambio de paradigma de un enfoque reactivo a uno proactivo para mantener una alta disponibilidad de datos. Esto es crucial, ya que los datos de alta calidad del SIV no solo cumplen su propósito de fortalecer el régimen de verificación del Tratado, sino que también proporcionan información valiosa para la investigación científica y una amplia gama de aplicaciones civiles, como los sistemas de alerta temprana de tsunamis, la evaluación del riesgo sísmico, la monitorización de erupciones volcánicas y los estudios atmosféricos. The views expressed herein are those of the authors and do not necessarily reflect the views of the CTBTO Preparatory Commission.

ÍNDICE DE AUTORES

Acevedo-González Juan Emiliano	GP-4	48
Aceves Romero Jesús*	SE01-15	123
Acosta Guillermo	AR-2	1
Acosta Guillermo	AR-3	1
Acosta Guillermo*	AR-5	1
Acosta Guillermo*	AR-10 CARTEL	3
Acosta Ochoa Guillermo	AR-4	1
Acosta Ochoa Guillermo	AR-7	2
Adams David	CCA-3	9
Adriano Morán Carmen Cristina	AR-13 CARTEL	3
Adriano Morán Cristina	AR-7	2
Aguayo Alejandra	GGA-2	56
Aguayo Ríos Alejandra	GEOH-14 CARTEL	46
Aguayo Ríos Alejandra	GGA-10 CARTEL	58
Aguilar-Anaya Diego Armando*	SE03-8	134
Aguilar Corrales Renata*	RN-22 CARTEL	91
Aguilar Ernesto	FE-3	37
Aguilar Flores Sergio	SE16-14 CARTEL	189
Aguilar Fuentes Brenda*	MSG-18 CARTEL	71
Aguilar Garrido Etzil Alejandra*	GGA-7 CARTEL	57
Aguilar-Madera Carlos Gilberto	GP-3	48
Aguilar Madera Carlos Gilberto	GP-6 CARTEL	49
Aguilar Marín José Guillermo*	AR-1	1
Aguilar Marín José Guillermo	VUL-41 CARTEL	119
Aguilar-Rodríguez Ernesto*	FE-1	37
Aguilar Rodríguez Ernesto	FE-14	39
Aguilar Rodríguez Ernesto	FE-18 CARTEL	39
Aguilar-Rodríguez Ernesto	FE-20 CARTEL	40
Aguilar-Valdés Francisco Javier	RN-12	89
Aguilar-Velázquez Manuel J.*	SIS-8	100
Aguilar-Velázquez Manuel J.*	SE03-15	135
Aguilar-Velázquez Manuel J.*	SE04-2	138
Aguillón Robles Alfredo	GGA-11 CARTEL	58
Aguillón Robles Alfredo*	GEOQP-7	63
Aguirre Díaz Juan Pablo	EG-11	29
Aguirre Díaz Juan Pablo	SE01-33	127
Aguirre Díaz Juan Pablo*	SE01-35	127
Aguirre Gómez Raúl*	SE02-4	130
Aladro Chio Young Ho	SE15-11 CARTEL	184
Aladro Young Ho	SIS-5	100
Alanis Sánchez Vania Samantha*	SE13-13 CARTEL	173
Alaniz Álvarez Susana Alicia	SE09-11	158
Alarcón Pacheco Alan Yair	SE14-9	178
Alatorre Ibarguengoitia Miguel*	SE16-8	188
Alatorre Ibargüengoitia Miguel Angel	VUL-10	110
Alatorre Zamora Miguel Ángel	AR-14 CARTEL	3
Albarran Cruz Jesus*	EG-33 CARTEL	34
Albarran Cruz Jesus	GGA-12 CARTEL	59
Alcalá Reygosa Jesús	RN-10	88
Alcalá Reygosa Jesús	VUL-8	109
Alcalá Reygosa Jesús	VUL-18	112
Alcántara-Estrada Kevin Isaac	SE10-7	161
Alcántara Leonardo	SIS-16	102
Aldama-Cervantes Alejandro	PALEO-3	83
Aldape García Metzi Yamile*	GEOPAL-4	61
Alemán Heredia Sergio Ludwing	VUL-42 CARTEL	119
Alfaro-Solís Rosa	VUL-31	116
Almaguer Carmenates Yuri	EG-24	32
Almaguer Carmenates Yuri*	GET-2	50
Almaguer Joselin	GEOQP-7	63
Almanza Tovar Oscar Guadalupe*	GEOH-1	43
Almanza Veloz Victor	CCA-32	16
Almanza Víctor	SE05-5	142
Almanza Victor*	SE05-6	142
Almanza Victor	SE05-10 CARTEL	143
Almanza Victor	SE05-11 CARTEL	143
Almanza Victor	SE05-16 CARTEL	144
Almaraz Ruiz Laura*	PALEO-4	83
Almaraz Ruiz Laura*	PALEO-5	83
Almora David	SIS-16	102
Alonso Rivera Paulino	SE14-19	180
Alonso Rivera Paulino	SE16-3	187
Altamirano García Diana Laura	FE-22 CARTEL	40
Alvarado Guillermo E.	VUL-31	116
Alvarado Izarraras Luis Gerardo*	EG-13	30
Alvarado Izarraras Luis Gerardo	EG-14	30
Alvarado Ortega Jesús	PALEO-6	83
Álvarez Campos Verónica Guadalupe	GET-17 CARTEL	54
Álvarez García María del Carmen*	PALEO-3	83
Álvarez Lopeztello Jonás	CS-1	5
Álvarez Pozos Saldra Luz*	CCA-12	11
Álvarez Pozos Sandra Luz*	GEOH-19 CARTEL	47
Álvarez Román	GET-3	50
Álvarez Román	GET-4	51
Álvarez Román	GGA-3	56
Álvarez Román*	VUL-7	109
Álvarez Sánchez León Felipe*	OCE-14	79
Amaro Redonda Vania	SE16-3	187
Amaro Redonda Vania*	SE16-4	187
Amescua García Claudio Mario*	SE09-3	156
Amparo Partida Eduardo David*	RN-3	86
Anaya Merchant Carlos Antonio	SE01-9	121
Andaverde-Guevara Belinda Jazmín	GP-1	48
Andraca Ayala Gema Luz*	CCA-27	15
Andraca Ayala Gema Luz	SE01-38 CARTEL	128
Andrade Ernesto	FE-3	37
Andrade-Mascote Ernesto	FE-1	37
Andrade Mascote Ernesto	FE-7	38
Andrade Mascote Ernesto	FE-18 CARTEL	39
Andrade-Mascote Ernesto	FE-20 CARTEL	40
Andrade Velázquez Mercedes*	SE14-14	179
Andrade Velázquez Mercedes*	SE14-25 CARTEL	181
Andrews Benjamin	GEOQP-15	65
Ángeles-Cortés Ángel	SE10-7	161
Ángeles-Moreno Edgar*	GET-12	53
Ángeles-Moreno Edgar	GET-13 CARTEL	53
Ángeles-Moreno Edgar	GET-17 CARTEL	54
Angulo-Carrillo Joel	SE06-1	145
Angulo Sherman Abril Adriana	CS-12 CARTEL	8
Apolinar Morales Blanca Sughey*	GEOQP-2	62
Aquino-Martínez Lourdes Paola	CCA-8	10
Aquino Martínez Lourdes Paola*	CCA-67 CARTEL	24
Aquino Martínez Lourdes Paola	SE05-10 CARTEL	143
Aragon-Arreola Manuel*	SE01-42 CARTEL	129
Arámbula-Mendoza Raúl	SE14-19	180
Arámbula Mendoza Raúl	SE16-8	188
Arámbula-Mendoza Raúl	SE16-10 CARTEL	188
Arámbula Raúl*	SE01-27	125
Aranda Eliot	SE14-5	177
Aranda Gómez José Jorge*	SED-1	94
Aranda-Gómez José Jorge	SED-6	95
Aranda Gómez José Jorge	VUL-14	111
Aranda Gómez José Jorge*	VUL-15	111
Aranda Gómez José Jorge	VUL-16	112
Arango Galván Claudia	GET-3	50
Arango Galván Claudia	GET-4	51
Arango Galván Claudia	RN-16	90
Aray Castellano Jélime	SE04-5	139
Aray Castellano Jelime*	SE04-6	139
Aray Castellano Jelime	SE04-7	139
Arce José Luis	RN-10	88
Arce José Luis	SED-8 CARTEL	96
Arce José Luis	VUL-8	109
Arce José Luis	VUL-9	110
Arce José Luis	VUL-18	112
Arce José Luis	SE08-9	154
Arce Rogelio	SE14-5	177
Arce Saldaña José Luis	RN-16	90
Arce Saldaña José Luis	VUL-19	113
Arce Saldaña José Luis	VUL-28	115
Arce Saldaña José Luis	VUL-39 CARTEL	118
Arce Saldaña José Luis	VUL-40 CARTEL	118
Arce Villa Rogelio*	SE14-3	176
Arce Villa Rogelio	SE14-6	177
Arce Villa Rogelio	SE15-3	182
Arceo Reyes Roberto	FE-1	37
Arciniega Esparza Saúl	GEOH-2	43
Arciniega-Esparza Saúl	GEOH-7	44
Arciniega Esparza Saul	SE01-37	127
Arellano Gil Javier	SE01-11	122
Arellano Gil Javier	SE01-12	122
Arellano Henández Edgar Josué	SE05-10 CARTEL	143
Arellano Leyva Eréndira A.*	CCA-17	12
Arellano Torres Elsa	PALEO-5	83
Argote-Espino Denisse L	SIS-15	102
Argueta Platero Abel Alexei	SE03-11	134

Arias Esquivel Victor Alejandro* SE11-7 166
Arias Orozco Silvia CCA-1 9
Arjang Mona MSG-3 68
Armendáriz Beltrán Catalina* SE01-16 123
Armendáriz Beltrán Catalina* SE01-21 124
Armendáriz Beltrán Catalina SE01-32 127
Armendáriz Sánchez Saúl* GEOD-1 41
Armendáriz Sánchez Saúl* SE04-4 139
Armendáriz Sánchez Saúl SE08-10 CARTEL 154
Armendáriz Sánchez Saúl* SE09-1 156
Armendáriz Sánchez Saúl* SE17-3 190
Armienta-Hernández María Aurora GEOH-11 45
Armienta Hernández Maria Aurora GEOH-12 46
Armienta Hernández María Aurora GEOH-13 CARTEL 46
Armienta Hernández María Aurora GEOH-14 CARTEL 46
Armienta Hernández María Aurora GEOH-15 CARTEL 46
Armienta Hernández María Aurora GGA-10 CARTEL 58
Armienta Hernández María Aurora VUL-10 110
Armienta M. Aurora* GGA-2 56
Armstrong Altrin-Sam John Selvamony OCC-14 CARTEL 75
Arnott Patt CCA-28 15
Arregui-Ojeda Sergio M. EG-35 CARTEL 35
Arregui Ojeda Sergio M. SE09-9 158
Arregui Ojeda Sergio Manuel GET-8 52
Arregui Ojeda Sergio Manuel SE14-6 177
Arregui Sergio GET-9 52
Arregui Sergio SE14-2 176
Arregui Sergio SE14-5 177
Arrellín Aguilar Virginia* RN-2 86
Arrellín Aguilar Virginia SE01-22 124
Arrellín Aguilar Virginia SE14-8 177
Arreola Manzano Jonatán SE03-18 136
Arrieta-García Gerardo GEOQP-8 64
Arrieta-García Gerardo GEOQP-14 65
Arrieta-García Gerardo* GEOQP-17 CARTEL 66
Arrieta-García Gerardo VUL-36 CARTEL 117
Arroyo Danny SIS-16 102
Arroyo Espinoza Danny SIS-31 CARTEL 105
Arroyo Olarte Samantha* SE04-8 CARTEL 140
Arteaga Dante VUL-21 113
Ascencio V. Roberto GEOD-3 41
Ashida Eduardo OCE-1 76
Ashida Hernández Eduardo* OCE-7 77
Astacio Diane MSG-19 CARTEL 71
Atienzo Valeria* SE13-19 CARTEL 174
Audemard M. Franck A. GEOD-5 42
Audemard M. Franck A. SIS-3 99
Avalos Cueva David CCA-2 9
Avard Geoffroy VUL-31 116
Avellán Denis VUL-18 112
Avellán Denis-Ramón* VUL-25 114
Avellán Denis-Ramón VUL-27 115
Avellán Denis-Ramón* VUL-32 116
Avellán Denis Ramón SE04-5 139
Avellán Denis-Ramón SE04-6 139
Avellán Denis-Ramón SE04-7 139
Avellán López Denis Ramón GEOH-10 45
Avellán López Denis Ramon GEOPAL-3 60
Avellán López Denis Ramón VUL-26 115
Ávila Amalia* SE16-12 CARTEL 189
Ávila Amalia SE16-13 CARTEL 189
Ávila Barrientos Lenin* SIS-1 99
Ávila-Barrientos Victor SE06-10 147
Ávila Carrasco José Roberto* MSG-14 70
Ávila García Jesús SE04-7 139
Ávila García Jesús M. SE04-5 139
Ávila Gutiérrez Jesús Daniel SE10-15 163
Ávila Jesús SE04-6 139
Ávila Navarro Carlos Eduardo CCA-61 CARTEL 22
Ávila Navarro Gabriel CCA-61 CARTEL 22
Ávila Olivera Jorge Alejandro VUL-26 115
Ávila Pablo Carlos SE14-19 180
Avilés Alvarado Andrés Alberto FE-19 CARTEL 40
Ayala C. Jorge GEOD-3 41
Ayala Chávez Jorge GEOD-2 41
Ayala Chávez Jorge Manuel* GEOD-4 41
Badillo Ferrer Dafne Itzel* OCC-3 72
Baena-Rivera Marcela SE03-17 136
Báez Juan Pablo SE07-9 CARTEL 151
Báez-Vásquez Juan Pablo CCA-15 12
Balbuena Salomón Martha Carolina* GET-7 51
Balderas-Romero Gabriel CCA-15 12
Ballai Istvan FE-12 39
Balsanelli Alice AR-9 CARTEL 2
Baltazar Martínez Felipe EG-38 CARTEL 35
Baltazar Martínez Felipe GGA-13 CARTEL 59
Baltazar Martínez Felipe RN-22 CARTEL 91
Bañales Isaias SE03-5 133
Bandy William* SE03-19 CARTEL 136
Barboza Treviño Daria SED-4 95
Bárcenas Salmorán Ricardo EG-17 31
Barón Griselda FE-1 37
Barón Griselda FE-3 37
Barón-Martínez Griselda FE-20 CARTEL 40
Barradas Argüelles Reyna SE10-9 162
Barragán Manzo Ricardo SE01-31 126
Barrera Huertas Hugo Alberto SE05-8 142
Barrientos-Lara Jair Israel SE01-18 124
Barrientos Lara Jair Israel SE10-7 161
Barrios Barocio Alejandra Carolina* CCA-14 11
Barrios Castrejón Ramiro SE05-3 141
Barrios del Valle Guillermo SE01-34 127
Barrios del Valle Guillermo SE11-2 165
Barrón-Cano Elvia Patricia FE-20 CARTEL 40
Barrón Cano Patricia FE-14 39
Bartolomé Rafael SE03-19 CARTEL 136
Baruch-Vera Aranza E. CCA-15 12
Bastien-Olvera Bernardo A. SE07-7 151
Bastien Olvera Bernardo Adolfo* SE07-1 149
Batista Cruz Ramón Yosvanis EG-24 32
Batista Cruz Ramón Yosvanis GET-2 50
Batista Leonardo F. G. FE-12 39
Batista Rodríguez José Alberto* EG-24 32
Batista Rodríguez José Alberto GET-2 50
Baumann Eric SE05-4 142
Bazán Barrón Sergio SED-9 CARTEL 96
Bazán Barrón Sergio* VUL-38 CARTEL 118
Bazán Perkins Sergio D. VUL-38 CARTEL 118
Bazán Perkins Sergio Dale* SED-9 CARTEL 96
Becerra-Acosta Evi* CCA-8 10
Becerra-Acosta Evi* SE14-12 178
Becerra R. Lizeth GEOD-3 41
Becerra Zavala María de Lourdes* SE07-4 150
Becerril Montiel Pamela CCA-16 12
Bello Delia* SIS-31 CARTEL 105
Bello Delia* SE01-24 125
Bello Ramos Dennise EG-25 CARTEL 32
Bello-Segura Delia Iresine SE16-7 188
Belmares Servin Jonathan EG-39 CARTEL 35
Beltrán Malibran Perla Marina* CS-10 CARTEL 7
Beltrán-Martínez Beatriz Coral GET-12 53
Beltrán-Martínez Beatriz Coral GET-13 CARTEL 53
Beltrán Ofelia CS-8 7
Ben-Nun Michal FE-12 39
Benavente Roberto SIS-22 103
Benigno Paredes Sergio* EG-21 32
Benincasa Aldo SE14-10 178
Benítez Pérez Humberto S.* SE09-9 158
Benowitz Jeff SE08-5 153
Beramendi Laura AR-5 1
Beramendi Orosco Laura AR-7 2
Beramendi Orosco Laura Eugenia AR-11 CARTEL 3
Bermúdez Romero Anahi SE11-7 166
Bernabé-Ricardo Raquel SE01-10 122
Bernal Cortes Itzayana SE17-9 191
Bernal Juan Pablo GEOQP-1 62
Bernal Juan Pablo* SE17-1 190
Bernal Manzanilla Karina SIS-10 101
Bernal-Manzanilla Karina* SIS-12 101
Bernal-Manzanilla Karina* VUL-1 108
Bernal Manzanilla Karina VUL-6 109
Bernal Martinez Dashel Dalid CS-11 CARTEL 7
Bernal Trejo Alonso* EG-29 CARTEL 33
Bernal Uruchurtu Juan Pablo CCA-43 18
Bernal Uruchurtu Juan Pablo SE01-4 120
Berosa Gregory C. SIS-24 104
Bezanilla Alejandro SE05-5 142
Bezanilla Alejandro SE05-10 CARTEL 143
Bezanilla Alejandro SE05-11 CARTEL 143
Bezanilla Alejandro SE05-13 CARTEL 143
Bezanilla Alejandro SE05-14 CARTEL 144
Bezanilla Alejandro SE05-15 CARTEL 144
Bezanilla Morlot Alejandro* SE05-12 CARTEL 143
Bezanilla-Morlot Arnoldo* CCA-45 CARTEL 19
Bezanilla Morlot Arnoldo CCA-46 CARTEL 19
Bhadha Rayo SE14-1 176
Bhat Harsha SE03-14 135
Bhonel Norbert Harald GGA-8 CARTEL 57
Bhönel Norbert Harald GGA-9 CARTEL 58
Bianco Francesca SE14-10 178

Birkel Christian	GEOH-7	44
Blanco Moreno Jesús Antonio	SE01-17	123
Bobbio Antonella	SE14-10	178
Boehm Christian	SE04-3	138
Bolaños Yamileet*	VUL-11	110
Boni-Noguez Andrew Felix	GET-13 CARTEL	53
Bonifaz Roberto*	CCA-39	17
Borbón Palomares Dalia Berenice*	CS-1	5
Borejsza Aleksander	AR-13 CARTEL	3
Borrego Cristian	SE05-11 CARTEL	143
Borriello Giuseppe	SE14-10	178
Bower Amy	OCE-2	76
Brassea Ochoa Jesús María*	EG-30 CARTEL	34
Briones-Carrillo Jorge Alberto	GP-1	48
Briones-Carrillo Jorge Alberto*	GP-3	48
Briones-Carrillo Jorge Alberto	GP-4	48
Briones Montiel Daniela Ixzetl*	CCA-55 CARTEL	21
Broca Acopa Mariana	GP-2	48
Brosson Christophe	GEOPAL-1	60
Bucheli Viteri Cristhian Iván	GGA-5 CARTEL	57
Bucio María Jesús	SE05-15 CARTEL	144
Bucio Villaseñor Maria Jesus	SE05-10 CARTEL	143
Bucio Villaseñor Mariajesus	SE05-5	142
Bucio Villaseñor Mariajesus*	SE05-13 CARTEL	143
Buitrago Segura Harol Stiven*	MSG-12	70
Buonocunto Ciro	SE14-10	178
Cabadas Báez Héctor	AR-7	2
Cabadas Héctor	AR-10 CARTEL	3
Caballero García Ana María Lizeth	VUL-4	108
Caballero García Ana María Lizeth	VUL-12	110
Caballero García Ana María Lizeth	SE01-10	122
Caballero-Jiménez Gema Victoria	SE16-2	186
Caballero Karen	FE-3	37
Caballero Margarita	PALEO-2	82
Caballero Margarita*	SE08-6	153
Caballero-Mora Karen Salomé	FE-1	37
Cabral Cano Enrique	RN-8	88
Cabral Cano Enrique	RN-26 CARTEL	92
Cabral Cano Enrique	SE14-21	180
Cabrera Ramos Carlos Eduardo	SE10-10	162
Cabrera Sandoval Mario F	SE03-18	136
Caccavari-Garza Ana	SE06-5	146
Caccavari-Garza Ana	SE06-7	146
Caccavari-Garza Ana	SE06-8	146
Caccavari-Garza Ana	SE06-9	146
Caccavari-Garza Ana*	SE06-10	147
Caccavari-Garza Ana*	SE06-12	147
Caccavari-Garza Ana	SE14-22	180
Caccavari-Garza Ana Luz	SE06-1	145
Cadena Andrea	SE05-5	142
Cadena Andrea	SE05-10 CARTEL	143
Cadena Andrea	SE05-12 CARTEL	143
Cadena Andrea	SE05-13 CARTEL	143
Cadena Caicedo Andrea Juletsy*	SE05-15 CARTEL	144
Caicero Alma	SE08-6	153
Caldena Andrea	SE05-14 CARTEL	144
Calderón Ezquerro María del Carmen Leticia*	SE14-17	179
Calderón Ezquerro María del Carmen Leticia	SE14-18	180
Calderón Magallón Jose Paúl	AR-14 CARTEL	3
Calderón Magallón José Paúl	SIS-29 CARTEL	105
Calixto Rodríguez María Estela	VUL-42 CARTEL	119
Calmus Thierry	GET-14 CARTEL	53
Calmus Thierry	GET-16 CARTEL	54
Calò Marco	SIS-12	101
Calò Marco	SIS-23	104
Calò Marco	SIS-33 CARTEL	106
Calò Marco	SIS-36 CARTEL	106
Calò Marco	VUL-1	108
Calò Marco*	VUL-6	109
Calò Marco	VUL-11	110
Calò Marco	SE08-2	152
Calò Marco	SE14-9	178
Calvo Ana I.	CCA-8	10
Calvo Ana I.	SE14-12	178
Calvo-Ramos Daniela Kristell	GGA-1	56
Calvo Ramos Daniela kristell*	GGA-6 CARTEL	57
Camacho-Ascanio Miguel	GGA-3	56
Camacho-Ascanio Miguel	VUL-7	109
Camacho Ascanio Miguel Alejandro*	GET-3	50
Camacho Ascanio Miguel Alejandro*	GET-4	51
Camacho Ibar Víctor	OCE-8	77
Camacho-Ibar Víctor	OCE-9	78
Camacho-Ibar Victor	OCE-11	78
Camacho-Ibar Víctor F.*	OCE-10	78
Camacho Ibar Víctor F.	OCE-17	79
Camacho Macías Héctor*	GGA-8 CARTEL	57
Camacho Ortegón Luis Fernando	SE07-2	149
Camargo Claudia	SE13-11 CARTEL	172
Cambrón Jaziel Froylan*	GET-6	51
Cambrón-Rosas Jaziel F.	GET-7	51
Campechano Yan Juan Manuel	SE08-11 CARTEL	155
Campechano Yan Juan Manuel	SE08-12 CARTEL	155
Campion Robin	VUL-10	110
Campion Robin	VUL-43 CARTEL	119
Campos Cantón Eric	SE06-4	146
Cangemi Marianna*	RN-25 CARTEL	92
Cangemi Marianna	SE03-12	134
Cano-Jiménez Gabriela	EG-9	29
Cano Sánchez Genesis Sarahi	RN-27 CARTEL	93
Cantarell Martinez Noe Aaron	EG-31 CARTEL	34
Cappanera García Menendez Florencia	PALEO-5	83
Capra Lucia*	SE14-19	180
Capra Pedol Lucia	VUL-13	111
Capra Pedol Lucia	SE16-8	188
Caputo Antonio	SE14-10	178
Carabali Sandoval Giovanni	CCA-28	15
Carbajal Noel	CCA-9	10
Cárdenas Monroy Caridad*	SE01-39 CARTEL	128
Cárdenas-Sánchez Enrique*	SE16-13 CARTEL	189
Cárdenas-Soto Martín*	SIS-15	102
Cárdenas-Soto Martín*	SE03-18	136
Cárdenas-Soto Martín	SE06-8	146
Cárdenas-Soto Martín	SE06-10	147
Carlón Allende Teodoro*	RN-10	88
Carlón Allende Teodoro	VUL-19	113
Carlón Teodoro	VUL-8	109
Carlón Teodoro	VUL-18	112
Carlón Teodoro	SE01-40 CARTEL	128
Carmona Díaz Diana Yaredh*	EG-26 CARTEL	33
Carranza- Pérez Karla Edith	SE13-14 CARTEL	173
Carranza-Castañeda Oscar	SED-1	94
Carrasco Gerardo*	VUL-22	114
Carrasco-Núñez Gerardo	VUL-20	113
Carrasco-Núñez Gerardo	VUL-21	113
Carrasco-Núñez Gerardo	SE10-5	161
Carrera-Hernández Jaime	SE17-1	190
Carrillo-Chávez Alejandro	GGA-1	56
Carrillo-Chávez Alejandro	GGA-4	57
Carrillo González Fátima Maciel	SE14-13	179
Carrillo Laura	SE02-5	130
Carrillo López Jonathan*	EG-27 CARTEL	33
Carrillo López Jonathan	GEOQP-2	62
Carrillo-Mondragón José Juan	VUL-9	110
Carrillo Mondragon José Juan	VUL-40 CARTEL	118
Carrillo Sánchez David Leonardo	RN-2	86
Carrillo Sanchez David Leonardo	SE01-22	124
Carrillo Sánchez David Leonardo	SE14-8	177
Carrillo Soledad Rosa Laura	SE06-6	146
Carrillo Vargas Armando	SE06-2	145
Carrillo-Vargas Armando	SE06-5	146
Carrillo-Vargas Armando	SE06-7	146
Carrillo-Vargas Armando	SE06-8	146
Carrillo-Vargas Armando*	SE06-9	146
Carrillo Vargas Armando*	SE06-11	147
Carrillo-Vargas Armando	SE06-12	147
Carrillo-Vargas Armando	SE14-22	180
Casanova Chacón Joyce Ibeth*	CCA-24	14
Casanova Chi María Fernanda	CCA-34	16
Casas-Peña Juan Moisés	SED-2	94
Casillas Perez Gilberto Armando*	SE06-6	146
Castañeda-Gallardo Andrea Sofía	SED-6	95
Castañeda Miranda Ana Gabriela	GGA-8 CARTEL	57
Castañeda Miranda Ana Gabriela	GGA-9 CARTEL	58
Castañeda Miranda Rodrigo	GGA-8 CARTEL	57
Castañeda Miranda Rodrigo	GGA-9 CARTEL	58
Castañeda Pantoja Emiliano*	SE06-14 CARTEL	147
Castaneda-Posadas Carlos	PALEO-8 CARTEL	84
Castañeda Posadas Carlos	PALEO-10 CARTEL	84
Castañeda Serrano María del Pilar	CCA-27	15
Castelán-Pescina Gilberto	SE14-19	180
Castelán Pescina José Gilberto	SE16-3	187
Castellano Mario	SE14-10	178
Castellanos Velazco Carlos Isaac*	FE-5	38
Castellanos Velazco Carlos Isaac	FE-7	38
Castellanos Zamudio Roger Isarael*	RN-24 CARTEL	92
Castellón Huerta Blas Román	AR-12 CARTEL	3
Castillejos L. Juan	GEOD-3	41
Castillo Aguilar Saul	RN-17	90
Castillo Miguel	CS-3	5
Castillo Miguel	SED-7 CARTEL	96

Castillo Pensado Juan Luis	AR-1	1
Castillo Pensado Juan Luis	EG-23	32
Castillo Pensado Juan Luis	EG-37 CARTEL	35
Castillo Pensado Juan Luis	EG-38 CARTEL	35
Castillo Pensado Juan Luis	MSG-18 CARTEL	71
Castillo Pensado Juan Luis	VUL-41 CARTEL	119
Castillo Pensado Juan Luis	VUL-42 CARTEL	119
Castillo Reynoso Juan Carlos	GET-15 CARTEL	53
Castillo Reynoso Juan Carlos	GEOQP-10	64
Castillo Romero Erick Sael	SE14-6	177
Castillo Solis Jesús*	MSG-17 CARTEL	71
Castro Amador	GP-7 CARTEL	49
Castro Artola Oscar	SIS-2	99
Castro Artola Oscar	SIS-3	99
Castro Artola Oscar Alberto	SIS-10	101
Castro Artola Oscar Alberto*	SE14-5	177
Castro Artola Oscar Alberto	SE16-8	188
Castro-Carranza Alejandra*	SE01-9	121
Castro-Chacón Andrés	SE01-9	121
Castro Escamilla Minerva	GEOD-1	41
Castro Escamilla Minerva*	SE01-28	126
Castro Escamilla Minerva*	SE09-5	157
Castro Escamilla Minerva	SE15-10	184
Castro Escamilla Raul	SIS-2	99
Castro Escamilla Raúl	SE15-8	183
Castro Escamilla Raúl Ramón*	SE14-4	176
Castro Escamilla Raúl Ramón*	SE15-4	183
Castro Escamilla Ricardo César	PALEO-7	84
Castro Escamilla Ricardo Cesar	SE02-6	131
Castro Morales Jorge D.	SIS-19	103
Castro Oscar	SE14-2	176
Castro Ovalle Andrés Gerarado*	CCA-23	13
Castro Raúl	SE14-2	176
Castro Raúl	SE16-7	188
Castro Ricardo*	SE08-10 CARTEL	154
Castro Ricardo*	SE09-8	158
Castro Rubén	OCE-19	80
Castro Telma	CCA-29	15
Castro Valdez Ruben	CCA-10	11
Cavazos-Alvarez Jaime Alberto*	VUL-20	113
Cavazos-Álvarez Jaime Alberto	VUL-21	113
Cavazos Jaime	VUL-22	114
Cázares-Hernández Facundo	GEOQP-6	63
Cázarez Marco Angelo	OCE-25 CARTEL	81
Cázarez Marco Anyelo	SE01-9	121
Ceja Gálvez Zahir Oziel*	SE02-2	130
Ceja García Jerusalén	CCA-56 CARTEL	21
Cejudo Fredy Rubén	GEOPAL-2	60
Centella Artola Abel	CCA-45 CARTEL	19
Cerca Mariano	VUL-15	111
Cerca Mariano	VUL-16	112
Cerca Martínez Luis Mariano	VUL-14	111
Cerda Vázquez María del Rosario	CCA-53 CARTEL	21
Cerný Jan	SE03-9	134
Cerón González Axel	SE01-30	126
Cervantes Pérez Juan	CCA-18	12
Cervantes Solano Miguel Angel*	GEOPAL-2	60
Cervantes Solano Miguel Ángel	GEOPAL-3	60
Cervantes de la Cruz Karina	SE13-18 CARTEL	174
Cervantes de la Cruz Karina Elizabeth	SE13-3	170
Cervantes de la Cruz Karina Elizabeth	SE13-4	171
Cetina Heredia Paulina	OCE-5	77
Chacón Anguiano Karla Gabriela*	OCC-7	73
Chacón Baca Elizabeth	PALEO-9 CARTEL	84
Chacón Baca Elizabeth	SE01-17	123
Chacón Baca Elizabeth	SE13-9 CARTEL	172
Chacón Baca Elizabeth	SE13-11 CARTEL	172
Chamberlain Calum	SE03-3	133
Chance Kelly	SE05-2	141
Chance Kelly	SE05-9 CARTEL	143
Chavero Anaya Bernardo	CCA-43	18
Chávez Bruno	CS-8	7
Chávez Cabello Gabriel	EG-13	30
Chávez Cabello Gabriel	VUL-14	111
Chávez-Cabello Gabriel	VUL-15	111
Chávez Cabello Gabriel	VUL-16	112
Chávez García Elizabeth	CS-1	5
Chávez-González Tunuari	SE06-10	147
Chávez Hernández Omar Cristian	SIS-30 CARTEL	105
Chávez Hernández Omar Cristian	SIS-32 CARTEL	106
Chávez Lara Claudia Magali*	CCA-65 CARTEL	23
Chávez-Lara Claudia Magali	SED-3	95
Chávez Pérez Leslye Viridiana	SE14-7	177
Chávez Segura Rene Efraín	EG-4	28
Chávez Segura René Efraín	RN-16	90
Chavoya Gama Jorge Ignacio	CCA-60 CARTEL	22
Chen Yanhan	SE03-7	133
Cheng Jinhui	SE03-14	135
Chia-Hsien Lin	FE-12	39
Chicxulub Grupo	EG-32 CARTEL	34
Chiñas Reyes Jessica	MSG-18 CARTEL	71
Chiñas Reyes Jessica	VUL-41 CARTEL	119
Chong Heesung	SE05-2	141
Chong Heesung	SE05-9 CARTEL	143
Cienfuegos Edith	AR-5	1
Cifuentes Cifuentes Carla Patricia	SE01-7	121
Cifuentes-Nava Gerardo	SIS-15	102
Cifuentes-Nava Gerardo	SE06-1	145
Cifuentes-Nava Gerardo	SE06-5	146
Cifuentes-Nava Gerardo*	SE06-7	146
Cifuentes-Nava Gerardo	SE06-8	146
Cifuentes-Nava Gerardo	SE06-9	146
Cifuentes-Nava Gerardo	SE06-10	147
Cifuentes-Nava Gerardo	SE06-12	147
Cifuentes-Nava Gerardo*	SE14-22	180
Cifuentes-Ramos Cristóbal	SE06-8	146
Cifuentes-Ramos Cristobal	SE06-10	147
Cifuentes-Ramos Cristóbal	SE06-12	147
Cilia Gallegos Gabriel	FE-22 CARTEL	40
Cisneros Guillermo*	VUL-8	109
Cisneros Guillermo	VUL-18	112
Cisneros Guillermo	SE01-40 CARTEL	128
Cisneros Máximo Guillermo	RN-10	88
Cisneros Máximo Guillermo	VUL-19	113
Cisneros Máximo Guillermo	VUL-39 CARTEL	118
Cisneros Ramirez Areli Monserrat*	GGA-5 CARTEL	57
Coba Luis Alberto	AR-5	1
Coba Morales Luis Alberto	AR-4	1
Cocuñame Ricardo Danny Alexander*	EG-6	28
Cocuñame Ricardo Danny Alexander	RN-15	89
Cocuñame Ricardo Danny Alexander	AR-14 CARTEL	3
Colchado Casas Juan Carlos	EG-8	29
Colchado Casas Juan Carlos	EG-15	30
Colín Rojas Juan*	SE03-22 CARTEL	137
Conde Cecilia*	SE07-9 CARTEL	151
Constantin Manea Vlad	MSG-15 CARTEL	71
Contreras Galván René	MSG-1	68
Contreras López Manuel	GEOQP-2	62
Contreras Perez Juan	MSG-11	70
Contreras Perez Juan	MSG-12	70
Contreras-Reyes Eduardo	SIS-35 CARTEL	106
Contreras Trejo Iván G.	MSG-6	69
Convertito Vincenzo	SE14-10	178
Cordero Saldierna Omar	CCA-63 CARTEL	23
Cordero Saldierna Omar*	CCA-72 CARTEL	25
Cordero Tercero Guadalupe	SE13-2	170
Cordero Tercero Guadalupe	SE13-16 CARTEL	174
Cordero Tercero Guadalupe	SE13-21 CARTEL	175
Cordero Tercero María Guadalupe*	SE01-6	121
Cordero Tercero María Guadalupe*	SE13-17 CARTEL	174
Cordero Tercero María Guadalupe	SE13-20 CARTEL	175
Córdoba-Montiel Francisco*	SE08-2	152
Córdoba-Montiel Francisco	SE08-9	154
Córdoba-Montiel Francisco*	SE14-9	178
Córdoba-Montiel Francisco	SE14-19	180
Córdoba Montiel Francisco*	SE17-2	190
Córdova Estrada Luis Felipe	SE10-10	162
Cornejo Deysi*	MSG-4	68
Cornejo Deysi	MSG-16 CARTEL	71
Corona Chávez Pedro	VUL-24	114
Corona Chávez Pedro	SE16-14 CARTEL	189
Corona Martinez Liliana	CCA-43	18
Corona Pedro	FE-11	38
Corona-Romero Pedro	FE-5	38
Corona Romero Pedro	FE-7	38
Corona-Romero Pedro*	FE-10	38
Corona Romero Pedro	FE-13	39
Corona-Romero Pedro	FE-17 CARTEL	39
Corona Romero Pedro	FE-19 CARTEL	40
Corona Tomero Pedro	FE-18 CARTEL	39
Corradini Stefano	VUL-5	109
Corrales Suastegui Arturo	CCA-2	9
Correa Doria Katherline Elena*	SE01-17	123
Correa González Alejandra	MSG-14	70
Correa Metrio Alexander	PALEO-1	82
Correa-Metrio Alexander	PALEO-2	82
Correa-Metrio Yohan Alexander	CCA-74 CARTEL	26
Cortés Alejandra	SE10-4	160
Cortés Arroyo Olaf	GET-7	51
Cortés Galindo Lorena	GEOH-15 CARTEL	46

Cortés-Lara María del Carmen	OCC-13 CARTEL	74
Cortés López Lizeth*	RN-23 CARTEL	91
Cortés Rosa Javier	VUL-33 CARTEL	116
Cortés Silva Alejadra	SE01-36	127
Cortés Silva Alejandra*	GEOH-8	44
Cortés Silva Alejandra	GEOH-17 CARTEL	47
Cortés Silva Alejandra	SE07-6	150
Cortéz-Galindo Lorena	GEOH-11	45
Cortéz Galindo Lorena	GEOH-12	46
Cortéz Galindo Lorena	GEOH-13 CARTEL	46
Cortéz-de la Cruz Pablo Axel*	GP-1	48
Cortina Contreras Francisco	SE14-7	177
Costa de Almeida Tenreiro Miguel José	OCE-8	77
Couturier Stephane*	SE09-6	157
Couturier Stephane	SE12-1	168
Couturier Stéphane	SE12-2	168
Cox Hale Marina Núria	SE07-4	150
Cox Marina Núria	SE07-2	149
Cox Marina Núria	SE07-3	149
Cox Marina Núria	SE07-5	150
Cram Heydrich Silke	CS-10 CARTEL	7
Crawford James	SE05-1	141
Crawford James*	SE05-3	141
Criollo Luna Frida*	VUL-34 CARTEL	117
Cristóbal Legorreta Laura Esperanza	CS-9 CARTEL	7
Cristóbal Legorreta Laura Esperanza	RN-1	86
Cruz-Aparicio Arturo*	SE10-17 CARTEL	163
Cruz-Atienza Víctor	SE03-23 CARTEL	137
Cruz-Atienza Víctor M.	SE03-6	133
Cruz-Atienza Victor M.*	SE04-1	138
Cruz-Atienza Víctor Manuel	SE03-8	134
Cruz Atienza Víctor Manuel	SE03-14	135
Cruz Castañeda Jorge	SE13-10 CARTEL	172
Cruz-Castañeda Jorge	SE13-12 CARTEL	173
Cruz-Castañeda Jorge A.	SE13-14 CARTEL	173
Cruz-Castañeda Jorge A.	SE13-15 CARTEL	173
Cruz Castañeda Jorge Armando	CS-11 CARTEL	7
Cruz Castañeda Jorge Armando	SE13-13 CARTEL	173
Cruz Claudio	FE-3	37
Cruz Hernández Favio*	SIS-2	99
Cruz Hernandez Favio	SE15-4	183
Cruz May Teresa N.	GEOQP-13	65
Cruz-Obezo Jesús Amado	GEOQP-6	63
Cruz Olivia	GGA-2	56
Cruz Pliego Miguel Ángel	GGA-12 CARTEL	59
Cruz Pliego Miguel Ánguel	EG-33 CARTEL	34
Cruz Ramírez Héctor	SE13-4	171
Cruz Ramírez Héctor	SE13-18 CARTEL	174
Cruz Rodrigo Vicente	OCC-4	72
Cruz Rodríguez Claudio Yahir	FE-1	37
Cruz Ronquillo Olivia	GEOH-14 CARTEL	46
Cruz Ronquillo Olivia	GGA-10 CARTEL	58
Cruz Santiago Pedro Damian	SE01-7	121
Cruz Santiago Pedro Damián	SE01-41 CARTEL	128
Cruz Silva Jose Alberto	PALEO-10 CARTEL	84
Cuéllar Ramírez Elisa*	GEOH-18 CARTEL	47
Culí Laura	GEOQP-3	62
Cupul-Magaña Amílcar Leví	OCC-13 CARTEL	74
Cupul-Velázquez Ana Mercedes*	OCC-13 CARTEL	74
Curtis Jason H	PALEO-1	82
Cusano Paola	SE14-10	178
Dalla Via Giorgio	SE14-10	178
Danaé López Erika	CCA-48 CARTEL	20
Dávalos Sotelo Raymundo	RN-17	90
Dávila-Harris Pablo*	GEOPAL-1	60
Dávila Harris Pablo	VUL-14	111
Dávila-Harris Pablo	VUL-15	111
Dávila Harris Pablo*	VUL-16	112
Dávila-Harris Pablo	VUL-17	112
Dávila-Harris Pablo	VUL-35 CARTEL	117
Dávila Pablo	VUL-22	114
Davis John	SE05-2	141
De Astis Gianfilippo	SE03-12	134
De Cesare Walter	SE14-10	178
De Dios Sánchez Diego	OCC-16 CARTEL	75
De Jesús Galindo Vania*	CCA-25	14
De León Hidalgo Hugo	FE-1	37
De León Hugo	FE-3	37
De Moor Maarten	VUL-31	116
De la Cruz-Reyna Servando*	SE16-2	186
De la Cruz-Reyna Servando	SE16-11 CARTEL	189
De la Cruz Salas Luis Miguel*	SE01-34	127
De la Fuente-Rivera Juan Ramón	SE08-9	154
De la Fuente Rivera Juan Ramón	SE08-11 CARTEL	155
De la Fuente Rivera Juan Ramón*	SE08-12 CARTEL	155
De la Luz Victor	MSG-2	68
De la Luz Victor*	MSG-3	68
De la Luz Victor	MSG-16 CARTEL	71
De la Paz Carlos Pita*	EG-8	29
De la Paz Carlos Pita	EG-15	30
De la Puente Josep	SE04-3	138
De la Rosa Alejandro Angel*	CCA-37	17
De la Rosa Canales Jose	SE13-14 CARTEL	173
De la Rosa Canales José	SE13-15 CARTEL	173
De la Rosa Luis Eduardo*	SIS-29 CARTEL	105
De la Torre Castilleja Stephanie*	FE-4	37
De la Torre Christian	SE07-9 CARTEL	151
Del Bosque Cravioto María Leonor	SE07-7	151
Del Pilar Martínez Alexis*	GET-14 CARTEL	53
Del Pilar Martínez Alexis	GET-15 CARTEL	53
Del Pilar Martínez Alexis	GET-16 CARTEL	54
Del Pilar-Martínez Alexis	GET-17 CARTEL	54
Del Pilar Martinez Alexis	GET-19 CARTEL	55
Del Pilar Martínez Alexis	SE09-11	158
Del Razo González Abraham	GET-1	50
Del Rio-Salas Rafael Eduardo	GEOQP-6	63
Del Villar Arciniega Jorge Manuel*	GEOQP-11	64
Deleon Jose Luis	SE10-6	161
Delgadillo-Hinojosa Francisco	OCE-19	80
Delgadillo Jauregui Nestor Fernando	AR-14 CARTEL	3
Delgadillo Jauregui Néstor Fernando	SIS-29 CARTEL	105
Delgado Argote Luis A.	GEOQP-2	62
Delgado Argote Luis A.	SE09-9	158
Delgado Millán Sandra Mónica	SIS-29 CARTEL	105
Delle Donne Dario	VUL-5	109
Delle Donne Dario	SE14-10	178
Di Filippo Alessandro	SE14-10	178
Di Luccio Francesca	SIS-23	104
Di Luccio Francesca	SIS-36 CARTEL	106
Di Vito Mauro	SE14-10	178
Díaz Corte Amelia	VUL-28	115
Díaz Corte Amelia	VUL-40 CARTEL	118
Díaz-Cruz Jesús Alberto	SE01-18	124
Díaz-Cruz Jesús Alberto	SE01-20	124
Díaz-Cruz Jesús Alberto*	SE10-7	161
Díaz Díaz Irwin	SE06-4	146
Díaz-Esteban Yanet	SE11-9 CARTEL	167
Díaz Flores Miguel Ángel*	EG-32 CARTEL	34
Díaz-Flores Miguel Ángel	PALEO-3	83
Díaz Guillermo M.	SE10-6	161
Díaz Jaime	AR-10 CARTEL	3
Díaz Jaime*	CS-2	5
Díaz Jaime	CS-8	7
Díaz Mario Alberto	SE14-9	178
Díaz Méndez Guillermo*	OCC-16 CARTEL	75
Díaz Méndez Guillermo*	SE10-9	162
Díaz Méndez Guillermo Mauricio	OCC-11	74
Díaz Mila Fredy	GEOD-5	42
Díaz Misael	SED-10 CARTEL	96
Díaz Nigenda Emmanuel	CCA-59 CARTEL	22
Díaz-Ortega Jaime	AR-6	2
Díaz Ortega Jaime	AR-7	2
Díaz Pérez Eduardo	SE14-7	177
Díaz Roque Mauricio	SE01-16	123
Díaz Roque Mauricio	SE01-32	127
Díaz Zapata Carol Michelle	CCA-52 CARTEL	20
Diliegros Godines Carolina Janani	VUL-42 CARTEL	119
Dogru Fikret	GEOD-5	42
Domínguez García Rodolfo Omar	SIS-29 CARTEL	105
Domínguez Luis	SE03-23 CARTEL	137
Domínguez Luis A.	SIS-8	100
Domínguez Pérez Carlos Alejandro	CCA-10	11
Domínguez Pérez Carlos Alejandro	CCA-11	11
Domínguez Ramírez Luis Antonio	SE10-1	160
Domínguez Ramírez Luis Antonio	SE16-3	187
Domínguez Ramírez Luis Antonio*	SE16-9 CARTEL	188
Domínguez Reyes Gabriel Tonatiuh	SE03-18	136
Donohue Kathleen	OCE-2	76
Duchoslav Allan*	SE17-9	191
Durán Alonso Leslie Yazmin	SED-12 CARTEL	97
Durán Colmenares Azucena Hermelinda*	OCC-8	73
Durazo-Arvizu Reginaldo	OCE-11	78
Echauri Pérez Ileana Edith	AR-9 CARTEL	2
Elbjorn Flores Ilse	SE09-11	158
Elias Manuel	SE02-5	130
Ellsworth William L.	SIS-24	104
Encarnación Vega Brandon Elihu*	SE03-10	134
Enciso Cárdenas Juan Josué	SE07-2	149
Enríquez Olaf*	FE-16 CARTEL	39
Enríquez Ortiz Cecilia E.	OCE-17	79

Enríquez-Zárate Josué	SE11-6	166
Ensor Bradley	AR-3	1
Escalona Alcázar Felipe de Jesús	RN-2	86
Escalona-Alcázar Felipe de Jesús*	RN-4	86
Escalona Alcázar Felipe de Jesús	RN-21 CARTEL	91
Escalona Alcázar Felipe de Jesús	SE01-22	124
Escalona Alcázar Felipe de Jesús	SE14-8	177
Escárcega Sáenz Ivonne	SE07-7	151
Escobar Alondra	MSG-19 CARTEL	71
Escobar Gonzaga Jocelyn*	SIS-32 CARTEL	106
Escobar-Hernández Leonel	GP-4	48
Escobar Jaime	PALEO-1	82
Escobedo Z. David	GEOD-3	41
Escobedo-Zenil David	SIS-15	102
Escobedo-Zenil David	SE03-8	134
Escobedo-Zenil David	SE06-8	146
Escobedo-Zenil David	SE06-10	147
Escudero Ayala Christian René	EG-6	28
Escudero Ayala Christian Rene	RN-3	86
Escudero Ayala Christian Rene	RN-13	89
Escudero Ayala Christian Rene	RN-15	89
Escudero Ayala Christian Rene*	SIS-6	100
Escudero Ayala Christian Rene	SIS-26 CARTEL	104
España Pinto Aurelio	SE01-12	122
Esparza Hernández Francisco Javier*	EG-36 CARTEL	35
Esparza Herrera David E.*	GEOQP-13	65
Espíndola Castro Juan Manuel	SIS-9	101
Espíndola Castro Juan Manuel*	SE08-1	152
Espíndola-Castro Víctor H.	SE16-6	187
Espíndola Castro Víctor Hugo	SIS-13	101
Espíndola Castro Víctor Hugo	SE16-3	187
Espíndola Juan Manuel	VUL-11	110
Espíndola Víctor Hugo	SIS-11	101
Espíndola Victor Hugo*	SE16-5	187
Espíndola Victor Hugo	SE16-7	188
Espinosa Arrubarrena Luis	SE01-15	123
Espinosa Flores Nuria*	SE17-6	190
Espinosa Fuentes María de la Luz	CCA-14	11
Espinosa-Nevárez Javier Alberto	GEOQP-6	63
Espinosa-Paredes Gilberto	GP-3	48
Espinosa Ramírez Alejandro Camilo	FE-21 CARTEL	40
Espinoza Juárez Tania	GEOH-12	46
Espinoza-Juárez Tania Karen	GEOH-11	45
Espinoza Juárez Tania Karen	GEOH-13 CARTEL	46
Espinoza-Ojeda Orlando Miguel	SE16-3	187
Espinoza Ojeda Orlando Miguel	SE16-12 CARTEL	189
Espinoza Villalva Ana Karina*	SE17-10	191
Esposito Roberta	SE14-10	178
Esqueda Maldonado Cristal*	VUL-28	115
Esqueda Maldonado Cristal	VUL-40 CARTEL	118
Esquivel Mendiola Leonarda	SE04-3	138
Esquivel Ruben*	GEOD-6	42
Esteva Quiroz Addi Jazmín*	SE13-16 CARTEL	174
Estévez Héctor	SE14-24	181
Estrada-Allis Sheila	OCE-9	78
Estrada-Allis Sheila Natali*	OCE-1	76
Estrada Allis Sheila Natalí	OCE-7	77
Estrada Jonathan J.	EG-10	29
Estrada-Oviedo Jonathan Josías	GP-1	48
Estrada Vargas Arturo	GEOH-19 CARTEL	47
Euroza Vázquez Irene*	CS-13 CARTEL	8
Fabian Alfredo	GEOD-3	41
Fabian de la Cruz Alfredo	SE14-20	180
Fabrini Ravi	AR-2	1
Farfán Francisco	SE14-5	177
Farfán Molina Luis Manuel	CCA-4	10
Farfán Molina Luis Manuel	CCA-23	13
Farrera-Salazar Darío	GP-1	48
Fasnacht Zachary	SE05-9 CARTEL	143
Fedun Viktor	FE-12	39
Félix-Bermúdez Armando*	OCE-19	80
Félix-Bermúdez Armando*	SE09-7	157
Fenoglio Limón Fiorella	EG-11	29
Fernández Salvador	RN-10	88
Fernández Salvador	VUL-8	109
Fernández Salvador*	VUL-39 CARTEL	118
Ferrari Luca	EG-26 CARTEL	33
Ferrari Luca*	GET-9	52
Ferrari Luca	GET-10	52
Ferrari Luca	GEOQP-10	64
Ferrari Luca*	SE08-3	152
Ferrari Luca	SE11-5	166
Ferrari Luca	SE12-2	168
Ferrés López Maria Dolors	VUL-13	111
Ferrés López Maria Dolors*	VUL-30	116
Ferrés López Maria Dolors	SE08-9	154
Fielding Eric J.	SE15-8	183
Fielding Eric J.	SE15-9	184
Figueroa Castro Rodrigo Alejandro*	GET-15 CARTEL	53
Figueroa Pérez Fernando Isaac	RN-17	90
Figueroa Soto Ángel Gregorio	SIS-33 CARTEL	106
Fitzmaurice Jean	SE05-2	141
Fletcher John*	GET-5	51
Fletcher John M.	GET-6	51
Fletcher John M.	GET-7	51
Flores Antonio	CCA-3	9
Flores Báez Francisco Vicente	FE-8	38
Flores Benitez Miriam*	VUL-13	111
Flores-Cano José Valente	GP-3	48
Flores Cortés Mayte*	OCC-14 CARTEL	75
Flores-Flores Karina	GEOH-11	45
Flores Flores Karina	GEOH-12	46
Flores Flores Karina	GEOH-13 CARTEL	46
Flores Guzmán Mario	SE01-10	122
Flores Hermosillo Hugo Samuel	SE14-7	177
Flores-Hermosillo Hugo Samuel	SE16-10 CARTEL	188
Flores Hernandez José Rafael*	SE11-5	166
Flores Ibarra Ketzallina	SE03-7	133
Flores-Ibarra Ketzallina*	SE03-20 CARTEL	136
Flores Márquez Elsa Leticia	EG-4	28
Flores Márquez Elsa Leticia	MSG-13	70
Flores Márquez Elsa Leticia	SIS-14	102
Flores Morales Ana Laura	OCC-5	73
Flores Morales Ana Laura	OCC-7	73
Flores Navarro Karen Leticia*	RN-13	89
Flores-Olvera Patricia	GET-13 CARTEL	53
Flores-Ramírez David Alejandro	SE06-8	146
Flores-Ramírez David Alejandro	SE06-10	147
Flores Renteria Dulce Y.	CS-4	6
Flores Román Delibes	SE14-15	179
Flores-Soto Xochitl*	SE06-1	145
Flores Tapia Juan Pablo	GEOQP-13	65
Flores Tello Ana Judith	MSG-18 CARTEL	71
Flores Tello Ana Judith	VUL-41 CARTEL	119
Folch Arnau*	SE10-13	162
Forman Steven L.	SE03-9	134
Foronda Ortiz Jose D.*	SE10-6	161
Fossati Aura	AR-2	1
Fox Rivera Guillermo	RN-17	90
Fraile Roberto	CCA-8	10
Fraile Roberto	SE14-12	178
Fraire Bonilla Elizabeth*	FE-19 CARTEL	40
Franco Sara	SE04-1	138
Fregoso Becerra Emilia	EG-7	28
Fregoso Becerra Emilia	SE10-3	160
Frías Diego	SE13-6	171
Frías Gomez Itzel Gabriela	SIS-6	100
Frías Itzel	SE14-5	177
Fuentes Arreazola Mario Alberto	CCA-60 CARTEL	22
Fuentes Arreazola Mario Alberto	EG-28 CARTEL	33
Fuentes-Arreazola Mario Alberto	OCC-13 CARTEL	74
Fuentes Carreón Claudio*	SE13-10 CARTEL	172
Fuentes Edith	AR-5	1
Fuentes Karina*	MSG-11	70
Fuentes Vilchis Sandra	SE09-11	158
Fukai Ryota	SE13-5	171
Funning Gareth	GEOD-5	42
Furey Heather	OCE-2	76
Gaidzik Krzysztof	SE03-9	134
Galaviz Alonso Alberto	EG-33 CARTEL	34
Galaviz Alonso Alberto	GGA-12 CARTEL	59
Galaviz Alonso Alberto	RN-28 CARTEL	93
Galaviz Alonso Alberto	SIS-32 CARTEL	106
Galicia García Anaid	SE01-31	126
Galindo Cortéz Lorena*	GEOH-14 CARTEL	46
Gallardo Luis A.	GET-7	51
Gallardo Luis A.	MSG-10	69
Gallegos Castillo Cristian	EG-14	30
Gallegos Castillo Cristian A.	EG-26 CARTEL	33
Gallegos Castillo Cristian Alejandro*	EG-35 CARTEL	35
Gallegos Castillo Cristian Alejandro	GET-8	52
Gallegos Castillo Cristian Alejandro	SE15-11 CARTEL	184
Gallegos Cristian	GET-9	52
Gallegos Matías Karime Mayte*	RN-27 CARTEL	93
Galluzzo Danilo	SE14-10	178
Gammaldi Sergio	SIS-24	104
García Angeles Berenisse	OCE-24 CARTEL	81
García Carrillo Paula	OCE-2	76
García Castillo Flor Araceli	FE-19 CARTEL	40
García Cruzado Sergio Armando	RN-16	90

García Cruzado Sergio Armando SE10-4 160
García Cueto Onofre Rafael CCA-67 CARTEL 24
García Fragoso María de los Ángeles SE13-14 CARTEL 173
García-Franco Jorge SE05-10 CARTEL 143
García Galguera Axel* VUL-42 CARTEL 119
García García Edith Xiomara GEOH-19 CARTEL 47
García García Fernando CCA-26 14
García Gómez Beatriz Ixetl OCC-15 CARTEL 75
García Guadalupe Mario Enrique CCA-1 9
García Ivonne OCE-1 76
García Ivonne OCE-24 CARTEL 81
García Ixetl OCE-1 76
García Lara Angela Valeria VUL-30 116
García Manuel SE14-15 179
García Martínez Ivonne Mariela OCE-5 77
García-Martínez Rocío GGA-1 56
García Martínez Rocío* GGA-4 57
García Meza Ignacio SE15-12 CARTEL 184
García Meza Ignacio SE15-13 CARTEL 185
García Meza Ignacio Francisco SE15-7 183
García Meza Ignacio Francisco* SE15-8 183
García Meza Ignacio Francisco* SE15-9 184
García Oscar SE04-6 139
García Paula OCE-1 76
García Reynoso Jose Agustin* CCA-32 16
García Reynoso José Agustín* VUL-2 108
García Reynoso José Agustín* SE01-7 121
García Reynoso José Agustín SE01-38 CARTEL 128
García Reynoso José Agustín SE01-41 CARTEL 128
García Reynoso José Agustín SE05-6 142
García Reynoso José Agustín SE05-16 CARTEL 144
García Robles Frida EG-24 32
García Robles Jade Ariana SE07-6 150
García-Ruiz Rafael GEOPAL-2 60
García Ruiz Rafael* GEOPAL-3 60
García-Ruiz Sebastián* GEOQP-6 63
García Serrano Alejandro EG-11 29
García Serrano Alejandro EG-22 32
García Serrano Alejandro* SE01-33 127
García Serrano Alejandro SE01-35 127
García Solís Claudia Araceli GGA-11 CARTEL 58
García Solís Claudia Araceli GEOQP-4 63
García-Tenorio Felipe VUL-18 112
García Torres Luis Sebastián GP-5 CARTEL 48
García-Tovar Gloria Patricia GEOQP-14 65
Garduño-Ramírez Jacqueline* GEOH-7 44
Garfias Quezada Jesus Alberto EG-15 30
Garibay Mendoza Victoria* GET-16 CARTEL 54
Garnica Gutiérrez Naixe Sofía* SIS-28 CARTEL 105
Garraffo Cecilia SE05-4 142
Garván Gamarra Carlos CCA-28 15
Garza Alanis Diana Angelina* MSG-9 69
Garza Rocha Daniel EG-13 30
Garza Salazar Adolfo* FE-8 38
Gasca Gómez Kathia* CCA-63 CARTEL 23
Gasca Ortiz Tzitlali SE02-1 130
Gasca Ortiz Tzitlali SE02-2 130
Gasca Ortiz Tzitlali* SE02-3 130
Gatica Acevedo Victor FE-7 38
Gaudiosi Guido SE14-10 178
Gautam Ikshu SE13-5 171
Gaxiola Gaxiola Gildardo SE14-11 178
Gay García Carlos* CCA-31 15
Gay García Carlos CCA-35 16
Gay García Carlos CCA-52 CARTEL 20
Gay García Carlos* CCA-71 CARTEL 25
Gay García Carlos OCC-9 73
Geddes Jeffrey A. SE05-4 142
Genda Hidenori SE13-1 170
Gentil Mathieu OCE-8 77
Ghahremanloo Masoud SE05-2 141
Ghahremanloo Masoud* SE05-4 142
Ghahremanloo Masoud SE05-9 CARTEL 143
Gibson Derek PALEO-1 82
Gil A. André GEOD-3 41
Gill Moisa Carlos Manuel GET-15 CARTEL 53
Giraldo Mora Alejandro SE07-5 150
Girón García Maria Patricia CCA-44 19
Girón-García María Patricia SED-5 95
Giudicepietro Flora SE14-10 178
Giunti Luca OCC-4 72
Glowacka Ewa SIS-5 100
Godinez Victor Manuel SE11-7 166
Goenaga Tassier Josune* OCE-23 CARTEL 81
Gogichaishvili Avto GEOPAL-2 60
Gogichaishvili Avto GEOPAL-3 60
Gogichaishvili Avto SE03-9 134
Gómez Abril SE07-9 CARTEL 151
Gómez Arbelaez Julian* CCA-2 9
Gómez Arias Efraín GEOQP-16 66
Gómez Calderón Daniel Alberto* VUL-24 114
Gómez Calderón Daniel Alberto* SE16-14 CARTEL 189
Gómez Camacho Julio SE14-11 178
Gómez-García José Francisco SED-5 95
Gómez González Carlos Daniel PALEO-7 84
Gómez González Carlos Daniel SE01-28 126
Gómez González Carlos Daniel* SE02-6 131
Gómez González Carlos Daniel* SE09-4 157
Gómez González Juan Martín SE14-8 177
Gómez Inda Mario* OCC-6 73
Gómez Miguel EG-1 27
Gómez Ramos Octavio OCE-23 CARTEL 81
Gómez-Ramos Octavio* SE01-32 127
Gómez Ramos Octavio SE03-10 134
Gómez-Ramos Octavio* SE03-11 134
Gómez-Ramos Octavio* SE14-20 180
Gómez Reyes Eugenio GEOH-3 43
Gómez Rodríguez José Ricardo GGA-8 CARTEL 57
Gómez Rodríguez José Ricardo GGA-9 CARTEL 58
Gómez Romero Marcela Elisa* OCE-17 79
Gómez Ruiz Luis Gerardo* SE15-6 183
Gómez Sánchez Sophia* SE11-2 165
Gómez-Tuena Arturo GEOQP-8 64
Gómez-Tuena Arturo GEOQP-17 CARTEL 66
Gómez-Vasconcelos Martha Gabriela GEOH-10 45
Gómez-Vasconcelos Martha Gabriela VUL-25 114
Gómez Vasconcelos Martha Gabriela VUL-26 115
Gómez-Vasconcelos Martha Gabriela* VUL-27 115
Gómez-Vasconcelos Martha Gabriela VUL-32 116
Gómez Vasconcelos Martha Gabriela SE04-5 139
Gómez-Vasconcelos Martha Gabriela SE04-6 139
Gómez-Vasconcelos Martha Gabriela* SE04-7 139
Gómez Vázquez Ángel VUL-37 CARTEL 118
Gómez-Vázquez Angel SE16-2 186
Gómez-Vázquez Ángel* SE16-11 CARTEL 189
Gómez Víctor Manuel* CS-3 5
Gonsette Alexandre SE06-7 146
Gonzáles García Brenda Alicia GEOPAL-3 60
González Abad Gonzalo SE05-1 141
González Abad Gonzalo SE05-2 141
González Abad Gonzalo SE05-4 142
González Abad Gonzalo* SE05-9 CARTEL 143
González Adriana* SIS-34 CARTEL 106
González Adriana SE14-24 181
González Álvarez Moisés Daniel* GET-10 52
González Américo FE-3 37
González Amezcua Miguel SE14-19 180
González Arqueros Maria Lourdes* CS-5 6
González-Arqueros María Lourdes SE08-7 154
González Avilés José Juan* FE-12 39
González Avilés José Juan FE-19 CARTEL 40
González-Aviles Jose Juan MSG-2 68
González Brenda* CCA-13 11
González Cabrera Adriana Elizabeth CCA-39 17
González Camarillo Astrid V. CCA-54 CARTEL 21
González Cervantes Norma RN-5 87
González-Cervantes Norma RN-14 89
González-Cervantes Norma* SED-6 95
González Daniel SIS-34 CARTEL 106
González Daniel SE16-5 187
González Escobar Mario EG-14 30
González Escobar Mario EG-26 CARTEL 33
González-Escobar Mario EG-35 CARTEL 35
González-Escobar Mario GET-7 51
González Escobar Mario* GET-8 52
González Escobar Mario GET-10 52
González Escobar Mario SIS-1 99
González Escobar Mario* SE15-5 183
González Escobar Mario SE15-11 CARTEL 184
González Esparza Américo FE-14 39
Gonzalez-Esparza Americo FE-18 CARTEL 39
González-Esparza Ana Gabriela* FE-20 CARTEL 40
González Esparza J. Américo SE07-8 151
González Esparza Juan A. FE-5 38
González-Esparza Juan Américo FE-1 37
González Esparza Juan Américo* FE-7 38
González-Esparza Juan Américo FE-20 CARTEL 40
González Galia AR-5 1
González García Marco Alejandro* CCA-75 CARTEL 26
González Guevara José Luis AR-1 1

González Guevara José Luis EG-23 32
González Guevara José Luis EG-37 CARTEL 35
González Guevara José Luis EG-38 CARTEL 35
González Guevara José Luis MSG-18 CARTEL 71
González Guevara José Luis* VUL-41 CARTEL 119
González Guevara José Luis VUL-42 CARTEL 119
González Hernández Galia AR-7 2
González Hernández Galia* AR-11 CARTEL 3
González Hernández Julio César AR-1 1
González Hernández Julio César EG-38 CARTEL 35
González Hernández Julio César MSG-18 CARTEL 71
González Hernández Julio César VUL-41 CARTEL 119
González Hernández Julio César VUL-42 CARTEL 119
González Hernández Sandra Karina VUL-2 108
González Huizar Héctor* SIS-19 103
González Huízar Héctor SE15-8 183
González Jardines Pedro* CCA-46 CARTEL 19
González Jardines Pedro M. CCA-45 CARTEL 19
González Javier Alejandro SE14-2 176
González Josué G* SE03-17 136
González López Adriana SE01-24 125
González Lucia SE13-9 CARTEL 172
González Lucia SE13-11 CARTEL 172
González Luis Xavier* FE-11 38
González María Eugenia SE14-15 179
González Mario GET-9 52
González Mario VUL-18 112
González Mario SE14-2 176
González Medina Karla Guadalupe* SE13-3 170
González Méndez Blanca CS-1 5
González Méndez Blanca SE01-31 126
González Méndez Blanca* SE09-12 159
González Méndez Luis Xavier FE-2 37
González Méndez Luis Xavier FE-7 38
González Méndez Luis Xavier FE-8 38
González Méndez Luis Xavier FE-9 38
González Méndez Luis Xavier FE-13 39
González Méndez Luis Xavier FE-16 CARTEL 39
González O. Osvaldo GEOD-3 41
González Ornelas Perla Patricia* CS-12 CARTEL 8
González Ornelas Perla Patricia CCA-12 11
González-Ortega Alejandro GET-6 51
González-Ortega Alejandro GET-7 51
González-Ortega Alejandro* SE15-12 CARTEL 184
González-Ortega Alejandro* SE15-13 CARTEL 185
González Ortega J. Alejandro SE15-8 183
González Ortega J. Alejandro SE15-9 184
González Ortega Javier Alejandro SE15-7 183
González-Preciado Delia Isabel* GEOQP-15 65
González Rizo Jesús Erick AR-14 CARTEL 3
González Rodríguez Betsabet Sarai CCA-70 CARTEL 25
González Salazar Constantino CCA-33 16
González Salazar Constantino* CCA-36 17
González Salazar Constantino CCA-41 18
González Salazar Constantino CCA-55 CARTEL 21
González Salazar Constantino CCA-63 CARTEL 23
González Salazar Constantino CCA-72 CARTEL 25
González Salazar Constantino CCA-73 CARTEL 25
González Sánchez Indira Isabel* CCA-59 CARTEL 22
González-Silvera Adriana OCE-11 78
González Villarreal Fernando Jorge CCA-35 16
González Villarreal Fernando Jorge OCC-9 73
González Viveros Pohema de Jesús* CCA-18 12
González del Castillo Aranda María Eugenia CCA-14 11
González del Castillo Eugenia SE05-12 CARTEL 143
González del Castillo Eugenia SE14-16 179
Granados-Becerril René Mauricio* SE01-20 124
Granados Chavarria Ivan* SIS-23 104
Granados Chavarría Ivan SIS-36 CARTEL 106
Grijalva Noriega Francisco Javier EG-12 30
Grupo de Trabajo del SSN SIS-34 CARTEL 106
Grutter Michel SE05-1 141
Grutter Michel SE05-3 141
Grutter Michel* SE05-5 142
Grutter Michel SE05-6 142
Grutter Michel SE05-7 142
Grutter Michel SE05-10 CARTEL 143
Grutter Michel SE05-11 CARTEL 143
Grutter Michel SE05-13 CARTEL 143
Grutter Michel SE05-14 CARTEL 144
Grutter Michel SE05-15 CARTEL 144
Grutter Michel SE05-16 CARTEL 144
Grutter de la Mora Michel SE05-12 CARTEL 143
Grutter de la Mora Michel SE14-15 179
Guardato Sergio SE14-10 178
Guarneros López Julio César CCA-70 CARTEL 25
Gudino-Elizondo Napoleón GET-6 51
Guerrero Benjamín Bogdan AR-10 CARTEL 3
Guerrero Chávez Reynaldo AR-7 2
Guerrero-Galván Saúl Rogelio OCC-13 CARTEL 74
Guerrero-Guerra César SE14-17 179
Guerrero Guerra César* SE14-18 180
Guerrero-Murcia Luis Andrés GET-6 51
Guerrero Peña Carlos Alberto FE-15 39
Guerrero Quinard Gabriela CCA-27 15
Guerrero de Leon Aida Alejandra CS-12 CARTEL 8
Guevara Barrera Gelmy Anahí* EG-34 CARTEL 34
Guevara Betancourt Randall GEOQP-7 63
Guevara Santamaria Mario A. CS-4 6
Guilbaud Marie-Noëlle CS-10 CARTEL 7
Guilbaud Marie-Nöelle VUL-23 114
Guilbaud Marie-Nöelle SE12-3 CARTEL 169
Güralp Cansun* SE17-7 190
Gutiérrez Aarón SIS-34 CARTEL 106
Gutiérrez Aguilar Angel SE10-16 163
Gutiérrez-Aguilar Angel* SE10-18 CARTEL 164
Gutiérrez Aguilar Fabián* GEOQP-8 64
Gutiérrez-Aguilar Fabián GEOQP-17 CARTEL 66
Gutiérrez Alejandro Alejandra Guadalupe SE01-17 123
Gutiérrez Enrique Alarcón SE07-3 149
Gutiérrez Esquivel Akari Yessenia* SE13-2 170
Gutiérrez Navarro Rodrigo SE01-4 120
Gutiérrez Navarro Rodrigo* SE09-11 158
Gutiérrez Peña Quiriat Jearim AR-14 CARTEL 3
Gutiérrez Peña Quiriat Jearim SIS-6 100
Gutiérrez Peña Quiriat Jearim* SIS-9 101
Gutiérrez Peña Quiriat Jearim SIS-26 CARTEL 104
Gutiérrez Peña Quiriat Jearim SIS-29 CARTEL 105
Gutiérrez Q. Valente GEOD-3 41
Gutiérrez Quijada Sergio Valente SE01-32 127
Gutiérrez Quijada Sergio Valente SE14-20 180
Gutiérrez Quijada Valente OCE-23 CARTEL 81
Gutiérrez Ramírez José Miguel SE10-10 162
Gutiérrez Raul FE-3 37
Gutiérrez Ricardo Aarón OCE-9 78
Gutiérrez Ricardo Aarón OCE-10 78
Gutiérrez-Zalapa Raúl FE-1 37
Guzmán Alfaro Eva* SE07-5 150
Guzmán Hernández Heber Daniel CCA-63 CARTEL 23
Guzmán Hidalgo Elizabeth SE01-37 127
Guzmán Torres Laura Erika SE05-3 141
Guzmán-de la Cruz Miguel Ángel* EG-9 29
Guzmán-de la Cruz Miguel Ángel* GEOQP-18 CARTEL 66
Guzzi Ferez José Antonio SE14-7 177
Gwinneth Benjamin SED-5 95
Haba Makiko K. SE13-5 171
Haller Merrick C. OCC-11 74
Haro Corzo Sinhue Amos Refugio* SE01-3 120
Haro González Leticia Daniela GGA-5 CARTEL 57
Hasegawa Akinori SE03-15 135
Hasimoto Beltrán Rogelio SE10-9 162
Hasimoto Rogelio SE10-6 161
Henderson Barron SE05-4 142
Henderson Barron SE05-9 CARTEL 143
Hermosillo Delgado Evelin PALEO-1 82
Hernández Abraham SE03-7 133
Hernández Acosta Alan Saih* SE11-3 165
Hernández Adriana SE07-9 CARTEL 151
Hernández Aguilar María Luisa SE14-13 179
Hernández-Ayón José Martín OCE-10 78
Hernández Ayón Martín OCE-8 77
Hernández Bello María Guadalupe* SE01-29 126
Hernández Bernal Maria del Sol VUL-24 114
Hernández Cardona Arnaldo* AR-12 CARTEL 3
Hernández Celestino Mildred Cecilia CCA-70 CARTEL 25
Hernández Cervantes Maricarmen SE01-34 127
Hernández-Cristóbal Orlando GEOQP-1 62
Hernández Cruz Griselda Berenice* SE01-25 125
Hernández Díaz de León Abraham* SE03-5 133
Hernández Espriú Antonio* SE01-37 127
Hernández-Feregrino Ana Sofía* VUL-21 113
Hernández García Guillermo MSG-14 70
Hernández García Guillermo SE07-6 150
Hernández García Guillermo SE10-4 160
Hernández García Guillermo de Jesús* MSG-6 69
Hernández García Marcos EG-38 CARTEL 35
Hernández-Gómez Jorge Javier SE06-3 145
Hernández Gómez Jorge Javier SE06-15 CARTEL 148
Hernández Gómez Jorge Javier SE10-15 163
Hernández Gómez Jorge Javier SE10-16 163

Hernández-Gómez Jorge Javier	SE10-17 CARTEL	163
Hernández-Gómez Jorge Javier	SE10-18 CARTEL	164
Hernández Gutiérrez Adriana Betsabé*	CCA-50 CARTEL	20
Hernández Gutiérrez Luis Alejandro	SE05-12 CARTEL	143
Hernández Hernández Mario	SE01-36	127
Hernández Hernández Mario Alberto	GEOH-8	44
Hernández Hernández Mario Alberto	GEOH-15 CARTEL	46
Hernández Hernández Mario Alberto	GEOH-17 CARTEL	47
Hernández Hernández Mario Alberto	MSG-14	70
Hernández Hernández Mario Alberto*	SE07-6	150
Hernández Hernández Mario Alberto	SE10-4	160
Hernández Isabel Leticia	RN-1	86
Hernández Ivana	SE08-6	153
Hernández Jesús*	RN-7	87
Hernández Luna Daniel	RN-8	88
Hernández Luna Daniel	RN-26 CARTEL	92
Hernández Marín Martín*	RN-5	87
Hernández-Marín Martín	RN-12	89
Hernández-Marín Martín	RN-14	89
Hernández-Marín Martín	SED-6	95
Hernández-Marín Tadeo	GEOH-11	45
Hernández Marín Tadeo	GEOH-12	46
Hernández Marín Tadeo	GEOH-13 CARTEL	46
Hernández Marín Tadeo*	GEOH-15 CARTEL	46
Hernández Mejía Rogelio	SE14-7	177
Hernández Morales Jorge	CS-9 CARTEL	7
Hernández Oscoy Ariadna	EG-33 CARTEL	34
Hernández Oscoy Ariadna*	GGA-12 CARTEL	59
Hernández Oscoy Ariadna	RN-27 CARTEL	93
Hernández Oscoy Ariadna	RN-28 CARTEL	93
Hernández Oscoy Ariadna	RN-29 CARTEL	93
Hernández Paniagua Iván Yassmany	CCA-27	15
Hernández Paniagua Iván Yassmany	SE01-38 CARTEL	128
Hernández Sánchez María Guadalupe	AR-14 CARTEL	3
Hernández Sánchez Sergio de Jesús*	SE13-20 CARTEL	175
Hernández-Sandoval Diego	GEOQP-1	62
Hernández Serrano Naomi Guadalupe	VUL-14	111
Hernández Solis José Manuel	CCA-27	15
Hernández-Treviño Teodoro	GEOQP-8	64
Hernández-Treviño Teodoro	GEOQP-14	65
Hernández-Treviño Teodoro	GEOQP-17 CARTEL	66
Hernández-Treviño Teodoro	VUL-36 CARTEL	117
Hernández Villaseñor Sergio Zirath	SE05-3	141
Herrera Moro Dulce Rosario	CCA-22	13
Herrera Moro Dulce Rosario*	SE01-41 CARTEL	128
Herrera Palacio Ariana Denise	GET-2	50
Herrera Vázquez Carlos Francisco*	OCC-10	74
Herrera Vázquez Carlos Francisco*	OCC-15 CARTEL	75
Herrera Zamarrón Graciela	GEOH-4	44
Herrera Zamarrón Graciela	MSG-1	68
Herrera Zamarrón Graciela	MSG-6	69
Herrera Zamarrón Graciela	SE07-6	150
Herrera Zamarrón Graciela	SE10-4	160
Herrera Zamarrón Graciela del Socorro	MSG-14	70
Herrera Zamarrón Graciela del Socorro*	SE01-36	127
Herrera de la Torre Israel	RN-23 CARTEL	91
Herzka Sharon	OCE-8	77
Herzka Sharon	OCE-10	78
Hidalgo Santacruz Dominic Alejandro	RN-2	86
Hidalgo Santacruz Dominic Alejandro	SE01-22	124
Hidalgo Santacruz Dominic Alejandro*	SE14-8	177
Hinojosa Alejandro	GET-6	51
Hinojosa-Corona Alejandro	GET-5	51
Hinojosa Reyes Mariana	GEOH-16 CARTEL	46
Hjörleifsdóttir Vala	SIS-27 CARTEL	105
Hoil Pérez Christian Iván	EG-34 CARTEL	34
Holwerda Friso	CCA-16	12
Holwerda Friso	CCA-17	12
Hou Weizhen	SE05-2	141
Houck John	SE05-2	141
Houck John	SE05-9 CARTEL	143
Huante Arana Francisco Enrique	EG-8	29
Huante Arana Francisco Enrique	EG-15	30
Hudnut Kenneth W	GET-5	51
Huesca-Pérez Eduardo	SE16-3	187
Huesca Pérez Eduardo	SE16-9 CARTEL	188
Huipe-Domratcheva Elizandro*	MSG-2	68
Hurtado-Díaz Alejandro	SE06-1	145
Hurtado-Díaz Alejandro	SE06-7	146
Hurtado-Díaz Alejandro	SE06-8	146
Hurtado González Edwin Uriel*	VUL-37 CARTEL	118
Husker Allen*	SE14-1	176
Ibarra Delgado Salvador	GGA-8 CARTEL	57
Ibarra Delgado Salvador	GGA-9 CARTEL	58
Ibarra Diana	SE08-6	153
Ibarra-Manríquez Guillermo	SE08-7	154
Ibarra Yizzel	FE-15	39
Ide Satoshi	SE03-15	135
Iglesias Arturo	SIS-11	101
Iglesias Arturo*	SIS-13	101
Iglesias Arturo	SIS-16	102
Iglesias Arturo	SE16-5	187
Iglesias Mendoza Arturo	SIS-10	101
Iglesias Mendoza Arturo	SE04-3	138
Iglesias Mendoza Arturo	SE08-2	152
Iglesias Mendoza Arturo	SE14-9	178
Iglesias Mendoza Arturo	SE16-3	187
Iizuka Tsuyoshi	SE13-5	171
Imburgia Laura*	SE18-1	192
Inguaggiato Claudio*	GEOQP-9	64
Inguaggiato Claudio	VUL-29	115
Inguaggiato Salvatore*	VUL-29	115
Inguaggiato Salvatore	VUL-34 CARTEL	117
Iriondo Alexander	GET-18 CARTEL	54
Israde Alcántara Isabel	RN-19	91
Israde Alcántara Isabel	SE04-5	139
Israde-Alcántara Isabel	SE04-6	139
Israde-Alcántara Isabel	SE04-7	139
Ito Yoshihiro	SE03-4	133
Ito Yoshihiro	SE03-5	133
Ito Yoshihiro	SE03-6	133
Ito Yoshihiro*	SE03-7	133
Ito Yoshihiro	SE03-20 CARTEL	136
Iturbe-Sánchez Jacobo*	SE01-18	124
Iwata Shuji	SE03-15	135
Izquierdo Laris María Fernanda*	CCA-70 CARTEL	25
Jácome Paz Mariana Patricia*	VUL-10	110
Jácome Paz Mariana Patricia	VUL-12	110
Jácome Paz Mariana Patricia*	SE01-13	122
Jácome-Paz Mariana Patricia	SE08-9	154
Jácome Paz Mariana Patricia*	SE08-11 CARTEL	155
Jácome Paz Mariana Patricia	SE08-12 CARTEL	155
Jaimes Salmeron Diana Laura	RN-13	89
Jara Reyna Mario Alberto	FE-15	39
Jaramillo-Moreno Alejandro	CCA-64 CARTEL	23
Jazcilevich Diamant Arón	CCA-16	12
Jesús de la Cruz Hiram	EG-31 CARTEL	34
Jiménez Abisai*	CCA-66 CARTEL	24
Jiménez Bahamón Hugo Alberto*	SE13-4	171
Jiménez Berenice	AR-10 CARTEL	3
Jiménez Delgadillo Erika	CCA-30	15
Jiménez-Escudero Víctor Manuel	VUL-5	109
Jiménez Gama María Concepción*	SIS-33 CARTEL	106
Jiménez Gerardo*	AR-2	1
Jiménez Gerardo	AR-3	1
Jiménez-González R. Berenice*	AR-7	2
Jiménez Haro Adrián	RN-19	91
Jiménez Haro Adrián	SE04-6	139
Jiménez Izquierdo Luz Meredit*	EG-3	27
Jiménez Luis Ángel	SE01-40 CARTEL	128
Jiménez Mendez Karina*	OCE-24 CARTEL	81
Jiménez Peralta Evelyn	EG-31 CARTEL	34
Jiménez Rivera Alejandro*	EG-17	31
Jiménez Sánchez Liz-Ek Miriam*	EG-18	31
Jiménez-Vázquez Adriana Guadalupe	EG-9	29
Jiménez-Vázquez Adriana Guadalupe	GEOQP-18 CARTEL	66
Jiménez Velázquez Juan C	SE03-18	136
José Ríos Mauricio	CCA-59 CARTEL	22
Jottar Anzorena Kassandra S.	SE13-15 CARTEL	173
Jouanno Julien	OCE-24 CARTEL	81
Joyce Arthur	CCA-74 CARTEL	26
Joyce Arthur	PALEO-2	82
Juárez Araiza Braulio	OCC-1	72
Juárez Araiza Braulio	OCC-3	72
Juárez Araiza Braulio	OCC-12	74
Juárez-Arriaga Edgar	SED-1	94
Juárez Bahena Daniela	SE01-34	127
Juárez Braulio*	OCC-2	72
Juárez Mariana	PALEO-2	82
Juárez René*	CS-4	6
Juárez Valle Cristian Alberto*	MSG-15 CARTEL	71
Judd Laura*	SE05-1	141
Judd Laura	SE05-3	141
Judd Laura	SE05-9 CARTEL	143
Kaneko Yoshihiro	SE03-14	135
Kazachkina Ekaterina*	GET-11	52
Kazachkina Ekaterina	SE04-1	138
Knowland K. Emma	SE05-9 CARTEL	143
Koornneef Janne M.	VUL-17	112
Kostoglodov Vladimir*	SE03-6	133

Kostoglodov Vladimir SE03-8 134
Kostoglodov Vladimir SE03-23 CARTEL 137
Kostoglodov Vladimir SE03-24 CARTEL 137
Kostoglodov Vladimir SE04-1 138
Kotha Sreeram Reddy SIS-21 103
Krieger Peter SE01-23 125
Kshirsagar Pooja GET-18 CARTEL 54
Kurczyn Robledo Jorge Alejandro OCC-1 72
Kurtz Stan* SE06-13 CARTEL 147
Lacan Pierre GET-5 51
Lacan Pierre GET-6 51
Lacan Pierre GET-11 52
Lacan Pierre SE04-6 139
Lacan Pierre SE04-7 139
Lacanna Giorgio VUL-5 109
Lacanna Giorgio VUL-33 CARTEL 116
Ladino Moreno Luis SE14-16 179
Ladino Moreno Luis Antonio* CCA-21 13
Ladino Moreno Luis Antonio* SE14-15 179
Lafuente Elvira SE07-5 150
Landa Arreguin Jorge Federico GEOH-12 46
Landa Arreguín Jorge Federico Arturo* GEOH-11 45
Landa Arreguín Jorge Federico Arturo GEOH-13 CARTEL 46
Landa Fonseca Hugo SE05-3 141
Landa Ruiz Laura RN-17 90
Lara Jorge Iván RN-10 88
Lara Jorge Iván VUL-8 109
Larios Rodríguez Diego* OCE-6 77
Lases Hernández Maria Fernanda* CCA-43 18
Lau González Ricardo GEOD-2 41
Lazaro Larios Arceo Ernesto SE15-11 CARTEL 184
Leal Mercado Arely Sarahi* CCA-33 16
Ledesma-Rincón Orlando SE10-7 161
Legrand Denis SE16-9 CARTEL 188
Lemus Mendoza Eduardo GEOD-2 41
Lemus Mendoza Eduardo* GEOD-3 41
Lemus Mendoza Eduardo GEOD-4 41
León Cruz José Francisco CCA-24 14
León Cruz José Francisco SE14-13 179
León Sánchez Adrián Misael EG-4 28
Levchenko Oleg GET-1 50
Lezama Sánchez María José* CCA-58 CARTEL 22
Lezana Duran Fernando* SE11-1 165
Lievana-MacTavish Andrea SE09-7 157
Liguoro Francesco SE14-10 178
Linacre Lorena OCE-8 77
Linacre Lorena OCE-9 78
Linacre Lorena OCE-10 78
Linacre Lorena OCE-11 78
Liñán Abanto Rafael* CCA-28 15
Liñán Abanto Rosa María CCA-28 15
Linares Claudio SE14-7 177
Linares Eduardo SE10-7 161
Linares López Carlos* AR-9 CARTEL 2
Linares-López Carlos VUL-36 CARTEL 117
Linares-Ríos Jatziri SE10-7 161
Lippert Peter C. GEOPAL-1 60
Lippert Peter C. VUL-17 112
Liu Xiong SE05-1 141
Liu Xiong* SE05-2 141
Liu Xiong SE05-4 142
Liu Xiong SE05-9 CARTEL 143
Lo Bascio Domenico SE14-10 178
Lopera Gasca Ana Cecilia SE01-31 126
López Aguiar Lluvia Korynthia CCA-43 18
López Aide EG-19 31
López Alvis Jorge EG-11 29
López Anton Omar SE14-16 179
López-Ávila Enrique VUL-35 CARTEL 117
López-Balcázar Carlos Alberto SE06-15 CARTEL 148
López Bautista Victor Hugo* SE13-1 170
López Daniela PALEO-2 82
López Delgado Verónica* AR-4 1
López Delgado Verónica AR-12 CARTEL 3
López Doncel Rubén Alfonso CCA-38 17
López Doncel Rubén Alfonso GGA-11 CARTEL 58
López Doncel Rubén Alfonso GEOQP-4 63
López Doncel Rubén Alfonso* SED-4 95
López Escobar Michelle Ivonne* CCA-38 17
López Espinoz Erika Danaé CCA-7 10
López Espinoza Erika CCA-49 CARTEL 20
López Espinoza Erika Danaé CCA-22 13
López Espinoza Erika Danaé CCA-25 14
López Espinoza Erika Danaé CCA-47 CARTEL 19
López Espinoza Erika Danaé OCE-23 CARTEL 81
López Espinoza Erika Danaé* SE01-23 125
López García Karina* SE13-5 171
López-Granados Erna Martha SE16-3 187
López-Granados Erna Martha SE16-4 187
López Granados Erna Martha SE16-12 CARTEL 189
López-Gutiérrez José Ángel* MSG-16 CARTEL 71
López Hernández Aida SIS-33 CARTEL 106
López Hickethier Jan Niklas* GEOQP-4 63
López Margarita GET-9 52
López Martínez Rafael CS-6 6
López Martínez Rafael Antonio CS-7 6
López Martir Rafael* CCA-56 CARTEL 21
López-Mejía Javier AR-2 1
López-Mejía Javier* AR-3 1
López Miguel Celia SE08-8 154
López Omar SE14-15 179
López Plascencia Frida Itzel GGA-7 CARTEL 57
López-Portillo Purata Melissa CCA-17 12
López-Quiroz Penélope* SE01-5 121
López Quiroz Penélope SE09-6 157
López Quiróz Penélope SE12-1 168
López-Quiroz Penélope* SE12-2 168
López-Ramírez Nancy Naomi GEOH-11 45
López Ramírez Nancy Naomi GEOH-12 46
López Ramírez Nancy Naomi* GEOH-13 CARTEL 46
López Saucedo Felipe de Jesús EG-24 32
López Saucedo Felipe de Jesús GET-2 50
López-Sugahara Oscar Isao SE03-17 136
López Urias Charbeth* SE06-5 146
López-Urias Charbeth SE06-7 146
López-Urias Charbeth SE06-8 146
López Urias Charbeth SE06-9 146
López-Urías Charbeth SE06-12 147
López-Urias Charbeth SE14-22 180
López Vega Jesús Eduardo SE15-7 183
López Vega Jesús Eduardo SE15-12 CARTEL 184
López Velasco Juan Manuel* VUL-12 110
López Villalobos Carlos CCA-68 CARTEL 24
López-Villalobos Carlos SE11-6 166
López Villalobos Carlos Alberto SE11-3 165
López Villalobos Carlos Alberto* SE11-9 CARTEL 167
Loredo-Jasso Alan Ulises SED-5 95
Louvier Pacheco José Manuel* SE10-14 163
Loza-Aguirre Isidro GET-12 53
Loza-Aguirre Isidro GET-13 CARTEL 53
Loza-Aguirre Isidro* GET-17 CARTEL 54
Loza-Aguirre Isidro* GET-18 CARTEL 54
Loza Aguirre Isidro GEOQP-10 64
Loza P. Armando GEOD-3 41
Loza Palestina Armando SE14-20 180
Lozada Toledo Josuhé AR-9 CARTEL 2
Lozano Laez David RN-17 90
Lozano-Santa Cruz Rufino VUL-36 CARTEL 117
Lugo Bravo Maricarmen RN-27 CARTEL 93
Luna Celín Leandra Abigail* RN-26 CARTEL 92
Luna Villavicencio Hugo RN-5 87
Luna-Villavicencio Hugo RN-12 89
Luna-Villavicencio Hugo* RN-14 89
Lupercio Espericueta Nayeli* PALEO-6 83
Luyando Elda* CCA-15 12
Luyando Elda SE07-9 CARTEL 151
Machain Castillo María Luisa PALEO-4 83
Machuca Vazquez Abraham F. CCA-56 CARTEL 21
Macías José Luis EG-14 30
Macías Jose Luis GEOQP-15 65
Macías José Luis RN-10 88
Macías José Luis RN-16 90
Macías José Luis VUL-3 108
Macías José Luis VUL-8 109
Macías José Luis VUL-9 110
Macías Jose Luis* VUL-18 112
Macías José Luis VUL-19 113
Macías José Luis VUL-25 114
Macías Jose Luis VUL-26 115
Macías-Medrano Sergio Enrique VUL-20 113
Macías Mendoza Adrián CCA-56 CARTEL 21
Macías Vázquez José Luis AR-11 CARTEL 3
Macías Vázquez José Luis VUL-39 CARTEL 118
Madonia Paolo RN-25 CARTEL 92
Madonia Paolo* SE03-12 134
Magaldi Adolfo SE05-5 142
Magaldi Adolfo V.* SE05-7 142
Magar Vanesa SE11-7 166
Magar Vanesa* SE11-8 167
Magno Brenda* PALEO-2 82

Malagón Jonathan	SE05-5	142
Malagón Jonathan*	SE05-14 CARTEL	144
Malagón Nabor Jonathan	SE05-13 CARTEL	143
Maldonado Gilberto	SE05-6	142
Maldonado López Daniel*	CCA-62 CARTEL	23
Maldonado Pacheco Gilberto*	SE05-16 CARTEL	144
Malviya Vivek P.	GEOQP-12	65
Mancera Alejandrez Javier	RN-18	90
Mancera-Alejándrez Javier	VUL-20	113
Mancha Moreno Miryam Marlene*	RN-8	88
Mandujano-García Cruz Daniel	RN-4	86
Manea Marina	MSG-5	68
Manea Marina	MSG-15 CARTEL	71
Manea Marina*	SE01-14	123
Manea Marina	SE17-1	190
Manea Vlad	MSG-5	68
Manea Vlad Constantin	SE10-5	161
Manrique Moreno Silvestre	GGA-7 CARTEL	57
Manzano I. René	GEOD-3	41
Manzo-Garrido Maribel	GGA-2	56
Mar Morales Bertha Eugenia	VUL-2	108
Maravilla Meza Maria Dolores*	SE13-7	171
Mariaca Alave Orlando	CCA-28	15
Mariani Maria	SIS-19	103
Marín Celestino Ana Elizabeth	GEOH-9	45
Mariño Tapia Ismael	OCE-17	79
Marinova Yulia	GET-1	50
Maroun-González Nagibe	SE06-8	146
Maroun-González Nagibe	SE06-10	147
Maroun-González Nagibe	SE06-12	147
Márquez-Ramírez Víctor H.	SE16-6	187
Márquez Ramírez Víctor Hugo	SE08-2	152
Márquez-Ramírez Víctor Hugo	SE14-7	177
Márquez Ramírez Víctor Hugo	SE14-9	178
Márquez-Ramírez Victor Hugo	SE14-19	180
Márquez-Ramírez Víctor Hugo	SE16-10 CARTEL	188
Marroquín Parada Marta Griselda	SE03-11	134
Martell Banda Angel Nazareth*	PALEO-9 CARTEL	84
Martín del Pozzo Ana Lillian	SIS-30 CARTEL	105
Martín del Pozzo Ana Lillian	VUL-2	108
Martínez Alejandra	SIS-3	99
Martínez-Alvarado Oscar	SE11-9 CARTEL	167
Martínez Álvarez Rebeca*	RN-21 CARTEL	91
Martínez Carolina Ochoa	SE14-13	179
Martínez Cinthia	GEOD-6	42
Martínez-Cruz María	VUL-31	116
Martínez Daniel*	SIS-21	103
Martínez Daysi	FE-15	39
Martínez Denilson*	FE-3	37
Martínez Dyrzo Haydar	CCA-44	19
Martínez Dyrzo Haydar*	SED-5	95
Martínez Dyrzo Haydar*	SE01-2	120
Martínez Ferrer Tania Lizeth	CCA-27	15
Martínez García Brenda*	CCA-19	13
Martínez García Brenda	SED-11 CARTEL	97
Martínez Godínez Ángel de la Cruz*	RN-19	91
Martínez Godínez Ángel de la Cruz	SE16-3	187
Martínez Gómez Jesús Daniel*	SE01-1	120
Martínez-González José A	SIS-15	102
Martínez-González José A	SE03-18	136
Martínez-González José Antonio	SE06-10	147
Martínez Izquierdo Heidy	SE01-2	120
Martínez López Benjamín*	CCA-5	10
Martínez López Maria del Rosario*	SIS-18	103
Martínez Luis Gerardo	CS-2	5
Martínez Marcos*	SE01-8	121
Martínez Mario	EG-12	30
Martínez Martínez Paula Itzel*	SE01-10	122
Martínez Mirón Yleana Claudia	AR-1	1
Martínez Mirón Yleana Claudia	EG-23	32
Martínez Mirón Yleana Claudia*	EG-37 CARTEL	35
Martínez Mirón Yleana Claudia	EG-38 CARTEL	35
Martínez Mirón Yleana Claudia	MSG-18 CARTEL	71
Martínez Mirón Yleana Claudia	VUL-41 CARTEL	119
Martínez Mirón Yleana Claudia	VUL-42 CARTEL	119
Martínez Nicolás Alma*	MSG-13	70
Martínez-Polanco Josue Moises	SE14-12	178
Martínez Robles Claudia Leticia*	CCA-4	10
Martínez Rodríguez Miguel Ángel*	MSG-5	68
Martínez-Romero Diana Gabriela	GET-13 CARTEL	53
Martínez Ruíz Damián	CS-9 CARTEL	7
Martínez Ruíz Damián	SE03-16	135
Martínez-Serrano Raymundo Gerardo	GEOQP-8	64
Martínez-Serrano Raymundo Gerardo*	GEOQP-14	65
Martínez-Serrano Raymundo Gerardo	GEOQP-17 CARTEL	66
Martínez-Serrano Raymundo Gerardo	VUL-36 CARTEL	117
Martínez Valadez Yeslia Juliana	GP-2	48
Martínez Valdivia Frida Dalí*	RN-29 CARTEL	93
Martínez Villarreal Areli Leticia	GET-2	50
Martínez Yeslia	MSG-19 CARTEL	71
Martínez-Yrízar Diana	AR-7	2
Martínez-Yrízar Diana*	AR-13 CARTEL	3
Marzocchi Warner	SIS-24	104
Massimetti Francesco	VUL-10	110
Massimetti Francesco*	VUL-43 CARTEL	119
Mastache Agustin	GET-9	52
Mastache-Román Edgar	GET-7	51
Mastache Román Edgar Agustín	EG-14	30
Mastache-Román Edgar Agustín	EG-35 CARTEL	35
Mastache Román Edgar Agustin	GET-8	52
Materano-Escalona Lisbett Susana*	SE07-2	149
Materna Kathryn	GET-11	52
Matías Pérez Victor	GP-2	48
Matías-Pérez Víctor	GP-3	48
Matías Pérez Victor	GP-5 CARTEL	48
Mattia Mario	RN-25 CARTEL	92
Mattia Mario	SE03-12	134
Matushima Shinichi	SE03-18	136
Mazot Agnes	VUL-29	115
McClung de Tapia Emily	AR-13 CARTEL	3
McDonald Brian	SE05-1	141
McDonald Brian	SE05-3	141
Mcintosh Shelby	GEOPAL-1	60
Medina Cabrera Arturo*	SE01-31	126
Medina Castañeda Carlos Iván	PALEO-10 CARTEL	84
Medina Martínez Juan Fernando	GET-2	50
Medina Morales Esmeralda Rubí	VUL-2	108
Medina Partida Javier Alejandro*	CCA-10	11
Medrano Elise Anaís	GEOD-6	42
Mejía Ambriz Julio	FE-18 CARTEL	39
Mejía Ambriz Julio César	FE-14	39
Mejía-Ambriz Julio César	FE-20 CARTEL	40
Mejía Orozco Jaquelin	FE-15	39
Meléndez-López Adriana	SE13-12 CARTEL	173
Meléndez López Adriana Leticia*	CS-11 CARTEL	7
Meléndez López Adriana Leticia	SE13-13 CARTEL	173
Meléndez Valenzuela Ana Lilia Guadalupe	GGA-7 CARTEL	57
Méndez Carrera Evelyn Jacqueline	SE14-9	178
Méndez Delgado Sóstenes	EG-10	29
Méndez Delgado Sóstenes	EG-13	30
Méndez Delgado Sóstenes	MSG-9	69
Méndez Delgado Sóstenes*	SE10-8	161
Méndez Gaona Alejandro*	GGA-11 CARTEL	58
Méndez Grisel	SED-10 CARTEL	96
Méndez Medrano Olga Joselin*	GP-5 CARTEL	48
Méndez Pérez Irving Rafael	CCA-15	12
Méndez Sostenes	MSG-19 CARTEL	71
Méndez Yadira	SE01-9	121
Mendoza Aguilar Brenda Yutziny*	CCA-9	10
Mendoza Ana Teresa	SE16-5	187
Mendoza Antonio	SE14-4	176
Mendoza Carvajal Antonio de Jesús	SE01-24	125
Mendoza Casazza Dayra Sofía	CCA-34	16
Mendoza Gómez Octavio*	SE10-10	162
Mendoza Ivan	FE-3	37
Mendoza Luis Humberto	SE14-2	176
Mendoza Manuel	SE14-13	179
Mendoza Maravillas Alejandro*	EG-25 CARTEL	32
Mendoza Maravillas Alejandro*	SED-11 CARTEL	97
Mendoza Maravillas Alejandro*	SED-12 CARTEL	97
Mendoza Maravillas Alejandro	SED-13 CARTEL	97
Mendoza Mosso Evelyn Abigail	GEOH-12	46
Mendoza Palacios Juan de Dios	GEOH-8	44
Mendoza Pérez Carlos Heriberto	SE16-3	187
Mendoza Ponce Avith del Refugio*	SE07-10 CARTEL	151
Mendoza Ponce Avith del Refugio	SE16-8	188
Mendoza-Rosas Ana Teresa	SE16-2	186
Mendoza-Rosas Ana Teresa*	SE16-3	187
Mendoza-Rosas Ana Teresa	SE16-4	187
Mendoza Rosas Ana Teresa	SE16-9 CARTEL	188
Mendoza-Rosas Ana Teresa	SE16-11 CARTEL	189
Mendoza Rosas Ana Teresa	SE16-12 CARTEL	189
Mendoza-Rosas Ana Teresa	SE16-13 CARTEL	189
Meneses Daniela Vanessa*	EG-1	27
Meza Carreto Jaime	GEOH-3	43
Michel-Villalobos Claudia Adriana	SE09-7	157
Miggins Daniel	VUL-18	112
Miguel-Morales Carlos Uriel	VUL-36 CARTEL	117
Millán Eduardo*	OCE-22 CARTEL	80
Millán Motolinia Carmen	SE03-19 CARTEL	136

Minjárez Sosa Carlos Manuel CCA-69 CARTEL 24
Minjarez Sosa José Ismael EG-12 30
Minjarez Sosa José Ismael EG-20 31
Mirabal Uriel* OCE-11 78
Miranda-Avilés Raúl GET-12 53
Miranda-Avilés Raúl GET-17 CARTEL 54
Miranda-Avilés Raúl GGA-1 56
Miranda Claudes Blanca Adilen* CCA-20 13
Miranda-Gallegos Katia Vianney SE08-7 154
Miranda-Vázquez Francisco SE10-7 161
Mishra Sumit GEOQP-12 65
Mitchel Thomas M GET-5 51
Mizzi Arthur SE05-6 142
Molina Espinosa Lazaro CCA-54 CARTEL 21
Molina Luisa SE05-3 141
Molina Mario VUL-10 110
Molina Paola* SE13-14 CARTEL 173
Molina Paola* SE13-15 CARTEL 173
Mondragón Rodríguez Román Damián CCA-31 15
Mondragón Rodríguez Román Damián* CCA-52 CARTEL 20
Monfil León Edwin Ulices* VUL-4 108
Monroy Crespo Román* FE-22 CARTEL 40
Montalvo Arrieta Juan Carlos EG-18 31
Montalvo Arrieta Juan Carlos EG-26 CARTEL 33
Montalvo Arrieta Juan Carlos RN-7 87
Montellano-Ballesteros Marisol GEOQP-1 62
Monterde Andrade Fernando FE-9 38
Monterde Andrade Fernando* FE-13 39
Montero Martínez Guillermo CCA-20 13
Montero Martinez Guillermo* CCA-26 14
Montero Martínez Martín José SE14-14 179
Montero Martínez Martín José SE14-25 CARTEL 181
Monterrubio Velasco Marisol* SE04-3 138
Moore Andrew OCE-1 76
Moore Andrew M. OCE-7 77
Morales-Arredondo José Iván GEOH-11 45
Morales Arredondo José Iván* GEOH-12 46
Morales Arredondo José Iván GEOH-13 CARTEL 46
Morales Arredondo José Iván GEOH-14 CARTEL 46
Morales Arredondo José Iván GEOH-15 CARTEL 46
Morales Arredondo José Iván GEOH-18 CARTEL 47
Morales-Arredondo José Iván GGA-2 56
Morales Barrera Wendy Vanesa* RN-20 91
Morales Barrera Wendy Vanesa SE08-4 153
Morales Barrera Wendy Vanesa* SE08-8 154
Morales Barrera Wendy Vanesa SE16-12 CARTEL 189
Morales-Casique Eric GEOH-10 45
Morales Casique Eric MSG-1 68
Morales Casique Eric SE01-36 127
Morales Infante Miriam S. SE09-9 158
Morales Korsbaek Frida Celie* FE-2 37
Morales Olivares Oscar Gustavo FE-1 37
Morales Olivares Oscar Gustavo FE-2 37
Morales Olivares Oscar Gustavo FE-13 39
Morales Oscar FE-3 37
Morales Wendy Vanesa SE08-5 153
Morán Escamilla Jorge Damián SE14-13 179
Morán Ramírez Janete GEOH-9 45
Moreles Efraín OCE-14 79
Moreles Efraín OCE-21 CARTEL 80
Moreles Vazquez Luis Efrain* OCE-12 78
Moreno Francisco* SE17-8 191
Moreno Hernández Juan Adrián EG-2 27
Moreno Hernández Roberto Carlos* EG-2 27
Moreno-Polo Karen OCE-9 78
Moreno Rojas Martín SE14-9 178
Mortera Gutiérrez Carlos SE03-19 CARTEL 136
Mosso-Mendoza Evelyn Abigail GEOH-11 45
Mosso Mendoza Evelyn Abigail GEOH-13 CARTEL 46
Mosso Mendoza Evelyn Abigail GEOH-15 CARTEL 46
Mundo Julia SE07-9 CARTEL 151
Munguia Daniela OCE-1 76
Munguia Daniela OCE-24 CARTEL 81
Munguia Orozco Luis SE14-3 176
Muñoz Esperanza CS-3 5
Muñoz Esperanza SED-7 CARTEL 96
Muñoz-Torres Carolina GGA-1 56
Muñoz Valdivia Ingrid Alejandra SE03-16 135
Muñoz Valdivia Ingrid Alejandra SE10-2 160
Muñoz Villers Lyssette E. CCA-17 12
Murillo Cruz Efren CCA-61 CARTEL 22
Nájera Domitilo OCE-1 76
Nájera Navarrete Domitilo SE10-9 162
Nájera Reyes Óliver SE10-10 162
Nakanish Nao SE13-5 171
Nappi Rosa SE14-10 178
Nardone Lucia SE14-10 178
Nava Fernández Cinthya Esther CCA-43 18
Nava Flores Mauricio* EG-7 28
Nava Flores Mauricio SE10-3 160
Nava Pichardo F. Alejandro SIS-1 99
Nava Pichardo Fidencio Alejandro* SIS-20 103
Navarrete Segueda Armando CS-5 6
Navarrete-Segueda Armando* SE08-7 154
Navarro Estrada Fernando SE01-24 125
Navarro Rodríguez Andres SE14-3 176
Navarro Rosales Diego Alejandro* OCE-13 79
Navarro de León Ignacio EG-18 31
Nayak Karan SE06-5 146
Negrete Aranda Raquel MSG-11 70
Negrón Mendoza Alicia CS-11 CARTEL 7
Negrón Mendoza Alicia SE13-6 171
Negrón-Mendoza Alicia* SE13-8 172
Negrón Mendoza Alicia SE13-9 CARTEL 172
Negrón Mendoza Alicia SE13-10 CARTEL 172
Negrón-Mendoza Alicia* SE13-11 CARTEL 172
Negrón-Mendoza Alicia SE13-12 CARTEL 173
Negrón Mendoza Alicia SE13-13 CARTEL 173
Neri Hernández Omar GEOH-14 CARTEL 46
Neri Hernández Omar* GGA-10 CARTEL 58
Neri Omar GGA-2 56
Neumann Florian MSG-11 70
Neumann Florian MSG-12 70
Newton Bosch Bertha Jania* FE-9 38
Newton Bosch Bertha Jania FE-13 39
Nicolás López Rubén EG-39 CARTEL 35
Nieto Ana Laura SE07-3 149
Nieto Butrón Jacob Jesús RN-16 90
Nieto Butrón Jacob Jesús SE07-6 150
Nieto Butrón Jacob Jesús* SE10-4 160
Nieto Butrón Jacob Jesús SE12-3 CARTEL 169
Nieto-Samaniego Angel GET-17 CARTEL 54
Nieto-Samaniego Angel Francisco GET-12 53
Nishikawa Tomoaki SE03-1 132
Nishikawa Tomoaki* SE03-2 132
Nishizawa Takashi* SE03-1 132
Nolasco Vasconcelos Mayra EG-31 CARTEL 34
Novoa Ana Karen* SE07-3 149
Nowlan Caroline SE05-1 141
Nowlan Caroline SE05-2 141
Nowlan Caroline SE05-4 142
Nowlan Caroline SE05-9 CARTEL 143
Núñez Alejandra* SE14-2 176
Núñez Alejandra SE14-5 177
Núñez Cornú Francisco Javier* SIS-17 102
Núñez Leal Alejandra SE14-3 176
Núñez Leal María Alejandra SE14-6 177
Núñez Leal María Alejandra SE15-3 182
Núñez-Méndez Karyme GEOH-11 45
Núñez Méndez Karyme GEOH-13 CARTEL 46
Núñez Mendoza Karyme GEOH-12 46
Núñez-Morales Andrea* CCA-74 CARTEL 26
Núñez Useche Fernando SE01-31 126
Ocampo-Díaz Yam Zul VUL-15 111
Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto VUL-16 112
Ocampo Díaz YamZul Ernesto VUL-14 111
Ocampo Gilberto SED-6 95
Ocampo Torres Francisco Javier OCC-10 74
Ocampo Torres Francisco Javier OCC-11 74
Ocampo Torres Francisco Javier OCC-15 CARTEL 75
Ocañas Fernández Ezequiel* EG-10 29
Ochoa González Gil Humberto RN-5 87
Ochoa-Landín Lucas Hilario GEOQP-6 63
Ochoa Moya Carlos A. CCA-6 10
Ochoa Moya Carlos A. CCA-67 CARTEL 24
Ochoa Moya Carlos A. SE11-1 165
Ochoa Moya Carlos A.* SE11-4 166
Ochoa Tinajero Luis Eduardo EG-14 30
Ojeda Arian MSG-2 68
Ojeda Arian MSG-16 CARTEL 71
Ojeda Rogelio SE14-5 177
Olan Rios Marlenn EG-8 29
Olea-Olea Selene* GEOH-10 45
Olea Olea Selene SE10-4 160
Oliva Zavala Mónica GEOQP-16 66
Olivares Amador Jessica Lorena CCA-43 18
Olivares Espinosa Hugo SE11-3 165
Oliveira Elson P. GEOQP-12 65
Olivera Martínez Fabián* GGA-13 CARTEL 59
Olivos Villanueva Jazmín GGA-7 CARTEL 57

Olivos Villanueva Jazmín*	SED-13 CARTEL	97
Olmos Moya María de Jesús Paulina	VUL-28	115
Olvera Fuentes Norma Elizabeth*	CCA-35	16
Olvera-Fuentes Norma Elizabeth	CCA-71 CARTEL	25
Olvera Fuentes Norma Elizabeth*	OCC-9	73
Olvera Martínez José Antonio	EG-25 CARTEL	32
Olvera Prado Erick Raul*	GEOH-3	43
Olvera Rosiles Michel Fernanda	VUL-28	115
Olvera Rosiles Michel Fernanda	VUL-40 CARTEL	118
Orazi Massimo*	SE14-10	178
Ordaz Mario	SIS-16	102
Ordoñez Miranda José	CCA-28	15
Orellana Juan*	SE10-5	161
Oropeza Alfaro Pavel	CCA-47 CARTEL	19
Oropeza Alfaro Pavel Ernesto	CCA-30	15
Oropeza Estrada Karina Guadalupe	SE09-10	158
Oropeza Estrada Karina Guadalupe*	SE09-13	159
Orozco Aguilar Edgar*	GEOH-2	43
Orozco Teresa	GET-9	52
Orozco de la Cruz Edzon Eduardo*	EG-31 CARTEL	34
Ort Michael	VUL-22	114
Ortega-Culaciati Francisco*	SIS-22	103
Ortega-Culaciati Francisco	SIS-35 CARTEL	106
Ortega Díaz Lesny*	SIS-25 CARTEL	104
Ortega Fernández Sofía Erandi	SE08-11 CARTEL	155
Ortega Guerrero Marcos Adián*	GEOH-6	44
Ortega Guerrero Marcos Adián*	SE01-19	124
Ortega-Gutiérrez Fernando	GEOQP-15	65
Ortega Michell	MSG-19 CARTEL	71
Ortega Obregón Carlos	CCA-43	18
Ortega-Obregón Carlos	SED-1	94
Ortega-Ortega America Vianney*	PALEO-8 CARTEL	84
Ortega Roberto	SE16-7	188
Ortinez Abraham	SE05-3	141
Ortiz Alma Delia*	CCA-1	9
Ortiz Brito Alberto	SE08-11 CARTEL	155
Ortiz Brito Alberto	SE08-12 CARTEL	155
Ortiz Burgos Indira M.	CCA-54 CARTEL	21
Ortiz Cruz Sara Geraldine	GEOH-8	44
Ortiz Cruz Sara Geraldine*	GEOH-17 CARTEL	47
Ortiz Osio Manuel	EG-11	29
Ortiz Osio Manuel*	EG-22	32
Ortiz Osio Manuel	SE01-33	127
Ortiz Pacheco Marco Antonio	EG-37 CARTEL	35
Ortiz Ruiz Maricela	EG-8	29
Ortiz Ruiz Maricela	EG-15	30
Ortiz Villalva Jimena*	CCA-22	13
Oskin Michael E.	GET-5	51
Osorio Santiago Erick	CCA-61 CARTEL	22
Osorio Tai María Elena*	CCA-68 CARTEL	24
Osorio Tai Maria Elena*	GEOD-2	41
Osorio Tai María Elena	GEOD-3	41
Osorio Tai María Elena	GEOD-4	41
Osorio Tai María Elena	SE03-11	134
Osorno Covarrubias Francisco Javier*	SE12-1	168
Osorno Covarrubias Javier	SE09-6	157
Osorno-Covarrubias Javier	SE12-2	168
Ostermeijer Giles	GET-5	51
Osuna Cañedo José Pedro	OCC-10	74
Osuna Cañedo José Pedro	OCC-11	74
Osuna Cañedo José Pedro	OCC-15 CARTEL	75
Osuna Pedro	OCE-1	76
Osuna Ramírez Ulises Oswaldo*	FE-21 CARTEL	40
Otero Francisco	AR-5	1
Pablo-Sotelo Abraham de Jesús*	SE10-15	163
Pablo-Sotelo Ingrid Valeria	SE10-15	163
Pacheco-Arias Leobardo D	SIS-15	102
Pacheco-Castro Adolfo	SED-1	94
Pacheco-Guerrero Anuard	RN-14	89
Pacheco Martínez Jesús	CCA-38	17
Pacheco-Martinez Jesús*	RN-12	89
Pacheco-Martínez Jesús	RN-14	89
Pacheco-Martínez Jesús	SE10-14	163
Pacheco Tovar Juan José*	GGA-9 CARTEL	58
Pack Andreas	GEOQP-1	62
Padilla Ceniceros Raudel	CCA-38	17
Padilla-Ceniceros Raudel	RN-12	89
Padilla-Ceniceros Raudel	RN-14	89
Padilla Donato Joshua Zabdiel*	SE01-38 CARTEL	128
Palacios Hernandez Daniel De Jesus	SE03-11	134
Palacios-Hernández Emilio	SE02-5	130
Palacios Jáuregui Isaac	CCA-56 CARTEL	21
Palafox González Abel	EG-7	28
Palafox González Abel*	SE10-3	160
Palka Joel W.	AR-9 CARTEL	2
Pallàs-Sanz Enric	OCE-1	76
Pallàs-Sanz Enric	OCE-4	76
Pallàs Sanz Enric	OCE-6	77
Pallàs Sanz Enric*	OCE-8	77
Pallàs-Sanz Enric	OCE-9	78
Pallàs Sanz Enric	OCE-10	78
Pallás-Sanz Enric	OCE-11	78
Pallàs Sanz Enric	OCE-20 CARTEL	80
Pancost Richard	CCA-65 CARTEL	23
Pantoja Diego Armando	OCC-6	73
Pantoja Diego Armando	SE02-2	130
Pantoja González Diego Armando*	SE02-1	130
Pantoja González Diego Armando	SE02-3	130
Pappaterra Sabrina	GEOQP-9	64
Paramo Figueroa J. Victor Hugo	SE05-3	141
Paredes Arriaga Alejandro*	SE13-6	171
Paredes Miranda Guadalupe	CCA-28	15
Parés Sierra Alejandro F.	OCC-5	73
Parés Sierra Alejandro Francisco	OCC-7	73
Park Junsung	SE05-2	141
Parolari Mattia	GEOQP-8	64
Parolari Mattia	GEOQP-17 CARTEL	66
Parra Guevara David*	MSG-8	69
Parra Guevara David	MSG-13	70
Patiño Avila Dayanis María*	CCA-57 CARTEL	21
Paulo Claudio	MSG-4	68
Pavia Edgar	CCA-13	11
Pavón Moreno Julio Alberto	EG-34 CARTEL	34
Paz Moreno Francisco Abraham	VUL-24	114
Pedraza Andaverde Alely*	RN-9	88
Pedraza Díaz Angélica	CCA-30	15
Pedroza Ruciles Sergio	EG-28 CARTEL	33
Peluso Rosario	SE14-10	178
Peña-Alonso Tomás Alejandro	GET-18 CARTEL	54
Peña Francisco Diana Luz*	RN-28 CARTEL	93
Peña-Villa Ivan	GET-5	51
Peña-Villa Iván Arturo	GET-6	51
Peñaranda Velez Victor Manuel*	CCA-6	10
Peñaranda Vélez Victor Manuel	SE11-4	166
Peraaza Castillo Magali*	SE01-26	125
Peralta Castro Angel Daniel	EG-30 CARTEL	34
Peralta-Mendoza Iván	FE-1	37
Peralta Mondragón Mateo	FE-15	39
Peralta Oscar*	CCA-29	15
Peralta Rosales Oscar Augusto	CCA-14	11
Peralta Rosales Oscar Augusto	CCA-50 CARTEL	20
Pérez-Brunius Paula	OCE-1	76
Pérez Brunius Paula*	OCE-2	76
Pérez Calderón Daniel	SE03-19 CARTEL	136
Pérez-Campos Xyoli	SIS-8	100
Pérez-Campos Xyoli	SIS-27 CARTEL	105
Pérez-Campos Xyoli	SE04-2	138
Pérez-Campos Xyoli*	SE14-23	181
Pérez-Campos Xyoli*	SE18-4	192
Pérez-Cruz Ligia	PALEO-3	83
Pérez Eduardo	FE-3	37
Pérez-Flores Marco A.	GET-7	51
Pérez Flores Marco Antonio	EG-27 CARTEL	33
Pérez Flores Marco Antonio	GEOQP-2	62
Pérez Hernández Maria Fernanda*	OCC-4	72
Pérez-Juárez Brian Gustavo*	CCA-64 CARTEL	23
Pérez Juárez Brian Gustavo	CCA-67 CARTEL	24
Pérez León José Enrique	FE-8	38
Pérez Liseth	PALEO-1	82
Pérez Morales Diego Alejandro	GP-6 CARTEL	49
Pérez Morga Nancy	CCA-58 CARTEL	22
Pérez Morga Nancy	EG-34 CARTEL	34
Pérez Murillo Diego	SE03-13	135
Pérez Quezadas Juan	GEOH-8	44
Pérez Sánchez Saúl*	FE-17 CARTEL	39
Pérez Santana Jesús	SE16-3	187
Pérez Santana Jesús Antonio	SE01-24	125
Pérez-Tijerina Eduardo	FE-1	37
Pérez Tijerina Eduardo	FE-6	38
Pérez Tijerina Eduardo Gerardo	FE-8	38
Pérez Tijerina Eduardo Gerardo	FE-19 CARTEL	40
Pérez-Venzor José Antonio*	VUL-14	111
Pérez-Venzor José Antonio	VUL-15	111
Pérez Venzor José Antonio	VUL-16	112
Pérez Vertti Arturo	SE14-4	176
Pérez Villareal Donovan Michelle	CS-9 CARTEL	7
Pérez Villareal Donovan Michelle	SE03-16	135
Pérez Zaguilán Gabriel	SE05-3	141
Perton Mathieu	SIS-33 CARTEL	106
Perton Mathieu	VUL-5	109

Pi Puig Teresa	CS-6	6
Pi Puig Teresa	GEOQP-3	62
Pi Teresa	AR-10 CARTEL	3
Picanço Giorgio	FE-6	38
Pierre René Levresse Gilles	GEOQP-10	64
Pilato Martín	VUL-32	116
Pineda Julio César	RN-10	88
Pineda Julio Cesar	VUL-8	109
Pineda Martínez Luis Felipe	CCA-9	10
Pineda Martínez Luis Felipe	RN-2	86
Pineda-Martínez Luis Felipe	RN-4	86
Pineda Martinez Luis Felipe*	SE14-13	179
Pinilla Guerrero Kharen Viviana*	SED-7 CARTEL	96
Piñón-Juárez Santiago*	VUL-5	109
Piñón-Juárez Santiago	VUL-33 CARTEL	116
Pinzón López Juan Ignacio	AR-14 CARTEL	3
Pinzón López Juan Ignacio	RN-15	89
Pinzón López Juan Ignacio*	SIS-7	100
Pinzón Manzano Brenda R	SE03-18	136
Pita-Sllim Olivia*	SE03-3	133
Pittman Randall W.	OCC-11	74
Plank Terry	VUL-31	116
Plata-Martínez Raymundo	SE04-1	138
Plata Martínez Raymundo Omar*	SE03-4	133
Plata Martínez Raymundo Omar	SE03-21 CARTEL	137
Plata Martínez Raymundo Omar	SE03-22 CARTEL	137
Plata Martínez Raymundo Omar	SE16-9 CARTEL	188
Plata Raymundo	SE03-23 CARTEL	137
Pola Antonio	AR-8	2
Pola Antonio*	GP-7 CARTEL	49
Pola Antonio	SE10-11	162
Pola Villaseñor Antonio	EG-3	27
Pola Villaseñor Antonio	VUL-39 CARTEL	118
Polanco-Martínez Josué Moisés	CCA-8	10
Pollitz Frederick	GET-11	52
Pompa Mera Valerie*	SE08-4	153
Pompa Mera Valerie	SE08-5	153
Pompa Mera Valerie	SE08-8	154
Pompa Mera Valerie	SE16-12 CARTEL	189
Ponce Urbieta María Isabel	SE01-15	123
Pozo Mercedes*	SE18-2	192
Prado Omar*	MSG-19 CARTEL	71
Prado Pano Blanca Lucía	SE01-23	125
Prado Pano Blanca Lucía	SE01-31	126
Priego Santander Ángel	SE04-8 CARTEL	140
Prieto Torres David Alexander	CCA-41	18
Qin Wenhan	SE05-9 CARTEL	143
Quepons Pérez Angel Ari*	SE03-24 CARTEL	137
Quiñones Camila	SE08-6	153
Quiñones-Hernández Nadia María*	SE13-12 CARTEL	173
Quiñones Hernández Nadia María	SE13-13 CARTEL	173
Quintana Owen Patricia	GEOQP-13	65
Quintana Sánchez Gabriela*	GEOD-5	42
Quintanar Arturo I.	CCA-6	10
Quintanar Arturo I.	CCA-8	10
Quintanar Arturo I.	CCA-67 CARTEL	24
Quintanar Arturo I.	SE11-1	165
Quintanar Arturo I.	SE11-4	166
Quintanar Robles Luis	SIS-31 CARTEL	105
Quintanar-Robles Luis	SE04-2	138
Quintanar Robles Luis*	SE16-7	188
Quintero Barbosa Berenice S	SE03-18	136
Quintero Mata Jesús René	OCE-10	78
Quinteros Cartaya Claudia Beatriz M.	SIS-33 CARTEL	106
Quiróz Héctor Miguel	SE01-40 CARTEL	128
Ramírez Álvarez Emmanuel	SE03-18	136
Ramírez Barrera Sandra Marisol	CCA-41	18
Ramírez Calderón Mónica Guadalupe*	SE01-4	120
Ramírez Cisneros Amuravi	RN-19	91
Ramírez Cisneros Amuravi	SE16-3	187
Ramírez Cisneros Amuravi	SE16-4	187
Ramírez Erik*	SE14-6	177
Ramírez Fernández Juan Alonso	EG-18	31
Ramírez Fernández Juan Alonso	RN-7	87
Ramírez Gaytán Gonzalo Alejandro	RN-11	88
Ramírez Hernández Jorge	EG-5	28
Ramírez-Herrera María Teresa*	SE03-9	134
Ramírez Julio	FE-3	37
Ramírez-López Fabián*	SE06-3	145
Ramírez López Sergio	SE14-7	177
Ramírez Luna Ángel	AR-9 CARTEL	2
Ramírez Mendoza Rafael	OCC-8	73
Ramírez Peña Cesar F.	EG-10	29
Ramírez Peña César Francisco	MSG-9	69
Ramírez Peña César Francisco	VUL-14	111
Ramírez-Peña César Francisco	VUL-15	111
Ramírez Peña César Francisco	VUL-16	112
Ramírez Ramírez Claudia Jocelyn	RN-2	86
Ramírez Ramírez Claudia Jocelyn*	SE01-22	124
Ramírez Ramírez Claudia Jocelyn	SE14-8	177
Ramírez Ramos Erik Esteban	SIS-25 CARTEL	104
Ramírez Rangel Dania Ximena*	GEOQP-10	64
Ramírez Reyes Rahí*	SE03-13	135
Ramírez Rodríguez Miguel de Jesús	PALEO-8 CARTEL	84
Ramírez-Serrato Nelly	GEOH-10	45
Ramírez Serrato Nelly	MSG-14	70
Ramírez Serrato Nelly	SE07-6	150
Ramírez Serrato Nelly	SE08-12 CARTEL	155
Ramírez Serrato Nelly Lucero*	RN-16	90
Ramírez Serrato Nelly Lucero	SE10-4	160
Ramírez Serrato Nelly Lucero	SE12-3 CARTEL	169
Ramírez-Torres Pamela*	GET-13 CARTEL	53
Ramírez-Uribe Israel	VUL-3	108
Ramírez Vega Karla Guadalupe*	SIS-14	102
Ramírez Vélez Julio	FE-1	37
Ramon Morales Elvia	SE15-13 CARTEL	185
Ramos Bernal Sergio	CS-11 CARTEL	7
Ramos Bernal Sergio	SE13-6	171
Ramos Bernal Sergio	SE13-10 CARTEL	172
Ramos Bernal Sergio	SE13-11 CARTEL	172
Ramos-Bernal Sergio	SE13-12 CARTEL	173
Ramos Eduardo	SE11-6	166
Ramos Hernández Jennifer	SED-4	95
Ramos Leal José Alfredo	GEOH-1	43
Ramos-Leal Jose Alfredo*	GEOH-9	45
Ramos Leal José Alfredo	GEOH-16 CARTEL	46
Ramos Leal José Alfredo	MSG-1	68
Ramos Leal José Alfredo	SE06-4	146
Ramos Mora Eduardo	SE11-3	165
Ramos Musalem Karina	OCE-12	78
Ramos-Organillo Francisco Javier	GEOH-11	45
Ramos Organillo Francisco Javier	GEOH-12	46
Ramos Organillo Francisco Javier	GEOH-13 CARTEL	46
Ramos Organillos Francisco Javier	GEOH-15 CARTEL	46
Ramos Pérez Omar	CCA-28	15
Ramos Pérez Omar*	CCA-69 CARTEL	24
Ramos Peteri Monica Isabel*	CCA-60 CARTEL	22
Ramos Vargas Esmeralda E.*	CCA-54 CARTEL	21
Ramos Vázquez Mayla Alhelí	GEOQP-11	64
Ramos Vences Alejandra	SE01-9	121
Ramos Zúñiga Luis Gerardo	CCA-51 CARTEL	20
Ramos Zúñiga Luis Gerardo	CCA-53 CARTEL	21
Ramos Zuñiga Luis Gerardo	EG-18	31
Rangel Granados Elizabeth	RN-16	90
Rangel-Granados Elizabeth*	VUL-23	114
Rangel Granados Elizabeth	VUL-28	115
Rangel Granados Elizabeth	VUL-40 CARTEL	118
Rasson Jean	SE06-7	146
Raulin Jean Pierre	MSG-4	68
Real Jorge	SE03-23 CARTEL	137
Real Jorge	SE04-1	138
Real-Pérez Jorge	SE03-8	134
Real Pérez Jorge Arturo	SE14-9	178
Reinoza Carlos E.	SIS-3	99
Reinoza Gómez Carlos	SE15-12 CARTEL	184
Reinoza Gómez Carlos E.	SE15-8	183
Reinoza Gómez Carlos Eduardo	GEOD-5	42
Reinoza Gómez Carlos Eduardo	SE15-4	183
Reinoza Gómez Carlos Eduardo	SE15-6	183
Reinoza Gómez Carlos Eduardo*	SE15-7	183
Rempel Erico L.	FE-12	39
Rempel Matthias	FE-19 CARTEL	40
Rendón Contreras Héctor Javier	EG-28 CARTEL	33
Rene Levresse Gilles Pierre	GET-15 CARTEL	53
Reséndiz Colorado Gabriela*	OCE-16	79
Retama Armando	SE05-3	141
Retana Estrada Carla Sofia	SE08-11 CARTEL	155
Retana Estrada Carla Sofía	SE08-12 CARTEL	155
Reveles-Flores Sayde María Teresa	RN-4	86
Revueltas Martinez Jose*	GEOH-4	44
Reyes Alcántara Juan Alberto	SE13-13 CARTEL	173
Reyes-Alfaro Gabriel*	SE14-7	177
Reyes-Alfaro Gabriel*	SE16-10 CARTEL	188
Reyes-Bahena Víctor Daniel	SE01-20	124
Reyes Bautista Jamila Krystel*	VUL-26	115
Reyes-Cedeño Isaí Gerardo	RN-14	89
Reyes-Guzmán Nanci	VUL-23	114
Reyes Hernandez Cristobal*	OCE-18	80
Reyes-Jiménez Tania*	OCE-4	76
Reyes-López Jaime A.	EG-35 CARTEL	35

Reyes Marisol AR-10 CARTEL 3
Reyes Marta SE07-5 150
Reyes Martínez Carlos Simón EG-26 CARTEL 33
Reyes-Martínez Carlos Simón EG-35 CARTEL 35
Reyes Martínez Carlos Simón GET-8 52
Reyes Martínez Carlos Simon* SE15-11 CARTEL 184
Reyes-Muñoz Cecilio* GEOQP-1 62
Reyes Pérez Isael SE14-15 179
Reyes Roberto FE-3 37
Reyes Romero Alejandro SE16-9 CARTEL 188
Reyes Talania Juan EG-15 30
Reyes Vallejo Juan Carlos* CCA-40 18
Reygadas Reygadas Rodrigo SE01-12 122
Riccio Rosario SE14-10 178
Ricciolino Patrizia SE14-10 178
Riley Pete FE-12 39
Ripepe Maurizio VUL-5 109
Ripepe Maurizio VUL-33 CARTEL 116
Rivas David* OCE-15 79
Rivas Rodríguez Paloma Itzel* EG-28 CARTEL 33
Rivera Abdelaly* SE11-6 166
Rivera Ana L. SE13-6 171
Rivera Ayala Jacqueline Yamileth VUL-30 116
Rivera-Ballesteros Isaac* SE08-9 154
Rivera Ballesteros Isaac SE08-12 CARTEL 155
Rivera-Calderón Elizabeth* GGA-3 56
Rivera-Calderón Elizabeth* SE10-11 162
Rivera Cárdenas Claudia Inés* SE05-8 142
Rivera Cárdenas Claudia Inés* SE07-7 151
Rivera Figueroa Maricruz GET-17 CARTEL 54
Rivera Luis SIS-22 103
Rivera Luis SIS-35 CARTEL 106
Rivera Mungía Niltze VUL-2 108
Rivera Pérez Alejandra Fabiola SE10-10 162
Rivera Yazmin* CS-8 7
Riveros David SE14-24 181
Robledo Vargas David Ahenbec SE01-24 125
Robles Mendoza Alejandra SE03-18 136
Robles Olvera Luis Angel* RN-6 87
Robles Roldán Miguel Angel* CCA-48 CARTEL 20
Robles Roldán Miguel Angel* SE14-16 179
Robles Uribe Jenifer Fabiola* CCA-51 CARTEL 20
Rocher Ana* SE03-23 CARTEL 137
Rockwell Thomas K. GET-5 51
Rockwell Thomas K. GET-6 51
Rodríguez Abdalá Víktor Iván GGA-9 CARTEL 58
Rodríguez Abreu Luis Edgar CS-9 CARTEL 7
Rodríguez Abreu Luis Edgar* SE03-16 135
Rodríguez Abreu Luis Edgar* SE10-2 160
Rodríguez Arévalo Kenia Esmeralda* SIS-4 99
Rodríguez Chacón Mario V. EG-17 31
Rodríguez Díaz Augusto Antonio GEOQP-4 63
Rodríguez Elizarrarás Sergio Raúl RN-20 91
Rodríguez Elizarrarás Sergio Raúl SE08-11 CARTEL 155
Rodríguez Elizarrarás Sergio Raúl SE08-12 CARTEL 155
Rodríguez Esparza Fiamma* SE06-4 146
Rodríguez García Luis Daniel* OCE-21 CARTEL 80
Rodríguez González Baudelio RN-2 86
Rodríguez-González Baudelio RN-4 86
Rodríguez González Francisco Javier CCA-19 13
Rodríguez Guerra Jesús Salvador* GP-6 CARTEL 49
Rodríguez Guerrero Marco Vinicio* CS-9 CARTEL 7
Rodríguez Guerrero Marco Vinicio* RN-1 86
Rodríguez Hernández Osvaldo SE11-2 165
Rodríguez-Hernández Osvaldo SE11-6 166
Rodríguez Hernández Ricardo* SE13-21 CARTEL 175
Rodríguez Jose Luis OCE-1 76
Rodríguez José Luis OCE-24 CARTEL 81
Rodríguez Mario FE-3 37
Rodríguez-Martínez Mario FE-1 37
Rodríguez Martínez Mario FE-15 39
Rodríguez Melgarejo Susana Abigail OCC-7 73
Rodríguez Miguel EG-29 CARTEL 33
Rodríguez Orozco Eduardo SE15-13 CARTEL 185
Rodríguez Padilla Isaac* OCC-12 74
Rodríguez-Pérez Quetzalcoatl SE16-6 187
Rodríguez Ramírez Alejandro PALEO-4 83
Rodríguez Rodríguez Zulema RN-24 CARTEL 92
Rodríguez Saavedra Pedro GEOQP-4 63
Rodríguez Sergio Raúl SE08-4 153
Rodríguez Sergio Raúl* SE08-5 153
Rodríguez Sergio Raúl SE08-8 154
Rodríguez Suárez Brandon Zael CCA-27 15
Rodríguez-Trejo Alejandro GEOPAL-1 60
Rodríguez Vázquez Axel FE-15 39
Rodríguez Vega Antonio SE01-17 123
Rojas-Agramonte Yamirka VUL-17 112
Rojas-Agramonte Yamirka VUL-35 CARTEL 117
Rojas Hernández Rodrigo EG-29 CARTEL 33
Rojas Valencia Aileen SE14-25 CARTEL 181
Rojas Vivas Alfredo SE13-11 CARTEL 172
Rojas Vivas José Alfredo* SE13-9 CARTEL 172
Rojo Díaz de León Andrea SE09-9 158
Romashets Evgeny P. FE-10 38
Romero Altamirano Fidel SE08-11 CARTEL 155
Romero Antonio* SED-10 CARTEL 96
Romero Centeno Rosario CCA-7 10
Romero Centeno Rosario CCA-30 15
Romero Centeno Rosario CCA-48 CARTEL 20
Romero Centeno Rosario CCA-49 CARTEL 20
Romero Centeno Rosario CCA-68 CARTEL 24
Romero Centeno Rosario OCE-16 79
Romero Emmanuel OCE-12 78
Romero Emmanuel OCE-14 79
Romero Emmanuel OCE-21 CARTEL 80
Romero Esmeralda FE-3 37
Romero Espejel Héctor RN-27 CARTEL 93
Romero Espejel Héctor RN-29 CARTEL 93
Romero Francisco CS-2 5
Romero González Citlalli* OCE-5 77
Romero Guevara Andres* OCC-11 74
Romero Guevara Andrés OCC-16 CARTEL 75
Romero-Hernández Esmeralda FE-1 37
Romero Hernández Esmeralda FE-6 38
Romero Hernández Esmeralda FE-8 38
Romero Hernández Esmeralda* FE-15 39
Romero Hernández Esmeralda FE-19 CARTEL 40
Romero Herrera Alejandro RN-16 90
Romero Herrera Alejandro SE10-4 160
Romero Landin Deisy Guadalupe* CCA-53 CARTEL 21
Romero Minchaca Pablo* FE-14 39
Romero de la Cruz Oscar M. EG-10 29
Romero de la Cruz Oscar Mario EG-13 30
Romero de la Cruz Oscar Mario MSG-9 69
Romero de la Cruz Óscar Mario SE10-8 161
Romo-Castillo Sebastian GP-4 48
Romo Jones José Manuel EG-30 CARTEL 34
Romo Jones José Manuel EG-40 CARTEL 35
Romo-Jones José Manuel GET-7 51
Roque González Trinidad Alexis* SIS-26 CARTEL 104
Rosales Cruz Fabián Antonio CCA-58 CARTEL 22
Rosales Romero Mauricio CCA-61 CARTEL 22
Rosales Santiago Edgar Aaron* SE03-21 CARTEL 137
Rösler Boris GET-6 51
Rösler Boris* SIS-3 99
Rösler Boris SIS-4 99
Rösler Boris SE14-2 176
Rösler Boris SE14-3 176
Roy Priyadarsi Debajyoti* CCA-44 19
Roy Priyadarsi Debajyoti SED-5 95
Roy Priyadarsi Debajyoti SED-8 CARTEL 96
Ruán-Aldana Alberto* SE06-15 CARTEL 148
Rubin Giulia SE07-1 149
Rubio Arellano Ana Beatriz GEOH-9 45
Rubio Ramos Marco Antonio EG-8 29
Rueda Garzon Luisa Fernanda* GGA-1 56
Ruiz Aguilar Diego EG-13 30
Ruiz Aguilar Diego* EG-14 30
Ruiz-Aguilar Diego GET-7 51
Ruiz Angulo Angel OCE-8 77
Ruiz Diego VUL-18 112
Ruiz Flores Raymundo* RN-18 90
Ruiz Guevara Patricia* EG-23 32
Ruiz Javier SIS-22 103
Ruiz Javier* SIS-35 CARTEL 106
Ruiz Paredes Jaasai MSG-18 CARTEL 71
Ruiz Paredes Jaasai VUL-41 CARTEL 119
Ruiz-Ramos Roberto* GP-4 48
Ruiz-Santiago Mercedes* VUL-36 CARTEL 117
Ruiz Suárez Luis Gerardo CCA-32 16
Ruiz Suárez Luis Gerardo SE05-6 142
Ruiz Suárez Luis Gerardo SE05-16 CARTEL 144
Ruiz Vázquez Iván SE01-24 125
Ruiz Vázquez Iván SE01-39 CARTEL 128
Ruiz de Alegría Arzaburu Amaia OCC-12 74
Ruiz de Alegría Arzaburu Amaia OCE-17 79
Saavedra Gallardo Emilio* SE12-3 CARTEL 169
Saavedra-Pellitero Mariem PALEO-3 83
Sacristán Eduardo SE14-16 179
Salas Ariza Jessica Jazmin* MSG-10 69

Salas Contreras Pedro* EG-5 28
Salas Navarro Amanda* FE-6 38
Salas-Vallejo Néstor GET-12 53
Salazar Adán SE05-13 CARTEL 143
Salazar Celaya Guadalupe Abigail SE07-2 149
Salazar Isidro Angel Antonio* SE06-2 145
Salazar Macias Edna Asherá EG-15 30
Salazar Peña Leobardo GGA-12 CARTEL 59
Salazar Peña Leobardo RN-27 CARTEL 93
Salazar Peña Leobardo RN-28 CARTEL 93
Salazar Peña Leobardo RN-29 CARTEL 93
Salazar Peña Leobardo SIS-32 CARTEL 106
Salazar Tlaczani Luis* SE14-21 180
Salcedo Dara CCA-28 15
Salcedo Dara SE05-7 142
Saldívar Rangel Miguel Ángel SE16-3 187
Saldívar Rangel Miguel Ángel SE16-11 CARTEL 189
Salgado Martínez Hafid RN-11 88
Salgado Martínez Hafid SIS-26 CARTEL 104
Salinas Jasso Jorge Alan EG-18 31
Salinas Jasso Jorge Alán RN-7 87
Salinas Jasso Jorge Alán RN-9 88
Salinas Samaniego Federico FE-6 38
Samperio Ramos Guillermo OCE-8 77
Samperio-Ramos Guillermo OCE-9 78
Samperio-Ramos Guillermo Alberto OCE-10 78
Samperio Reza Diego SE13-15 CARTEL 173
San Luis Oliver Villa EG-15 30
San Pedro Granados Angélica* OCC-1 72
Sánchez-Beristain Francisco GEOQP-1 62
Sánchez-Cabrera Sofía* SED-3 95
Sánchez Cardiel María Fernanda* AR-14 CARTEL 3
Sánchez G. Jesús GEOD-3 41
Sánchez Galindo Luis Alfredo EG-8 29
Sánchez Galindo Luis Alfredo* EG-15 30
Sánchez García Alisson Magaly VUL-30 116
Sánchez García Elsa FE-7 38
Sánchez García Elsa* SE07-8 151
Sánchez Gómez Rubén CS-12 CARTEL 8
Sánchez Gómez Ruben CCA-12 11
Sánchez Gómez Ruben GEOH-19 CARTEL 47
Sánchez Gómez Silvia VUL-37 CARTEL 118
Sánchez-González Jesús SIS-15 102
Sánchez-González Jesús SE03-8 134
Sánchez-González Jesús* SE06-8 146
Sánchez-González Jesús SE06-10 147
Sánchez Guillén Leticia* SE01-11 122
Sánchez Guillén Leticia* SE01-12 122
Sánchez-Gutiérrez Andrea V. GEOQP-8 64
Sánchez-Gutiérrez Andrea V. GEOQP-17 CARTEL 66
Sánchez Juan Manuel VUL-8 109
Sánchez Martínez Juan Pablo CS-9 CARTEL 7
Sánchez Martínez Juan Pablo SE03-16 135
Sánchez Martínez Juan Pablo SE10-2 160
Sánchez Meneses Oscar Casimiro CCA-31 15
Sánchez Meneses Oscar Casimiro CCA-52 CARTEL 20
Sánchez Meneses Oscar Casimiro CCA-71 CARTEL 25
Sánchez-Murillo Ricardo GEOH-7 44
Sánchez-Murillo Ricardo GEOH-10 45
Sánchez Núñez Juan Manuel RN-10 88
Sánchez-Núñez Juan Manuel VUL-18 112
Sánchez-Núñez Juan Manuel VUL-19 113
Sánchez-Núñez Juan Manuel* SE01-40 CARTEL 128
Sánchez Ramírez Ezequiel CCA-27 15
Sánchez Ruiz Andrea GEOPAL-2 60
Sánchez Santiago Sandra Elena CS-9 CARTEL 7
Sánchez Santiago Sandra Elena SE03-16 135
Sánchez-Sesma Francisco J SE03-17 136
Sánchez-Zavala José Luis CCA-44 19
Sandoval Arechiga Remberto GGA-8 CARTEL 57
Sandoval Arechiga Remberto GGA-9 CARTEL 58
Sandoval García Mariana VUL-2 108
Sandoval-Gil Jose Miguel SE09-7 157
Sandoval Hernandez Juan Manuel AR-14 CARTEL 3
Sandoval Hernández Juan Manuel* RN-15 89
Sandoval-Quintana Osiris SE06-5 146
Sandoval-Quintana Osiris SE06-8 146
Sandoval Solis Samuel GEOH-2 43
Santacruz De León German GEOH-9 45
Santana Cedillo Brenda Lizeth* SIS-36 CARTEL 106
Santana Quispe Lady Diana* AR-6 2
Santiago Carola SE07-9 CARTEL 151
Santiago Figueroa Lydia RN-16 90
Santiago García Mauro Wilfrido CCA-10 11
Santillán Andrade Chiara Ariadna CCA-58 CARTEL 22
Santoni Romolo AR-2 1
Santoyo García Galiano Julián SE10-12 162
Santoyo García Galiano Miguel Angel SIS-28 CARTEL 105
Santoyo García Galiano Miguel Angel* SE10-12 162
Santoyo Miguel Angel* SE17-4 190
Sarocchi Damiano VUL-21 113
Sarychikhina Olga RN-21 CARTEL 91
Sarychikhina Olga* SIS-5 100
Saucedo Ricardo RN-10 88
Saucedo Ricardo VUL-8 109
Saucedo Ricardo VUL-18 112
Saucedo Ricardo SE01-40 CARTEL 128
Saunders Jessie SE14-1 176
Sausen Welter Guilherme EG-2 27
Scarpato Giovanni SE14-10 178
Schiavo Benedetto VUL-29 115
Schiavo Benedetto VUL-34 CARTEL 117
Schiavo Benedetto SE05-11 CARTEL 143
Schiavo Luiz A. C. A. FE-12 39
Sebastián Reyes José Daniel GEOPAL-3 60
Sedov Sergey AR-6 2
Sedov Sergey CS-2 5
Sedov Sergey CS-6 6
Sedov Sergey CS-8 7
Sedov Sergey CS-10 CARTEL 7
Segura Peralta Antígona SE13-4 171
Segura Peralta Antígona SE13-18 CARTEL 174
Selvaggi Giulio RN-25 CARTEL 92
Selvaggi Giulio SE03-12 134
Seneca Falcon Omar* SIS-10 101
Sepulveda Hirose Rodrigo SE01-37 127
Serafín González Alejandra* CCA-61 CARTEL 22
Sereno Hugo GP-7 CARTEL 49
Sereno Villaseñor Hugo Ivan* AR-8 2
Sereno Villaseñor Hugo Iván EG-3 27
Sereno Villaseñor Hugo Iván SE10-11 162
Sergeeva Maria FE-7 38
Sergeeva Maria A. FE-5 38
Serna Bafún José Helios GEOQP-7 63
Serrano María Elena SE01-40 CARTEL 128
Serrano Ortiz José AR-1 1
Serrano Ortiz José EG-23 32
Serrano Ortiz José EG-37 CARTEL 35
Serrano Ortiz José* EG-38 CARTEL 35
Serrano Ortiz José MSG-18 CARTEL 71
Serrano Ortiz José VUL-41 CARTEL 119
Serrano Ortiz José VUL-42 CARTEL 119
Servicio Sismológico Nacional Grupo de trabajo SE01-39 CARTEL 128
Severino Zorrilla Matias CCA-43 18
Shah Viral SE05-9 CARTEL 143
Sheinbaum Julio OCE-1 76
Sheinbaum Julio OCE-8 77
Sheinbaum Julio OCE-10 78
Sheinbaum Julio OCE-24 CARTEL 81
Sheinbaum Pardo Julio OCE-7 77
Shienbaum Julio OCE-9 78
Shukla Mahendra* GEOQP-12 65
Sibaja Brenes José Pablo* VUL-31 116
Siebe Christina SE08-7 154
Siebe Claus* VUL-3 108
Siebe Claus VUL-23 114
Siebe Claus VUL-39 CARTEL 118
Siebe Claus SE08-8 154
Siebe Claus* SE16-1 186
Siebe Grabach Christina GEOH-4 44
Siebe Grabach Christina D SE01-29 126
Siegert Mirko SE10-5 161
Sieron Katrin SE08-9 154
Sierra Lorenzo Maibys CCA-45 CARTEL 19
Sierra Lorenzo Maibys CCA-46 CARTEL 19
Sierra Lorenzo Maybis CCA-57 CARTEL 21
Silva Suzana S. A. FE-12 39
Silván-Cárdenas José Luis SE06-10 147
Sinaca-Colín Santiago SE08-7 154
Singh Shri Krishna* SIS-11 101
Singh Shri Krishna SIS-13 101
Singh Shri Krishna* SIS-16 102
Skiba Yuri N. MSG-8 69
Solano Hernández Ericka Alinne SIS-10 101
Solano Hernández Ericka Alinne* SIS-27 CARTEL 105
Solano-Hernández Ericka Alinne SE01-9 121
Solano Hernández Ericka Alinne SE16-9 CARTEL 188
Solari Luigi GET-18 CARTEL 54
Soldovieri Mariagrazia SE14-10 178

Solé Jesús	CS-6	6
Solé-Viñas Jesús	GET-12	53
Solé Viñas Jesús	GEOQP-3	62
Soler Arechalde Ana María	SE01-16	123
Soler Arechalde Ana María	SE01-21	124
Soler Arechalde Ana María	SE01-32	127
Solís Corina	SED-10 CARTEL	96
Solís Nava Ana Laura*	RN-11	88
Solís-Pichardo Gabriela	GEOQP-8	64
Solís-Pichardo Gabriela	GEOQP-14	65
Solís-Pichardo Gabriela	GEOQP-17 CARTEL	66
Solís-Pichardo Gabriela	VUL-36 CARTEL	117
Sollberger David	SE04-3	138
Solleiro Rebolledo Elizabeth*	CS-6	6
Solleiro Rebolledo Elizabeth	SE01-30	126
Solliero-Rebolledo Elizabeth	AR-6	2
Solorio Carrillo Gloria Angelica	SE14-6	177
Solorza Rodríguez Victor Daniel*	OCC-5	73
Solorza Rodríguez Victor Daniel	OCC-7	73
Solórzano Diego Ernesto	GEOH-14 CARTEL	46
Solórzano Diego Ernesto	GGA-2	56
Soria Caballero Diana Cinthia*	SE04-5	139
Soria-Caballero Diana Cinthia	SE04-6	139
Soria-Caballero Diana Cinthia	SE04-7	139
Soria Caballero Diana Cinthia	SE16-14 CARTEL	189
Soriano Villegas Cristian Ulises	SE01-25	125
Sosa-Ceballos Giovanni*	GEOQP-5	63
Sosa-Ceballos Giovanni	GEOQP-15	65
Sosa Ceballos Giovanni	RN-16	90
Sosa-Ceballos Giovanni	VUL-18	112
Sosa-Ceballos Giovanni	VUL-19	113
Sosa Ceballos Giovanni	VUL-39 CARTEL	118
Sosa Ceballos Giovanni	SE01-35	127
Sosa Islas Antonio Salvador	GGA-2	56
Sosa Jiménez Miguel Ángel	SE01-24	125
Sosa Jiménez Miguel Ángel	SE01-39 CARTEL	128
Sosa Jiménez Miguel Ángel	SE09-5	157
Sosa Zaragoza Perla*	PALEO-7	84
Sosa Zaragoza Perla	SE04-4	139
Sosa Zaragoza Perla*	SE09-2	156
Sosa Zaragoza Perla*	SE15-10	184
Soto Roberto	MSG-19 CARTEL	71
Soto-Rodríguez Adriana Nadcielli	GGA-3	56
Soto-Rodríguez Adriana Nadcielli	SE10-11	162
Soto Victor*	CCA-42	18
Soto Villalobos Roberto	MSG-17 CARTEL	71
Soto Villalobos Roberto	SE10-8	161
Sotomayor-Sandoval Sebastián	SE06-1	145
Sourisseau Delphine Roselyne Nathalie*	SED-8 CARTEL	96
Sourisseau Delphine Roselyne Nathalie*	VUL-9	110
Spelz Ronald M	GET-5	51
Spelz Ronald M.	GET-6	51
Spelz Ronald M.	GET-7	51
Spurlin Jim H	SE03-17	136
Stock Joann M.	EG-35 CARTEL	35
Straffon Alejandra*	CCA-7	10
Straffon Alejandra	CCA-49 CARTEL	20
Stremme Wolfgang	SE05-5	142
Stremme Wolfgang	SE05-6	142
Stremme Wolfgang	SE05-7	142
Stremme Wolfgang	SE05-8	142
Stremme Wolfgang*	SE05-10 CARTEL	143
Stremme Wolfgang*	SE05-11 CARTEL	143
Stremme Wolfgang	SE05-12 CARTEL	143
Stremme Wolfgang	SE05-13 CARTEL	143
Stremme Wolfgang	SE05-14 CARTEL	144
Stremme Wolfgang	SE05-15 CARTEL	144
Stremme Wolfgang	SE05-16 CARTEL	144
Stubailo Igor	SE14-1	176
Suárez Améndola Arturo	SE10-9	162
Suárez Améndola Manuel A.	SE10-6	161
Suárez Gerardo	GET-11	52
Suárez Gerardo	SIS-18	103
Suárez-Jiménez Juan Enrique	VUL-23	114
Suárez Lastra Manuel*	SE09-10	158
Suárez Lastra Manuel	SE09-13	159
Suárez Plascencia Carlos	EG-28 CARTEL	33
Suárez Plascencia Carlos	SE14-7	177
Sugawara Daisuke	SE03-9	134
Suleiman Raid	SE05-2	141
Suriñach Cornet Emma	EG-4	28
Suriñach Cornet Emma	SIS-14	102
Szpigel Sergio	MSG-4	68
Tadeo-Gijón Leonardo Daniel	SE10-7	161
Tadeo-Leon Javier	GEOH-10	45
Tago Josué	SE01-8	121
Tago Josué	SE03-10	134
Tago Josué	SE03-13	135
Tago Josué*	SE03-14	135
Tago Josué	SE04-1	138
Tago-Pacheco Josué	SE03-8	134
Tago Pacheco Josué	SE03-20 CARTEL	136
Tan Xing*	SIS-24	104
Tapia Villaseñor Elia María	EG-20	31
Team Tempo	SE05-2	141
Techicac Castillo Maria*	CCA-49 CARTEL	20
Teja Juárez Víctor Leonardo	GEOH-5	44
Teja Juárez Víctor Leonardo	MSG-13	70
Tejeda-Martínez Adalberto	CCA-15	12
Tejero Andrade Andrés	EG-22	32
Tejero Andrade Andrés	SE01-33	127
Tejero Andrés*	EG-19	31
Téllez-Girón Tequipanecatl Minerva*	SE02-5	130
Téllez-Vizcaino Roberto Hassan*	VUL-17	112
Téllez-Vizcaino Roberto Hassan*	VUL-35 CARTEL	117
Tello Hinojosa Enrique	GEOQP-16	66
Tenorio Fernandez Leonardo	OCE-12	78
Tenreiro Costa De Almeida Jose Miguel	OCE-6	77
Tenreiro Miguel	OCE-1	76
Tenreiro Miguel	OCE-4	76
Tenreiro Miguel	OCE-13	79
Tenreiro Miguel*	OCE-20 CARTEL	80
Tepp Gabrielle	SE14-1	176
Teran Orlando	GET-5	51
Terrasas González Edgar*	SE13-18 CARTEL	174
Tevelev Alexander	GET-1	50
Tinoco Martínez Sergio Rogelio*	SE10-1	160
Tomas Mosso Azarael*	PALEO-10 CARTEL	84
Toralva César*	EG-16	30
Torres-Coria Lourdes Hairam	SE01-18	124
Torres-Delgado Eunise Vanessa	OCE-19	80
Torres Gaytan David Ernesto*	GEOH-16 CARTEL	46
Torres Hernández José Ramón	PALEO-6	83
Torres López José Armando*	GEOH-5	44
Torres Morales Gilbert Francisco*	RN-17	90
Torres-Orozco Rafael	SE08-2	152
Torres-Orozco Rafael	SE08-9	154
Torres Orozco Rafael	SE08-12 CARTEL	155
Torres-Orozco Rafael	SE14-9	178
Torres Orozco Rafael	SE14-19	180
Torres Sánchez Miguel Angel	SE03-6	133
Torres-Sánchez Sonia Alejandra	EG-9	29
Torres-Sánchez Sonia Alejandra	GEOQP-18 CARTEL	66
Townend John	SE03-3	133
Tramelli Anna	SIS-24	104
Tramelli Anna	VUL-6	109
Tramelli Anna	SE14-10	178
Trejo Patiño Luis Alberto*	GEOQP-3	62
Treviño Gutiérrez Norma Angélica*	CCA-11	11
Triana-Vega Angélica	AR-6	2
Trichtchenko Larisa*	SE18-3	192
Tristan Gonzalez Margarito	GEOQP-7	63
Trujillo Alcántara Alfredo	SE10-16	163
Trujillo Rojas Katia Denis	CCA-7	10
Trujillo Rojas Katia Denis	CCA-30	15
Trujillo Rojas Katia Denis*	CCA-47 CARTEL	19
Trujillo Rojas Katia Denis	CCA-48 CARTEL	20
Trujillo Rojas Katia Denis	CCA-49 CARTEL	20
Trujillo Rojas Katia Denis	OCE-23 CARTEL	81
Trujillo Rojas Katia Denis*	SE17-5	190
Turrent Cuauhtemoc	CCA-40	18
Tuxpan Vargas José	EG-2	27
Tuxpan Vargas José	GEOH-1	43
Tuxpan Vargas José	SE06-4	146
Ubach-Cozatl María Eugenia	VUL-18	112
Ubach-Cozatl María Eugenia*	VUL-19	113
Ulivieri Giacomo	VUL-33 CARTEL	116
Ulloa Godinez Hector Hugo	CCA-1	9
Ulloa-Torres Marco	OCE-4	76
Uribe Castillo Violeta Andrea	CS-9 CARTEL	7
Uribe Castillo Violeta Andrea	RN-1	86
Urrutia Fucugauchi Jaime	EG-32 CARTEL	34
Urrutia-Fucugauchi Jaime	PALEO-3	83
Valade Sébastien	VUL-5	109
Valade Sébastien	VUL-10	110
Valade Sébastien*	VUL-33 CARTEL	116
Valade Sébastien	VUL-43 CARTEL	119
Valdés Barron Mauro	CCA-39	17
Valdés Carlos	SE16-9 CARTEL	188
Valdés Galicia José Francisco	FE-9	38

Valdés Galicia José Francisco FE-13 39
Valdés Galicia José Francisco FE-16 CARTEL 39
Valdés Mauro* SE14-24 181
Valdez Maldonado Miriam Guadalupe SE10-1 160
Valencia Cabrera Diana* GEOQP-16 66
Valencia-Morales Yuly Tatiana SED-2 94
Valencia-Moreno Martín Andrés GEOQP-6 63
Valencia Sauceda Javier* EG-12 30
Valencia Sauceda Javier EG-20 31
Valenzuela Gastelum Lucia Guadalupe* EG-20 31
Valenzuela-Gutiérrez Valeria GP-1 48
Valenzuela Valeria MSG-19 CARTEL 71
Valenzuela Wong Raúl SE03-24 CARTEL 137
Valera Daisy AR-5 1
Valera Fernández Daisy* CS-7 6
Valera Fernández Daisy* SE01-30 126
Valin Lukas SE05-4 142
Valin Lukas SE05-9 CARTEL 143
Valle-Levinson Arnoldo OCC-2 72
Valle Rodríguez Santiago RN-2 86
Valle-Rodríguez Santiago RN-4 86
Valle Rodríguez Santiago SE14-8 177
Valley Ray VUL-20 113
Valverde-Guerrero Isaac Rubén SE03-17 136
Van Hinsbergen Douwe J.J. VUL-17 112
Van Hinsbergen Douwe J.J. VUL-35 CARTEL 117
Vandas Marek FE-10 38
Vargas-Martinez Irma Gabriela CCA-44 19
Vargas-Martinez Irma Gabriela SED-5 95
Vargas Z. Kevin GEOD-3 41
Vasconcelos-Ginzo Ricardo GEOQP-1 62
Vásquez Selem Lorenzo SED-7 CARTEL 96
Vásquez Serrano Alberto RN-16 90
Vásquez Serrano Alberto VUL-28 115
Vásquez Serrano Alberto* VUL-40 CARTEL 118
Vázquez Becerra Guadalupe Esteban SE06-5 146
Vázquez Castro Gabriel SE01-11 122
Vázquez Díaz Diego Fernando* SIS-30 CARTEL 105
Vázquez Espinoza de los Monteros Diana Marisol SE16-3 187
Vázquez Gabriel SE13-19 CARTEL 174
Vázquez Hurtado Gabriela SE08-6 153
Vázquez Molina María Yosahandy* PALEO-1 82
Vázquez Morales Williams CCA-59 CARTEL 22
Vázquez Romaña Fabián* SE14-11 178
Vázquez Rosas Kitzia Citlali SE07-6 150
Vázquez-Selem Lorenzo VUL-3 108
Vega Camarena José Pablo SE14-13 179
Vega Chávez Angel Manuel* GET-19 CARTEL 55
Vega González Marina SE09-11 158
Vega Gueorguieva Sirma* OCE-25 CARTEL 81
Vega Peña Ernesto OCE-16 79
Vega Sandra SE10-5 161
Vega-Villasante Fernando OCC-13 CARTEL 74
Veklich Ilia Veklich GET-1 50
Velasco Julian A.* CCA-41 18
Velasco Tapia Fernando GEOQP-4 63
Velasco Tapia Fernando GEOQP-13 65
Velasco Tapia Karen* CCA-16 12
Velasco Tapia Karen CCA-17 12
Velásquez Aristizabal Jorge OCE-8 77
Velásquez-Aristizábal Jorge Armando* OCE-9 78
Velásquez-Aristizábal Jorge Armando OCE-10 78
Velázquez-Aguilar Mauricio PALEO-3 83
Velázquez-Bucio Magdalena SE04-8 CARTEL 140
Velázquez López Jesús Ernesto VUL-10 110
Velázquez López Jesús Ernesto SE16-8 188
Velázquez-Muñoz Federico Angel OCC-4 72
Velázquez Sánchez Carlos Arturo* EG-39 CARTEL 35
Velázquez Sánchez Vianney* EG-11 29
Venegas-Rodríguez Gastón GEOPAL-1 60
Venegas Sandoval Andrea SE07-10 CARTEL 151
Venegas Villeda Sergio Giovanni CS-9 CARTEL 7
Ventura García Zuly EG-38 CARTEL 35
Ventura Marroquín Julia Isabel* EG-40 CARTEL 35
Vera Guzmán Norberto C. MSG-6 69
Vera Norberto* MSG-7 69
Vergara Huerta Filiberto EG-31 CARTEL 34
Verma Sanjeet K. GEOQP-12 65
Verma Sanjeet Kumar GEOQP-11 64
Verth Gary FE-12 39
Victoria Flores Alma S SE03-18 136
Vidal García Gabriela RN-16 90
Vidal Villegas Antonio SE14-3 176
Vidal-Villegas J. Antonio SIS-3 99
Vidal Villegas José Antonio SE01-26 125
Vidal Villegas José Antonio* SE15-1 182
Vidal Villegas José Antonio* SE15-2 182
Vidal Villegas José Antonio* SE15-3 182
Vigoya Andrea Catalina SE07-3 149
Vilchis Chalate Luis Fernando Ángel SE10-10 162
Villafuerte Bazaldua Sandra Monserrat PALEO-5 83
Villafuerte Carlos SE03-14 135
Villafuerte Carlos SE04-1 138
Villafuerte-Urbina Carlos SE03-8 134
Villafuerte Urbina Carlos SE04-3 138
Villalobos Fabricio CCA-41 18
Villanueva-Hernández Pablo FE-1 37
Villanueva Hernández Pablo FE-7 38
Villanueva Hernández Pablo FE-14 39
Villanueva Hernández Pablo* FE-18 CARTEL 39
Villanueva-Hernández Pablo FE-20 CARTEL 40
Villanueva Pablo FE-3 37
Viñuela Kanter Mayra SE07-7 151
Vita Fabio VUL-29 115
Viveros Padilla Cesar Alberto SE16-3 187
Wales Pamela SE05-9 CARTEL 143
Wang Huiqun SE05-2 141
Wang Huiqun SE05-4 142
Wang Huiqun SE05-9 CARTEL 143
Warren-Smith Emily SE03-3 133
Wassénius Emmy SE07-1 149
Welsh-Rodríguez Carlos Manuel* CCA-34 16
Winter Christian VUL-35 CARTEL 117
Xancal Acametitla Gricel EG-5 28
Yáñez-Casas Gabriela Aurora* SE10-16 163
Yáñez Gabriela SE06-3 145
Yáñez Gabriela SE06-15 CARTEL 148
Yáñez Gabriela SE10-15 163
Yáñez Gabriela SE10-17 CARTEL 163
Yáñez Gabriela SE10-18 CARTEL 164
Yarbuh Ismael MSG-11 70
Yatsuhashi Lindsay SE05-2 141
Yegres H. Luis A. SIS-3 99
Yegres Luis SE14-5 177
Yokoyama Tetsuya SE13-5 171
Yoshimi Masayuki SE03-15 135
Yoshioka Shoichi SIS-22 103
Yu Ellen SE14-1 176
Yutsis Vsevolod* GET-1 50
Yutsis Vsevolod GGA-11 CARTEL 58
Yutsis Vsevolod GEOPAL-1 60
Zambrana Areas Xochilt Esther* EG-4 28
Zamora Camacho Araceli SIS-9 101
Zamora Camacho Araceli SE08-1 152
Zamora Maciel Alejandra SE15-7 183
Zamora-Martínez Olivia GEOH-10 45
Zamora Natalia SE04-3 138
Zamorano Trejo Leslie Daniela GGA-7 CARTEL 57
Zamudio- Ramírez Rodrigo SE13-15 CARTEL 173
Zamudio Alejandre Edgar SE16-3 187
Zapata Luis MSG-2 68
Zapata Norberto Berenice GEOH-9 45
Zapata Norberto Berenice* MSG-1 68
Zaragoza Alvarez Rigel Alfonso OCE-16 79
Zárate Díaz Sandra Paola* GP-2 48
Zarazúa-Carbajal María Cristina SE16-2 186
Zarfl Christiane GEOH-4 44
Zarraluqui Víctor* CCA-3 9
Zarza Alvarado Miriam OCE-23 CARTEL 81
Zarza Alvarado Miriam Arianna SE01-32 127
Zarza Alvarado Miriam Arianna SE14-20 180
Zavala Cisneros Erika Yadira OCE-25 CARTEL 81
Zavala-Hidalgo Jorge CCA-7 10
Zavala Hidalgo Jorge CCA-16 12
Zavala Hidalgo Jorge CCA-22 13
Zavala Hidalgo Jorge CCA-25 14
Zavala-Hidalgo Jorge* CCA-30 15
Zavala Hidalgo Jorge CCA-32 16
Zavala-Hidalgo Jorge CCA-47 CARTEL 19
Zavala-Hidalgo Jorge CCA-48 CARTEL 20
Zavala-Hidalgo Jorge CCA-49 CARTEL 20
Zavala-Hidalgo Jorge CCA-68 CARTEL 24
Zavala Hidalgo Jorge OCE-16 79
Zavala-Hidalgo Jorge OCE-23 CARTEL 81
Zavala Hidalgo Jorge SE14-15 179
Zavala Romero Olmo* OCE-3 76
Zavaleta Caballero Carlos CCA-28 15
Zavaleta Sosa Elena Monserrat* CCA-73 CARTEL 25
Zazovskaya Elya CS-8 7

Zenteno Jiménez José Roberto	RN-28 CARTEL	93
Zenteno Jiménez José Roberto	SIS-32 CARTEL	106
Zepeda-Martínez Mildred*	SED-2	94
Zepeda-Martínez Mildred	SED-3	95
Zepeda Memije Rodolfo	PALEO-8 CARTEL	84
Zhai Qiushi	SE14-1	176
Zhang Yiming	CCA-65 CARTEL	23
Zhao Xiaoyi	SE05-4	142
Zúñiga F. Ramón	GET-11	52
Zúñiga F. Ramón	SIS-21	103
Zúñiga F. Ramón	SE16-5	187
Zúñiga F. Ramón*	SE16-6	187
Zúñiga F. Ramón	SE16-10 CARTEL	188

Con un cordial saludo

Luis A. Delgado Argote y Avith Mendoza Ponce
Editores

geos

Información con:

Luis A. Delgado Argote
Editor
Correo electrónico: ldelgado@cicese.mx

Este boletín se terminó de imprimir en noviembre de 2025, en la ciudad de Ensenada, B.C., México, con un tiraje de 20 ejemplares.

CICESE

geos