

Unión Geofísica Mexicana, A.C.

geos



Volumen 32
No. 1
Octubre de 2012

GEOS

<http://www.ugm.org.mx/geos.html>

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 (CICESE) y editada conjuntamente por la UGM y el CICESE.

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C. Mesa Directiva 2012-2013

Dr. Julián Adem Chain
Presidente Honorario

Dr. Avto Gogichaishvili
Instituto de Geofísica, UNAM
Presidente

Dra. Tereza Cavazos
División de Oceanología, CICESE
Vicepresidente

Dr. Xyoli Pérez Campos
Instituto de Geofísica, UNAM
Secretario General

Dra. Blanca Mendoza
Instituto de Geofísica, UNAM
Secretario de Investigación

Dra. Ligia Pérez Cruz
Instituto de Geofísica, UNAM
Secretario de Difusión

Dr. José Rosas Elguera
Universidad de Guadalajara, CUVALLES
Secretario de Educación

Dr. Víctor Manuel Wong Ortega
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Tesorero

Dra. Claudia Arango
Instituto de Geofísica, UNAM
Responsable de la Reunión Anual

Editores Principales

Luis A. Delgado Argote
ldelgado@cicese.mx
CICESE

Ligia Pérez Cruz
perezcruz@geofisica.unam.mx
UGM

Comité Editorial

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

Apoyo Técnico Editorial

Angel Daniel Peralta Castro
Humberto Santana Benítez Pérez
María Cristina Álvarez Astorga
Alejandro F. Nava Pichardo

GEOS, boletín informativo de la Unión Geofísica Mexicana, contiene artículos de investigación originales, 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 <http://www.ugm.org.mx/geos.html>

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

Título: GEOS

Periodicidad: semestral

ISSN: 0186-1891

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

Editorial

A nombre de la mesa directiva, de los representantes de las secciones y delegados regionales, quisiera dar la más cordial bienvenida a la edición número 52 de la Reunión Anual de la Unión Geofísica Mexicana (RAUGM). Agradecer al mismo tiempo su participación en las actividades de nuestro congreso, la cual se refleja en el número récord de trabajos recibidos: cerca de 900 resúmenes aceptados (50 por ciento más que los años anteriores). Si bien es una situación de júbilo y gran satisfacción, es también un reto importante para la mesa directiva el poder gestionar un congreso de esta magnitud sin olvidar las implicaciones financieras imprevistas que esto involucra. Este aumento sin precedente de número de participantes sin duda es fruto de las acciones que la mesa directiva emprendió a lo largo de los últimos meses en cabal cumplimiento del plan de trabajo propuesto. La comunicación con la membresía mejoró de manera significativa mediante de creación de la Gaceta, órgano ya oficial de la Unión Geofísica Mexicana (UGM). La implementación de la estructura de delegaciones regionales ayudó en gran medida a cubrir los estados y rincones de nuestro país que antes no tenían una participación importante. La labor de la mesa directiva actual para la internacionalización de la UGM resultó fundamental, ya que un número considerable de los trabajos proviene del extranjero. Asimismo, nos complace mencionar los amplios acuerdos de colaboración que la UGM ha suscrito con AGU, AMGE, LATINMAG, ASOCEAN, ALAGE y AAGG.

En esta ocasión, como nunca, hemos buscado favorecer y fortalecer la investigación interdisciplinaria, por lo tanto contamos con las sesiones especiales donde convergen intereses de diferentes áreas de conocimiento incluyendo las ciencias sociales. Varias sesiones están dedicadas a los asuntos de la educación geocientífica donde se presentan los resultados preliminares del diagnóstico realizado para conocer el estado de las Ciencias de la Tierra en nuestro país.

Como en los años anteriores, la mesa directiva de la UGM ha constituido un fondo para impulsar y estimular a estudiantes y académicos de ciencias de la Tierra conservando los siguientes programas e implementando este año, por primera vez, el Reconocimiento al maestro del año:

- Programa de vinculación entre estudiantes. Este programa fue concebido para fomentar la participación y motivar la convivencia de los estudiantes de ciencias de la Tierra, como parte de dicho programa, convocamos a estudiantes de licenciatura al concurso de conocimientos en Ciencias de la Tierra.
- Programa de estímulo a la excelencia. Con el objeto de promover y estimular la participación de estudiantes en ciencias de la Tierra, así como de reconocer los trabajos de alta calidad presentados por estudiantes durante la reunión, premiaremos a los mejores estudiantes ponentes.
- Programa de reconocimiento a la trayectoria. La mesa directiva de la UGM invitó a sus miembros activos y a las instituciones académicas de México relacionadas con las ciencias de la Tierra a presentar candidatos para la Medalla "Mariano Bárcena" y para el Reconocimiento Maestro(a) del año.

Referente a estudiantes de nivel medio superior, durante los últimos 16 años la UGM y el CICESE han llevado a cabo las "Olimpiadas de Ciencias de la Tierra" a nivel estatal en Baja California. Además, la Universidad de Colima ha realizado las "olimpiadas" por tres años consecutivos gracias al apoyo financiero de la UGM.

Quisiera agradecer de manera explícita a los miembros de la mesa directiva ampliada por su enorme esfuerzo y profesionalismo: Tereza Cavazos, Xyoli Pérez, Blanca Mendoza, Ligia Pérez, Víctor Wong, José Rosas, Claudia Arango, Susana Alaniz, Américo González, Luis Gustavo Álvarez y René Garduño. También, es de destacar la labor de los delegados regionales en la difusión y organización de las actividades de la UGM. De manera muy especial, agradezco a los miembros del recién formado comité organizador técnico y en particular a Daniel Peralta e Ivonne Pedrin por su dedicado y sobresaliente trabajo.

Finalmente, me permito expresar mi gratitud a las instituciones por el apoyo que nos ha permitido ofrecer nuevamente el programa de ayuda a los estudiantes y de alguna manera ha contribuido notablemente en la organización de la RAUGM: al CONACYT, Coordinación de la Investigación Científica (UNAM), CoecytJal, CICESE, Instituto de Geofísica y el Centro de Geociencias de la UNAM.

Dr. Avto Gogichaishvili
Presidente 2012-2013
Unión Geofísica Mexicana A.C.

Estructura de la Reunión Anual 2012

La Reunión Anual 2012 ofrece en total 890 trabajos repartidos en 27 sesiones especiales y 16 regulares. Distinguidos especialistas de nuestro país y del extranjero ofrecen conferencias plenarias en cuatro áreas de interés. Estaremos sesionando en cinco salas simultáneamente y tendremos un área de carteles y exposición con 15 expositores de los sectores privado, público y académico. Se ofrecen además cinco cursos de capacitación sobre temas de interés diverso para estudiantes y especialistas.

Conferencias Plenarias

100 años de investigación en rayos cósmicos: contribuciones a las ciencias del cosmos, de la tierra y de la vida

Francisco Valdés Galicia, Instituto de Geofísica
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

El sismo el Mayor-Cucapah (mw7.2), Baja California, del 4 de abril de 2010: observaciones y resultados

Raúl Castro Escamilla, División de Ciencias de la Tierra
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

El Niño and the southern oscillation: 30 years of progress in observing, understanding and predicting climate variability

Mike McPhaden
President of the American Geophysical Union

Cráteres de impacto y la evolución del sistema solar

Jaime Urrutia Fucugauchi, Programa Universitario de Perforaciones en Océanos y Continentes
Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

The origin and fate of volatiles in terrestrial planets

Francis Albarede, Ecole Normale Supérieure, Lyon, France
International Secretary of the American Geophysical Union

Sesiones Regulares

Climatología, cambios climáticos y atmósfera (CCA)

Organizadores:
René Garduño, Fernando García, Tereza Cavazos

Exploración Geofísica (EG)

Organizadores:
Enrique Gómez, Marco Antonio Pérez, Claudia Arango

Física Espacial (FE)

Organizadora:
Ernesto Aguilar, Alberto Flandes

Geodesia (GEOD)

Organizadores:
Enrique Cabral, Bertha Márquez

Geohidrología (GEOH)

Organizadores:
Ligia Pérez-Cruz, Tereza Cavazos, Rogelio Vázquez

Geología del petróleo (GP)

Organizador:
Javier Arellano, Bernardo Martell

Geología estructural y tectónica (GET)

Organizadores:
José Duque, Rosalva Pérez, Juan Contreras

Geología y geofísica ambiental (GGA)

Organizadores:
Roberto Maciel, Pedro Zarate, Oscar Campos

Geomagnetismo y paleomagnetismo (GEOPAL)

Organizadores:

Edgardo Cañón, Juan Morales, Roberto Molina, Luis Alva

Geoquímica y petrología (GEOQP)

Organizadores:

Gabriel Valdez, María del Sol Hernández, Pedro Corona

Oceanología (OCE)

Organizadores:

María Adela Monreal, José Noel Carbajal

Paleontología (PALEO)

Organizadores:

Oscar Carranza, Ana Luisa Carreño

Riesgos naturales (RN)

Organizadores:

Juan Carlos Mora, Víctor Manuel Hernández, César Orlando Flores

Sedimentología y estratigrafía (SED)

Organizadores:

José Manuel Grajales, Gustavo Murillo, Armando Altamira

Sismología (SIS)

Organizadores:

Carlos Huerta, Juan Carlos Montalvo, Allen Husker, Ramón Zúñiga

Vulcanología (VUL)

Organizadores:

José Luis Macías, Ricardo Saucedo, Marie Noelle Guilbaud, Sergio Rodríguez

Sesiones Especiales

Estudios oceanográficos de la Corriente de California (SE01)

Organizadores:

Bertha Lavaniegos, Reginaldo Durazo, Gilberto Gaxiola

IV Coloquio Silvia Bravo (SE02)

Organizadores:

Américo González, Ernesto Andrade

Resultados preliminares de un diagnóstico sobre las Ciencias de la Tierra en México (SE03)

Organizadores:

Blanca Mendoza, Jorge Aranda, Jorge Zavala

Modelación matemática y computacional de sistemas terrestres (SE04)

Organizadores:

Guillermo Hernández, Norberto Vera, Agustín Alberto Rosas

Correlaciones geológicas usando métodos potenciales y radioactivos en la exploración y explotación de recursos (SE05)

Organizadores:

Enrique Coconi, Efrén Murillo

Registros geofísicos de pozos en la exploración y explotación de recursos (SE06)

Organizadores:

Enrique Coconi

New methodologies, approaches and techniques of study of soils / Nuevas metodologías, enfoques y técnicas de estudio de los suelos (SE07)

Organizadores:

Patricia Quintana, Carmen Gutiérrez, Pavel Krasilnikov, Francisco Bautista

Primer Taller Panamericano de Geomagnetismo (PANGEO) (SE08)

Organizadores:

Esteban Hernández, Gerardo Cifuentes, Luiz Benyosef, Jeffrey Love, Jean Rasson

Tercer simposio "Avances y perspectivas de la arqueometría en México" (SE09)

Organizadores:

Ana María Soler, Galia González, Luis Barba, José Luis Ruvalcaba, Rodrigo Esparza, Ángel Ramírez, Jasinto Robles

Avances recientes en paleomagnetismo y propiedades magnéticas de rocas – 5to aniversario de Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural (SE10)

Organizadores:

Bertha Aguilar, Juan Morales, José Rosas-Elguera, Isabel Israde, Rafael Maciel, Cecilia Caballero, Manuel Calvo

Paleoseismology, seismic and tsunami hazard / Paleosismología, peligro sísmico y de tsunami (SE11)

Organizadores:

María Teresa Ramírez, Marcelo Lagos, Nestor Corona

Cambio climático y ciudades (SE12)

Organizadores:

Víctor Magaña, Adalberto Tejeda, Rafael García

Estudios interdisciplinarios en la zona del mínimo oxígeno del Pacífico Tropical Oriental (SE13)

Organizadores:

Miguel Lavín, Laura Sánchez-Velasco, Emilio Beier

Procesos físicos en sistemas costeros (SE14)

Organizadores:

Ismael Mariño, Alec Torres, Adrián Pedrozo

Riesgos costeros (SE15)

Organizadores:

Enrique Nava, Rubén Morales

Variabilidad climática del cuaternario en registros continentales y marinos (SE16)

Organizadores:

Oscar González, Priyadarsi Roy, Ligia Pérez-Cruz

Geodynamics of the Trans-Mexican Volcanic Belt and the Mexico subduction zone: insights from geology, geochemistry, geophysics and modeling / Geodinámica de la Faja Volcánica Trans-Mexicana y de la zona de subducción mesoamericana: integrando geología, geoquímica, geofísica y modelado (SE17)

Organizadores:

Luca Ferrari

Mineralogía avanzada en México: resultados e investigaciones futuras (SE18)

Organizadores:

Ostrooumov Mikhail, Marius Ramírez, Alfredo Victoria

Sismos significativos en México 2011-2012 / Significant earthquakes in Mexico 2011-2012 (SE19)

Organizadores:

Vala Hjörleifsdóttir, Xyoli Pérez-Campos

A 30 años de la erupción del Volcán Chichón, Chiapas: Volcanes activos de México (SE20)

Organizadores:

Y. Tarán, J. L. Macías

Las geociencias en la sociedad: educación, difusión y divulgación (SE21)

Organizadores:

Susana Alicia Alaniz, Adolfo Pacheco, Diego Armando Gracia, Erik Fabián Salas, Eliseo Hernández, Rodrigo Alejandro León, Marina Manea

Aportaciones a la petrología endógena del NW de México (SE22)

Organizadores:

Ricardo Vega, Francisco Abraham Paz, Saúl Herrera, Abraham Mendoza, Jesús Roberto Vidal

Oceanografía del Golfo de Tehuantepec (SE23)

Organizadores:

A. Cristóbal Reyes, Francisco Ocampo

Cátedra por la geociencia: gestión integrada de las cuencas hidrológicas (SE24)

Organizadores:

J. Rosas-Elguera, V. Castillo Vallejo, I. Guillen Escamilla, R. Maciel-Flores, L. Peña García

Riesgo geológico y geotécnico en zonas urbanas (SE25)

Organizadores:

Dora Carreón, Efraín Ovando, Jaime Carrera, Mariano Cerca

General (SE26)

Organizadores:

Xyoli Pérez-Campos

Conferencias plenarias (SE27)

Organizadores:

Avto Gogichaishvili

Cursos

Python/ObsPy introduction (data retrieval and simple manipulation using ObsPy) (CU1)

Instructores:

Joachim Wassermann

Perspectivas de la nanociencia en medio ambiente y energía (CU2)

Instructores:

Víctor Rentería

Preparación y formación de un manuscrito científico (CU3)

Instructores:

Susana Alicia Alaniz, Jesús J. Silva

Essentials of Rock and Paleomagnetism - Applications in Earth and Environmental Sciences (CU4)

Instructora:

Lisa Tauxe

Inversión de datos geofísicos y aplicaciones (CU5)

Instructora:

Emilia Fregoso

Expositores

Systec Lisbela S.A. de C.V. (P1)

<http://www.nanometrics.ca>

Schlumberger (P2)

<http://www.slb.com>

CGGVeritas Services de México (E1)

<http://www.cggveritas.com>

REFTEK, Seismic and Earthquake Engineering Systems (E2)

<http://www.reftek.com>

Servicios Geofísicos Especializados (E3)

<http://www.serviciosgeofisicos.com>

Unión Geofísica Mexicana, A.C. (E4)

<http://www.ugm.org.mx>

Ampere, Instrumentación y Telemetría (E5)

<http://www.ampere.com.mx>

Exploración Geofísica Peñoles (E6)

<http://www.penoles.com.mx>

Beta Analytic (E7)

<http://www.radiocarbon.com>

Sigmatric (E8)

<http://www.sigmetric.com>

Geociencias Michoacán (E9)

<http://www.geofisica.unam.mx/michoacan>

<http://www.iim.umich.mx/geociencias>

Instrumentos Geocientíficos, Grupo Geoelec (E10)

<http://www.geoelec.com.mx>

Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM (A1)

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

Posgrado en Ciencias de la Tierra, CICESE (A2)

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

Centro de Geociencias, UNAM (A3)

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

Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, IPICYT (A4)

<http://www.ipicyt.edu.mx>

Proyecto Universitario PRiFeN (A5)

<http://www.facebook.com/ProyectoUniversitarioPRiFeN>

Patrocinadores

Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración, AMGE

<http://www.amge.org.mx>

Centro de Geociencias, UNAM

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

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

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

CGGVeritas Services de México

<http://www.cggveritas.com>

Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Jalisco, COECYTJAL

<http://www.coecytjal.org.mx>

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT

<http://www.conacyt.gob.mx>

Instituto de Geofísica, UNAM

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

Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

<http://www.unam.mx>

Instituciones Participantes

	Institución	País
1	Department of Earth and Environmental Sciences, Ludwig Maximilians Universität, Germany	Alemania
2	Departamento del Medio Ambiente de Baviera, Alemania	Alemania
3	Deutsches GeoForschungsZentrum	Alemania
4	Earth and Environmental Sciences, LMU, Munich	Alemania
5	GEOPOLAR, Institute of Geography, University of Bremen, Germany	Alemania
6	Institut für Geographie und Geologie Julius-Maximilians-Universität Würzburg	Alemania
7	Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung	Alemania
8	Centro de Arqueología Urbana, Buenos Aires, Argentina	Argentina
9	CONICET, Argentina	Argentina
10	CONICET, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina	Argentina
11	Departamento de Ciencias Geológicas, Instituto de Geociencias, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina	Argentina
12	Instituto de Física Arroyo Seco, UNCPBA, Argentina	Argentina
13	Instituto de Geociencias Básicas, Aplicadas y Ambientales de Buenos Aires, IGEBA, Argentina	Argentina
14	Servicio Geológico y Minero Argentino, SEGEMAR, Argentina	Argentina
15	Universidad de Buenos Aires, Argentina	Argentina
16	Universidad Nacional del Centro de la Pcia. de Buenos Aires, Argentina	Argentina
17	Australia-Pacific Tsunami Research Centre, University of New South Wales, Australia	Australia
18	Institute for Environmental Research, Australian Nuclear Science and Technology Organisation, Australia	Australia
19	School of Biological, Earth and Environmental Sciences, UNSW	Australia
20	School of Earth Sciences, The University of Melbourne, Australia	Australia
21	Departamento de Geofísica, Instituto de Astronomía, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo	Brasil
22	Departamento de Ingeniería Ambiental UNESP, Sorocaba-SP, Brasil	Brasil
23	Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Brasil	Brasil
24	Observatório Nacional, Coordenação de Geofísica, Brasil	Brasil
25	Universidad de São Paulo, Brasil	Brasil
26	Chemical and Physical Sciences, University of Toronto, Canada	Canadá
27	Department of Geography, Simon Fraser University	Canadá
28	Physics Dep't, University of Toronto, Canada	Canadá
29	Tele-Rilevamento Europa T.R.E. Srl	Canadá
30	TRE Canada	Canadá
31	Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile	Chile
32	Instituto de Geografía, UC, Chile	Chile
33	Corporación Geológica ARES, Bogotá, Colombia	Colombia
34	Departamento de Biología, Universidad del Cauca, Colombia	Colombia
35	Departamento de Física y Química, Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, Colombia	Colombia
36	Departamento de Física, UNAL	Colombia
37	Departamento de Geociencias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Colombia	Colombia
38	Departamento de Ingeniería Ambiental, Universidad Popular del Cesar, Colombia	Colombia
39	Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad del Norte, Colombia	Colombia
40	Escuela de Geociencias y Medio Ambiente, Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, Colombia	Colombia
41	Facultad de Ciencias Agrarias, UNAL	Colombia
42	Facultad de Minas, UNAL	Colombia
43	INGEOMINAS, Col.	Colombia
44	Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia, ARES	Colombia
45	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
46	Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Colombia	Colombia
47	Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, Colombia	Colombia
48	Universidad Nacional de Medellín, Colombia, ARES	Colombia
49	Seoul National University	Corea
50	Facultad de Matemática y Computación, Universidad de La Habana, Cuba	Cuba
51	Área de Prehistoria, Universidad de Burgos, España	España
52	Centre Mediterrani d'Investigacions Marines i Ambientals CSIC, Barcelona, España	España
53	Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana, Burgos, España	España
54	Departamento de Física, EPS, Universidad de Burgos, España	España
55	Departamento de Física, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Burgos, España	España
56	Departamento de Geodinámica, Universidad del País Vasco, España	España
57	Departamento de Oceanografía, Instituto de Investigaciones Marinas, CSIC, España	España
58	Dept. de Geodinámica i Geofísica, Universidad de Barcelona, España	España

59	Estación Volcanológica de Canarias, CSIC, España	España
60	Fundació Bosch i Gimpera de la Universitat de Barcelona, Fgb	España
61	Geomanetismo, Aeronomia e Geofisica Ambientale, INGV, España	España
62	Instituto de Ciencias de la Tierra "Jaume Almera", Centro Superior de Investigaciones Científicas, España	España
63	Instituto de Geociencias, CSIC, España	España
64	Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria, Universidad de Cantabria, España	España
65	Instituto de Investigaciones Marinas, CSIC, España	España
66	Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, CSIC, España	España
67	Instituto Geológico y Minero de España, España	España
68	Laboratorio de Paleomagnetismo, Departamento de Física, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Burgos	España
69	Museo de la Evolución Humana, Burgos, España	España
70	Observatori de l'Ebre, CSIC, Universitat Ramon Llull, España	España
71	Universidad Complutense de Madrid, España	España
72	Universidad de Alcalá de Henares	España
73	Universidad de Burgos, España	España
74	Universidad del País Vasco, España	España
75	Universitat de Barcelona, España	España
76	Arizona State University	EUA
77	Boston University	EUA
78	California Institute of Technology	EUA
79	Center for Astrophysics and Space Sciences, UCSD	EUA
80	CIRES, Universidad de Colorado, Boulder	EUA
81	Civil and Environmental Engineering, BYU	EUA
82	Climate, Atmospheric Sciences and Physical Oceanography, SIO/UCSD	EUA
83	College of Earth, Ocean and Atmospheric Sciences, Oregon State University	EUA
84	College of Science, GMU	EUA
85	Departamento de Geociencias, Universidad de Arizona	EUA
86	Department of Chemistry, University of Minnesota, USA	EUA
87	Department of Earth Science, UCSB	EUA
88	Department of Geological Sciences, SDSU, USA	EUA
89	Department of Geological Sciences, University of Florida, USA	EUA
90	Department of Geology and Environmental Earth Science, Miami University, USA	EUA
91	Department of Geoscience, University of Nevada Las Vegas, USA	EUA
92	Department of Geoscience, University of Wisconsin, Madison, WI, USA	EUA
93	Department of Physics, Concordia University, USA	EUA
94	Dept Earth and Environmental Sciences, LMU	EUA
95	Dept of Geological and Mining Engineering and Sciences, Michigan Tech, USA	EUA
96	Earth and Planetary Science, University of California Santa Cruz, USA	EUA
97	Earth Sciences, Indiana University-Purdue University	EUA
98	ERT at NOAA/NESDIS/JCSDA	EUA
99	Escuela de Ingeniería Civil y de Construcción, OSU	EUA
100	Geochronology Laboratory, UAF, Alaska	EUA
101	Geological and Atmospheric Sciences, Iowa State University	EUA
102	Geology Department, Portland State University, Portland, OR, USA	EUA
103	Geophysical Institute, University of Alaska Fairbanks, Fairbanks, AK, USA	EUA
104	Géosciences Montpellier, CNRS, France	EUA
105	IGPP, UCLA, Los Angeles USA	EUA
106	IMSG/NOAA/NCEP/MMAB	EUA
107	Institute for Rock Magnetism, University of Minnesota, USA	EUA
108	Institute of Geophysics and Planetary Physics, UCLA	EUA
109	Jet Propulsion Laboratory	EUA
110	Large Lakes Observatory, University of Minnesota, USA	EUA
111	Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, USA	EUA
112	Los Alamos National Laboratory	EUA
113	Massachusetts Institute of Technology	EUA
114	MassCare Ltd	EUA
115	NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD	EUA
116	NASA-Ames Research Center, Moffett Field, USA	EUA
117	Naval Postgraduate School	EUA
118	NOAA/NCEP/MMAB	EUA
119	NOAA/NWS/Eureka Weather Forecast Office	EUA
120	NOAA/NWS/Miami Weather Forecast Office	EUA
121	NOAA/NWS/NCEP/EMC/MMAB	EUA

122	NOAA/NWS/Southern Region Headquarters	EUA
123	Pacific Marine Environmental Laboratory, NOAA	EUA
124	Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami	EUA
125	School of Biological Sciences, University of Nebraska Lincoln	EUA
126	Scripps Institution of Oceanography, University of California at San Diego, USA	EUA
127	Seismological Laboratory, California Institute of Technology, USA	EUA
128	Solana Scientific Inc.	EUA
129	Southwest Fisheries Science Center, NMFS, NOAA	EUA
130	Space Sciences Laboratory, University of California, Berkeley	EUA
131	SSL, University of California Berkeley, USA	EUA
132	Universidad de Alaska, Fairbanks	EUA
133	Universidad de Arizona	EUA
134	Universidad de Michigan	EUA
135	Universidad de Texas	EUA
136	University of Alaska, Fairbanks	EUA
137	University of Arkansas	EUA
138	University of California Davis	EUA
139	University of California, Santa Barbara	EUA
140	University of Colorado, Boulder	EUA
141	University of Florida, Gainesville, FL, USA	EUA
142	University of Hawaii, USA	EUA
143	University of South Carolina, USA	EUA
144	University of Wisconsin-Madison	EUA
145	USGS	EUA
146	Centre Européen de Recherche et d'Enseignement en Géosciences de l'Environnement, CEREGE, Université Paul Cézanne, Aix en Provence, France	Francia
147	CEREGE UMR 6635 Europole de l'Arbois BP80 13545 Aix en Provence Cedex 4, France	Francia
148	CNRS UMR 8096 Archéologie des Amériques, Univer-Paris1	Francia
149	CNRS, CEREGE, France	Francia
150	Domaines Océaniques, IUEM, Université de Bretagne Occidentale	Francia
151	Ecole Normale Supérieure, Paris, Francia	Francia
152	Ecole Normale Supérieure, ENS, Lyon, France	Francia
153	Géoazur, Université de Nice Sophia-Antipolis, Francia	Francia
154	Geoazur, UPMC, UNS, CNRS, Francia	Francia
155	Geoscience Montpellier, Laboratoire de Paleomagnetisme, Université de Montpellier 2, France	Francia
156	Geoscience Montpellier, Université de Montpellier 2, Francia	Francia
157	Geoscience, UW	Francia
158	Géosciences Montpellier, France	Francia
159	IMPMC Paris, France	Francia
160	Institut de minéralogie et de physique des milieux condensés, Paris, Francia	Francia
161	Institut de Minéralogie et de Physique des Milieux Condensés, Université Pierre et Marie Curie, France	Francia
162	Institut de Physique du Globe de Paris, Francia	Francia
163	Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie, IRAP	Francia
164	Institut de recherche pour le développement, France	Francia
165	IPGP, Institut de Physique du Globe, Paris, Francia	Francia
166	IPHEP, Poitiers, France	Francia
167	IPMC, Paris, France	Francia
168	IRAP-University of Toulouse, CNRS, Toulouse, France	Francia
169	ISTerre Université de Grenoble 1, CNRS Grenoble, France	Francia
170	ISTerre, Institut des Sciences de la Terre, Francia	Francia
171	ISTerre, Université de Grenoble, France	Francia
172	ISTerre, Université Joseph Fourier, Francia	Francia
173	Laboratoire de Microbiologie des Environnements Extrêmes, IFREMER	Francia
174	Laboratoire de Paleomagnetisme, Institut de Physique de Globe de Paris, Francia	Francia
175	Laboratoire d'Études en Géophysique et Océanographie Spatiale, Toulouse, France	Francia
176	Universidad de Montpellier, Francia	Francia
177	Université Aix-Marseille, France	Francia
178	Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand	Francia
179	Université Montpellier 2, France	Francia
180	Université Paris-Sud, Laboratoire IDES, France	Francia
181	Université Paul Cézanne	Francia
182	Alexandre Janelidze Institute of Geology, Javakishvili Tbilisi State University, Georgia	Georgia
183	Caucasus International University, Georgia	Georgia

184	Institute of Archaeology, Tbilisi State University, Georgia	Georgia
185	M. Nodia Institute of Geophysics, Georgia	Georgia
186	CSIR National Geophysical Research Institute, India	India
187	College of Life and Environmental Sciences, University of Birmingham, Inglaterra	Inglaterra
188	School of Geography, Earth and Environmental Sciences, University of Birmingham, Inglaterra	Inglaterra
189	Dipartimento di Chimica, Università degli Studi di Perugia, Italia	Italia
190	Dipartimento di Scienze della Terra, Università Federico II, Naples, Italy	Italia
191	Dipartimento di Scienze della Terra, University of Torino, Italy	Italia
192	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Italia	Italia
193	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Palermo, Italy	Italia
194	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Bologna, Italy	Italia
195	Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica, INRM, Torino, Italy	Italia
196	Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali, CNR di Milano, Italia	Italia
197	Sesión de Palermo, INGV, Italia	Italia
198	Università degli Studi di Milano, Italia	Italia
199	Università di Milano-Bicocca, Italia	Italia
200	Geoscience Division, Sogokaiatsu Co, Ltd., Tokyo, Japan	Japón
201	Área de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ingeniería, UASLP	México
202	Arqueología, INAH	México
203	Banco Inter Americano de Desarrollo	México
204	Carrera de Licenciado en Ecología, CESUES	México
205	Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM	México
206	Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM	México
207	Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana	México
208	Centro de Edafología y Biología Aplicada del Seguro, CSIC	México
209	Centro de Estudios Arqueológicos, COLMICH	México
210	Centro de Estudios Meteorológicos de la Costa, UDG	México
211	Centro de Evaluación de Riesgo Geológico, Delegación Iztapalapa, D.F.	México
212	Centro de Geociencias, UNAM	México
213	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE	México
214	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE, La Paz	México
215	Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Unidad Altamira, IPN	México
216	Centro de Investigación en Computación, IPN	México
217	Centro de Investigación en Geografía Ambiental, CIGA	México
218	Centro de Investigación en Recursos Energéticos, UV	México
219	Centro de Investigación y Capacitación Ambiental, INE	México
220	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Instituto Politécnico Nacional	México
221	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida	México
222	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste	México
223	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Guaymas, Sonora	México
224	Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UAEH	México
225	Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM	México
226	Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados, Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida	México
227	Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados, Instituto Politécnico Nacional, Unidad Querétaro	México
228	Centro de Medio Ambiente, CIIEMAD	México
229	Centro de Monitoreo Vulcanológico y Sismológico, UNICACH	México
230	Centro de Proceso de Datos Geofísicos, COMESA	México
231	Centro de Sismología y Vulcanología de Occidente, SISVOC, UDG	México
232	Centro INAH, Querétaro	México
233	Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN	México
234	Centro Nacional de Prevención de Desastres	México
235	Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, UDG	México
236	Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, UDG	México
237	Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas, UCOL	México
238	Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara	México
239	Centro Universitario de los Valles, Universidad de Guadalajara	México
240	CESUES	México
241	CIAD	México
242	Ciencias Atmosféricas, UV	México
243	Ciencias Básicas, ITCHII	México
244	Ciencias de la Tierra y el Espacio, UAS	México
245	Ciencias de la Tierra, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Ticomán, IPN	México
246	Ciencias de la Tierra, UANL	México

247	Ciencias Espaciales, Instituto de Geofísica, UNAM	México
248	Ciencias Exactas y Naturales, UNISON	México
249	Ciencias Exactas, SISVOC	México
250	CIICAp, UAEM	México
251	CIIDIR, Unidad Oaxaca, IPN	México
252	CIIDIR-IPN-MICH	México
253	CINVESTAV, Unidad Querétaro	México
254	Climatología Aplicada, UV	México
255	COLEF	México
256	Colegio de Geofísica, Facultad de Ingeniería, BUAP	México
257	Colegio de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM	México
258	Colegio de Ingeniería Geofísica, BUAP	México
259	Colegio de Posgraduados	México
260	COLSAN	México
261	Comisión Federal de Electricidad	México
262	Compañía Mexicana de Exploraciones	México
263	Conservación de la Biodiversidad, ECOSUR	México
264	Coordinación de Ciencias Sociales y Humanidades, UASLP	México
265	COTAS Amazcala	México
266	CUCEI, UDG	México
267	Departamento de Astronomía, Universidad de Guanajuato	México
268	Departamento de Biología Marina, UABCS	México
269	Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma Metropolitana	México
270	Departamento de Ciencias Espaciales, Instituto de Geofísica, UNAM	México
271	Departamento de Ecología y Sistemática Acuática, ECOSUR	México
272	Departamento de Física Aplicada, Cinvestav Mérida	México
273	Departamento de Física Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM	México
274	Departamento de Física Experimental, Instituto de Física, UNAM	México
275	Departamento de Física, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, UDG	México
276	Departamento de Física, Universidad de Guadalajara	México
277	Departamento de Geofísica Espacial, IGA	México
278	Departamento de Geografía y Ordenación Territorial, Universidad de Guadalajara	México
279	Departamento de Geología y Mineralogía, Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH	México
280	Departamento de Geología, CFE	México
281	Departamento de Geología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE	México
282	Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Marinas, UABC	México
283	Departamento de Geología, Universidad de Sonora	México
284	Departamento de Geomagnetismo y Exploración, Instituto de Geofísica, UNAM	México
285	Departamento de Ingeniería en Geomática e Hidráulica, UGTO	México
286	Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Sonora	México
287	Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad de Sonora	México
288	Departamento de Oceanografía Biológica, División de Oceanología, CICESE	México
289	Departamento de Oceanografía Física, División de Oceanología, CICESE	México
290	Departamento de Oceanografía, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN	México
291	Departamento de Oceanología, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN	México
292	Departamento de Paleontología, Instituto de Geología, UNAM	México
293	Departamento de Química, UDG	México
294	Departamento de Recursos del Mar, CINVESTAV, Unidad Mérida	México
295	Departamento de Sismología, Instituto de Geofísica, UNAM	México
296	Departamento de Vulcanología, Instituto de Geofísica, UNAM	México
297	Desarrollo Sustentable, UQROO	México
298	DICTUS, UNISON	México
299	Dirección de Estudios Arqueológicos, INAH, México	México
300	Dirección de Exploración y Producción, IMP	México
301	Dirección de Investigación y Posgrado, IMP	México
302	Dirección de Monitoreo Atmosférico, SMA-GDF	México
303	Dirección General de Geografía y Medio Ambiente, INEGI	México
304	División Académica de Ciencias Básicas, UJAT	México
305	División de Ciencias de la Tierra, CICESE	México
306	División de Ciencias e Ingeniería, UQROO	México
307	División de Ciencias Exactas y Naturales, UNISON	México
308	División de Ciencias Socioeconómicas, FESA	México
309	División de Energías Alternas, IIE	México

310	División de Estudios Científicos y Tecnológicos, CUVALLES, UDG	México
311	División de Física Aplicada, CICESE	México
312	División de Geociencias Aplicadas, IPICYT	México
313	División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, UNAM	México
314	División de Ingeniería, UDG	México
315	División de Ingenierías, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, UDG	México
316	División de Ingenierías, Universidad de Guanajuato	México
317	División de Investigación y Posgrado, Facultad de Ingeniería, UAQ	México
318	División de Oceanología, CICESE	México
319	División de Oceanología, CICESE, Unidad La Paz	México
320	ECOSUR, Unidad Chetumal	México
321	El Colegio de la Frontera Sur	México
322	El Colegio de Michoacán A.C.	México
323	El Instituto de Ecología, INECOL	México
324	Empresa de Base Tecnológica Evenor-Tech, SL	México
325	ENES Morelia, UNAM	México
326	Escuela de Arquitectura, Universidad Quetzalcoatl de Irapuato	México
327	Escuela de Ciencias de la Tierra, UAS	México
328	Escuela de Minas, Universidad Autónoma de Guanajuato	México
329	Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM	México
330	Escuela Nacional de Antropología e Historia	México
331	Escuela Nacional de Estudios Superiores, Morelia, UNAM	México
332	Escuela Superior de Ingeniería Lic. Adolfo López Mateos, UAdeC	México
333	Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Ciencias de la Tierra, IPN	México
334	Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Ciencias de la Tierra, Unidad Ticomán, IPN	México
335	Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN	México
336	Escuela Superior de Ingeniería, UAC	México
337	Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM	México
338	Estación Regional del Noroeste, UNAM	México
339	Exploración Geofísica, IMP	México
340	Exploración y Producción, IMP	México
341	Exploración y Producción, PEMEX	México
342	Exploración, PCT	México
343	FACIMAR, UCOL	México
344	Facultad de Arquitectura y Diseño, Instituto de Investigaciones Sociales, UABC	México
345	Facultad de Arquitectura, Universidad Autónoma de Yucatán	México
346	Facultad de Biología, PIMCB	México
347	Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	México
348	Facultad de Ciencias Antropológicas, Universidad Autónoma de Yucatán	México
349	Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL	México
350	Facultad de Ciencias de la Tierra, UAS	México
351	Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, UANL	México
352	Facultad de Ciencias Marinas, UABC	México
353	Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro	México
354	Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Geológicas	México
355	Facultad de Ciencias, Matemáticas	México
356	Facultad de Ciencias, UABC	México
357	Facultad de Ciencias, UMDI-Juriquilla, UNAM	México
358	Facultad de Ciencias, UNAM	México
359	Facultad de Contaduría y Administración, UNAM	México
360	Facultad de Estadística e Informática, Universidad Veracruzana	México
361	Facultad de Estudios Superiores Acatlán, UNAM	México
362	Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM	México
363	Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM	México
364	Facultad de Filosofía y Letras, UNAM	México
365	Facultad de Geociencias, UANL	México
366	Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Autónoma de Sinaloa	México
367	Facultad de Ingeniería Civil, Zona Xalapa, Universidad Veracruzana	México
368	Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, UMSNH	México
369	Facultad de Ingeniería, BUAP	México
370	Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, UNICACH	México
371	Facultad de Ingeniería, UASLP	México
372	Facultad de Ingeniería, UNAM	México

373	Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua	México
374	Facultad de Instrumentación Electrónica y Ciencias Atmosféricas, UV	México
375	Facultad de Planeación Urbana, Universidad Autónoma del Estado de México	México
376	Facultad de Química, UNAM	México
377	Física Aplicada, Cinvestav, Unidad Mérida	México
378	GECI	México
379	Geociencias Aplicadas, IPICYT	México
380	Geociencias y Planificación del Territorio, Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH	México
381	Geociencias, IMP	México
382	Geofísica, ICE	México
383	GEOTEM	México
384	Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil, CFE	México
385	Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos/Subgerencia de Estudios, CFE	México
386	Gerencia Regional Norte, SGM	México
387	GRUPO 3GEO	México
388	Grupo de Climatología Aplicada, Universidad Veracruzana	México
389	Grupo de Hidrogeología, División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Facultad de Ingeniería, UNAM	México
390	Hidrometeorología, IMTA	México
391	IMTA	México
392	INAH	México
393	Ingeniería Ambiental, UPAEP	México
394	Ingeniería en Geociencias, ITST	México
395	Ingeniería en Sistemas, ITST	México
396	Ingeniería Geofísica, BUAP	México
397	Ingeniería Geológica, UACH	México
398	INIFAP CENID RASPA	México
399	ININEE, UMSNH	México
400	Instituto de Geología, UASLP	México
401	Instituto de Astronomía, UNAM	México
402	Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM	México
403	Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, Unidad Mazatlán	México
404	Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM	México
405	Instituto de Ecología A.C.	México
406	Instituto de Estudios sobre la Universidad, UAEMex	México
407	Instituto de Física, UNAM	México
408	Instituto de Geofísica y Astronomía, IGA	México
409	Instituto de Geofísica, UNAM	México
410	Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia	México
411	Instituto de Geografía, IGg	México
412	Instituto de Geografía, UNAM	México
413	Instituto de Geología, UASLP	México
414	Instituto de Geología, UNAM	México
415	Instituto de Ingeniería y Tecnología, UACJ	México
416	Instituto de Ingeniería, UABC	México
417	Instituto de Ingeniería, UNAM	México
418	Instituto de Ingeniería, UNAM, Campus Sisal	México
419	Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM	México
420	Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM	México
421	Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM	México
422	Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMich	México
423	Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH	México
424	Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC	México
425	Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, UMSNH	México
426	Instituto de Investigaciones Sociales, UABC	México
427	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua	México
428	Instituto Mexicano del Petróleo	México
429	Instituto Nacional de Antropología e historia	México
430	Instituto Nacional de Antropología e Historia, Centro Sinaloa	México
431	Instituto Nacional de Antropología e Historia, Centro Sonora	México
432	Instituto Nacional de Antropología e Historia, Centro Tabasco	México
433	Instituto Nacional de Antropología e Historia, Centro Zacatecas	México
434	Instituto Nacional de Antropología e Historia, DEA	México
435	Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, ININ	México

436	Instituto Oceanográfico del Pacífico, Sexta Región Naval	México
437	Instituto Oceanográfico, Universidad de Colima	México
438	Instituto Politécnico Nacional, ESIA Unidad Ticomán	México
439	Instituto Politécnico Nacional, ESIME - Zacatenco Telecomunicaciones	México
440	Instituto Politécnico Nacional, IPN	México
441	Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.	México
442	Instituto Tecnológico de Chihuahua II	México
443	Instituto Tecnológico de Guaymas	México
444	Instituto Tecnológico de La Paz	México
445	Instituto Tecnológico de Nuevo León	México
446	Instituto Tecnológico de Sonora	México
447	Instituto Tecnológico Superior de Alamo-Temapache, Veracruz	México
448	Instituto Tecnológico Superior de Tacámbaro	México
449	Instituto de Investigaciones Sociales	México
450	IPICYT	México
451	IPN-CICIMAR	México
452	IPN-CIIDIR	México
453	IPN-CIIDIR Sin	México
454	ITCuautla	México
455	Laboratorio de Análisis y Diagnóstico del Patrimonio, COLMICH	México
456	Laboratorio de Arqueozoología "M. en C. Ticul Álvarez Solórzano", Subdirección de Laboratorios y Apoyo Académico, INAH	México
457	Laboratorio de Cálculo Masivo, UMAR	México
458	Laboratorio de Física, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, IPN, Unidad Mérida	México
459	Laboratorio de Fluidos Corticales, Centro de Geociencias, UNAM	México
460	Laboratorio de Ingeniería y Procesos Costeros, Instituto de Ingeniería, UNAM	México
461	Laboratorio de Paleobiología, Instituto de Recursos, Universidad del Mar	México
462	Laboratorio de Paleomagnetismo, Instituto de Geofísica, UNAM	México
463	Laboratorio de Procesos Costeros y Oceanografía Física, Recursos del Mar, CINVESTAV	México
464	Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM	México
465	Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia	México
466	Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Ingeniería Sísmica, CUCEI, UDG	México
467	Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, ITST	México
468	Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Sede Guadalajara, CUVALLES, Universidad de Guadalajara	México
469	Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Sede Tacámbaro, Departamento de Geociencias, ITST	México
470	Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Sede Tacámbaro, Michoacán	México
471	Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, UNAM	México
472	Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Centro de investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM	México
473	Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Centro de investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM, Campus Morelia	México
474	Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Instituto de Geofísica, UNAM	México
475	Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia	México
476	Licenciatura en Ciencias Ambientales, UATx	México
477	Licenciatura en Ecología, CESUES	México
478	Licenciatura en Geografía, UV	México
479	Licenciatura en Geología, UAG	México
480	Licenciatura en Ingeniería Ambiental, Universidad de Quintana Roo	México
481	LUGIS, Instituto de Geofísica, UNAM	México
482	LUGIS, Instituto de Geología, UNAM	México
483	Maestría en Ingeniería Aplicada, UAZ	México
484	Museo de Paleontología, Facultad de Ciencias, UNAM	México
485	Museo del Desierto, Saltillo, Coahuila	México
486	Museo Nacional de Antropología e Historia, INAH	México
487	Observatorio Vulcanológico, UCOL	México
488	Oceanografía Física, CICESE	México
489	Oceanografía Física, IIO	México
490	PDVSA	México
491	PEIDA, Universidad Autónoma de Zacatecas	México
492	PEMEX	México
493	Pemex Exploración y Producción	México
494	Posgrado de Arquitectura, UNAM	México
495	Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM	México
496	Posgrado de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM	México
497	Posgrado en Ciencias Biológicas, Instituto de Física, UNAM	México

498	Posgrado en Ciencias de la Tierra, CICESE	México
499	Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM	México
500	Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM	México
501	Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM	México
502	Posgrado en Geociencias, Instituto de Geología, UNAM	México
503	Posgrado en Geografía, CIGA, UNAM	México
504	Posgrado en Geología Aplicada, DES Ingeniería, UASLP	México
505	Programa de Estudios e Intervención para el Desarrollo Alternativo, UAZ	México
506	Programa de Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM	México
507	Protección Civil Chiapas	México
508	Recursos del mar, CINVESTAV, Unidad Merida, IPN	México
509	Schlumberger, SLB	México
510	Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, ESIME, Unidad Ticomán, IPN	México
511	SEDESOL	México
512	Segmento Data Services, SLB	México
513	Servicio Meteorológico Nacional	México
514	Servicio Sismológico Nacional	México
515	Subcoordinación de Hidráulica Ambiental, IMTA	México
516	Subdirección de Gestión de Recursos Técnicos, PEP	México
517	Subdirección de Investigación y Posgrado, IMP	México
518	Subdirección de Laboratorios de Apoyo Académico, INAH	México
519	Tecnología Ambiental, CIATEJ	México
520	UABC	México
521	Unidad 097, Universidad Pedagógica Nacional	México
522	Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, UAG	México
523	Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, UAGro	México
524	Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, UAZ	México
525	Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, UNAM	México
526	Unidad Académica Hermosillo/Geociencias, CESUES	México
527	Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación, Facultad de Ciencias, UNAM	México
528	Universidad Anáhuac México Sur	México
529	Universidad Autónoma de Baja California	México
530	Universidad Autónoma de Baja California Sur	México
531	Universidad Autónoma de Campeche	México
532	Universidad Autónoma de Chihuahua	México
533	Universidad Autónoma de Coahuila	México
534	Universidad Autónoma de Guerrero	México
535	Universidad Autónoma de Nuevo León	México
536	Universidad Autónoma de Querétaro	México
537	Universidad Autónoma de San Luis Potosí	México
538	Universidad Autónoma de Sinaloa	México
539	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo	México
540	Universidad Autónoma del Estado de Morelos	México
541	Universidad Autónoma Metropolitana	México
542	Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa	México
543	Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas	México
544	Universidad de Colima	México
545	Universidad de Guadalajara	México
546	Universidad de Guanajuato	México
547	Universidad de Quintana Roo	México
548	Universidad de Sonora	México
549	Universidad del Mar	México
550	Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel	México
551	Universidad del Valle de México	México
552	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	México
553	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	México
554	Universidad Nacional Autónoma de México	México
555	Universidad Veracruzana	México
556	WWF Programa Oaxaca	México
557	Instituto de Geología y Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Nicaragua	Nicaragua
558	Institute of Geological and Nuclear Science of New Zealand	Nueva Zelanda
559	Institute of Natural Resources, Massey University, New Zealand	Nueva Zelanda

560	Department of Physical Geography, Faculty of Geosciences, UU	Países Bajos
561	Observatorio Geomagnético de Huancayo, IGP	Perú
562	University of Puerto Rico	Puerto Rico
563	British Geological Survey	Reino Unido
564	Department of Earth Sciences, The Natural History Museum, UK	Reino Unido
565	The University of Edinburgh	Reino Unido
566	Academy of Sciences of the Czech Republic	República Checa
567	Department of Geomagnetism, IG ASCR	República Checa
568	Climatology Laboratory, Institute of Geography, Russian Academy of Sciences	Rusia
569	Eurasian Center for Food Security, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia	Rusia
570	Institute of Biology, Karelian Research Center, Petrozavodsk, Russia	Rusia
571	Instituto Schmidt de Física de la Tierra, Academia de Ciencias de Rusia	Rusia
572	P.P.Shirshov Institute of Oceanology, Moscow, Russian Federation	Rusia
573	Pushkov Institute IZMIRAN, Russian Academy of Sciences	Rusia
574	Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics, Lomonosov Moscow State University	Rusia
575	Universidad Estatal de Moscú	Rusia
576	LSMS / ENAC / EPFL Lausanne, SWITZERLAND	Suiza
577	Bureau of Geological Survey, Department of Mineral Resources, Bangkok 10400 Thailand	Tailandia
578	Earthquake and Tectonic Geology Research Unit (EATGRU), c/o Department of Geology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok 10330 Thailand	Tailandia
579	EATGRU, c/o Department of Geology, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand	Tailandia
580	Environmental Geology Division, Department of Mineral Resources, Bangkok 10400 Thailand	Tailandia
581	National Taiwan University, College of Science, Taiwan	Taiwán
582	Área Geofísica-Geotectónica, Departamento de Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay	Uruguay
583	Departamento de Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Uruguay	Uruguay
584	Facultad de Ciencias, Instituto de Geología y Paleontología, Universidad de la República, Uruguay	Uruguay
585	Instituto de Ciencias Geológicas, Laboratorio de Geofísica-Geotectónica, Facultad de Ciencias, UDELAR	Uruguay
586	Observatorio Astronómico y Geofísico de Agua, OAGA	Uruguay
587	Universidad de la República, Montevideo, Uruguay	Uruguay
588	Centro de Física, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Venezuela	Venezuela
589	Centro de Investigaciones de Astronomía, Observatorio Geomagnético, Universidad de los Andes, Venezuela	Venezuela
590	Centro de Investigaciones de Astronomía, Universidad de los Andes, Venezuela	Venezuela
591	Centro de Investigaciones de Astronomía, Venezuela	Venezuela
592	Coordinación de Ingeniería Geofísica, Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela	Venezuela
593	Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela	Venezuela
594	Instituto de Ciencias de la Tierra, Universidad Central de Venezuela, UCV, Venezuela	Venezuela
595	Laboratorio de Física Teórica de Sólidos, Escuela de Física, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela	Venezuela
596	Universidad de los Andes, Venezuela	Venezuela
597	Universidad Simón Bolívar, USB, Venezuela	Venezuela

Programa General

		Sala A	Sala B	Sala C	Sala D	Sala E	Sala F	Carteles	
D	PM	Rompehielo							
L	AM	Inauguración						GET (GET-21 – GET-25)	
		Conferencia Plenaria 100 años de investigación en rayos cósmicos: contribuciones a las ciencias del cosmos, de la tierra y de la vida Francisco Valdés Galicia						SIS (SIS-41 – SIS-60)	
		SE21 (SE21-1 – SE21-16)	CCA (CCA-1 – CCA-16)	OCE (OCE-1 – OCE-16)	FE (FE-1 – FE-16)	SE11 (SE11-1 – SE11-16)	CURSO Inversión de datos geofísicos y aplicaciones	SE01 (SE01-21 – SE01-25)	
	PM	Comida						SE02 (SE02-6 – SE02-8)	
		CONCURSO Conocimientos en Ciencias de la Tierra SE03 (SE03-1 – SE03-4) MESA REDONDA	CCA (CCA-17 – CCA-32)	OCE (OCE-17 – OCE-32)	FE (FE-17 – FE-23) SE02 (SE02-1 – SE02-5)	SE19 (SE19-1 – SE19-16)	CURSO Inversión de datos geofísicos y aplicaciones	SE11 (SE11-17 – SE11-21)	
								SE12 (SE12-15 – SE12-20)	
								SE14 (SE14-21 – SE14-22)	
								SE19 (SE19-17 – SE19-20)	
	SE21 (SE21-17)								
	M	AM	CCA (CCA-33 – CCA-39) SE12 (SE12-1 – SE12-8)	OCE (OCE-33 – OCE-36) SE14 (SE14-1 – SE14-12)	EG (EG-1 – EG-16)	GET (GET-1 – GET-16)	SIS (SIS-1 – SIS-16)	CURSO Preparación y formación de un manuscrito científico	CCA (CCA-40 – CCA-54) FE (FE-24 – FE-34)
Conferencia Plenaria El sismo el Mayor-Cucapah (Mw7.2), Baja California, del 4 de abril de 2010: observaciones y resultados Raúl Castro Escamilla						OCE (OCE-37 – OCE-44)			
Comida						SED (SED-17 – SED-21)			
PM		CONCURSO Conocimientos en Ciencias de la Tierra SE12 (SE12-9 – SE12-14)	SE14 (SE14-13 – SE14-20) SE01 (SE01-1 – SE01-8)	EG (EG-17 – EG-32)	GET (GET-17 – GET-20) SE07 (SE07-1 – SE07-12)	SIS (SIS-17 – SIS-32)	CURSO Preparación y formación de un manuscrito científico	SE05 (SE05-5 – SE05-6)	
								SE08 (SE08-21 – SE08-23)	
								SE17 (SE17-13 – SE17-17)	
								SE20 (SE20-5 – SE20-6)	
		SE26 (SE26-5 – SE26-9)							
M		AM	GGA (GGA-1 – GGA-8) SE05 (SE05-1 – SE05-4) GP (GP-1 – GP-4)	SE01 (SE01-9 – SE01-20)	SE08 (SE08-1 – SE08-16)	SED (SED-1 – SED-16)	SIS (SIS-33 – SIS-40) SE17 (SE17-1 – SE17-8)	CURSO Essentials of rock and paleomagnetism: Applications in Earth and Environmental Sciences	EG (EG-33 – EG-52) GP (GP-5 – GP-6)
			Conferencia Plenaria El Niño and the southern oscillation: 30 years of progress in observing, understanding and predicting climate variability Mike McPhaden						GGA (GGA-9 – GGA-18)
	Comida						VUL (VUL-17 – VUL-25)		
	PM	CONCURSO Conocimientos en Ciencias de la Tierra SE26 (SE26-1 – SE26-4)	SE13 (SE13-1 – SE13-7)	SE08 (SE08-17 – SE08-20)	SE06 (SE06-1 – SE06-7)	SE17 (SE17-9 – SE17-12) SE20 (SE20-1 – SE20-4)	CURSO Essentials of rock and paleomagnetism: Applications in Earth and Environmental Sciences	SE07 (SE07-13 – SE07-22)	
								SE13 (SE13-8 – SE13-10)	
								Asamblea General UGM	
		Cena-Baile UGM							

J	AM	SE10 (SE10-1 – SE10-16)	SE23 (SE23-1 – SE23-8) SE15 (SE15-1 – SE15-8)	PALEO (PALEO-1 – PALEO-9) SE23 (SE23-9 – SE23-11) SE16 (SE16-1 – SE16-4)	GEOD (GEOD-1 – GEOD-8) SE04 (SE04-1 – SE04-8)	VUL (VUL-1 – VUL-16)	CURSO Python/ObsPy introduction (data retrieval and simple manipulation using ObsPy)	GEOD (GEOD-9 – GEOD-13) GEOH (GEOH-17 – GEOH-24) GEOPAL (GEOPAL-5 – GEOPAL-10)
		Conferencia Plenaria Cráteres de impacto y la evolución del sistema solar <i>Jaime Urrutia Fucugauchi</i>						RN (RN-28 – RN-36)
	PM	Comida						SE09 (SE09-33 – SE09-41)
		SE10 (SE10-17 – SE10-32)	RN (RN-1 – RN-16)	SE16 (SE16-5 – SE16-20)	SE04 (SE04-9 – SE04-19)	SE22 (SE22-1 – SE22-8) SE09 (SE09-1 – SE09-8)	CURSO Python/ObsPy introduction (data retrieval and simple manipulation using ObsPy)	SE15 (SE15-9 – SE15-10) SE24 (SE24-1 – SE24-7) SE25 (SE25-12 – SE25-13)
V	AM	Conferencia Plenaria The origin and fate of volatiles in terrestrial planets <i>Francis Albarede</i>						GEOQP (GEOQP-14 – GEOQP-23)
		SE09 (SE09-9 – SE09-20)	RN (RN-17 – RN-27)	GEOH (GEOH-1 – GEOH-12)	GEOQP (GEOQP-1 – GEOQP-13)	SE18 (SE18-1 – SE18-9) GEOPAL (GEOPAL-1 – GEOPAL-4)	CURSO Perspectivas de la nanociencia en medio ambiente y energía	SE10 (SE10-33 – SE10-51)
	PM	Comida						SE16 (SE16-21 – SE16-24)
		SE09 (SE09-21 – SE09-32)	SE25 (SE25-1 – SE25-11)	GEOH (GEOH-13 – GEOH-16)			CURSO Perspectivas de la nanociencia en medio ambiente y energía	SE18 (SE18-10)

Índice General

	Página
Editorial	i
Estructura de la Reunión Anual 2012	iii
Instituciones Participantes	ix
Programa General	xix
Índice General	xxi

Sesiones Regulares

Climatología, cambios climáticos y atmósfera (CCA)	1
Exploración geofísica (EG)	13
Física espacial (FE)	27
Geodesia (GEOD)	35
Geohidrología (GEOH)	41
Geología del petróleo (GP)	49
Geología estructural y tectónica (GET)	53
Geología y geofísica ambiental (GGA)	63
Geomagnetismo y paleomagnetismo (GEOPAL)	69
Geoquímica y petrología (GEOQP)	73
Oceanología (OCE)	83
Paleontología (PALEO)	95
Riesgos naturales (RN)	99
Sedimentología y estratigrafía (SED)	111
Sismología (SIS)	119
Vulcanología (VUL)	135

Sesiones Especiales

Estudios oceanográficos de la Corriente de California (SE01)	143
IV Coloquio Silvia Bravo (SE02)	151
Resultados preliminares de un diagnóstico sobre las Ciencias de la Tierra en México (SE03)	155
Modelación matemática y computacional de sistemas terrestres (SE04)	157
Correlaciones geológicas usando métodos potenciales y radioactivos en la exploración y explotación de recursos (SE05)	163
Registros geofísicos de pozos en la exploración y explotación de recursos (SE06)	167
New methodologies, approaches and techniques of study of soils / Nuevas metodologías, enfoques y técnicas de estudio de los suelos (SE07)	171
Primer Taller Panamericano de Geomagnetismo (PANGEO) (SE08)	179
Tercer simposio "Avances y perspectivas de la arqueometría en México" (SE09)	187
Avances recientes en paleomagnetismo y propiedades magnéticas de rocas – 5to aniversario de Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural (SE10)	199
Paleoseismology, seismic and tsunami hazard/Paleosismología, peligro sísmico y de tsunami (SE11)	213
Cambio climático y ciudades (SE12)	221
Estudios interdisciplinarios en la zona del mínimo oxígeno del Pacífico Tropical Oriental (SE13)	227
Procesos físicos en sistemas costeros (SE14)	231
Riesgos costeros (SE15)	239
Variabilidad climática del cuaternario en registros continentales y marinos (SE16)	243
Geodynamics of the Trans-Mexican Volcanic Belt and the Mexico subduction zone: insights from geology, geochemistry, geophysics and modeling/Geodinámica de la Faja Volcánica Trans-Mexicana y de la zona de subducción mesoamericana: integrando geología, geoquímica, geofísica y modelado (SE17)	251
Mineralogía avanzada en México: resultados e investigaciones futuras (SE18)	257
Sismos significativos en México 2011-2012/Significant earthquakes in Mexico 2011-2012 (SE19)	261
A 30 años de la erupción del Volcán Chichón, Chiapas: Volcanes activos de México (SE20)	267
Las geociencias en la sociedad: educación, difusión y divulgación (SE21)	271

Aportaciones a la petrología endógena del NW de México (SE22)	277
Oceanografía del Golfo de Tehuantepec (SE23)	281
Cátedra por la geociencia: gestión integrada de las cuencas hidrológicas (SE24)	285
Riesgo geológico y geotécnico en zonas urbanas (SE25)	289
General (SE26)	295
Conferencias plenarias (SE27)	299
Índice de Autores	303

Sesión Regular

CLIMATOLOGÍA, CAMBIOS CLIMÁTICOS Y ATMÓSFERA

Organizadores:

René Garduño López
Fernando García García
Tereza Cavazos Pérez

CCA-1

ESTUDIO REGIONAL DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL ESTADO DE MORELOS

Salcedo González Dara¹, Castro Telma², Ruiz Suárez Luis Gerardo², García Reynoso Agustín², Torres Jardón Ricardo², Torres Jaramillo Alejandro², Mar Morales Bertha Eugenia², Salcido Alejandro³, Celada Murillo Ana Teresa³, Carreón Sierra Sara⁴, Martínez Ana Patricia⁵, Fentanes Arriaga Oscar⁵, Deustúa Eduardo⁵, Ramos Villegas Rafael⁶, Retama Hernández Armando⁶, Saavedra María Isabel² y Suárez Lastra Manuel⁷

¹Facultad de Ciencias, UMDI-Juriquilla, UNAM

²Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

³División de Energías Alternas, IIE

⁴Facultad de Estudios Superiores Acatlán, UNAM

⁵Centro de Investigación y Capacitación Ambiental, INE

⁶Dirección de Monitoreo Atmosférico, SMA-GDF

⁷Instituto de Geografía, UNAM

dar.salcedo@ciencias.unam.mx

En febrero y marzo del 2007 y 2009, se realizaron dos campañas para determinar la calidad de aire en el estado de Morelos. Durante estas campañas se midieron concentraciones de contaminantes criterio, así como variables meteorológicas. Posteriormente, se utilizó un modelo acoplado meteorología-química (Mesoscale Climate Chemistry Model, MCCM) para estudiar los procesos atmosféricos que ocurren en la región. En general, las concentraciones de casi todos los contaminantes monitoreados, permanecieron dentro de las normas mexicanas de calidad del aire. Sin embargo se encontraron niveles relativamente altos de ozono; por ejemplo, el promedio de 8 horas de la concentración de ozono excedió el límite de 60ppb (norma de la WHO y Unión Europea) varias veces durante la campaña. El MCCM fue capaz reproducir cualitativamente las variaciones diarias en la concentraciones de ozono observadas. Sin embargo, el modelo consistentemente sobre-estimó las concentraciones de ozono, debido probablemente a la falta de un inventario de emisiones detallado en el estado. Los patrones de viento observados en la región corresponden a los patrones montaña-valle. De acuerdo al análisis hecho, Morelos se vio afectado algunas veces por emisiones de los estados vecino (Distrito Federal y Puebla). Los resultados sugieren un transporte eficiente de ozono y sus precursores a nivel regional. También sugieren que el estado está dividido en dos cuencas atmosféricas por las Sierras de Tepoztlán, Texcal y Monte Negro.

CCA-2

CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS TEMPORAL DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN PARTÍCULAS PM10 EN CUATRO SITIOS DE LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE QUERÉTARO

García Martínez Rocío¹, Calderón Segura Ma. Elena¹, Muñoz Torres Ma. Carolina² y Báez Pedrajo Armando¹

¹Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

²Centro de Geociencias, UNAM

gmroocio@atmosfera.unam.mx

La ciudad de Querétaro esta situada en el centro de la República Mexicana, enclavada en el altiplanicie denominada "El Bajío", con una altura sobre el nivel del mar 1820 m y con un área de 707.3 km² y situada al suroeste del territorio estatal. La ciudad de Querétaro es el paso de un promedio de 35,342 vehículos diarios a diferentes ciudades importantes del centro de la República Mexicana. El enorme crecimiento de la mancha urbana que sufre la ciudad ha desencadenado preocupación debido a los altos niveles de contaminantes (NOx, SO2, partículas y metales pesados), que se han detectado en los últimos años, cabe mencionar que los estudios enfocados al análisis de metales pesados en partículas son escasos. En la ciudad se ubican corredores industriales, cinco parques industriales, un parque vehicular de más de 260 mil y se asientan 1.2 millones de habitantes de acuerdo a datos del INEGI-2010.

El objetivo de este estudio fue la caracterización y el comportamiento temporal de la concentración de metales pesados en partículas PM10. El muestreo se realizó en cuatro sitios de la Ciudad de Querétaro, Tlacote (Tla), Universidad (Univ), Zaragoza (Zara) y Candiles (Can), en un área aproximada de 17 kilómetros cuadrados, los muestreos se realizaron cada 3 días en el periodo que comprende de febrero 2010 a enero del 2011, obteniendo un total 60 muestras.

Los parámetros meteorológicos dirección e intensidad del viento, humedad relativa, temperatura y precipitación pluvial se monitorearon de manera continua utilizando dos estaciones climatológica marca Davis Instruments conectada a una consola Davis y a una computadora con software para el almacenamiento de datos; una de las estaciones se ubicó en la azotea de uno de los sitios de muestreo localizado en Avenida Universidad, la segunda estación climatológica se colocó en la azotea del cuarto sitio de muestreo ubicado en Avenida Candiles. Las rosas de vientos se hicieron con el paquete WRPLOT View 1.5 Lakes Environmental.

El análisis de metales pesados se realizó por Espectrofotometría de Absorción Atómica y por Espectrometría de emisión Atómica con Plasma de Acoplamiento

Inductivo. Se realizó un análisis de series de tiempo entre los vientos de superficie y las concentraciones de metales pesados, cuyos resultados muestran las características estacionales durante el verano e invierno en términos de periodos cíclicos. La relación entre la concentración de metales pesados y los valores promedios mensuales de los parámetros meteorológicos se estimó a partir del coeficiente de correlación lineal con un nivel de confianza del 95 %. Las medias de concentración de ciertos metales mostraron diferencias estadísticas entre las estaciones otoño-invierno y primavera-verano.

CCA-3

METODOLOGÍA DE UMBRAL COMPARANDO NIVELES DE CONTAMINANTES ALTOS EN ESPACIO Y TIEMPO

Sánchez Gómez Rubén¹, Brito Muñoz Elizabeth¹, Sánchez Díaz Silvia² y Aguirre Salas Gilberto Rubén¹

¹Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, UDG

²Centro Universitario de los Valles, UDG

dr.rsanchezg@gmail.com

La contaminación atmosférica en ciudades grandes es un problema latente que preocupa cada vez más a la sociedad actual, ya que una gran cantidad de ciudades en el mundo presentan niveles de concentración de contaminantes muy altos y que dañan la salud de quienes están expuestos a ella.

Para atender este problema de contaminación en el aire, se han implementado acciones que van desde la instalación de redes de monitoreo, hasta estudios en los que se establecen valores máximos tolerables para el ser humano y a partir de los cuales una exposición prolongada puede ser muy dañina e incluso mortal, es decir, se establecen valores límite o valores umbral que no se deben exceder por periodos prolongados de tiempo. Se ha implementado además acciones con las que se pretende reducir los niveles altos de contaminación en el aire, pero se carece de herramientas ideales para determinar el impacto de dichas estrategias, de modo que los reportes mostrados a la fecha consisten de elementos descriptivos con los que se pretende demostrar diferencias entre el antes y el después de implementar dichas acciones o bien en el caso extremo, simplemente no se reportan beneficios obtenidos con el uso de las mismas.

El análisis de magnitudes que exceden un valor máximo permitido o umbral, a partir del cual se puedan presentar situaciones peligrosas para la población, se ha incrementado rápidamente en años recientes por su aplicación en procesos naturales de tipo hidrológico (nivel del mar, nivel de lagos, flujo de ríos, etc.), climatológico (velocidad de vientos, temperatura, precipitación, etc.) y de particular interés, en procesos ambientales como contaminación; es decir, procesos naturales en los que no debe excederse un valor umbral máximo permitido.

Comúnmente, al investigar los excesos sobre un umbral alto, el propósito de analizar éstas magnitudes puede ser pronosticar excedencias altas en periodos prolongados, investigar tendencia temporal en las excedencias, investigar tendencia espacial o analizar cualquier otro mecanismo de interés.

De esta forma, el objetivo principal en el presente trabajo es mostrar la metodología de umbral aplicando la Distribución Pareto Generalizada en series espacio temporales con observaciones horarias de uno de los contaminantes que exceden con más frecuencia la norma en la Zona Metropolitana del Valle de México y la Zona Metropolitana de Guadalajara. Se muestran además alternativas de estimación en esta familia de probabilidad para analizar concentraciones de contaminantes que exceden una norma y se establece una metodología que permite encontrar diferencias significativas en niveles de contaminantes observados en distintos puntos en espacio y tiempo.

CCA-4

ESTUDIO DE LA ACTIVIDAD ELÉCTRICA ATMOSFÉRICA EN MÉXICO. POSIBLES FACTORES DE SU DISTRIBUCIÓN.

Avalos Urbina Luis Alexis

Departamento de Ciencias Espaciales, Instituto de Geofísica, UNAM

luissillo_8@hotmail.com

Se presenta un análisis de la distribución de la caída de rayos en la República Mexicana en el periodo 1998-2009, para determinar la incidencia a nivel municipal de caída de rayos a tierra, en una escala de peligros para todo el país, también provista en este estudio. Se incluye el concepto de fulguritas como prueba de la caída de rayos a tierra y la importancia de su estudio tanto para el aspecto ecológico como para el aspecto científico.

Los factores que se considera favorecen las descargas eléctricas en determinadas regiones son: la topografía, la geología (el contenido mineral) y la vegetación. Se analizan mediante mapas de descargas eléctricas (asociados con defunciones, con coordenadas geográficas), mapas geológicos, y la distribución de minas en las entidades federativas así como por los datos de incendios forestales totales y su distribución (2005-2010) y los referentes a los incendios causados por rayos referentes al periodo 1999-2011.

Por la propia naturaleza del tema, su importancia radica en la escasa cantidad de trabajos realizados relacionados directamente sobre estadísticas de caída de rayos y la elaboración de mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgo, por lo que se trata de un tema con una línea de investigación reciente y de gran importancia no solo para el desarrollo de un sistema de prevención de riesgos y la protección de la población en general en México, sino para la protección del medio ambiente, del campo y de cultivos así como de los bosques, refiriéndonos a estos últimos como uno de los principales focos de generación de incendios. Así, la caída de rayos no se contempla como un fenómeno natural de importancia, eso permite que la población nacional no tenga una cultura respecto a qué medidas necesarias deben tomarse ante una situación de riesgo de descarga eléctrica atmosférica.

Este estudio, permitirá conocer los lugares idóneos en el país, donde es posible implementar investigación para conocer la física de generación del rayo, el cual a la fecha no es un problema resuelto. Este estudio también contempla entre sus objetivos localizar aquellos lugares pertinentes para poner en marcha algún proyecto que prescinda de tener contaminación electromagnética (por ejemplo detectores de radiación cósmica).

CCA-5

DESCARGAS ELÉCTRICAS DE NUBE A TIERRA SOBRE MÉXICO Y REGIONES OCEÁNICAS ADYACENTES

Kucienska Beata y Raga Graciela
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
bkucienska@gmail.com

Según la Organización Mundial de Salud, México es el país con el mayor número de muertes por descargas eléctricas de las nubes, sin embargo los estudios acerca de los rayos en la República Mexicana son muy escasos. En este trabajo se presentan las distribuciones espaciales y temporales de las descargas eléctricas detectadas por la World Wide Lightning Location Network sobre México continental y sus regiones oceánicas costeras: Golfo de México, Mar Caribe, Pacífico Tropical y Pacífico Subtropical. Sobre el continente, la mayor densidad de descargas se registró en Julio, Agosto y Septiembre, entre las 6pm y 9pm. La distribución espacial de los rayos demuestra la influencia del forzamiento orográfico en el desarrollo de nubes convectivas con alta actividad eléctrica. También se observó una excepcionalmente alta densidad de los rayos sobre las zonas marítimas costeras. Se estudiaron las relaciones entre los rayos, la precipitación y el espesor óptico de aerosoles para entender los procesos que contribuyen a la variabilidad espacial y temporal de las descargas eléctricas de nube a tierra. Los resultados demuestran que las partículas emitidas a la atmósfera durante el periodo de quema de biomasa podrían tener influencia en los procesos que llevan a la electrificación de las nubes. Los análisis también indican que la alta actividad eléctrica observada sobre las regiones marítimas costeras podría ser relacionada con la dispersión de los aerosoles continentales sobre estas zonas.

CCA-6

MODULACIÓN DE LA TEMPERATURA AMBIENTE POR EPISODIOS DE LLUVIA CONVECTIVA EN EL VALLE DE CUERNAVACA

Álvarez Gasca Oscar y Contreras Hernández Ana Delia
Ciencias Atmosféricas, UV
oalvarez@uv.mx

Se presentan los resultados de un estudio de la marcha anual de la temperatura ambiente en poblaciones del Valle de Cuernavaca durante el periodo húmedo. En este análisis se halla evidencia de atenuación de los máximos de calor por episodios de lluvia convectiva, en alternancia con subperiodos de lluvia no-convectiva. Las series de datos in-situ se correlacionaron positivamente (65%) con las series de nubosidad extraída de modelos de reanálisis en los años 2000-2009. La morfología de nubes parece ser un factor de regulación en la temperatura ambiente al inicio del verano, pero esta subcorrelación pierde importancia hacia el final del verano o en años con eventos hidrometeorológicos máximos. Respecto de la mitad del verano, los coeficientes de relajación térmica son más elevados cuando la precipitación convectiva se encuentra por debajo de los 200 mm en 12 horas. Finalmente, en este trabajo se exponen las anomalías de circulación sinóptica de niveles medios que dieron lugar a los casos indistintos.

CCA-7

VALIDACIÓN DE PRONÓSTICOS DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN DEL MODELO WRF PARA LA REGIÓN DE BAHÍA DE BANDERAS

Velázquez Ruiz Antonio¹, Carrillo González Fátima M.¹,
Romero Centeno Rosario² y Zavala Hidalgo Jorge²

¹Centro Universitario de la Costa, UDG

²Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
ingeantoniovr@yahoo.com.mx

La necesidad de conocer el estado del tiempo meteorológico futuro, es hoy día una de las prioridades más importantes para la toma de decisiones en todos los campos socioeconómicos. Los modelos numéricos como el WRF, trabajan con ecuaciones dinámicas no hidrostáticas para prever las condiciones meteorológicas de corto plazo (24, 48 72 horas), con escalas a nivel nacional y zonal (como el que se corre en el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM). La validación de los resultados de pronóstico de estos modelos, toma su importancia por la necesidad que existe de poder determinar el grado de confianza que se puede tener en sus resultados y que los tomadores de decisiones los puedan utilizar en sus previsiones de corto plazo. En este trabajo de analiza el grado de calidad de pronóstico de temperatura y precipitación del WRF para una región pequeña como lo es Bahía de Banderas donde se localiza la ciudad de Puerto Vallarta, destino turístico de gran importancia en la Costa Norte jalisciense.

CCA-8

CARACTERIZACIÓN DE NÚCLEOS CALIENTES PARA SALIDA DEL MODELO REGCM3

Cruz Pastrana Daniela¹, Caetano dos Santos Ernesto² y Méndez Pérez Matías³

¹Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

²Instituto de Geografía, UNAM

³Ciencias Atmosféricas, UV

dany_acp@yahoo.com.mx

Un problema recurrente en el trabajo con simulaciones de ciclones tropicales es la discriminación entre sistemas reales de aquellos que aún presentando alta vorticidad no lo son.

Una vez localizados los máximos de vorticidad a 850hPa, un método para determinar si éstos son ciclones tropicales fue definido por Knutson et al. (2007), como núcleos calientes, los cuales se presentan cuando el gradiente de temperatura en el nivel de 300hPa entre el centro de máxima vorticidad (a 850hPa) y un radio de 5° es mayor o igual a un valor determinado; en dicho trabajo los autores consideraron este valor como 0.8°C. Dependiendo las características de los datos utilizados en los estudios, este valor se debe adecuar; en este trabajo se hace comparación de valores de gradiente de temperatura de núcleos calientes con datos de Reanálisis I y salida de simulación con el modelo RegCM3 para distintas categorías de ciclones tropicales observadas.

CCA-9

SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA ANTE FRENTE FRÍOS Y NORTES

Salinas Prieto José Antonio, Prieto González Ricardo y Hernández Martínez Constantina
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
jsalinas@tlaloc.imta.mx

Aprovechando la mejora continua de los modelos numéricos en la reproducción de eventos meteorológicos extremos y la tecnología de cómputo en procesamiento y transmisión de datos, se realizó un Sistema de Alerta Temprana ante frentes fríos y nortes, el cual utiliza valores umbrales estimados con una climatología de eventos extremos del invierno de 2010-2011.

Partiendo de la información derivada de simulaciones numéricas en tiempo real del modelo NAM, se realizó un algoritmo para aplicar un semáforo de alerta ante frentes fríos y nortes para México que se activa en diferentes fases al exceder un umbral en las variables de temperatura mínima, viento, y precipitación por región, considerando los tiempos pronosticados de la afectación.

De forma automática, diariamente el sistema accede a las simulaciones numéricas del modelo NAM, extrae los datos de las variables requeridas para detectar condiciones meteorológicas que exceden los valores umbrales, identificando con ello frentes fríos y nortes, generando mapas de alerta mediante un semáforo, los cuales siguen una lógica cromática: el color azul, indica un mínimo de alertamiento hasta llegar al rojo, el cual indica el máximo peligro de afectación. Se presentan algunos ejemplos de casos identificados.

CCA-10

ANÁLISIS DE LA DINÁMICA DEL MONZÓN DE AMÉRICA DEL NORTE BAJO CONDICIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO

Torres Alavez José Abraham y Cavazos Pérez Tereza
División de Oceanología, CICESE
talavez@cicese.edu.mx

Bajo la hipótesis de que el calentamiento global durante el siglo XXI aumentará el contraste térmico entre el océano-continente (CTOC) y por consiguiente la frecuencia de inicios intensos (húmedos) del Monzón de América del Norte (MAN) se propone analizar la respuesta (i.e. el cambio) de la precipitación, del CTOC y la circulación atmosférica en la región del MAN, utilizando seis modelos climáticos globales (MCG) del Proyecto de Intercomparación de Modelos Climáticos Fase 5 (CMIP5), bajo 2 escenarios de emisiones: RCP4.5 (mitigación media) y RCP8.5 (altas emisiones) para el periodo 2075-2099, con respecto a 1979-2004.

Al validar el ciclo anual de precipitación con datos observados del CRU en el periodo 1979-2004, se encontró que durante el verano (JJA) el ERA Interim subestima la precipitación, mientras que el ensamble de los MCG (ens_MCG) simula la variable adecuadamente; sin embargo, ambos sobreestiman la precipitación del MAN durante el resto del año.

En comparación con el ERA Interim, el ens_MCG simula adecuadamente los patrones estacionales de presión al nivel del mar, velocidad vertical (w) a 500 hPa y el flujo de humedad y su convergencia integrados en la vertical desde la superficie hasta 200 hPa. También se examinó el ciclo anual del CTOC para determinar el mes en el que el continente está más caliente que el océano. El ERA Interim señala el cambio en mayo, mientras que el ens_MCG lo produce un mes después. A pesar de esto, el reanálisis es más seco en JJA que el ensamble.

En contraste con los resultados del CMIP3, los cambios en la precipitación anual proyectados por los modelos del CMIP5 para finales del siglo XXI presentan poco consenso, además de refutar la hipótesis inicial. Durante el verano, el ens_MCG no sugiere variación significativa en la lluvia bajo el escenario RCP4.5, mientras que el RCP8.5 proyecta condiciones secas en la región costera de Sonora y Sinaloa e incremento en las zonas altas de la Sierra Madre Occidental. Se esperan cambios significativos en la precipitación solo en abril (reducción) y septiembre (aumento). Al analizar en detalle el escenario RCP8.5 a finales de siglo se encuentra que el CTOC que da inicio al monzón se adelanta un mes antes que en el periodo histórico, posiblemente debido a que los escenarios muestran que el Océano Pacífico Oriental podría calentarse aproximadamente 2°C, mientras que el continente 4°C.

Con el calentamiento proyectado, los MCG muestran un debilitamiento de la vaguada monzónica y una expansión de la Alta Pacífico y del anticiclón del Atlántico para el verano de finales del siglo XXI. Esto genera un desplazamiento de la convección hacia la Sierra Madre Occidental e incrementa la divergencia de humedad en la región costera del MAN. A finales del verano el debilitamiento de los anticiclones y la migración hacia el norte de la Zona de Convergencia Intertropical aumenta el transporte de humedad hacia el MAN desplazando el máximo de precipitación a Septiembre.

CCA-11

CREACIÓN DE UN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DE SÚPER HURACANES EN EL ATLÁNTICO

Velasco Herrera Víctor Manuel¹, Velasco Herrera Graciela² y Bonifaz Roberto³

¹Departamento de Ciencias Espaciales, Instituto de Geofísica, UNAM

²Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM

³Instituto de Geofísica, UNAM

vmv@geofisica.unam.mx

Se analizan los huracanes categoría 5 en el Atlántico y se muestra que no se desarrollan de forma aleatoria, sino que tienen zonas geográficas bien definidas. Son áreas de aguas profundas, que se localizan, preferentemente, en el noreste de México, en el Caribe, América central, así como en el sureste de Estados Unidos. Además, tienen una periodicidad. La siguiente temporada de súper huracanes en el Atlántico podría comenzar en 2013 y se extendería posiblemente hasta 2018, tiempo en el que podrían registrarse de cuatro a seis grandes, para después disminuir la actividad e iniciar un nuevo ciclo en la década de los 20.

CCA-12

TRANSPORTE DE HUMEDAD EN EL RIO ATMOSFÉRICO THE PINEAPPLE EXPRESS Y SU IMPACTO EN EL NOROESTE DE BAJA CALIFORNIA

Ojeda Lerma Zuleica
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
zuleica.ojeda@gmail.com

La atmósfera es un sistema complejo y dinámico, haciendo difícil la predicción del tiempo en una región geográfica de interés. El presente trabajo se centra en la región del pacífico norte donde se forma y viaja el río atmosférico denominado The Pineapple Express el cual llega a la costa oeste de Norteamérica causando graves inundaciones. Este río se desprende de la zona intertropical de convergencia, su principal característica es el transporte de grandes cantidades de vapor de agua en una banda estrecha y larga de la atmósfera siguiendo una trayectoria de hasta miles de kilómetros sobre el océano pacífico, pudiendo tener una longitud que se extiende desde Indonesia hasta Norteamérica, y apareciendo con más frecuencia las estaciones invernales.

Se estudia el transporte de humedad en la trayectoria del Pineapple express para la caracterización del fenómeno, así como analizar el estado atmosférico que se desarrolla para que eventos de esta naturaleza existan. Poniendo atención en el territorio mexicano, este fenómeno impacta en costas de Baja California desde latitudes superiores a los 30° N variando la zona de impacto sobre toda la costa norteamericana hasta los 60° N, dependiendo de las condiciones de la atmósfera es la forma en que el río se intensifica y es impulsado hasta llegar a impactar territorio mexicano. Por ello la importancia del estudio de este fenómeno que trae consigo inundaciones y deslaves, habiendo casos donde se unen dos ríos o impactan uno tras otro a una misma región causando daños aún mayores.

Utilizando datos de reanálisis de diversas fuentes se puede mostrar un panorama detallado de todo lo que involucra la formación del río y la trayectoria que tome aunado a la dinámica del sistema, utilizando la ecuación de balance de agua se obtiene un estimado del transporte de humedad del río atmosférico para valorar cuanta de esta humedad llega a las costas de Baja California.

Cabe señalar la importancia de promover el monitoreo atmosférico en la República Mexicana que nos lleve a un mejor entendimiento del fenómenos y así conocer qué es lo que afecta el clima del país y actualizar los modelos de pronóstico para la obtención de resultados más precisos.

CCA-13

LOS MUNICIPIOS DEL ESTADO DE VERACRUZ QUE RECORRIÓ LA TRAYECTORIA DEL HURACÁN "ERNESTO" EN 2012

Gómez Ramírez Mario
Licenciatura en Geografía, UV
mariogomez@uv.mx

El estado de Veracruz tiene un riesgo alto a la trayectoria que describen los ciclones tropicales cada temporada que abarca del 1° de junio al 30 de noviembre. El litoral veracruzano posee una extensión de 745 km de longitud, asimismo, la temperatura de la superficie del mar es un condición comúnmente favorable en el Golfo de México para la formación y avance de los ciclones tropicales. Estos fenómenos marinos pueden acceder al territorio veracruzano, al seguir trayectorias distintas, inclusive erráticas e impredecibles humanamente.

En este trabajo se muestra la trayectoria que recorrió a nivel municipal el huracán "Ernesto" en la entidad veracruzana, mediante la elaboración de cartografía, el análisis e interpretación de la misma con base a la utilización de los datos disponibles en internet de Unisys Weather y de imágenes de satélite de la NOAA.

El ciclón tropical "Ernesto" fue el quinto fenómeno marino de la temporada 2012 de la vertiente del Océano Atlántico Norte, se formo en dicha cuenca como depresión tropical en las coordenadas geográficas de 12.2° latitud norte y 49° longitud oeste con vientos máximos sostenidos de 55.56 km/h y una presión mínima central de 1008 hPa., a las 21:00Z del 1° de agosto de 2012. El día 3 ingresó a las aguas marinas del Mar de las Antillas como tormenta tropical. El día 7 incrementó la intensidad de sus vientos a huracán categoría I en la escala de Saffir-Simpson e impactó en la línea de costa quintanarroense por la noche en las coordenadas geográficas de 18.7° latitud norte y 87.7° longitud oeste con vientos máximos sostenidos de 138.9 km/h y una presión mínima central de 980 hPa. Unas horas después bajo su intensidad a tormenta tropical y siguió su trayectoria por la parte sur de la península de Yucatán y salió a la Sonda de Campeche el día 8 por la tarde. Avanzó en forma paralela a la línea de costa de Tabasco y del extremo sur de Veracruz. El día 9 interactuó con el litoral del municipio de Coatzacoalcas, Ver., en el Golfo de México en las coordenadas geográficas de 18.2° latitud norte y 94.6° longitud oeste con vientos máximos sostenidos de 92.6 km/h y una presión mínima central de 992 hPa., a las 18:00Z. La tormenta tropical "Ernesto" siguió un rumbo al occidente, atravesó la laguna Ostión, avanzó por la amplia llanura costera del Golfo Sur paulatinamente disminuyendo su intensidad a su paso

por los municipios de Pajapan, Mecayapan, Soteapan, Hueyapan de Ocampo, Juan Rodríguez Clara, Isla, José Azueta, Carlos A. Carrillo, Chacaltiangui, Tlacojalpan, Cosamaloapan de Carpio y Tres Valles. Se internó por la noche al estado de Oaxaca y por la Sierra de Tuxtepec como depresión tropical y avanzó por el sur de Puebla y culminó en el estado de Guerrero. Los remanentes llegaron al Pacífico sur mexicano y formaron un nuevo ciclón tropical denominado "Héctor".

CCA-14

CÁLCULO DE RADIACIÓN SOLAR GLOBAL A PARTIR DE IMÁGENES GOES

Bonifaz Alfonso Roberto¹, Cuahutle Martín², Valdés Barrón Mauro¹ y Riveros Rosas David¹¹Instituto de Geofísica, UNAM²Instituto Politécnico Nacional

bonifaz@unam.mx

La demanda de la energía solar se ha incrementado considerablemente en el mundo y México no es la excepción, por lo que es particularmente importante e imprescindible evaluar el recurso solar. Dada la particularidad y complejidad del territorio nacional, es complicado y poco fiable el tratar de hacer una evaluación a partir de las redes de superficie para definir los lugares en donde sería óptimo el establecer sistemas de aprovechamiento solar. Una de las alternativas para poder hacer ésta evaluación en grandes áreas es a partir del análisis de imágenes de satélite. En este trabajo se presenta la aplicación de una metodología para la estimación de la radiación solar global en la república mexicana a partir de imágenes de satélites geoestacionarios (para este trabajo satélites GOES-E y GOES-W), utilizando la información de la banda 1 (espectro visible) en el período del 1 de enero al 31 de Diciembre del 2011. Se descargaron los datos crudos (RAW) de los servidores de la NOAA y se calcularon los valores de albedo, a partir de ahí, se calcularon los índices de nubosidad y aplicando el método heliosat se generaron las imágenes horarias de radiación solar global.

CCA-15

ANÁLISIS DE DATOS SOLARIMÉTRICOS PARA LAS ESTACIONES DEL SISTEMA METEOROLÓGICO NACIONAL

Medina Benavides Miguel Ángel¹, Riveros Rosas David²,Valdés Barrón Mauro² y Bonifaz Alfonso Roberto²¹ESIA Ticomán, IPN²UNAM

lagartijo_84@hotmail.com

El Sistema Meteorológico Nacional (SMN) cuenta con una gran red de estaciones automáticas para la medición de factores atmosféricos (EMAS), dichas estaciones proporcionan datos que son de gran utilidad para el seguimiento de los fenómenos atmosféricos que ocurren en nuestro país. Un dato obtenido a partir de estas EMAS es la radiación solar global, que es medida a partir de piranómetros que funcionan a través de termopilas.

La base de datos obtenida del SMN y proporcionada al Instituto de Geofísica de la UNAM, tiene un registro total de aproximadamente 40,000,000 de datos de los cuales fueron obtenidos por 136 estaciones automáticas. El rango de fechas en los que fueron obtenidos los datos comprende alrededor de una década, de 1999 a 2011.

El análisis se realizó primeramente mediante graficas que indican las mediciones realizadas por día contra el rango de fechas en los que fueron observados los datos. Esto permitió ver que menos de la mitad de las estaciones cuentan con un registro completo comparado con el rango de fechas anterior.

Las EMAS no han tenido una calibración desde el momento en que fueron instaladas, esto implica que para poder realizar un modelo de calibración de los mismos se necesitan poder validar los datos de algunas estaciones que cumplan con criterios adecuados para poder realizar estas correcciones. Aun están a consideración los criterios adecuados.

CCA-16

ANOMALÍAS DE LA CLIMATOLOGÍA EN PUERTO VALLARTA Y REGIONES ALEDAÑAS PARA LA TEMPORADA ESTIAJE-VERANO DEL 2012, DESCRIBIENDO ALGUNOS DE LOS EVENTOS METEOROLÓGICOS QUE LO PROVOCARON

Carrillo González Fátima Maciel, Cornejo López Víctor Manuel,
Morales Hernández Julio Cesar y Orozco Orozco Oscar

Centro de Estudios Meteorológicos de la Costa, UDG

macielux@hotmail.com

Los procesos que determinan el tiempo atmosférico constituyen una compleja interacción de fenómenos y eventos entre uno o varios sistemas meteorológicos comúnmente a distintas escalas. La vigilancia atmosférica satelital apoyada

con una red meteorológica local más densa, permite el monitoreo de eventos atmosféricos con mayor detalle. Se presenta un análisis de los mapas de isonomalías de temperatura y precipitación a diferentes escalas. Se comienza a nivel nacional, luego a nivel estatal para Jalisco y se aterriza con una descripción con mayor detalle para su discusión los mapas regionales de la cuenca atmosférica de Bahía de Banderas (Puerto Vallarta y regiones aledañas) en virtud a los datos de la REMABB (Red de Estaciones Meteorológicas Automáticas de la región de Bahía de Banderas). Se describe una tormenta local especial y las condiciones de calma, así como sus efectos en esta localidad.

CCA-17

DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN EN FUNCIÓN DE LAS VARIABLES GEOGRÁFICAS, TOPOGRÁFICAS Y DE CONTINENTALIDAD

Martínez Rodríguez Javier Maclen¹, Núñez López Daniel², Pinales MunguíaAdán¹, Estrada Gutiérrez Guadalupe¹ y Villalba María de Lourdes¹¹Facultad de Ingeniería, UACH²Instituto de Ecología, A.C.

maclen.mtz@uach.mx

Para determinar la distribución de la precipitación en un área se utilizan modelos locales de interpolación (Polígonos de Thiessen, Inverso de la distancia ponderada, Kriging, etc.). La desventaja de estos métodos es que distribuyen la precipitación en función de la distancia del dato observado (estaciones climatológicas), sin embargo, la precipitación no depende de ello. En cambio, los modelos globales, distribuyen la precipitación en función de las variables geográficas, topográficas y de continentalidad. En este estudio se utilizaron los métodos globales, para representar por medio de mapas la distribución espacial de la precipitación anual y estacional (húmedo y seco). El área de estudio fue el estado de Chihuahua, el cual se localiza al norte de México, con un área de 247 087 km². Para la generación del modelo se utilizó un análisis de regresión lineal múltiple estándar y técnicas de sistemas de información geográfica, entre la precipitación como variable dependiente y la elevación del terreno, la continentalidad (distancia euclidiana a la costa), la ubicación geográfica y la dirección de las pendientes como variables independientes. Los datos de la precipitación se obtuvieron de las estaciones climatológicas, y los de las variables independientes de los diferentes ráster con una resolución de 250 m. Se realizaron dos validaciones seleccionando aleatoriamente las estaciones, con 60 y 80% de calibración, y 40 y 20% de prueba. Posteriormente se realizó el análisis de regresión con las estaciones de calibración, se generó el mapa potencial, un mapa corrector y un mapa corregido. Los mapas potenciales se generaron directamente con los coeficientes de regresión (sin correctores) y se calcularon las variables dependientes de calibración. Los mapas correctores se obtuvieron con los residuales del análisis de regresión. El mapa corregido es la suma del Potencial y Corrector. Los mapas finales se generaron con el 100% de las estaciones para preservar la variación espacial y la confiabilidad final será por lo menos igual o mayor que la obtenida con las estaciones de prueba. En los modelos de calibración del 60% de estaciones se obtuvo un porcentaje de error medio absoluto entre el 13.78 y el 33.73%, y una eficiencia máxima entre 0.56 y 0.74. El error medio absoluto disminuyó con los mapas correctores en los periodos anual y estacional en 24.32%, 15.94% y 40.59%, respectivamente, con un incremento en la eficiencia de 11.55%, 8.65% y 55.29% en los periodos anual y estacional, respectivamente. En los modelos de calibración del 80% de estaciones se obtuvo un porcentaje de error absoluto entre el 9.84 y 25.54%, y una eficiencia máxima entre 0.55 y 0.87. El error medio absoluto disminuyó con los mapas correctores en los periodos anual y estacional en 21.18%, 16.37% y 52.42%, respectivamente, con un incremento en la eficiencia de 5.51%, 5.14% y 58.81% en los periodos anual y estacional, respectivamente. Una vez obteniendo estos resultados, se generaron los mapas con el modelo que incluye el 100% de estaciones, estos mapas pueden ser útiles en modelos hidrológicos como variables de entrada, para caracterizar la distribución espacial de la precipitación, entre otros.

CCA-18

VARIABILIDAD DE LAS ONDAS DE CALOR OBSERVADAS EN EL NOROESTE DE MÉXICO

Espinoza Tamarindo Brisia Edit y Pavia López Edgar Gerardo

Oceanografía Física, CICESE

beet.brs@gmail.com

De acuerdo con el IPCC, se considera que dentro de las principales consecuencias relacionadas al cambio climático son las asociadas a los eventos climáticos extremos: ondas de calor, sequías e inundaciones. Aun así tras diversos estudios en su mayoría realizados en Europa y América del Norte, actualmente no existe una definición unívoca sobre los eventos extremos de temperatura vinculados a ondas de calor (OC). Bajo esta perspectiva, la definición de una OC básicamente se asocia a un periodo prolongado de la atmósfera ligado a condiciones inusuales de alto estrés por calor, que pese a ser un fenómeno meteorológico, éste no puede ser evaluado sin hacer referencia a los impactos sobre mortalidad dada su constante amenaza a la salud. De

manera general, pueden entenderse como el resultado de la interacción entre procesos de la atmósfera, el océano y la superficie del suelo que producen prolongados periodos de tiempo estable, relacionados frecuentemente a cielos despejados, con días de elevada entrada de radiación solar en los que consecuentemente se alcanzan altas temperaturas, que provocan condiciones de calor seco o secuencias de días cálidos e incluso nublados.

Si bien no existe una descripción precisa de la actividad de una OC sino diversos enfoques para su manejo por ejemplo la superación de un percentil fijo de todos los valores observado, superación del valor medio por una desviación estándar fija, y la superación de la media diaria por una cantidad fija absoluta durante los meses de verano. Este estudio tuvo como objetivo investigar los eventos extremos de temperatura asociados a OC en el Noroeste de México, analizando las temperaturas máximas diarias (TMAX) de la estación de verano (JJAS) durante el periodo de 1961-2000, identificando su evolución en términos magnitud y duración, a fin de poder determinar la posible tendencia que las caracterice en las últimas décadas. Los resultados muestran que las temperaturas máximas de verano observan periodos de calentamiento sobre casi toda la región, manteniendo la presencia de OC mayormente durante los meses de julio, incluso se ha incrementado tanto su duración como frecuencia, lo que podría agravar el impacto de sus daños.

CCA-19

ANÁLISIS DE LAS TRAYECTORIAS DE CICLONES TROPICALES QUE PENETRARON EN TERRITORIO MEXICANO POR LAS COSTAS DEL PACÍFICO DURANTE 1970-2010

Romero Centeno Rosario¹, Zavala Hidalgo Jorge¹, Raga Graciela¹ y Farfán Luis²

¹Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

²CICESE-La Paz

rosario@atmosfera.unam.mx

Se presenta una revisión estadística de los ciclones tropicales que entraron a tierra por las costas del Pacífico Mexicano durante el periodo 1970-2009, para los cuales existe un registro confiable de su trayectoria e intensidad con base en información satelital de alta calidad. Se analiza la variabilidad mensual, estacional, intraestacional e interanual de los ciclones tropicales que entraron a tierra, junto con su variación espacial y tipo de trayectoria, con base en los datos del Centro Nacional de Huracanes de los Estados Unidos para el Pacífico Tropical Nororiental. Asimismo, se utilizan datos de altura geopotencial y vientos del Reanálisis 1 de NCEP/NCAR para calcular los patrones promedio y sus anomalías para diferentes tipos de trayectorias.

CCA-20

CICLO ANUAL DE LA LLUVIA EN MÉXICO SIMULADO POR EL MODELO WRF

Quintanar Isaías Arturo y Martínez López Benjamín

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

arturo.quintanar@gmail.com

En este trabajo se simula el ciclo anual de lluvia en diversas regiones de México utilizando el modelo regional WRF en modo atmosférico. El periodo simulado comprende los años 1989-2008 y se utilizan diferentes condiciones de frontera con la finalidad de estudiar la sensibilidad del modelo tanto a condiciones laterales de frontera como de superficie (temperatura superficial del mar). Se analiza también la sensibilidad del modelo a cambios en el tipo de cobertura vegetal.

CCA-21

ALGUNOS EFECTO DE LA MICROFÍSICA EN EL CICLO ANUAL DE LLUVIA SIMULADO POR EL MODELO WRF

Quintanar Isaías Arturo y Ochoa Moya Carlos

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

arturo.quintanar@gmail.com

En este trabajo se simula el ciclo anual de lluvia en diversas regiones de México utilizando el modelo regional WRF en modo atmosférico. Se utilizan parametrizaciones en la microfísica de nubes utilizando dominios anidados de alta resolución espacial para la región central de México. Se analizan los resultados obtenidos utilizando parametrizaciones de uno y dos momentos en la microfísica para encontrar un ensamble adecuado a la precipitación observada.

CCA-22

EL PAPEL DE LOS CICLONES TROPICALES EN EL CLIMA DE MÉXICO

Domínguez Sarmiento Christian y Magaña Rueda Víctor O.

Instituto de Geografía, IGg

dosach87@gmail.com

Los ciclones tropicales (CTs) son sistemas atmosféricos que transportan grandes cantidades de agua y permiten la recarga de mantos acuíferos, ríos y lagos. Por ello, juegan un papel importante en las lluvias de verano de México y aún más, gran parte de la disponibilidad de agua en el norte del país está relacionada con el llenado de las presas producto de las lluvias producidas por CTs. Sin embargo, aún con actividad de CTs, la temporada de lluvias puede ser deficitaria dependiendo de la trayectoria que sigan los sistemas, pues si pasan alejados pueden no sólo no dejar lluvia, sino incluso remover humedad de la parte continental. Las trayectorias de los CTs sobre los Océanos Atlántico del norte y Pacífico del este se obtuvieron de la base de datos HURDAT y EPA, respectivamente, para el periodo de 1970-2009. Por medio de un análisis clúster, se determinaron las trayectorias de los CTs que afectan a México. Cada cluster o agrupación tiene propiedades que las distinguen de los otros, en cuanto a intensidad, duración, estacionalidad, condiciones termodinámicas bajo las cuales se formaron, la localización de su ciclogénesis y el lugar donde tocan tierra. Los resultados indican que los CTs tienen un impacto diferenciado en la precipitación estacional en México, pues su contribución a la lluvia de verano depende del tipo de trayectoria. Además, los compuestos de precipitación, flujo de humedad, viento divergente y omega muestran que los CTs producen dos efectos: "humedecer" y "secar" alguna región de México dependiendo de su distancia al territorio mexicano. Por lo que, los cambios en las anomalías de la precipitación están relacionados con la subsidencia y la divergencia de humedad inducida por la circulación del CT. Por otro lado, los análisis de tendencias muestran que las tormentas tropicales y los huracanes intensos que afectan al Golfo de México y Mar Caribe están aumentando.

CCA-23

VALIDACIÓN DE LA TEMPERATURA MÁXIMA Y MÍNIMA DE LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS DE LA BASE DE DATOS CLICOM. CLASIFICACIÓN Y TENDENCIAS.

Bravo Cabrera José Luis, Azpra Romero Enrique y Zarraluqui Such Victor

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

jibravo@atmosfera.unam.mx

El objetivo de este trabajo es validar las temperaturas máxima y mínima de las casi 6000 estaciones de la base de datos CLICOM y escoger las mejores para describir su tendencia y su comportamiento a partir de 1950. El primer criterio de validación es el número de años completos de observaciones (12 meses con al menos 27 días de observaciones cada mes), hay únicamente 324 estaciones, con estas características, que se clasificarán posteriormente según su comportamiento (continuidad y consistencia). Se muestran las gráficas de algunas estaciones significativas para los distintos casos. Con las estaciones continuas y consistentes se detectan dos tipos principales de comportamiento: una disminución de la temperatura desde 1950 y posteriormente un aumento a partir de los últimos años de la década de los 70's. Otras estaciones presentan un aumento continuo a partir de 1950. Se hace un análisis de la significancia de estos comportamientos. El aumento de la temperatura a partir de los últimos años de la década de los 70's es consistente con el comportamiento del promedio de la temperatura global. Promediando las temperaturas de las estaciones seleccionadas se obtiene el comportamiento de la tendencia de la temperatura para todo el país.

CCA-24

PRONÓSTICO ESTACIONAL DE LLUVIA CON EL MODELO TERMODINÁMICO

Garduño López René, Mendoza Castro Víctor y Villanueva Urrutia Elba

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

rene@atmosfera.unam.mx

A fin de probar la capacidad del Modelo Termodinámico para el pronóstico estacional de precipitación, que le interesa al Servicio Meteorológico Nacional (SMN), se corren experimentos numéricos del periodo 1948-2009. De la retícula de integración, 122 puntos caen en México, con distancia de malla de 202km. Los campos de entrada son las temperaturas superficial del océano y troposférica media, tomadas del Reanálisis NOAA-NCEP. Los de salida se comparan con sus correspondientes observados de SMN/Uniatmos-UNAM. El año se divide en semestre de lluvias (mayo-octubre, como es en la mayoría del país) y de secas. El plazo de pronóstico del modelo es de un mes y ahora se extiende a seis en sucesión. El resultado es la lluvia acumulada en el semestre. La calculada y la observada se dan como anomalías respecto a la normal climatológica 1961-90. Ambos conjuntos de anomalías se despliegan en sendos diagramas de frecuencia, divididos en terciles: normal, sobre y abajo de la

normal. La habilidad del modelo se mide con el número de aciertos (cuando calculado y observado caen en el mismo tercil), punto por punto y año por año.

CCA-25

PRONÓSTICO ESTACIONAL DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN PARA EL HEMISFERIO NORTE USANDO EL MTCA CON ÉNFASIS EN LA REPÚBLICA MEXICANA

Melchor Pinto Julio Cesar
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
jmelchorp@gmail.com

La necesidad de conocer el estado general de la atmósfera de una manera anticipada es de gran importancia para muchos sectores de nuestra sociedad. Determinar las condiciones de frío o lluvia en zonas productivas o urbanas con meses de anticipación es un punto clave en la prevención de la seguridad social, la salud, y la productividad de todos los países. En la actualidad, los modelos que predicen con mayor eficiencia el estado general de la atmósfera son los modelos de circulación general MCG, pero éstos tienen un límite de predictibilidad. Para los propósitos de un pronóstico estacional a seis meses, es más importante investigar el comportamiento general de la circulación atmosférica a través de su estado termodinámico que conocer los campos de circulación o conocer a detalle la dinámica de cada una de sus componentes. En este trabajo se pronostica la media mensual y la condición anómala de la temperatura superficial del mar, del suelo, de la atmósfera media a 700mb y la precipitación en el hemisferio norte usando el Modelo Termodinámico del Clima de Adem ATDM, y hacer un pronóstico estacional extendido hasta 6 meses de las variables anteriores, con el fin de realizar un análisis comparativo con los pronósticos estacionales existentes del Servicio Meteorológico Nacional SMN para la república mexicana, el cual sigue un método estadístico conocido como método de Análogos.

CCA-26

LA DINÁMICA DE LAS LLUVIAS DE VERANO EN LAS AMÉRICAS TROPICALES

Magaña Rueda Víctor, Caetano Ernesto y Herrera Aztegui Luis Eduardo
Instituto de Geografía, UNAM
victormr@unam.mx

Una de las características de las lluvias de verano en Mesoamérica y los Mares Intra Americanos es la ocurrencia de un mínimo relativo en las lluvias de verano. Diversas teorías se han propuesto en años recientes para tratar de explicar esta señal en la variación temporal de las lluvias, sin embargo, la mayoría simplifica la dinámica o sólo considera un aspecto parcial de los procesos. Por ello, es necesario revisar los procesos y distinguir en la física involucrada en la cabnícula para establecer qué teorías tienen futuro y cuáles simplemente documentas procesos paralelos.

En el presente trabajo se revisan algunas de las teorías existentes y se proponen elementos adicionales a considerarse para construir una propuesta para ser explorada que explique los diversos elementos involucrados.

CCA-27

REPRESENTACIÓN DE LA SEQUÍA INTRA-ESTIVAL PARA EL SUR DE MÉXICO Y CENTROAMÉRICA CON DATOS DE ERA-INTERIM REANÁLISIS, CON ÉNFASIS EN LA CIRCULACIÓN DE SUPERFICIE

Martínez Jiménez Jessica y Sheinbaum Pardo Julio
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada
jesmarti@cicese.edu.mx

Utilizando la nueva versión del reanálisis ERA-Interim para analizar la sequía intra-estival que se presenta en el sur de México y Centroamérica, como una disminución en la precipitación durante la mitad del verano, y que se caracteriza por una distribución bimodal en el ciclo anual de precipitaciones con dos máximos relativos en junio y septiembre-octubre y un mínimo en julio-agosto. La sequía intraestival tiene una distribución espacial extensa que comprende gran parte de Centroamérica, el sur de México y se extiende hasta el este del Pacífico Tropical (Magaña, 1999).

La reducción de la actividad convectiva, y por ende de la precipitación, a mitad del verano en el centro-sur de México y Centroamérica está ligada en diversos estudios a diferentes patrones característicos de esta región, como son la alberca de agua caliente del Pacífico este, ubicada frente a las costas del sur de México, la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), los vientos del este, el desarrollo de un jet de bajo niveles conocido como el jet Intra-Americano, el sistema semi-permanente de alta presión Azores-Bermudas y la particular orografía de la zona.

Existen estudios en los que utilizando diferentes datos ya sea observados de satélite o de reanálisis han determinado los forzamientos más importantes en

el desarrollo de la sequía intra-estival y la interacción entre ellos, sin embargo no han establecido una patrón de circulación en superficie para la sequía intra-estival, que involucre no solo el forzamiento a dicho fenómeno, sino también la relación entre las principales variables atmosféricas que indican la presencia de la canícula y la dinámica atmosférica que propicia la misma.

Por lo tanto, en primera instancia se observó en este nuevo reanálisis ERA-Interim la variación anual de la precipitación en el centro-sur de México y Centroamérica, y a partir de este resultado, se estableció un posible patrón de circulación atmosférica en superficie para la estación de verano, utilizando diferentes variables físicas. Además los resultados obtenidos funcionarán como una forma de validación de las mejoras que hizo el European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF, por sus siglas en inglés) al reanálisis en función del desempeño para representar las características climáticas de las latitudes tropicales.

CCA-28

ANÁLISIS DE LA MAREA DE TORMENTA EN LOS REGISTROS DEL SERVICIO MAREOGRÁFICO NACIONAL PARA EL GOLFO DE MÉXICO

Gutiérrez Quijada Sergio Valente¹ y Zavala Hidalgo Jorge²

¹Facultad de Ciencias, UNAM

²Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
valente_quijada@hotmail.com

En México existe poca documentación del impacto generado por la marea de tormenta asociada a los huracanes. Este fenómeno consiste en la elevación del nivel medio del mar producto, principalmente, de dos procesos físicos: uno de ellos es el apilamiento de agua sobre la costa causado por el esfuerzo del viento sobre la superficie del océano y la fuerza de Coriolis y el otro se debe al efecto de barómetro invertido causado por la baja presión atmosférica asociada a los ciclones tropicales. Estos efectos pueden causar grandes inundaciones por invasión del agua de mar a la zona costera.

En este trabajo se busca analizar la elevación del nivel del mar que se observó al paso o impacto de huracanes intensos durante el siglo pasado en el Golfo de México. El trabajo se concentra en los mayores eventos que fueron registrados y se plantea conocer los riesgos que existen en la zona costera, a partir de la información histórica de más de 50 años con la que cuenta el Servicio Mareográfico Nacional (SMN), particularmente en aquellas zonas en que ha crecido considerablemente el desarrollo urbano.

Se analizan los eventos que fueron registrados por alguna estación mareográfica y que tocaron tierra en las costas mexicanas del Golfo de México. Para lograr este objetivo se buscó en la base de datos del SMN información del nivel del mar en las fechas en que arribaron los sistemas meteorológicos ya sea en forma digital o en rollos mareográficos. Una vez procesados los datos se comparan con el pronóstico de marea astronómica y se calcula la diferencia entre ambas alturas.

Se analizaron cinco huracanes que alcanzaron la categoría 4, siete de categoría 5, y seis huracanes más que por sus efectos sobre las costas resultaron catastróficos. En cuyos resultados se presenta la hora en la que surge el efecto de marea de tormenta, la amplitud máxima alcanzada por esta y en algunos casos el tiempo de atenuación del efecto.

CCA-29

POSIBLES ESCENARIOS DE EVENTOS EXTREMOS COMO RESULTADO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO

Allende Arandía María Eugenia, Zavala Hidalgo Jorge,
Romero Centeno Rosario y Mateos Jasso Adriana
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
mallende@atmosfera.unam.mx

El blanqueamiento del arrecife de coral es una respuesta común del coral al ser sometido a cierto tipo de estrés que da lugar a la decoloración a través de la pérdida de los pigmentos fotosintéticos, el cual puede ser inducido por una gran variedad de factores, de forma individual o combinados. Algunos estudios del impacto del cambio climático en los ecosistemas se han enfocado en la abundancia y distribución de las especies; sin embargo ambas se ven estrechamente relacionadas con las condiciones ambientales que determinan los factores físicos de la zona. El impacto que este tipo de ecosistemas tengan dependerá entonces de la velocidad en el aumento en el nivel del mar (tasas de crecimiento y aporte de sedimentos), cambios en las condiciones oceanográficas (temperatura, salinidad y acidificación), cambios en la frecuencia e intensidad de las tormentas, así como la influencia antropogénica en las zonas costeras; aumentando de esta forma la vulnerabilidad de los arrecifes al cambio climático y reduciendo su capacidad de adaptación. Este trabajo tiene como objetivo el estudio de los eventos climáticos extremos tanto atmosféricos como oceánicos que afectan el Sistema Arrecifal Veracruzano, identificando las condiciones medias y extremas de la zona que pudieran tener un impacto ecológico asociado a un cambio climático. Analizando datos de dos modelos globales (MIROC3.2 y ECHAM/MPI-OM) y datos de reanálisis (NARR)

se hizo una descripción de las condiciones atmosféricas asociadas a diferentes escenarios de cambio climático en el SAV norte comparando el periodo de 1991-2000 y las diferencias para las proyecciones propuestas por el IPCC para el periodo de 2091-2100. Encontrando que no hay una diferencia significativa en los patrones de viento en la zona, por lo que estos escenarios sugieren que no se esperan cambios significativos en las condiciones dinámicas y de estratificación causados por el cambio climático.

CCA-30

ABRILES EN XALAPA

Welsh Rodríguez Carlos Manuel, Bonilla Jiménez Enoch y Ochoa Martínez Carolina Andrea
Centro de Ciencias de la Tierra, UV
cwelsh@uv.mx

Las últimas cinco décadas en la ciudad de Xalapa, durante la primavera se han observado anomalías en la precipitación, que han incidido en la percepción de la misma del mes de abril; la población atribuye estas anomalías al "cambio climático". En el presente trabajo se revisa la climatología de los meses de abril y se realiza un análisis estadístico sobre la precipitación, para 2012 la presencia de eventos extremos como granizadas y lluvias torrenciales que llamaron poderosamente la atención de la población.

Utilizando las bases de datos del Servicio Meteorológico Nacional para el periodo 1950-2012 y después de realizar un control de calidad, se obtuvieron los promedios mensuales de 27 años, después se agruparon por décadas y se obtuvo así la anomalía, ésta se construyó tomando como base la precipitación promedio de la década de los 50's y también se comparo contra las normales climatológicas 1970-2000, se observa que la precipitación tiene un comportamiento dinámico cuasi cíclico que se ha modificado en los últimos 20 años, y que en particular la precipitación del mes de abril de 2012 estuvo dentro de la oscilación decadal. También se realizó dicha comparación de manera quinquenal y para los años particulares donde según registros se presento algún fenómeno extremo en la zona.

CCA-31

ANÁLISIS PRELIMINAR DEL CLIMA TÉRMICO URBANO DE LA CIUDAD DE COATZACOALCOS, VERACRUZ (MÉXICO)

Rivera Blanco Carlos Octavio¹, Tejeda Martínez Adalberto², Hernández Escobedo Quetzalcoatl², Linderman Gerónimo Elías² y López Velázquez Ernesto²

¹Centro de Investigación en Recursos Energéticos, UV

²Universidad Veracruzana
crivera@uv.mx

La ciudad de Coatzacoalcos (18.15°N y 94.48°W) se ubica en la desembocadura del río del mismo nombre en el Golfo de México, en la parte norte del istmo de Tehuantepec. Es un lugar plano con escasos lomeríos, con una población aproximada de 300 mil habitantes distribuidos 471.16 km² con que cuenta el municipio, edificios no mayores a cinco pisos salvo excepciones, alta densidad de pavimentación pero todavía con reductos de vegetación y la influencia de humedales además del mar y el río de más de medio kilómetro de anchura, con presencia de brisa marina diurna y terrenal nocturno. Esas características, comunes a varias ciudades de climas tropicales, hacen de interés el estudio de la influencia de la urbanización en el clima térmico. Una primera exploración consistió en recorridos nocturnos en vehículo midiendo temperatura ambiente y humedad relativa en veinte puntos de la ciudad, bajo condiciones meteorológicas diversas (cielos despejados, parcialmente nublados, en periodos de secas y de lluvias) durante el verano del año 2012. En este trabajo se presentarán los resultados preliminares de esos recorridos así como un plan de trabajo para conocer y caracterizar la eventual presencia de la isla urbana de calor y sus posibles efectos en el bioclima humano.

CCA-32

SENSIBILIDAD DE LA TEMPERATURA EN EL CENTRO DE MÉXICO A CAMBIOS EN EL USO DE SUELO

López Espinoza Erika Danae¹, Zavala Hidalgo Jorge² y Gómez Ramos Octavio²

¹Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

²Universidad Nacional Autónoma de México
danae@atmosfera.unam.mx

En este trabajo se estudia el impacto en la temperatura superficial, de 1993 a 2009, debido al crecimiento urbano en el centro de México y la sensibilidad del pronóstico a cambios en la cobertura de suelo con base en simulaciones numéricas de alta resolución. El modelo Weather Research and Forecasting (WRF) emplea datos de cobertura de la tierra global Global Land Cover Characteristics (GLCC) creados a partir de imágenes del satélite NOAA-AVHRR tomadas entre 1992 y 1993. Sin embargo, de 1990 a 2010 la población del país ha crecido en un 29%, lo cual representa un incremento importante en

la extensión de las zonas urbanas, particularmente en la parte central de la República, donde en lugares como el Estado de México o Tlaxcala la población ha crecido en un 34% y 33% respectivamente. Debido a lo anterior, con base en el mapa de uso de suelo del 2009 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en este trabajo se actualiza la cobertura urbana en los datos de cobertura de la tierra usados por el modelo WRF para la malla con resolución de 30". A partir de dos simulaciones se hace un análisis de sensibilidad del pronóstico de temperatura para la ciudad de México y su zona conurbada, así como para las ciudades de Puebla y Tlaxcala. Se analizaron ocho sitios en donde el uso de suelo cambió de cobertura vegetal a cobertura urbana y se encontró que la temperatura se incrementó entre 0.5 y 5.0 grados centígrados. El promedio de las diferencias máximas en temperatura a lo largo del ciclo diurno es de 2.61 grados centígrados y el promedio de las diferencias en temperatura a lo largo del periodo es de 0.66 grados centígrados. Las diferencias máximas se registran entre las 10:00 y 15:00 horas (hora local). La temperatura máxima promedio obtenida empleando los nuevos datos de cobertura urbana es de 26.96 grados centígrados, mientras que empleando los datos de cobertura urbana GLCC-1993 es de 25.63 grados centígrados. El incremento promedio de la temperatura máxima diaria es de 1.33 grados centígrados y para la temperatura mínima diaria de 0.12 grados centígrados. La hora en la que se alcanza la temperatura máxima ocurre entre las 13:00 y 15:00 horas, mientras que la temperatura mínima se alcanza entre las 4:00 y 6:00 horas. El rango promedio diario usando nuevos datos urbanos es de 16.0 grados centígrados, mientras que usando datos de GLCC-1993 es de 14.9 grados centígrados. Además, se hizo un análisis de datos históricos de las tendencias para la temperatura máxima y la temperatura mínima, en la cual se encuentran resultados consistentes con los resultados de la simulación. El análisis histórico muestra también un mayor incremento en la temperatura máxima (0.03 grados centígrados por año) que en la temperatura mínima (0.0 grados centígrados por año). Todos estos resultados muestran que el cambio de cobertura vegetal a cobertura urbana ha incrementando la temperatura de las cuatro zonas de estudio.

CCA-33

DESEMPEÑO DE MODELOS CLIMÁTICOS DE CIRCULACIÓN GENERAL EN EL SURESTE DE MÉXICO

Martínez López Benjamín y Gay García Carlos
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
benmar@atmosfera.unam.mx

En este trabajo se analizan las salidas de algunos modelos acoplados de circulación general usados en la tercera y quinta fase del "Coupled Model Intercomparison Project". Los resultados de la tercera fase (CMIP3) han servido de base para algunos estudios que pretenden estimar el impacto del cambio climático en el sureste mexicano. En este trabajo se concluye que el desempeño de tales modelos es pobre y esta situación no mejora sustancialmente en los modelos utilizados en la quinta fase (CMIP5). Nuestros resultados sugieren que es necesario utilizar modelos climáticos de área limitada con una mayor resolución espacial para mejorar la estimación del ciclo anual de precipitación en esta región. La variabilidad asociada al mismo, sin embargo, no se puede estimar usando modelos regionales debido a la limitantes impuestas por las condiciones de frontera provenientes de modelos globales de menor resolución, mismos que son incapaces de simular correctamente la variabilidad de los fenómenos ondulatorios de latitudes medias. Se proponen algunas opciones viables de implementar en nuestro país, apoyándose en esfuerzos dirigidos a resolver este problema que se encuentran desarrollando otros grupos de trabajo internacionales.

CCA-34

EVIDENCIAS DEL AUMENTO DE LA TEMPERATURA EN 10 CUENCAS HIDROLÓGICAS MEXICANAS

Mateos Farfán Efraín¹, Santana Sepúlveda Julio Sergio², Prieto González Ricardo², Mendoza Uribe Indalecio², Grunwaldt Alfred³ y Deeb Alejandro³

¹Hidrometeorología, IMTA

²Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

³Banco Interamericano de Desarrollo
efrain_mateos@tlaloc.imta.mx

Se analizaron 30 años de datos climatológicos, en el periodo comprendido entre 1970 a 1999, para 10 cuencas hidrológicas del interior de la República Mexicana. En cada cuenca se seleccionaron por lo menos 10 estaciones climatológicas de la red que opera el Servicio Meteorológico Nacional, a través de la base de datos CLICOM (clima computarizado). Las estaciones climatológicas seleccionadas tienen como mínimo un 70% de datos válidos por década. Las variables analizadas fueron temperatura máxima y mínima diaria, las cuales se integraron por cuenca y posteriormente por décadas (1970s, 1980s y 1990s). Del análisis de datos se desprende que, en general, es evidente un incremento en la temperatura en todas las cuencas. El incremento en la

temperatura oscila entre 0.5 a 1 °C cada 20 años con un intervalo de confianza del 95%, lo que resulta más claro en el caso de la temperatura máxima.

CCA-35

ENSAMBLE PONDERADO (REA) DE 15 MODELOS DE CIRCULACIÓN GENERAL DEL CMIP5 PARA MÉXICO

Colorado Ruiz Gabriela y Rosario de la Cruz Jose G.
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA
gabriela_colorado@tlaloc.imta.mx

Para actualizar las proyecciones de Cambio Climático en México, se obtuvieron las variables de precipitación, temperatura máxima, mínima y media de 15 modelos de Circulación General del Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados Fase 5 (CMIP5, por sus siglas en inglés), para tres escenarios de emisiones (RCP4.5, RCP6.0 y RCP8.5). De estos modelos se calculó un promedio ponderado utilizando el método de fiabilidad del ensamble (REA, por sus siglas en inglés), que le asigna pesos a cada modelo con base a dos criterios, uno estima la diferencia de cada modelo respecto a los datos observados - para lo cual se utilizó la base de datos de la Unidad de Investigaciones Climáticas versión 3.0, CRU v3 - y el otro respecto al resto de los modelos. Al comparar las observaciones con la media simple y el ensamble del REA, se observó en general que éste último tiene un mejor desempeño.

CCA-36

CÁLCULO DE ÍNDICES DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA MÉXICO

Teufel Bernardo Stephan¹, Mora Rodríguez José de Jesús¹ y Pineda Martínez Luis Felipe²

¹División de Ingenierías, Universidad de Guanajuato

²PEIDA, Universidad Autónoma de Zacatecas
teufelbernardo@gmail.com

Existe un consenso general dentro de la comunidad científica que cualquier cambio en la frecuencia o la gravedad de los eventos climáticos extremos tendría un profundo impacto en la naturaleza y la sociedad, por lo tanto, es muy importante analizar los fenómenos extremos. Para la vigilancia, detección y atribución de los cambios en los eventos climáticos extremos por lo general se requieren datos diarios. Ha existido un esfuerzo internacional para desarrollar un conjunto de índices de los cambios en los eventos climáticos extremos para que los individuos, países y regiones puedan calcular estos índices exactamente de la misma manera, de tal manera que sus análisis puedan utilizarse a nivel mundial. La base de datos diaria de estaciones climatológicas usada fue la del Servicio Meteorológico Nacional. El cálculo de los índices se realizó a partir de una base de datos depurada. Los resultados se presentan en forma de tendencias y anomalías, utilizando como periodo base los años de 1961 a 1990. Se muestran las tendencias de los índices para las variables de precipitación y temperatura en México.

CCA-37

NUEVO ESCENARIO DEL CAMBIO CLIMÁTICO PARA EL SIGLO XXI

Velasco Herrera Victor Manuel
Ciencias Espaciales, IGF, UNAM
vmv@geofisica.unam.mx

Se muestra una estimación de las temperatura Terrestres para los próximos 100 años. La estimación se realizó por medio del Vector de Maquina. El modelo es no lineal y es no analítica. Se reconstruye las periodicidades de los últimos 2000 años. Es alimentado el sistema con las estimaciones del CO₂, Irradiancia Total Solar y el movimiento del Baricentro Solar para los próximos 100 años. Los resultados muestran un nuevo escenario del Cambio Climático para el siglo XXI.

CCA-38

ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO ATMOSFÉRICAS USANDO LA TEORÍA DE SISTEMAS DINÁMICOS NO LINEALES: OBSERVADOS VS NARR

Morales Acoltzi Tomás¹, Peña Maciel Daniel¹, Monroy Martínez José Dolores¹, Bernal Morales Rogelio² y Alva Pacheco Juan Carlos¹

¹Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

²Licenciatura en Ciencias Ambientales, UATx
acoltzi@atmosfera.unam.mx

Si un proceso tiene lugar en un sitio e instantes determinados, se registran valores de varias variables, éstas describen la misma dinámica, espacio de estado, ya que corresponden a un mismo proceso, de acuerdo a la Teoría de sistemas dinámicos o Teoría del Caos (TC), permite estudiar la dinámica de un sistema, si de él se tiene al menos una Serie de Tiempo (ST), al establecer que

la reconstrucción de dicha dinámica es posible utilizando sólo una variable y sus derivadas, espacio de fases. En el contexto de la TC, estudiar la dinámica de un sistema, quiere decir, analizar la evolución de éste respecto al tiempo.

Por otro lado, la base de datos de la North American Regional Reanalysis (NARR, por sus siglas en inglés) constituye una opción para probar modelos, desarrollar sistemas de captación, análisis e inicialización, así que es muy importante las comparaciones entre datos NARR, que podemos denominar teóricos y datos observados de estaciones climatológicas, con diversos fines de estudio. En el presente trabajo, se aplican algunos métodos de Análisis No lineal de ST (ANST), a ST de ambos tipos, con el fin de comparar los parámetros dinámicos, como corrimiento óptimo, dimensión de correlación y límite de predictibilidad e interpretando los resultados desde un enfoque físico.

Incluyendo a este análisis, incorporamos los Wavelets, un análisis práctico para el enfoque de no linealidad en el espacio de tiempo y frecuencia, identificando periodicidades a diferentes escalas que nos permiten la comparación de ambas ST en cuestión, desde un punto de vista energético.

CCA-39

METEOROLOGÍA Y EPISTEMOLOGÍA: DE LA METEOROLÓGICA ARISTOTÉLICA A LOS METEOROS CARTESIANOS

Arellano Hernández Antonio
Instituto de Estudios sobre la Universidad, UAEMex
aah@uaemex.mx

En la presente ponencia analizamos el vínculo entre conocimiento atmosférico y epistemología con el objeto de mostrar la indisoluble solidaridad existente entre la obra meteorológica y la epistemológica de Aristóteles y Descartes; así como las vicisitudes de sus recepciones posteriores.

La filosofía natural y la epistemología de Aristóteles se sintetizaron en la primera obra magna sobre la atmósfera en la cultura occidental, intitulada 'Meteorológica'; sin embargo, durante la edad media, la filosofía natural fue evacuada por la epistemología escolástica y la positividad de obra meteorológica perduró durante dos mil años. En 1663, Descartes respondió a la filosofía natural y a 'Meteorológica', escribiendo 'el discurso del método para bien conducir su razón, y buscar la verdad en las ciencias. Más la dióptica, los meteoros y la geometría, que son los ensayos de este método' como una síntesis de la metodología de la historia natural y 'los meteoros'; paradójicamente al trabajo aristotélico, la obra meteorológica de Descartes expuesta en 'Los meteoros' fue desacreditada por la meteorología positivista y, en cambio, la obra metodológica cartesiana ha perdurado por casi cuatrocientos años.

Es importante el conocimiento de esta doble historia de vinculación entre la epistemología de la filosofía natural y el estudio de caso 'Meteorológica' y la metodología de la historia natural y el estudio de caso de 'Los meteoros', pues permiten construir un aparato crítico para analizar la organización contemporánea del conocimiento meteorológico respecto de la práctica epistemológica.

CCA-40 CARTEL

CARACTERIZACIÓN ISOTÓPICA (δ¹⁸O Y δ²H) DEL AGUA DE LA CUENCA DEL RÍO QUERÉTARO

Garnica Castellanos Joaquín¹, García Martínez Rocío¹, Cienfuegos Alvarado Edith², Morales Puente Pedro² y González Sosa Enrique³

¹Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM

³Universidad Autónoma de Querétaro
alquinitrol@hotmail.com

La ciudad de Querétaro está situada en el centro de la República Mexicana, enclavada en el altiplanicie denominada "El Bajío", con una altura sobre el nivel del mar 1820 m y con un área de 707.3 km² y situada al suroeste del territorio estatal. El Estado limita al poniente con Guanajuato, oriente con Hidalgo, al norte y noroeste con San Luis Potosí y al sur con Michoacán.

La Comisión Estatal de Aguas de Querétaro solicitó a la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), la propuesta de alternativas para medidas de la manifestación de impacto ambiental correspondiente a la Cuenca del río Querétaro. En este mismo proyecto se analizó también la posibilidad de crear por primera vez una base de datos de análisis isotópico como parámetro de trazabilidad del agua del río con el objeto de la conservación de la cuenca y mejoramiento de la calidad del agua.

DESCRIPCIÓN DEL MUESTREO

Se realizaron 3 muestreos de Mayo de 2011 a Junio de 2012. Las coordenadas se determinaron con un GPS. Se midió la profundidad en cada punto de toma de muestra, se anotaron las observaciones de las condiciones físicas de cada sitio en las diferentes fechas, así como también se realizó un archivo fotográfico. Asimismo se midieron los parámetros físico-químicos, pH, temperatura y conductividad. En la toma de muestras para análisis isotópico se utilizaron botellas color ámbar previamente esterilizadas y con contratapa que garantiza

evitar la formación de burbujas de aire al momento de llenarlas; el llenado fue de puntos de la cuenca con suficiente profundidad y con flujo visible. Las muestras se mantuvieron en refrigeración hasta su traslado al laboratorio. En botellas de plástico previamente preparadas se tomaron muestras de agua para análisis adicionales.

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA Y RESULTADOS

Las medidas isotópicas fueron realizadas en el Laboratorio de Isótopos Estables del Instituto de Geofísica de la UNAM. En la técnica de medición el resultado del análisis de la muestra se expresa en valores relativos a un patrón dado, usando la notación δ , estos patrones son los correspondientes a los isótopos de los elementos H, O, N, C, S, distribuidos por el Organismo Internacional de Energía Atómica (IAEA) y el National Institute of Standards and Technology (NIST). Para los elementos antes mencionados los valores de δ se determinan en un espectrómetro de masas de isótopos estables que opera con materiales en forma gaseosa producidos cuantitativamente como son CO₂, SO₂, N₂, N₂O, O₂, H₂ y CO, a partir de sustancias que contengan al elemento que se desea medir.

Los resultados permitieron caracterizar algunas fuentes antropogénicas como son las descargas urbanas y descargas de agua tratada, algunas fuentes naturales como son la precipitación y la escorrentía; también se observó la variación estacional al disminuir el enriquecimiento isotópico en la temporada de secas frías con respecto a la de húmedas, lo que puede permitir el estudio de la trazabilidad del agua.

CCA-41 CARTEL

DETERMINACIÓN DE ELEMENTOS TRAZAS EN PARTICULAS PM10 EN 4 SITIOS DE LA CUENCA LACUSTRE DEL LAGO DE TEXCOCO

Carrión Grigor Sebastián Ismael y García Martínez Rocío
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
sebacarion@hotmail.com

En la Zona Metropolitana de la Ciudad de México se han realizado diversos estudios relacionados con la presencia de metales pesados en partículas $\leq 10 \mu\text{m}$, los trabajos contemplan entre otras cosas, el estudio de las modificaciones creadas al clima por efecto de la urbanización. Una proporción cada vez mayor de la población vive en áreas urbanas por lo que la presencia de nuevos edificios modifica la circulación del aire reduciendo la velocidad del viento en la superficie, lo que incrementa la presencia y permanencia de metales pesados en zonas urbanas. La determinación de metales en diferentes ambientes, es necesaria para entender su transporte, distribución espacial y temporal en la composición química de la precipitación pluvial. El transporte atmosférico y la deposición húmeda, son procesos importantes en el ciclo global de los metales traza y las características químicas de estos metales permiten relacionarlos con sus fuentes de emisión. En general, los metales pesados están disueltos en la precipitación pluvial y, por consiguiente, puede investigarse el efecto de la deposición en la vegetación y el suelo. Los metales pesados analizados son: cadmio (Cd), cromo hexavalente (Cr), manganeso (Mn), mercurio (Hg), níquel (Ni), plomo (Pb) y vanadio (Vn). Considerados por la Asociación Oficial del Control de Alimentos de los Estados Unidos (AAFCO) como tóxicos. El objetivo de este trabajo fue conocer la variación estacional y los niveles de exposición a metales de los habitantes en 4 sitios de Cuenca Lacustre del lago de Texcoco.

MUESTREO

El Muestreo se llevo a cabo en 4 sitios de la Cuenca Lacustre del lago de Texcoco. Es una zona industrial con alta carga vehicular debido a que está ubicada cerca de la calzada general Ignacio Zaragoza y la carretera México - Texcoco. El muestreo se realizó en dos etapas: secas-frías (noviembre-abril) y húmedas (mayo-octubre). Se utilizaron filtros de poliacarbonato de 10 micras, el muestreo se realizó con equipos Mili Vol con un flujo de 5 L min⁻¹.

Tratamiento de los filtros

Los filtros se cortaron a la mitad, una parte se extrajo con ultrasonido para tener en solución la material soluble en agua (iones inorgánicos y alcalinotérreos). Posteriormente, una segunda parte del filtro se sometieron a una digestión ácida en caliente por horno de Microondas para obtener una muestra líquida. El análisis de metales pesados se realizó por Espectroscopia de Absorción Atómica.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados, las máximas concentraciones se encontraron en las muestras tomadas en el mes de Enero (secas) y las mínimas se encontraron en las muestras tomadas en los meses de Junio, Julio, Agosto y Octubre (húmedas); pudiendo observar de esta manera la variación estacional.

Si bien en México no hay legislación que indique los límites permisibles en material particulado para PM10 respecto a los niveles de metales pesados, las personas que se encuentran expuestas en esta zona, especialmente aquellos que son vulnerables como ancianos y niños, se ven afectadas debido a que lo hacen de manera crónica siendo los sitios de muestreo su lugar de residencia permanente.

CCA-42 CARTEL

VARIABILIDAD INTERANUAL DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN EN DOS ECOSISTEMAS SEMIÁRIDOS DEL NOROESTE DE MÉXICO

Villarreal Rodríguez Samuel¹, Vargas Ramos Rodrigo¹, Smith Stephen² y Yapez González Enrico²

¹División de Ciencias de la Tierra, CICESE

²Instituto Tecnológico de Sonora
samvilla@cicese.edu.mx

Una de las características climáticas más importantes en los ecosistemas áridos y semiáridos es la precipitación. Esta característica es importante debido a que la variabilidad, magnitud, y el número de los pulsos de precipitación tienen una influencia diferente en los flujos de evapotranspiración. Esto lo demostramos mediante el estudio de dos ecosistemas semiáridos distintos. Uno de ellos presenta inviernos fríos y húmedos (El Mogor), mientras que el otro sitio se caracteriza por veranos húmedos y calientes (Rayón).

Los objetivos del presente estudio son: a) El comportamiento de la evapotranspiración cuando la estación de lluvias se encuentra en fase con la radiación neta (Rayón), y cuando estas dos variables se encuentran desfasadas (El Mogor); b) en el comportamiento de la evapotranspiración durante las transiciones interanuales de las estaciones secas-húmedas y húmedas-secas.

En el presente estudio, se emplearon 6 años-sitio de mediciones bajo la técnica de eddy-covarianza, cubriendo un periodo de tiempo del 2008-2010 (i.e., 3 años de mediciones por sitio). Los resultados preliminares muestran que Rayón tiene un flujo máximo de evapotranspiración durante la temporada húmeda, mientras que en El Mogor se presenta durante la transición húmeda-seca. Concluimos que el flujo máximo de evapotranspiración es controlado por la precipitación y la radiación neta, y que el contenido volumétrico de agua en el suelo es un control ambiental importante para la evapotranspiración, en especial durante las transiciones estacionales.

CCA-43 CARTEL

EFFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE ENCINOS, EN LA CUENCA DEL LAGO DE CUITZEO: USANDO MODELOS DE NICHOS ECOLÓGICOS

Pimienta Ramírez Lucero Elizabeth¹, Cruz de León José¹ y Ortega Rodríguez Juan Manuel²

¹Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, UMSNH

²Facultad de Biología, UMSNH
bioplaneth_86_1@hotmail.com

El acelerado cambio climático que se ha registrado durante los últimos años a nivel mundial, ha provocado la pérdida de hábitat, así como también numerosas transformaciones en la distribución y abundancia de las especies. Sin embargo, poca atención se ha puesto a la distribución geográfica de las plantas mexicanas de interés comercial y con un alto grado de sobreexplotación. Por ello, en este trabajo se realizó un estudio con tres especies de encinos de interés comercial (*Quercus castanea*, *Q. crassipes*, *Q. glaucoidea*) presentes en la Cuenca de Cuitzeo Michoacán México, las cuales están consideradas como amenazadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En la cuenca, dichas especies son explotadas principalmente como leña y para carbón, aunque también son empleadas para la extracción de celulosa para papel y fabricación de muebles. Por esta razón, es importante saber cuáles serían los cambios que enfrentarían estas especies en su distribución geográfica, debido a la influencia de las variaciones climáticas previstas por los modelos de cambio climático. Para ello, se modeló la distribución potencial bajo escenarios contrastantes de cambio climático (actual y futuro), mediante el uso de un algoritmo basado en el concepto de máxima entropía (MaxEnt) y la teoría del nicho ecológico de las especies. Esta metodología utiliza las coordenadas geográficas de los puntos de registro de la especie y conjuntos de variables climáticas. Así, para los escenarios de cambio climático se usaron los datos del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), con escenarios de diferentes emisiones de gases de efecto invernadero conocidos (SRES-A1B, SRES-A2A y SRES-B2A). A partir de este estudio, se pretende hacer propuestas de conservación para las especies, con la finalidad de conservar y manejar este recurso y los servicios ambientales asociados.

CCA-44 CARTEL

ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES ARBÓREAS TROPICALES EN LA CUENCA DE CUITZEO MEDIANTE EL MODELAJE DE NICHOS ECOLÓGICO, BAJO ESCENARIOS CLIMÁTICOS CONTRASTANTES

Reyes Abrego Gerardo Andrés¹ y Ortega Rodríguez Juan Manuel²

¹Facultad de Biología, PIMCB

²Facultad de Biología, UMSNH
wolfdrawer@hotmail.com

Actualmente, se han implementado nuevas teorías para conocer la distribución potencial de las especies mediante modelos de nicho ecológico (MNE) (Elith et al. 2011). Para ello, se han elaborado herramientas derivadas de inteligencia artificial que correlaciona datos de presencia de las especies y la respuesta de los individuos para la temperatura, humedad y otros parámetros físicos. Estos datos hipotéticos evalúan la distribución de especies dentro de áreas aptas para su presencia (Soberón and Peterson 2005). Muchos estudios indican que el clima está en constante cambio, modificando así la distribución de las especies. Estos cambios climáticos globales se deben principalmente por actividades antropogénicas, las cuales están incrementando la concentración de gases de efecto invernadero. Para ello, el panel intergubernamental sobre cambio climático (IPCC) ha elaborado diferentes escenarios hipotéticos sobre cómo afectará el clima en proyecciones hasta de un siglo. En este trabajo se realizará un estudio con dos especies arbóreas tropicales presentes en la norma oficial mexicana (Albizia plurijuga y Cedrela dugessi) y una que no se encuentra dentro de la norma (Ceiba eaculifolia), estas especies se encuentran presentes en la Cuenca de Cuitzeo, Michoacán. Para lo cual, se modelará la distribución potencial bajo escenarios de cambio climático, que serán un actual y futuro. Así también se generará una base de datos geo-referenciada mediante una revisión de herbarios, literatura científica y de campo. Se buscarán las variables climáticas actuales y bajo dos escenarios de gases de efecto de invernadero y variables físicas de la Cuenca de Cuitzeo. Posteriormente, se modelará mediante el MNE, aplicando un algoritmo de máxima entropía llamado MaxEnt. Finalmente se hará un análisis comparativo con el fin de generar propuestas de conservación de las especies.

CCA-45 CARTEL

LA PRODUCCIÓN DE SARDINAS EN LOS ÚLTIMOS 1500 AÑOS

Velasco Herrera Víctor Manuel
Ciencias Espaciales, IGF, UNAM
vmv@geofisica.unam.mx

Se analiza un indicador directo de las Sardinas en el Océano Pacífico. Se muestra la variabilidad natural de la Sardina y sus factores forzadores internos y externos. Se realiza un análisis tiempo-frecuencia cruzada y de coherencia y se muestra como los forzadores internos y externos modulan la población de las sardinas. De continuar esta tenencia se da una estimación de la Sardinas para el siglo XXI.

CCA-46 CARTEL

SURFACE TEMPERATURE-MODULATING FACTORS AND SEASONAL VARIATION IN THE SONORAN DESERT, MEXICO

Tereshchenko Iryna¹, Zolotokrylin Alexander N.², Titkova Tatiana B.², Brito Castillo Luis³ y Monzón César Octavio¹

¹Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, UDG

²Climatology Laboratory, Institute of Geography, Russian Academy of Sciences

³Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Guaymas, Sonora
itereshc@cupei.udg.mx

The authors explore a new approach to monitoring of desertification that is based on use of results on the relation between albedo and surface temperature for the Sonoran Desert in northwestern Mexico. The criteria of predominance of radiation by using the threshold value of Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) and Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) normalized difference vegetation index (NDVI) were determined. The radiation mechanism for regulating the temperature of the surface and the definition of threshold values for AVHRR and MODIS NDVI have an objective justification for the energy budget, which is based on the dominance of radiation surface temperature regulation in relation to evapotranspiration. Changes in the extent of arid regions with AVHRRNDVI ≤ 0.08 and MODIS NDVI ≤ 0.10 can be considered to be a characteristic in the evolution of desertification in the Sonoran Desert region. This is true because, in a certain year, the time span of the period when radiation factor predominates is important for the desertification process.

CCA-47 CARTEL

ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONO EN SUELOS Y ECOSISTEMAS DEL ESTADO DE VERACRUZ

Medina Chena Alexandro^{1y2}

¹Instituto de Ecología, A.C.

²Universidad Veracruzana
alex.medina@inecol.edu.mx

Por medio de un SIG, se realizó una estimación preliminar del almacenamiento de carbono en suelos y ecosistemas del estado de Veracruz, que permita orientar las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático basadas en la conservación y manejo de los recursos naturales.

Se usó la carta vectorial Edafología de INEGI y el Inventario Nacional Forestal vectorial de CONAFOR, integrando valores publicados de carbono superficial en suelo en Mg/ha-1 según FAO-UNESCO para profundidades de 0-30cm y 0-100cm, con los valores de carbono contenido en áreas de alta y baja densidad de cobertura vegetal en Mg/ha-1 según diversos autores.

Los matorrales, pastizales, sabanas, la vegetación de dunas costeras y algunas hidrófilas, como los tulares y popales presentan cifras relativamente bajas de almacenamiento. Manglares, bosque de galería y mesófilo de montaña tienen valores medios. Las selvas altas perennifolias y subperennifolias presentan el mayor contenido de carbono por unidad de superficie, y suman el 34.07 % del total estatal, seguidos de los distintos tipos de bosques (8.04%), matorrales y pastizales (3.3 %); humedales y vegetación costera (0.49 %) y vegetación caducifolia y subcaducifolia (6.6 %). Los cultivos pueden contener hasta un 47.5 % del carbono de la biomasa vegetal del estado, aunque su periodo de almacenamiento es corto.

En cuanto a suelos, los húmicos presentan los mayores contenidos de carbono por unidad de superficie, incluyendo andosoles y cambisoles, con valores de más de 100 Mg ha-1 en los primeros 30 cm superficiales. La mayoría de los gleysoles, regosoles, luvisoles y vertisoles presentan valores intermedios de contenido de carbono. Los valores bajos se encuentran en arenosoles, litosoles (leptosoles líticos), regosol y fluvisol calcáricos, algunos cambisoles y luvisoles, fluvisoles y solonchak.

A profundidades de 100 cm, la mayoría de los suelos del estado presentan contenidos importantes de carbono, pero en la capa superficial (30 cm) los de mayor capacidad de almacenamiento están en la porción central montañosa del estado, en la huasteca veracruzana, en Los Tuxtlas y la zona limítrofe con Oaxaca. Este patrón es muy similar al de vegetación en condiciones de baja densidad, recomendándose implementar de programas de reforestación.

El potencial se eleva en áreas de vegetación de alta densidad, principalmente al sureste del estado. Ahí sería preferible el desarrollo de programas de conservación de los ecosistemas, aunque parte importante de los sitios mencionados está ocupada por áreas agropecuarias.

El carbono total fijado por los suelos en la capa de 30 cm de profundidad puede alcanzar los 407.25 Tg ha-1, mientras que a 100 cm, esta cifra llegaría a 815.90 Tg ha-1. Por su parte, el carbono fijado en la vegetación de baja densidad o en mal estado de conservación podría alcanzar los 501.9 Tg ha-1, mientras que en alta densidad podría ser de 737.53 Tg ha-1. Es importante considerar el papel de los suelos en estas estimaciones, ya que a una profundidad de 100 cm representan un almacenamiento más estable y duradero de carbono.

CCA-48 CARTEL

COMPORTAMIENTO DE LAS LLUVIAS EN EL MUNICIPIO DE NAUCALPAN, EDO. DE MÉXICO DURANTE LOS ÚLTIMOS CUARENTA AÑOS

Salazar Nava Elisa¹ y Enríquez Barajas María Isabel Olimpia²

¹Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

²Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM
lucienaga5420@hotmail.com

En este trabajo se presentan los resultados que se han obtenido hasta el momento con respecto al análisis de datos obtenido de la base de datos del Programa de Estaciones Meteorológicas del Bachillerato Universitario (PEMBU) del Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA) y los registros de las Estaciones del Molinito y Molino Blanco de CONAGUA. Se tomaron los registros meteorológicos de precipitación diaria en Naucalpan, Estado de México para los años 1960-2011 y en éstos es posible detectar un incremento en la frecuencia e intensidad de eventos de precipitación extrema. Hasta el momento la temporada de lluvias con exceso de agua en ciertos días y años es traducido en grandes inundaciones.

Los años 2005, 2006, 2010 y 2011 son los que registran mayor cantidad de precipitaciones. Al parecer las lluvias en el municipio de Naucalpan son cada vez más intensas sólo algunos días durante esta temporada, así mismo se observa que dicha temporada cada año se acorta más posiblemente debido al incremento desde mediados del siglo pasado, probablemente por efecto de la urbanización o por el cambio climático. Aunque será necesario documentar

los años subsiguientes si el número de días al año con precipitación está aumentando, permanece constante o disminuye.

CCA-49 CARTEL

TORNADOS EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Zenteno Jiménez José Roberto¹ y Hernández Rosales Arturo²

¹ESIA, Ciencias de la Tierra, IPN

²Instituto Politécnico Nacional
zenteno20jr@hotmail.com

Una posible explicación de la generación de Tornados del 1 de Junio en la Ciudad de México y de la zona Metropolitana, una explicación cualitativa y cuantitativa de sus posibles causas y un riesgo que corre la Ciudad de México a futuro.

CCA-50 CARTEL

ESTUDIO DE LA INTENSIFICACIÓN DE LOS VIENTOS EN EL PUERTO DE VERACRUZ MEDIANTE MODELACIÓN NUMÉRICA

Osorio Tai María Elena, Romero Centeno Rosario y Zavala Hidalgo Jorge

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
tai@atmosfera.unam.mx

La ubicación y el sistema montañoso de México favorecen las condiciones para que masas de aire seco y frío que viajan desde latitudes altas hacia el sur, pasen sobre el Golfo de México y al este de la Sierra Madre Oriental. La mayoría de los nortes se presentan en los meses de Octubre a Abril en el territorio mexicano y causan gran impacto en el clima regional, produciendo fuertes lluvias y alcanzando vientos de más de 20 m/s. Durante la ocurrencia de algunos de estos eventos se observa una intensificación local de los vientos en Veracruz. Este trabajo tiene como objetivo estudiar el jet de vientos en el puerto de Veracruz mediante modelación numérica. Para ello, se utiliza el modelo WRF (Weather Research & Forecasting Model), el cual utiliza datos del modelo global GFS (Global Forecast System) para las condiciones iniciales y de frontera. El producto del modelo es evaluado y validado con datos del escaterómetro WindSAT y mediciones de boyas meteorológicas, para poder realizar posteriormente un estudio y análisis de algunas variables físicas e identificar las formas y mecanismos responsables para el desarrollo de esta intensificación.

CCA-51 CARTEL

SIMULACIÓN DEL CRECIMIENTO DE GOTITAS DE NUBES CALIENTES SOBRE PARTÍCULAS MEDIDAS EN PUERTO RICO EN 2004

Reyes Banda Martha Ixchel, Kucienska Beata, Baumgardner Darrel y García García Fernando

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
ixchel@atmosfera.unam.mx

La influencia del aerosol atmosférico, tanto de origen antropógeno como natural en la formación y desarrollo de nubes calientes es un factor importante de incertidumbre en la modelación del clima y el tiempo. En este estudio se utilizó un modelo de parcela adiabática con microfísica detallada para analizar el impacto de partículas atmosféricas en la formación y el desarrollo de distribuciones de gotitas de nubes calientes. Como datos de entrada se usaron las distribuciones de las partículas de aerosol atmosférico medidas durante la campaña PRACS (Puerto Rico Aerosol Cloud Interaction Study) en 2004 en Cabo San Juan, Puerto Rico. Se simuló la activación de las partículas y el crecimiento por condensación de las gotitas de nube. El desarrollo de los espectros de las partículas depende de la evolución de la sobresaturación y de la velocidad inicial de la parcela, así como del perfil vertical de temperatura y humedad de la atmósfera. Finalmente, las distribuciones de las partículas obtenidas de las simulaciones se compararon con los espectros de las partículas activadas y no activadas medidas durante la campaña PRACS.

CCA-52 CARTEL

RELACIÓN ENTRE LAS TENDENCIAS DE LOS CICLONES TROPICALES QUE AFECTAN A MÉXICO Y LA VARIACIÓN ACTUAL DE INDICADORES CLIMÁTICOS

Bastién Olvera Bernardo Adolfo

Facultad de Ciencias, UNAM
bastien.oba@gmail.com

En este trabajo se analiza de que manera afectan los cambios actuales observados en las variables que determinan al clima a las condiciones necesarias para formar un ciclón tropical; en base a eso se relacionan las

tendencias de los ciclones tropicales de las últimas décadas con el cambio climático.

Las variables determinantes del clima analizadas son: salinidad, temperatura, nivel del mar, precipitación y contenido de calor en el océano.

CCA-53 CARTEL

ANÁLISIS DE LA TENDENCIA DE LA POTENCIA DE LAS TEMPERATURAS REGISTRADAS POR SATÉLITE

Santiago Cruz Félix y Velasco Herrera Victor Manuel

Instituto de Geofísica, UNAM
felix_csf@yahoo.com

Diferentes análisis se han realizado sobre la tendencia de las temperaturas terrestres, encontrando diferentes incrementos en esta tendencia y sobre las causas de esta tendencia. Los efectos antropogénicos son una causa, pero quizás no sea la única que produzca la tendencia de las temperaturas. Con el análisis de la potencia de las serie de temperaturas podemos ver donde se ha incrementado más las temperaturas o donde ha descendido o se ha mantenido casi constante, nosotros proponemos la potencia como un estimador del comportamiento de la tendencia. El año de 1998 es el de mayor potencia y se encuentra que hay potencias negativas antes de este año y positivas después de este año. Las anomalías de potencia nos muestran también que la tendencia de las temperaturas no es constante ni monótona creciente, si no que hay cuasi periodos temporales donde hay semi amplitudes, donde la potencia crece y disminuye, quizás los efectos de origen naturales tales como el fenómeno interno de El Niño, o externo tal como la actividad solar, son los que produzcan las semi amplitudes y los periodos temporales de crecimiento y decrecimiento.

CCA-54 CARTEL

EL BARICENTRO COMO MODULADOR DE LA PRECIPITACIÓN EN EL BÁLTICO

Leal Silva María del Carmen¹ y Velasco Herrera Victor Manuel²

¹Facultad de Ingeniería, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM
cleals@hotmail.com

En este trabajo analizamos la variabilidad de la precipitación en el mar Báltico durante los últimos 500 años y su relación con el movimiento del sol alrededor del centro de masa del sistema solar (baricentro). Se aplicó una nueva metodología para realizar la medición del acoplamiento de frecuencias cruzadas de amplitud-fase entre series de tiempo. Este método está basado en la utilización de filtraje wavelet y en la desmodulación de amplitud coherente. Los resultados obtenidos muestran que la precipitación esta modulada por el movimiento del baricentro. Encontramos que la periodicidad de 8 años de la precipitación está fuertemente modulada por la periodicidad de 170 años del movimiento del baricentro.

Sesión Regular

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

Organizadores:

Enrique Gómez Treviño
Marco Antonio Pérez Flores
Claudia Arango Galván

EG-1

FILTRAJE ESPACIAL DE UN PERFIL ELECTROMAGNÉTICO

Sánchez Martínez Alejandra I. y Romo Jones José Manuel
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
 alesan@cicese.edu.mx

La inducción electromagnética con fuente natural constituye una de las herramientas de prospección geofísica más útiles, pues permite realizar estudios tanto someros como de mayor profundidad (centenas de metros a decenas de kilómetros). Uno de los problemas frecuentes del método es el llamado "efecto estático", generado por inhomogeneidades superficiales y el relieve topográfico. Dicho efecto genera "ruido geológico" que enmascara las características del subsuelo, ocasionando errores de interpretación. El EMAP (Electromagnetic Array Profiling) es una metodología que utiliza dipolos eléctricos contiguos y un filtraje espacial adaptable para atenuar el ruido estático.

Para el presente trabajo, se programó un algoritmo para realizar el filtraje espacial a un conjunto de datos reales de la impedancia electromagnética medida a lo largo de un perfil realizado para exploración minera. Aunque los datos utilizados no fueron medidos con dipolos contiguos, se tienen mediciones realizadas con dipolos de 50 m de longitud espaciados cada 100 m, lo cual permite una interpolación relativamente segura para obtener estimaciones cada 50 m, útiles para aplicar el filtraje EMAP. Las observaciones cubren un rango de frecuencias de 0.375 a 8192 Hz a lo largo de un perfil de 12 km.

Los resultados del filtraje EMAP se comparan con modelos que resultan de la aplicación de inversión 2D a los datos de impedancia electromagnética, el cual es un proceso que demanda más tiempo y recursos de cómputo.

Los resultados muestran que el filtraje espacial disminuye el efecto estático producto del relieve topográfico e inhomogeneidades superficiales. La similitud entre resultados es notable; las estructuras que se observan en el resultado del filtraje EMAP son visibles también en los modelos resultantes de la inversión 2D.

EG-2

MODELACIÓN DE LA ESTRUCTURA RESISTIVA DEL SUBSUELO A PARTIR DE SONDEOS MAGNETOTELÚRICOS, EN ÁREAS GEOTÉRMICAS DE COLOMBIA. CASO NEVADO DEL RUIZ.

Almaguer Rodríguez Joselin de Lourdes¹, Arzate Flores Jorge Arturo¹, Alfaro Claudia² y Romero Jaime²

¹Centro de Geociencias, UNAM

²INGEOMINAS, Col.

almaguerjoselyn@gmail.com

Se llevo a cabo el estudio Magnetotelúrico de Banda Ancha (BMT) en el flanco noroccidental del Volcán Nevado de Ruiz, cuyo objetivo es evaluar el potencial geotérmico en esta zona y proporcionar información de los sectores con mayor potencial de aprovechamiento. Para este propósito se midieron un total de 105 sondeos magnetotelúricos, de los cuales 89 fueron utilizados para el análisis e interpretación de los modelos que aquí se presentan. El análisis de distorsión EM de Bahr (1988, 1991) muestra que el subsuelo de la Zona B es estructuralmente complejo y solo puede ser considerado como bidimensional en bandas estrechas de frecuencias que varían para las diferentes áreas. Los vectores de inducción sugieren los rangos de validez de entre 2 y 200 Hz para el strike eléctrico del Complejo Cajamarca y de entre 2 a 0.02 Hz para el sistema de fallas EW. La interpretación se llevó a cabo considerando los modelos 1D del invariante, 2D a los ejes principales y modelos 2D de los perfiles girados al azimut de 0° (perfiles MT-1 a MT-4) y 90° (MT-5), este último modo TE a lo largo del sistema de fallas activo. Además de la complejidad estructural, que tiene que ver con la presencia de tres sistemas de fallas en la zona de estudio, uno de los factores que complican la interpretación geológica de los modelos eléctricos es el estrecho rango de variación de la resistividad eléctrica del subsuelo (1-250 ohm-m) y los bajos valores predominantes (<10 ohm-m) distribuidos en amplias zonas. Adicionalmente, la resolución lateral es relativamente baja en ciertos sectores debido a la falta de sondeos por los difíciles accesos a algunos sitios. La complejidad estructural de la zona en el entorno del volcán Nevado de Ruiz está relacionada con los eventos tectónicos de carácter regional que prevalecen al poniente del territorio colombiano. Los resultados del análisis de distorsión proporcionan evidencia física de zonas de cruce de fallas y lineamientos estructurales que se asocian a dos regímenes de convergencia de la Placa de Nazca así como a un tercer sistema estrechamente vinculado a los esfuerzos regionales relacionados a un postulado cambio en la dirección de convergencia de dicha placa. Este sistema de fallas parece ser el de mayor relevancia desde el punto de vista geotérmico en vista de que a estructuras de este sistema se pueden asociar algunas de las manifestaciones termales más importantes de la zona. Los blancos de perforación propuestos se sustentan tanto en los modelos eléctricos como en el análisis de distorsión en combinación con la información geológica y geofísica adicional disponible. Según éstos resultados, las zonas de cruce de fallas NW-SE (consideradas hidrotermalmente activas) en combinación con la existencia de anomalías de conductividad (~10 ohm-m) que confinan cuerpos de resistividad moderada

(~50 ohm-m) se interpretan como las de mayor potencial hidrotermal y por lo tanto constituyen los blancos más propicios para la perforación de pozos exploratorios.

EG-3

MODELOS DE SONDEOS AUDIO-MAGNETOTELÚRICOS EN ZONAS COSTERAS CON INTENSA ACTIVIDAD AGRÍCOLA

Fuentes Arreazola Mario Alberto¹, Vázquez González Rogelio¹,
 Romo Jones José Manuel¹ y Ramírez Hernández Jorge²

¹División de Ciencias de la Tierra, CICESE

²Instituto de Ingeniería, UABC

mfuentes@cicese.mx

Uno de los problemas más importantes que debe ser resuelto para asegurar el desarrollo de una comunidad, es el abastecimiento de agua potable. Algunas estimaciones de los efectos del cambio climático es que en pocos años, la disponibilidad del agua será insuficiente para enfrentar la creciente demanda del recurso para uso agrícola, industrial y doméstico.

En particular en zonas costeras con intensa actividad de los productores agrícolas, como es el caso del estado de Baja California y de Sonora; el desarrollo ha sido posible mediante el aprovechamiento de agua subterránea, lo que ha propiciado que en algunos casos se observen los efectos de la sobreexplotación, detectándose un aumento de la salinidad en obras cercanas a la costa y el abatimiento en el acuífero presente en la zona. Es por esto que se hace necesario conocer las condiciones geohidrológicas del acuífero en la región.

Una de las herramientas más útiles para explorar el subsuelo y detectar la presencia de agua en las estructuras geológicas presentes, son los métodos geofísicos. En particular aquellos que se basan en la estimación de la conductividad eléctrica de las rocas, son comúnmente utilizados en investigaciones hidrogeológicas, debido a que esta propiedad se incrementa en la presencia de fluidos, salinidad e interconexión de poros. En zonas costeras se define como objetivo de los estudios geofísicos, detectar la interfase entre agua salada y agua dulce. Este entorno plantea dos retos para la utilización del método de sondeos audio-magnetotelúricos, uno, la baja amplitud de la señal electromagnética debido a zonas conductoras y dos, la presencia de fuentes generadoras de "ruido" electromagnético como motores, transformadores, subestaciones y líneas de alta tensión.

Con la intención de estudiar las características en la respuesta de sondeos audio-magnetotelúricos en zonas costeras, en este trabajo se presentan algunos ejemplos del tipo de curvas de campo y modelos de interpretación obtenidos como parte de un estudio en el área del Valle de San Quintín. Los datos se obtuvieron en perfiles perpendiculares a la línea de costa, con una profundidad de exploración de aproximadamente 300 metros. Se analizan dos casos con diferente influencia de "ruido" electromagnético.

Se presentan ejemplos de los modelos bidimensionales obtenidos como resultado de la implementación de un algoritmo de Gauss – Newton, de inversión regularizada.

EG-4

DETECCIÓN DE ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS EN CAMPOS GEOTÉRMICOS POR EL MÉTODO ELECTROMAGNÉTICO TDEM

Cruz Noé Efrén Arturo y Pulido Arreola Saúl
Gerencia de Proyectos Geotermoelectrónicos/Subgerencia de Estudios, CFE
 efrén.cruz@cfegob.mx

La exploración geofísica es un apoyo indispensable para un mejor conocimiento de la estructura del interior de la tierra, en recursos geotérmicos trata con mediciones de diversas propiedades físicas de la tierra y su interpretación, basada en un modelo geológico. Los métodos y técnicas empleadas son aquellas susceptibles de denotar la presencia de estructuras geológicas en profundidad.

Las metas de la exploración geofísica es delimitar el recurso geotérmico, localizar estructuras geológicas. La detección y caracterización de los sistemas de fracturamiento-fallamiento en el subsuelo se asocian con cambios en las propiedades de conductividad eléctrica en un sistema geotérmico. Un método apropiado y que ha dado resultado para este fin, es el electromagnético en el dominio del tiempo (TDEM), ya que permite obtener una mejor resolución lateral de los cambios de resistividad.

En los campos geotérmicos Los Azufres, Mich. y Los Humeros, Pue. se utiliza ampliamente el método TDEM y es posible asociar los cambios de gradiente o discontinuidades eléctricas a las estructuras geológicas, algunas vistas en superficie y que tienen reflejo a profundidad, algunas otras no se tienen cartografiadas, sin embargo con este método TDEM pueden ser vistas y las cuales se correlacionan con datos medidos en rípios durante la perforación de los pozos.

EG-5

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD EN LA INVERSIÓN DE UN PERFIL MAGNETOTELÚRICO

Salas Ariza Jessica Jazmín y Romo Jones José Manuel
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
jsalas@cicese.mx, jesygood@hotmail.com

El método magnetotelúrico es sensible a la presencia de zonas conductoras. En algunas ocasiones zonas conductoras someras pueden enmascarar la presencia de conductores más profundos. En un perfil magnetotelúrico realizado en Baja California Sur se observa un conductor somero asociado a una cuenca sedimentaria de aproximadamente 8 km de profundidad, por debajo de esta zona, a aproximadamente 30 km de profundidad, se observa otra zona relativamente conductora. En este trabajo realizamos un análisis de sensibilidad para determinar hasta qué punto el conductor somero enmascara la señal del conductor profundo y si los datos observados son sensibles a su presencia.

La matriz de sensibilidad contiene derivadas parciales que estiman la variación de la respuesta del modelo respecto a cambios en los parámetros del mismo. Es producto de la linealización del problema directo no lineal de MT y la obtenemos durante el proceso de inversión realizado con el algoritmo de Rodi y Mackie (2001). Es una matriz de dimensión (np*nd), donde np es el número de parámetros (celdas), y nd el número de datos (rho aparente y fase obtenidos para varios periodos y en varias posiciones). Para estimar la sensibilidad utilizamos la idea de Schwaberg et al. (2002) que proponen sumar la sensibilidad de todos los datos a las variaciones de una celda dada del modelo. El resultado se asigna a la posición espacial de la celda en cuestión.

Del análisis de sensibilidad se concluye que nuestro perfil magnetotelúrico es sensible a la zona conductora profunda, y que este conductor puede estar asociado a fluidos liberados después de la subducción de la Placa Farallón que cesó su actividad hace 12.5 Ma.

EG-6

DESCOMPOSICIÓN DE SEÑALES DEL MÉTODO ELECTROMAGNÉTICO EN EL DOMINIO DEL TIEMPO A PARTIR DE LA TRANSFORMADA ONDULAR

Vázquez del Moral Manuel Alejandro¹ y Arango Galván Claudia²
¹Exploración, PCT
²Instituto de Geofísica, UNAM
stendro.vazmo@gmail.com

El Método Transitorio Electromagnético (TEM) ha tenido mayor auge en las últimas décadas para sustituir y complementar los estudios eléctricos tradicionales. Por lo tanto, es importante encontrar nuevas metodologías que mejoren la calidad de las señales para aprovecharlas al máximo. La señal medida es frecuentemente corrompida por diferentes fuentes de ruido. La señal es afectada principalmente en los intervalos más largos de medición ya que la señal de respuesta, es decir, las corrientes inducidas, van perdiendo amplitud. Sin embargo, tratar estas perturbaciones de la señal usando los métodos usuales de análisis es difícil debido a las características espectrales del ruido. Así, se aplicaron las particularidades de

la Transformada Ondular, un método de descomposición en el dominio tiempo-frecuencia que tiene la capacidad de detectar contenidos de frecuencia específicos en intervalos de tiempo determinados. En este trabajo se desarrolló un algoritmo para el filtrado de este tipo de señales basado en dos criterios de diferentes, evaluando tanto la amplitud de la señal como en las frecuencias, a lo largo de todo el tiempo de medición, haciendo énfasis en la etapa tardía de medición, y teniendo como base la Transformada Ondular para la descomposición, filtrado y reconstrucción de la señal. Los resultados muestran que la señal se mejora en los tiempos tardíos si sólo se conservan los intervalos de mayor amplitud de la señal en un intervalo de frecuencias amplio.

EG-7

INTEGRACIÓN DE MÉTODOS GEOFÍSICOS EN ESTUDIOS PALEOESTRUCTURALES

Yutsis Vsevolod, Krivosheya Konstantin, Suárez Kuri Michelle y Alva Niño Efraín
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
vyutsis@hotmail.com

El trabajo presenta los resultados principales del análisis integral de los datos geológicos-geofísicos en el valle del río Pablillo, Nuevo León. El propósito del estudio fue relacionado con la posibilidad de encontrar un paleocanal del río. Los métodos geofísicos utilizados fueron: microgravimetría, micromagnetometría, sísmica de refracción, sondeos eléctricos verticales y método electromagnético. El estudio geofísico fue acompañado con el levantamiento topográfico de alta precisión. La interpretación de datos obtenidos fue aprobada con los datos de pozos perforados en el área de estudio. En resultado fue desarrollado un modelo geológico-geofísico que mostró el basamento geofísico presentado por

las rocas de la Formación Méndez cubierto por el suelo o aluvión reciente de unos 20-50 cm de espesor. Además, fue detectada una estructura de tipo trinchera que corta el basamento y rellena con un material de baja densidad. Esa estructura la interpretamos como paleocanal del río. Según los datos de pozos, así como de acuerdo con las características físicas, el paleocanal se llena por conglomerados y aluvión. El espesor de conglomerados varía alrededor de 4-5 metros, la anchura del paleocanal podría alcanzar 10-15 metros.

El trabajo fue realizado parcialmente con apoyo del proyecto PAICYT CT305-10 "Estudio geofísico integral de las presas y de los lagos de NE de México" y proyecto CONACYT 129550 "Evolución terciaria de cuencas continentales del norte de México: controles tectónicos heredados, pulsos de deformación, magmatismo y registro bioestratigráfico".

EG-8

SIMULACIÓN DEL FENÓMENO ELECTROSÍSMICO EN UNA DIMENSIÓN USANDO DIFERENCIAS FINITAS

Nemocón Romero Ana Milena¹ y Muñoz Castaño José Daniel²

¹Departamento de Física, UNAL

²Universidad Nacional de Colombia
milenenamocoon@gmail.com

La Electrosísmica es una novedosa técnica para la prospección geofísica basada en la generación de energía sísmica inducida por la interacción de campos electromagnéticos con el subsuelo a partir de fuentes eléctricas en la superficie. En este trabajo se elabora una simulación numérica del efecto electrosísmico en 1D usando diferencias finitas en el dominio de la frecuencia para resolver las ecuaciones de Biot y Maxwell. La fuente usada es una ondícula Ricker, sobre medio poroso isotrópico, horizontal de capas homogéneas, generando a su paso por el material un movimiento relativo (efecto de la doble capa) entre los iones de la capa adsorbida y difusa, produciendo finalmente una onda mecánica.

EG-9

SENSIBILIDAD DE ARREGLOS ELECTRODÍSCOS COLINEALES PARA TOMOGRAFÍA DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA

Flores Luna Carlos Francisco
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
cflores@cicese.mx

En este trabajo se analizan las sensibilidades de las resistividades aparentes de cinco arreglos electrodíscos colineales (dipolo-dipolo, Schlumberger, Wenner, polo-dipolo y polo-polo) respecto a los parámetros de un cuerpo 2D en un semiespacio homogéneo. Estos arreglos son usados en estudios de tomografía eléctrica. El cuerpo anómalo tiene cuatro parámetros: profundidad a la cima (D), ancho (W), espesor (T) y resistividad (#2). La sensibilidad, que es la derivada de la resistividad aparente respecto a uno de los parámetros del modelo, es multiplicada por el respectivo parámetro y normalizada por el error en la resistividad aparente. Esto hace que se puedan comparar directamente las sensibilidades a diferentes parámetros. Las derivadas se estiman con diferencia finita hacia delante, perturbando una pequeña cantidad cada uno de los parámetros del modelo y calculando sus respuestas con el algoritmo de Dey y Morrison (1979). En vez de suponer un error porcentual uniforme en las resistividades aparentes, se considera que los voltajes pequeños están más afectados por el ruido que los voltajes grandes, suponiendo que el ruido en los voltajes se comporta como una ley de potencia más una componente aleatoria. Como ley de potencia se tomó un promedio de las estimaciones presentadas por Zhou y Dahlin (2003), a la que se le suma ruido aleatorio. Los errores en las diferencias de potencial se estiman con propagación de errores y se consideran varias realizaciones del ruido. Se analizan dos tipos de tendidos electrodíscos. En el Tendido 1 se considera el mismo número de resistividades aparentes para cada uno de los cinco arreglos; en el Tendido 2 la distancia entre los electrodos más separados es la variable que se mantiene constante. Este último tendido simula la situación de campo de levantamientos de tomografía con equipos multielectrodíscos. En la mayoría de los casos en ambos tendidos el parámetro más sensible es la profundidad a la cima del cuerpo (D) y el menos sensible es el espesor (T). En el Tendido 1 el orden de sensibilidad de los arreglos es, de mayor a menor: polo-polo, polo-dipolo, Wenner, Schlumberger y dipolo-dipolo. El mismo orden se presenta en el Tendido 2, con la excepción de que el arreglo Schlumberger presenta mayores sensibilidades que el Wenner. Numéricamente el arreglo polo-polo se simula simplemente ignorando los dos electrodos al infinito. En la práctica de campo estos dos electrodos son colocados a una distancia grande de la zona de estudio, lo cual fue simulado en los experimentos numéricos. Las sensibilidades de este arreglo, llamado polo-polo4, son menores que las del polo-polo, pero siguen siendo mayores que las de los otros arreglos.

EG-10

CARACTERIZACIÓN DE UNA PORCIÓN DEL ACUÍFERO DE LA CUENCA DE MÉXICO EN LA ZONA DE CIUDAD UNIVERSITARIA CON TEM

Sagahón López Edgar Jesús¹, Arango Galván Claudia²,
Macías González Héctor Luis³ y Salas Corrales José Luis⁴

¹Facultad de Ingeniería, BUAP

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Facultad de Ingeniería, UNAM

⁴Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

sagacapi_013@hotmail.com

El crecimiento poblacional así como el desarrollo alcanzado en los últimos años han generado de manera conjunta un incremento en la demanda de servicios para satisfacer necesidades básicas, entre las que se encuentra el abastecimiento de agua potable.

Con los antecedentes expuestos y dentro del marco de un proyecto para estudiar una porción del acuífero de la Cuenca de México en la zona de Ciudad Universitaria en el Distrito Federal, se propuso la aplicación del método transitorio electromagnético para contribuir a la caracterización del mismo a partir de la integración de datos geofísicos e hidrogeológicos. Así, esta primera parte del estudio pretende mostrar los resultados obtenidos a lo largo de un perfil de sondeos electromagnéticos en las inmediaciones de la zona deportiva de CU. En la sección geoelectrica se observa que los horizontes superficiales altamente resistivos muestran correlación con los basaltos más recientes de la formación Chichinautzin. Subyaciendo estos horizontes se encuentran capas de resistividad menor que se asocian a unidades de la Formación Tarango, y que probablemente sean las que constituyan el acuífero. La sección geoelectrica preliminar muestra consistencia con la información geológica disponible así como con los datos de una prueba de bombeo realizada en uno de los pozos de abastecimiento cercano a la zona prospectada.

EG-11

PROSPECCIÓN GEOFÍSICA EN ACUÍFEROS FRACTURADOS EN LA MESA CENTRAL MEXICANA. CASO CD. SATÉLITE, S.L.P., MÉXICO.

López Loera Héctor, Ramos Leal José Alfredo y Steinich Birgit
División de Geociencias Aplicadas, IPICYT
hlopezl@ipicyt.edu.mx

El trabajo que se presenta tiene como objetivo dar a conocer una metodología geofísica que muestra la potencialidad que tiene la combinación de métodos naturales e inducidos en la localización de acuíferos confinados en zonas de fallas. Los estudios se inician con una interpretación de la magnetometría aérea, buscando principalmente lineamientos aeromagnéticos asociados con bajos magnéticos, los cuales se correlacionan con zonas de falla, y/o fracturas y/o contactos geológicos en donde los minerales ferromagnéticos se han oxidado debido a su asociación con zonas de recarga. Estos lineamientos aeromagnéticos son verificados en tierra por medio de la magnetometría terrestre. Una vez ubicadas estas áreas interpretadas como zonas de permeabilidad se procede a confirmar su posible asociación con zonas húmedas, por medio de la técnica del SEV. Las curvas que muestren en su morfología o en una parte de ella un tipo H, se asocian con la presencia de zonas de humedad. Esta metodología a dado muy buenos resultados en la prospección de agua subterránea en la Mesa Central Mexicana.

EG-12

UN MODELO 3D DE LA DENSIDAD DEL SUBSUELO EN EL GRABEN DE ESPINO: UN ALAUCÓGENO JURÁSICO EN EL ORIENTE DE VENEZUELA

García Abdeslem Juan¹, Regalado Sosa Jimmy José² y Cerquone Ravelo Hugo Rafael²

¹División de Ciencias de la Tierra, CICESE

²PDVSA

jgarcia@cicese.mx

Como parte de un programa de generación de oportunidades de exploración petrolera en el oriente de Venezuela, hemos obtenido un modelo 3D de la densidad del subsuelo en la región del Graben de Espino, mediante la inversión lineal de anomalías de gravedad residual isostática. El modelo obtenido sugiere que en la región central del Graben la columna sedimentaria es de al menos 6500 m de espesor. En el modelo se interpreta que la superficie cuyo contraste en densidad es cero corresponde al basamento Paleozoico. En esa superficie se observa una región cóncava hacia arriba, en cuyos bordes sur y norte se aprecian paredes inclinadas de manera consistente con las fallas que delimitan el Graben. Se interpreta que en la región cóncava, donde el contraste en densidad es negativo, corresponde a las secuencias sedimentarias que rellenan el Graben y fueron depositadas durante el periodo de extensión cortical en el Jurásico, alcanzando un espesor de 3500 m. La porción más somera del modelo sugiere estratos poco deformados de hasta 3000 m de espesor y se interpreta

que corresponden a las secuencias sedimentarias depositadas posterior al episodio de extensión cortical.

EG-13

ESTIMACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE LA TEMPERATURA DE CURIE EN EL GOLFO DE MÉXICO USANDO MÉTODOS DE APROXIMACIÓN EXPONENCIAL

Rosales Rodríguez Joel¹ y William Bandy²

¹Geociencias, IMP

²Instituto de Geofísica, UNAM

jrrodri@imp.mx

El estado termal de las cuencas sedimentarias puede ser definido a partir de los registros de temperatura de pozos perforados, sin embargo, en áreas exploratorias como el Golfo de México, su estado termal puede ser estimado a partir de la extrapolación de las condiciones termales de áreas adyacentes o bien partir de metodologías de inversión de datos geofísicos (magnéticos o velocidades sísmicas). Las metodologías de inversión de datos geofísicos permiten estimar cualitativa y cuantitativamente el estado termal en la base de las cuencas sedimentarias y/o de las capas superiores de la estructura interna de la Tierra.

Las metodologías de inversión de los datos magnéticos permiten estimar la profundidad de la base de la fuente magnética, que termalmente es referida a la isoterma de -580°C (Temperatura de Curie), temperatura a la cual las rocas pierden sus propiedades magnéticas.

Para el caso del Golfo de México fue usada la metodología de aproximación exponencial para la estimación de la profundidad de la temperatura de Curie. Los datos magnéticos se tomaron de la integración hecha para el Mapa de la Anomalía Magnética de Norteamérica, trabajándose en tres ventanas de análisis de 100x100 Km, 150x150 Km y de 200x200 Km, con un traslape entre cada área de ~ 50 Km.

En la ventana de análisis de 100x100 km las profundidades promedio varían entre 21 y 26 Km, mientras que las mayores profundidades son mayores a los 37 Km, éstas últimas distribuidas de manera puntual. Las profundidades obtenidas presentan una tendencia NE-SW. En la ventana de análisis de 150x150 Km se observan profundidades promedio menores a 24 Km en la parte noreste del Golfo y mayores a los 24 Km en la parte central del Golfo, con una tendencia hacia el NNW-SSE. Finalmente, en la ventana de 200x200 Km se observan dos áreas de profundidades promedio de 20 Km y dos áreas con profundidades mayores a los 28 Km en el norte y noroeste del Golfo.

De acuerdo a las profundidades de la cima del manto obtenidas por sísmica de refracción, la mayor parte de las profundidades de la temperatura de Curie en las ventanas de análisis de 100x100 Km y 150x150 Km caen dentro del manto superior, mientras que las profundidades obtenidas en la ventana de análisis de 200x200 Km están en la parte inferior de la corteza.

Con un análisis cualitativo entre la temperatura estimada a una profundidad de 3 Km bajo fondo marino, obtenida a partir de mediciones de temperatura en fondo marino, es posible observar que las menores temperatura corresponden a las mayores profundidades obtenidas en las ventanas de análisis de 100x100 Km y 150x150 Km.

Considerando que el valor de la temperatura de Curie depende del tipo de rocas que constituyen la corteza, para la cuantificación de la temperatura de las profundidades estimadas será analizado e integrado el modelo de apertura del Golfo de México que permita interpretar las variaciones litológicas de las rocas de la corteza.

EG-14

MODELADO POR INVERSIÓN Y DIRECTO DE PERFILES GRAVIMÉTRICOS EN LA SECCIÓN CENTRAL DEL SEMIGRABEN DE AMECA

Alatorre Zamora Miguel Ángel y Romero Velasco Saira Patricia
Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, UDG
alatorre2004@hotmail.com

El semigraben de Ameca se considera una depresión tectónica del interior del denominado Bloque Jalisco. Esta área reviste un particular interés, ya que ahí se localiza la población de Ameca, que posee un gran potencial económico para el Estado de Jalisco. Fenómenos de desplazamientos principalmente verticales del subsuelo han dañado de consideración a la infraestructura urbana de esta población, lo que ha conducido a la realización de estudios geológicos y geofísicos iniciales que poco han aportado al entendimiento de esta problemática.

Recientemente se han realizado varios levantamientos geofísicos en este semigraben, que incluyen adquisición de datos en líneas de tomografía resistiva y mediciones gravimétricas de detalle y a escala más regional a cada 200 o 300 metros. Un estudio en el que se analizan datos aeromagnéticos con la

técnica de la deconvolución de Euler muestra la distribución de las fallas del basamento magnético en gran parte del semigraben, indicando una posible predominancia de estructuras y tectónica con direcciones NW-SE (Aviña, 2009). La interpretación de la información gravimétrica permitirá describir y definir el comportamiento tectónico al interior del Bloque Jalisco.

El área que se investiga mediante la técnica de modelado directo descrita por Talwani y mediante inversión en 1 y medio D deconvolucionando con una función SINC sobre la anomalía residual de segundo grado, corresponde a la sección central del semigraben, incluyendo a la ciudad de Ameca. Esta área es un valle aluvial rodeado de una geología relativamente sencilla, con bloques graníticos y andesíticos sobresaliendo al norte y basculados en la misma dirección, con cuerpos de menor altitud al sur, conformados básicamente de rocas sedimentarias aparentemente miocénicas. Su tectónica es más compleja. Varias fallas superficiales atraviesan el área, destacando tres en el extremo occidental con direcciones NWW-SEE y NNE-SSW. La anomalía residual se caracteriza por un amplio mínimo flanqueado por dos máximos al norte y sur, todos alargados W-E. El mínimo al centro propone una depresión delimitada por una amplia falla W-E en su parte norte; además, un ligero levantamiento central al sur de la depresión divide a todo el rasgo anómalo W-E en dos.

Los modelos por inversión que cruzan norte-sur (perfiles A, B y C) muestran un mínimo asimétrico con el depocentro cargado hacia el norte. Especialmente en los perfiles B y C, en los que la topografía del basamento es idéntica. En ellos un bloque se eleva ligeramente al centro y el basamento profundiza a más de 1000 metros. La topografía del basamento muestra la basculación de dos bloques hacia el norte, presentando la ocurrencia de dos fallas "maestras" y no de una sola, que parecen orientarse W-E.

EG-15

APLICACIÓN DE MÉTODOS GEOFÍSICOS EN EL ESTUDIO DE LA ESTRUCTURA CORTICAL EN LA PARTE CENTRAL DE LA SIERRA GORDA DE QUERÉTARO

López Valdivia Erika Nallely¹, Gómez González Juan Martín¹ y Yutsis Vsevolod²

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
erika_love552@hotmail.com

Se presenta el análisis de datos sísmicos, gravimétricos y aeromagnéticos para caracterizar el NE de la Sierra Gorda de Querétaro. En esta zona varias poblaciones han resentido la ocurrencia de sismos desde finales del 2007. Para identificar las probables estructuras activas en la región llevamos a cabo un estudio lo más integral posible. El área principal de estudio es de aproximadamente 9 x10 km² y comprende la cabecera municipal de Landa de Matamoros y alrededores. Con base en el análisis espacial de sismicidad local reciente identificamos algunos patrones de actividad, por lo que aplicamos el método gravimétrico y realizamos la interpretación de cartas aeromagnéticas (López-Loera). Se analizaron los datos sísmicos registrados de noviembre de 2007 a septiembre de 2010 con la red sísmica temporal Landa (RSTL), la cual está en operación desde 2007. Esta red consta de siete sismógrafos digitales de velocidad triaxiales de periodo corto. En dicho periodo se registraron más de 3000 eventos (León-Loya), de los cuales relocalizamos aproximadamente 300 epicentros locales ($-h < 10$ km y con $ML < 3$). El levantamiento gravimétrico consta de 353 puntos de medición, colectados con un gravímetro CG-5 SCINTREX. Los datos fueron procesados aplicando todas las correcciones estándar de un levantamiento terrestre, incluyendo la corrección por efecto topográfico, la cual fue llevada a cabo utilizando un modelo digital de terreno. En los mapas de anomalía de Bouguer completa, con densidades de referencia de 2.3 y 2.67 gr/cm³, identificamos un par de dominios principales, uno al NE del área de estudio, con altos gravimétricos entre -90 y -106 mgal, el otro se localiza al SW de la zona con valores de -97 y -113 mgal, estas regiones son consistentes con los dominios magnéticos observados en las cartas aeromagnéticas. La información obtenida permitió la elaboración de cuatro modelos geológicos-geofísicos en los cuales se delinea la interfase existente entre las rocas sedimentarias y el basamento subyacente, además de proporcionar una estimación de su profundidad. La integración de datos geofísicos y la geología disponible del lugar sugiere un lineamiento estructural con una orientación NW-SE, típica de la mayoría de las estructuras geológicas contemporáneas a la formación de la Sierra Madre Oriental. Los monitoreos muestran que la sismicidad es más persistente e importante de lo que hasta ahora se creía. Dicha actividad coloca a esta parte del país posiblemente como una de las zonas intraplaca más activas del país. Entre las contribuciones inmediatas a la sociedad tenemos que esta información permitirá a las autoridades y a la población estar alerta sobre la ocurrencia de sismicidad y adaptarse a nuevas condiciones que ellos desconocían o minimizaban, así como tomar las precauciones necesarias ante la ocurrencia de nuevos episodios sísmicos.

EG-16

INTEGRACIÓN DE DATOS GRAVIMÉTRICOS, MAGNETOMÉTRICOS Y GRADIOMÉTRICOS PARA LA APROXIMACIÓN ESPACIAL DE FUENTES POR DECONVOLUCIÓN DE EULER 3D

Zapotitla Román Julián¹ y Ortiz Alemán José Carlos²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto Mexicano del Petróleo
yoselo19@hotmail.com

La necesidad de contemplar diferentes prospecciones en el ámbito geofísico es primordial para enfrentar el problema de la no unicidad en la solución de los problemas en campo, por este motivo realizamos la integración de metodologías para la interpretación de datos magnéticos, gravimétricos y gradiométricos.

Utilizando la ecuación de homogeneidad de Euler determinamos la localización de las fuentes referentes al campo gravimétrico y magnético. El enfoque es utilizar las observaciones de gradiometría gravimétrica para resolver de manera similar la ecuación de Euler; debido al tamaño de la ventana y el número de observaciones formamos un sistema sobredeterminado de ecuaciones que resolvemos por mínimos cuadrados. Una vez realizado el cálculo se tendrá la ubicación X, Y, Z de la fuente caracterizada por un índice estructural, campo ambiental y un tamaño de ventana traslapada que recorrerá la malla de observación generando fuentes sobre la anomalía. A las soluciones propuestas se aplica un criterio de aceptación en función de la incertidumbre de las mismas, de esta forma se aceptan las soluciones que cumplan con una tolerancia establecida. Las soluciones se observan sobrepuestas en los planos de anomalía con círculos que describen la ubicación de las fuentes con un diámetro proporcional a la profundidad de la fuente.

Los cálculos se realizan con modelos sintéticos con fuentes controladas para la evaluación de los programas realizados.

EG-17

INDICIOS DE LA EVOLUCIÓN GEOLÓGICA DEL SURESTE DE MÉXICO REFLEJADOS EN EL COMPORTAMIENTO DE DATOS AEROMAGNÉTICOS

Batista Rodríguez José Alberto y Camacho Ortigón Luis F.

Escuela Superior de Ingeniería, UAC

jabatistar@yahoo.com

Tomando como caso de estudio el área que conforma la carta magnética de campo total 1:250 000 de Nueva Rosita, se presentan y analizan diversas características del comportamiento de datos aeromagnético del NE de México, que muestran indicios sobre la evolución geológica experimentada por esta región, desde inicio del Mesozoico. La fragmentación de su basamento y la dinámica experimentada por estos bloques, a partir de la apertura y desarrollo del Golfo de México, así como la ubicación y probable evolución geológica de las cuencas y pilares tectónicos, constituyen los principales indicios geológicos analizados.

EG-18

RE-INTERPRETACIÓN DE DATOS SÍSMICOS DE REFLEXIÓN DEL SUBSUELO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Pérez Cruz Guillermo Alejandro

Facultad de Ingeniería, UNAM

gapc08@gmail.com

Se plantea una nueva metodología para el estudio del subsuelo de la ciudad de México basada en los datos originales adquiridos por Petróleos Mexicanos en 1986-1987 que incluyen perfiles sísmicos de reflexión, registros geofísicos de pozo y perfiles sísmicos verticales (VSP's). La metodología toma en cuenta la disponibilidad de los datos en formato digital y las nuevas herramientas de interpretación e integración en ambiente interactivo. De esta manera es posible visualizar los datos y las interpretaciones resultantes con mucho mayor detalle y hacer cálculos con mayor precisión. Mediante los datos de VSP y los registros sísmicos y de densidad se generan sismogramas sintéticos que permiten por un lado, identificar y seleccionar los principales horizontes de correlación en la cuenca reconociendo su respuesta sísmica característica, y por otro, obtener un campo de velocidades 3D que es empleado para la conversión a profundidad de los horizontes correlacionados.

La correlación y mapeo de fallas y horizontes emplea técnicas automáticas basadas en algoritmos robustos de correlación e interpolación mediante los que se genera una malla tridimensional que sirve de esqueleto para la construcción de modelos 3D de propiedades del subsuelo. A partir de los registros de los pozos: densidad, sísmico, rayos gama y resistividad, calibrados con datos litológicos de muestras de canal y de núcleo, se generan gráficas cruzadas mediante las que se obtienen propiedades que se correlacionan y propagan en toda la malla 3D. La propagación de propiedades es un proceso basado en

técnicas geoestadísticas que requiere supervisión cuidadosa en la selección de parámetros.

El modelo geológico final no solamente contiene los horizontes sísmicos en profundidad, sino además capas intermedias y zonas constituidas por celdas con propiedades físicas o petrofísicas del subsuelo. El modelo permite corroborar el relieve estructural y alto nivel de heterogeneidad vertical y lateral que tienen los depósitos lacustres, continentales y vulcano sedimentarios que han rellenado al valle de México en los últimos 40 millones de años. El relieve de la cima de las rocas calcáreas del Cretácico que sirven de basamento a la secuencia vulcano-sedimentaria, es producto del relieve estructural heredado de la orogenia Laramide, de la erosión, una vez que estas rocas fueron exhumadas y de fallamiento normal típico de una cuenca de intra-arco.

Aunque hay avances importantes en la construcción del modelo geológico de la cuenca México, existen áreas de oportunidades para estudiantes de licenciatura de las carreras de geología y geofísica en los siguientes temas:

1) Construcción de modelo de velocidades 3D de onda P, 2) Construcción de sismogramas sintéticos en las vecindades de los pozos profundos y calibración con las sísmicas de superficie, 3) Construcción de modelo de propiedades petrofísicas con base en la respuesta de registros geofísicos de pozo, entre otros.

Los modelos resultantes serán de gran utilidad para mejorar el conocimiento sobre la evolución geológica de la cuenca, la distribución vertical y lateral de facies vulcano-sedimentarias y la variación tridimensional de sus propiedades físicas (velocidad, densidad, impedancia acústica, etc). Además, podrán ser de utilidad en estudios geotécnicos, geohidrológicos y de sismicidad natural.

EG-19

PROPIEDADES DEL CAMPO DE ONDAS SÍSMICAS GENERADAS POR MAQUINARIA DE EXCAVACIÓN EN TÚNELES

Mondragón López Eloy, Gómez Martínez Roberto y Rodríguez González Miguel
Instituto de Ingeniería, UNAM
nightmarduk@comunidad.unam.mx

En el amplio mundo de la construcción de vías carreteras, en las que comúnmente es necesario la presencia de túneles, se han venido desarrollando sistemas que ayuden a garantizar el correcto avance en las obras de excavación. Uno de ellos es la metodología llamada Sísmica Mientras se Excava que emplea la vibración generada por las diferentes herramientas de perforación como fuente sísmica.

Esta metodología tiene sus orígenes en la perforación de pozos petroleros en los cuales se utiliza la sarta de perforación como fuente sísmica para generar señales que permitan prever las condiciones geológicas en las diferentes formaciones que vayan siendo atravesadas por la herramienta.

Realizamos una visita a los túneles que todavía están en construcción en la Súper carretera Durango-Mazatlán. En nuestro caso, hemos venido trabajando con los barrenos hechos para colocar los explosivos cuya función es devastar el material en el frente de excavación de un túnel. Estos barrenos son realizados por la maquinaria llamada Jumbo que puede ser de dos o tres brazos dotados con un sistema hidráulico con el que se hacen los barrenos y cuyas vibraciones son las que nos permiten registrar las señales con la información proveniente de la formación rocosa.

Dicha información es registrada durante los trabajos de barrenación empleando el registrador GEODE junto con un tendido de 24 geófonos de 4.5 Hz y otros 12 geófonos de 1000 Hz para lograr una cobertura mas amplia en la respuesta sísmológica de la formación. Se emplearon además dos sondas creadas en el Instituto de Ingeniería de la UNAM, que se empujaron en las paredes del túnel cuyas señales sirvieron como pilotos en el procesamiento.

Se usaron otros tres equipos, un acelerógrafo K2 acoplado con un sismómetro Guralp de banda ancha. El tercer equipo es un registrador de manufactura italiana junto con tres sensores. Estos equipos trabajaron al momento de realizar las explosiones multiblaster llamadas así por la separación en tiempo con la que se detonan los fulminantes. Dichos fulminantes tienen distintos tiempos de detonación para garantizar el correcto devastamiento del material en el frente del túnel.

Las señales registradas se procesaron obteniendo los espectros de potencia a cada explosión para verificar la respuesta de la formación a la excitación causada por los barrenos y los explosivos. También se les realizaron cros correlaciones para corroborar la información observada por los espectros de potencia hechos con la información de los registros explosivos.

Pretendemos generar un sistema que permita verificar las condiciones geológicas y garantizar un avance significativo y sin contratiempos en los ciclos de trabajo durante la excavación del túnel.

EG-20

INVERSIÓN SÍSMICA DE REFLEXIÓN 2D, MEDIANTE LA TÉCNICA DE OPTIMIZACIÓN PROGRAMACIÓN EVOLUTIVA

Marroquín Navarro Luisa María, Méndez Delgado Sóstenes, Soto
Villalobos Roberto, Almaguer Martínez Javier y Dávila Torres Raúl
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
luisa.marroquin.navarro@gmail.com

El uso de técnicas heurísticas de optimización hoy en día, nos ha permitido dar soluciones a problemas de gran complejidad que involucran una gran cantidad de variables a resolver y que no tienen una solución analítica posible, tal es el caso del problema inverso, que consiste en utilizar el resultado real de algunas mediciones para inferir los valores de los parámetros que caracterizan el sistema, debido a que el problema inverso en general, no tiene una solución única, si no una infinidad de soluciones posibles, se ha recurrido a técnicas aleatorias para poder explorar mejor el espacio de búsqueda. Es por eso que en la presente investigación se utiliza una metaheurística de optimización conocida como Programación Evolutiva inspirada en la evolución de las especies como un proceso de aprendizaje y adaptación, es decir, la capacidad de una población de especies de adaptar su comportamiento a su entorno, con el fin de cumplir tareas específicas, incrementando su capacidad de búsqueda de alimento, apareamiento y supervivencia. En la literatura existen varios métodos que dan solución a la inversión de datos sísmicos, infiriendo los parámetros de velocidad, profundidad y buzamiento del estrato para sísmica de reflexión, como lo son el Método de Green y el Método de Dix, sin embargo, en la actualidad se cuenta con la potencia de cálculo de las computadoras para automatizar la determinación de los parámetros del medio y dichos métodos han caído en desuso. En este trabajo se presenta una solución al problema de inversión sísmica de reflexión 2D de un medio estratificado isotrópico y homogéneo, calculando el tiempo mínimo de recorrido del rayo entre el punto de la ubicación de la fuente y la ubicación del receptor, mediante la ecuación del tiempo de arribo utilizando la técnica de optimización Programación Evolutiva, dicha ecuación no solo nos permite obtener los parámetros de Velocidad, Profundidad y Buzamiento del medio, si no también nos permite encontrar las posiciones por donde el rayo se refleja o se transmite a través de un estrato a otro. Este tipo de técnicas tienen una amplia gama de aplicaciones, entre las cuales está la exploración de hidrocarburos y el procesamiento de datos sísmicos, generando una imagen del subsuelo en la cual se puede determinar la forma y profundidad de los reflectores, produciendo un modelo del subsuelo que se asemeja al subsuelo real, a partir de las mediciones de datos reales.

EG-21

TRAZADO DE RAYOS SÍSMICOS UTILIZANDO PROGRAMACIÓN EVOLUTIVA

Dávila Torres Raúl Federico, Méndez Delgado Sóstenes, Soto
Villalobos Roberto, Almaguer Martínez Javier y Marroquín Navarro Luisa
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
rauldavilatorres@gmail.com

La complejidad de los problemas que no pueden ser resueltos analíticamente debido a la enorme cantidad de variables involucradas, y la necesidad de obtener procedimientos eficientes para una solución computacional óptima, ha orillado a los investigadores a buscar alternativas diferentes al planteamiento analítico. Tal es el caso de nuestra investigación en donde utilizamos una metaheurística de optimización conocida como Programación Evolutiva, inspirada en las estrategias evolutivas utilizadas por las poblaciones de especies en la naturaleza para adaptarse a su entorno, incrementando su capacidad de supervivencia, apareamiento y búsqueda de alimento. Actualmente se cuenta con una amplia gama de técnicas para trazado de rayos como lo son el método del disparo, el método de flexión y el método del camino más corto por mencionar algunos; sin embargo, diseñar y probar nuevos enfoques en este tipo de problemas enriquece el avance global, en términos de tecnología y ciencia geofísica. En este trabajo se presenta una solución al problema de determinar la trayectoria de una onda sísmica a través de un medio estratificado, comúnmente conocida

como técnica del trazado de rayos sísmicos. Se hace un seguimiento de la trayectoria a través de los estratos con distinta densidad o velocidad. Se supone que el medio bidimensional es elástico, esto es, no disipativo, e isotrópico, calculando el tiempo mínimo del recorrido del rayo entre el punto de disparo y la ubicación del receptor, determinado por la ecuación de tiempos de arribo, implementando una metaheurística de optimización. Tal ecuación no solo nos permite obtener el tiempo de arribo, si no también nos permite saber cuáles son los puntos de la interface donde el rayo se refracta y pasa de un estrato a otro o se refleja en dirección al geófono. La ubicación de estos puntos de transición nos permite corroborar la Ley de Snell de la óptica geométrica. Este tipo de técnicas frecuentemente utilizadas en la exploración de hidrocarburos permite visualizar la respuesta del modelo ante la propagación de ondas según los parámetros establecidos en él. Esto se puede hacer para cada uno de los estratos mostrando la trayectoria de los rayos con el objetivo de ajustar los parámetros a fin de asegurar la mejor iluminación de los objetivos, así como

validar los modelos geológicos y, en consecuencia, llevar a cabo un mejor diseño de adquisición con la finalidad de mejorar los datos a obtener.

EG-22

EXPLORACIÓN SÍSMICA QUE EMPLEA COMO FUENTE EQUIPO DE AUDIO

Herrera Juárez Viridiana y González Fernández Antonio
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
vherrera@cicese.edu.mx

Hoy en día los métodos sísmicos constituyen una de las herramientas geofísicas más útiles en la exploración del subsuelo debido a su alta resolución, precisión y gran penetración. La principal limitación en los estudios someros es la velocidad de adquisición de información en campo: si se usa un marro es necesario golpear varias veces. Además la forma de la onda producida es muy variable. Las caídas de peso son más consistentes pero costosas, los explosivos toman tiempo para hacer perforaciones, aunado al problema evidente de su manejo, por otro lado las municiones también son problemáticas en México, debido al control de armas.

Por todo ello el presente trabajo desarrolla una nueva técnica de generación de ondas, basada en audio con el fin de reducir el tiempo de trabajo. Existen equipos con energía suficiente para desarrollar investigaciones a profundidades someras (decenas de metros). Se plantean dos alternativas: bocinas y vibradores, ambos utilizados en la reproducción de música y películas por cada fuente. Tanto en los registros correspondientes a la bocina como al vibrador las velocidades de las ondas son similares a las obtenidas mediante el uso de marro, por lo tanto, se procedió a elaborar un modelo de capas para cada fuente empleada.

Se probaron tanto formas de onda impulsivas como barridos de frecuencias. Uno de los atributos de esta técnica propuesta es que las formas de onda son controlables a través de los archivos de audio.

Finalmente se realizó una línea de refracción sísmica con 24 geófonos separados un metro cada uno empleando la bocina, el vibrador y el marro, con el fin de comparar la respuesta del terreno ante las vibraciones producidas por cada fuente. Tanto en los registros correspondientes a la bocina como al vibrador las velocidades de las ondas son similares a las obtenidas mediante el uso de marro, por lo tanto, se procedió a elaborar un modelo de capas para cada fuente empleada.

EG-23

APLICACIÓN DE LA ESPECTROMETRÍA DE RAYOS GAMMA EN LA EXPLORACIÓN DE URANIO

Cid Villegas Gonzalo
Gerencia Regional Norte, SGM
gozalo21xy@hotmail.com

El servicio Geológico mexicano a través de la Dirección de minerales energéticos es el encargado de la exploración y evaluación de yacimientos de gas asociado al carbón, minerales energéticos y carbón. Esto es de acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, donde el punto primordial es asegurar el suministro de insumos energéticos para satisfacer la creciente demanda del país.

Dentro de este trabajo se mencionan los trabajos de revaluación y exploración del SGM dentro de los proyectos: "La Coma", "Peña Blanca" y "Los Amoles", considerados los proyectos uraníferos más importantes del país. Además de la metodología de trabajo donde existe la conjunción de trabajos geológicos y geofísicos buscando la optimización en la exploración de nuevos blancos de exploración.

Una herramienta indispensable para la exploración de nuevos yacimientos de Uranio ha sido la espectrometría de Rayos gamma aérea y terrestre, además de los registros geofísicos de rayos gamma (K-U-Th) que rigen el mismo principio de medición. Dichas herramientas han complementando a los trabajos geológicos.

Las anomalías detectadas por el método aéreo determinan zonas de interés, las cuales a través de una verificación en campo son jerarquizadas de acuerdo a las intensidades reconocidas en campo. De igual manera al realizar barrenos exploratorios se utilizan los registros de rayos gamma para determinar de manera preliminar el contenido de uranio en la formación.

EG-24

DESARROLLO Y PRIMERAS PRUEBAS DE UN CABLE DE REGISTRO SÍSMICO TERRESTRE

González Fernández Antonio, Herrera Juárez Viridiana y Gradilla Martínez Luis Carlos
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
mindundi@cicese.mx

El trabajo habitual de exploración sísmica en tierra consiste en la instalación, levantamiento y nueva instalación de geófonos. Este proceso es laborioso, necesita de personal y toma tiempo. En ciertos terrenos tales como caminos y zonas pavimentadas es más eficiente el uso de un arreglo de geófonos arrastrado por un vehículo, haciendo contacto a través de placas metálicas en lugar de estar clavados. Este tipo de contacto pierde un poco de señal respecto a los geófonos clavados, pero las ganancias en eficiencia de operación compensan esta deficiencia.

El objetivo principal de este cable de registro sísmico es mantener un bajo costo de construcción. Se utilizan materiales sencillos y económicos que puedan ser adquiridos fácilmente. Se utilizan geófonos de frecuencia natural alta (28 Hz) para que no se vea afectado su funcionamiento aunque estén algo inclinados. El espaciado entre geófonos es de 1 m. Los geófonos se atornillan a una placa de aluminio y ésta a su vez se atornilla a una placa de acero. Los tornillos hacen las veces de patas en la parte inferior. Entre las dos placas pasa una cinta plana reforzada y resistente a la abrasión que sirve para arrastrar el arreglo y para guiar los cables que comunican los geófonos con el equipo de registro. La cinta queda prensada entre las dos placas, sin perforaciones. Los cables de comunicación son pares trenzados procedentes de cables para red Ethernet. Se fijan a la cinta con cinchos de nylon. La base de acero proporciona un centro de gravedad bajo, pero para asegurar que los geófonos no se voltean se pueden añadir unos ganchos de ropa a modo de alas que aseguren la estabilidad. Si bien el acero se oxida con facilidad y puede dañarse en el arrastre con el terreno, se prefiere a otros metales más duraderos pero mucho más costosos, pues resulta económica su sustitución.

Se presentan las primeras pruebas de este equipo, en una línea de sísmica de reflexión registrada en el Valle de Maneadero (Ensenada, B.C.).

EG-25

SÍSMICA DE REFLEXIÓN EN LAGUNA SALADA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Gallardo Mata Clemente German, González Escobar Mario,
Pacheco Romero Martín Francisco y Arregui Ojeda Sergio Manuel
CICESE
gegallar@cicese.mx

La evolución tectónica del noroeste de México está relacionada con diversos procesos ligados con los cambios en los límites entre las placas Norteamérica y Pacífico, inicialmente evoluciono de un régimen de subducción, seguido de uno de rift continental, posteriormente a un rift oceánico. Estos cambios de régimen origino la extensión de la parte este de la Península de Baja California. Esta zona se le conoce como Provincia Extensional del Golfo. La cuenca de Laguna Salada en el norte de Baja California, México, se localiza dentro de esta Provincia. Es una cuenca lacustre estructuralmente controlada por un semigraben con subsidencia activa producto de la tectónica transtensional del Golfo de California. Cubre una área ~ 697 km. Se ubica a unos 30 km al este de Mexicali, tiene una elongación hacia el noroeste, con ~ 100 Km de longitud y ~ 23 km de ancho en su parte más amplia. Está limitada por dos sistemas de sierras en sus flancos, la Sierra de Juárez al oeste y las sierras Cucapá y el Mayor al este. El conocimiento de las características tectónico-estratigráficas, en virtud, a estudios petrográficos, sedimentológicos, paleontológicos y estructurales realizados en esta zona a dado paso a la generación de nuevas investigaciones. A través de un convenio de cooperación entre PEMEX-CICESE del prospecto exploratorio "Delta del Río Colorado" se ha tenido acceso a datos de estudios geofísicos del subsuelo realizados por dicha empresa en esa región. Se presentan resultados a partir del proceso e interpretación de líneas sísmica de reflexión 2D multicanal que fueron levantadas en el sector central de la Laguna Salada. Dentro de estos resultados se muestra la configuración de basamento acústico, fallas geológicas y horizontes sísmicos que han sido correlacionados con información de Pozos, propiedad de la Comisión Federal de Electricidad que realizo con fines exploratorios geotérmicos perforados a finales de los años 90's.

EG-26

INCREMENTO DE FRECUENCIA Y RESOLUCIÓN EN REPRESENTACIÓN SÍSMICA

Centeno Miranda Mario Alfonso y Chávez Pérez Sergio
Dirección de Exploración y Producción, IMP
 macentenom@hotmail.com

La resolución sísmica es un tema fundamental en la exploración petrolera. El incremento del contenido de frecuencia de los datos sísmicos, persigue obtener imágenes del subsuelo que resalten rasgos geológicos de interés, buscando mejorar la resolución vertical y facilitando la interpretación y caracterización geométrica de posibles zonas productoras de hidrocarburos. No obstante los esfuerzos por mejorar la resolución vertical desde la adquisición y el procesamiento, ya sea por el alto costo de las nuevas tecnologías o porque los resultados no cumplen las expectativas, a menudo resulta más conveniente atacar el problema en la etapa de interpretación mediante el postprocesamiento de datos sísmicos. Además de las técnicas de incremento de frecuencia ofrecidas por compañías de servicios geofísicos, existen alternativas que por su sencillez pueden ser implementadas fácilmente y de manera libre, sin necesidad de licencias comerciales. Algunas otras, en continuo desarrollo y accesibles gracias a consorcios académicos de investigación, prometen resultados útiles. En este trabajo, presentamos ejemplos de mejora de frecuencia en datos sísmicos marinos de PEMEX Exploración y Producción, empleando las técnicas del negativo de la 2a derivada, la 4a derivada, un multiplicador de fase y filtrado orientado a estructuras con balanceo espectral, para demostrar su factibilidad, con recursos computacionales convencionales. Apoyándonos en resultados de pruebas numéricas con datos sintéticos, concluimos que el incremento de frecuencia no necesariamente implica ni garantiza el deseado incremento de resolución vertical.

EG-27

SOBRE EL SOBRETIEPO NORMAL NO HIPERBÓLICO: CAUSAS Y RAZONES

Gómez Reyes Douglas Alberto, Centeno Miranda Mario Alfonso y Chávez Pérez Sergio
Dirección de Exploración y Producción, IMP
 aoxdoug@gmail.com

En este trabajo revisamos el concepto de heterogeneidad versus anisotropía para explicar las causas y razones del sobretiempo normal no hiperbólico en datos sísmicos de reflexión.

En condiciones reales, el subsuelo presenta una combinación de heterogeneidad, reflectores de geometría curvilínea e isotropía no elíptica. La correcta estimación de la desviación del sobretiempo normal de una geometría hiperbólica respecto de una no hiperbólica, permite estimar mejor el tiempo de viaje de la energía sísmica y corregir errores en el procesamiento de los datos sísmicos, a la par que proporciona información adicional sobre el medio. El sobretiempo normal no hiperbólico en medios homogéneos con isotropía transversal con eje vertical de simetría es equivalente al de un medio isótropo de heterogeneidad lateral de poco contraste. Es importante conocer las causas y posibles razones del sobretiempo normal no hiperbólico, e ilustrarlas con ejemplos sintéticos, canónicos y de utilidad práctica y conceptual. Así, el geocientífico puede ponderar que, bajo ciertas circunstancias, la anisotropía del medio puede explicarse en términos de la heterogeneidad del subsuelo.

EG-28

SÍSMICA DE REFLEXIÓN EN LA REGIÓN CENTRAL DEL DELTA DEL RÍO COLORADO, B.C., MÉXICO

Sánchez García Ana Cristina, González Escobar Mario, Pacheco Romero Martín Francisco y Arregui Ojeda Sergio Manuel
 CICESE
 acrisan@cicese.edu.mx

Debido a que los deltas a menudo resultan en importantes cuencas sedimentarias favorables al depósito, maduración y entrapamiento de hidrocarburos, PEMEX colectó hacia finales de los años 70's y principios de los 80's datos de sísmica de reflexión terrestre 2D multicanal en la región del Delta del Río Colorado. Gracias a un convenio entre la paraestatal y CICESE se pudo acceder a estos datos para la realización de este trabajo, en el que se presentan resultados derivados del proceso e interpretación de líneas sísmicas que no habían sido trabajadas anteriormente. La información sísmica se registró con un arreglo de 48 canales, distancia de 50m entre geófonos, utilizando dinamita como fuente de energía y con un tiempo de grabación de 6s. El delta se encuentra limitado al oeste con las Sierras Cucapah y El Mayor, mientras que al este termina en el escarpe de la mesas de Yuma y San Luis Río Colorado en Sonora. El análisis de los datos procesados permitió encontrar estructuras relacionadas con la sismicidad en este sector.

EG-29

PROGRAMA DE ADQUISICIÓN Y PROCESADO DE DATOS SÍSMICOS OBTENIDOS A PARTIR DEL CONO SÍSMICO CON REGISTRO DE VERTICALIDAD

Rojas Hernández Rodrigo¹, Rodríguez González Miguel¹,
 Fernández Ramírez Sixto² y Ortega Ruiz Mauricio³

¹Instituto de Ingeniería, UNAM

²Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil, CFE

³Universidad del Valle de México

rrojash@iingen.unam.mx

En la exploración geotécnica los ensayos de penetración directa han tenido una evolución sostenida, en donde sobresalen las pruebas de penetración estándar (SPT), el ensayo de penetración de cono (CPT), presurómetro (PMT), el dilatómetro plano (DMT) y veleta de corte (VST) (Mayne et al., 2001). En México la prueba de penetración de cono se hace desde los años 60 (Santoyo et al., 1989). El cono sísmico es una derivación moderna del ensayo CPT; cuando al cono se le adicionan sensores sísmicos, se puede determinar adicionalmente la velocidad del medio in situ y la prueba se denomina como prueba de penetración con cono sísmico o SCPT.

Se construyó una sonda que actualmente es un prototipo de laboratorio que aloja dos sensores de movimiento del terreno, los sensores son geófonos omnidireccionales con frecuencia natural de 28 Hz separados a un metro entre sí. Consta adicionalmente, de un dispositivo con el cual se obtiene un registro de verticalidad (Azimut, Inclinación y desplazamiento en la Horizontal). La información obtenida durante el ensayo se lleva a superficie para su control y almacenamiento.

Actualmente se puede realizar la adquisición de la información generada por los geófonos mediante un registrador que cuenta con un conversor analógico-digital de 14 bits con capacidad para 8 canales y alimentado por el bus USB. La cadencia de muestreo puede ser tan alta como 15 mil muestras por segundo, información que se manda a grabar en un ordenador portátil, en archivos de hasta un minuto. El inicio de la grabación se sincroniza mediante el sensor piezoeléctrico de disparo, conectado a la fuente generadora y a su vez al conversor.

Para poder dar inicio a la adquisición, el programa requiere la información mínima del sitio, así como definir el directorio en donde se genera la carpeta para almacenar la información. Habiendo establecido los parámetros de adquisición (profundidad total de la prueba, intervalos a la que se realizará la toma de datos, número de disparos por nivel, frecuencia de muestreo, duración del registro, etc.) el programa está preparado para iniciar la toma de datos. Adicionalmente, se puede realizar un cálculo de la velocidad de cortante en el sitio de estudio, ya que las ventanas de visualización de la señal permiten realizar un acercamiento a lo que se identifica como primer arribo y definir el tiempo que transcurre desde que se generó la señal hasta que se registró en los sensores de movimiento. Estos valores de tiempo y profundidad se guardan de manera automática en una tabla, con los cuales se realiza el cálculo preliminar, sin tomar en cuenta, por ahora, la corrección por desviación de la sonda durante el hincado.

EG-30

SECCIÓN DE GEORADAR A LO LARGO DE UNA TRINCHERA PALEO SÍSMICA

Villala y Mendoza Almendra, Hernández Flores Ana
 Paula, Fletcher John y Romo Jones José Manuel
 División de Ciencias de la Tierra, CICESE
 avillala@cicese.mx

El estudio y mapeo de la ruptura generada por el sismo Mayor-Cucapah del 2010 es clave para entender las relaciones entre segmentos de falla en la zona de deformación activa en el Norte de Baja California. Como parte de este estudio es muy importante investigar si existen rupturas paleo-sísmicas y si éstas muestran un patrón de ruptura semejante al de las rupturas encontradas después del sismo del 2010 o si es diferente. También es necesario estimar tiempos de recurrencia y revisar su consistencia con la teoría de sismos característicos.

En el mes de enero de 2012, el Dr. Fletcher, investigador de CICESE, junto con sus estudiantes realizaron siete trincheras a lo largo de las fallas Laguna Salada, Borrego y Paso Superior como parte de un estudio paleo sísmico detallado. La ubicación de las trincheras fue en los sitios de interés donde se encontró evidencia de más de un solo evento sísmico. El objetivo principal que motivó la realización de las trincheras es el corroborar la presencia de evento sísmicos prehistóricos y observar con detalle la secuencia estratigráfica, buscando los sitios apropiados para obtener muestras para el fechamiento absoluto de OSL "estimulo luminiscente óptico" y de la ruptura, basándose en las edades encontradas en los sedimentos sepultados entre un evento y otro.

A 20 metros de la cara sur de una de estas trincheras, realizamos un perfil GPR con una longitud de 45 m, abarcando más que la longitud total de la trinchera. En este perfil se tomaron datos con antenas de 200 y 100 MHz, con un arreglo de antenas co-pole perpendiculares al perfil. Una vez procesados

los datos e interpretadas las secciones en cuanto a localización de fallas y estratigrafía, se correlacionaron con un mosaico de fotos de la trinchera. Esto nos permitió comparar la resolución obtenida con ambas frecuencias y conocer la información que podemos recuperar del subsuelo.

EG-31

SISMOLOGÍA APLICADA EN LA ALBERCA OLÍMPICA DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, CIUDAD DE MÉXICO

Barrios Rodarte Adriana, Josepe Tavera Jack Brian, Mata Saavedra Dante, Suárez Martínez Raúl, Juárez Alcántara Itzel Alejandra, Lozada García Antonio, Galaviz Alonso Alberto, Lozada Rosas Karla, Parra Almanza Israel Saúl, Eulogio Luna Bonifacio y Salazar Peña Leobardo
Instituto Politécnico Nacional, ESIA Unidad Ticomán
adribarriosr@gmail.com

La alberca olímpica del Instituto Politécnico Nacional ubicada en la Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Zacatenco, ofrece servicios para prácticas deportivas, competencias institucionales y servicio a la comunidad politécnica. Durante los trabajos de mantenimiento realizados en el mes de abril del 2012, se detectaron oquedades debajo de la loza del tanque de almacenamiento. Así mismo el personal de mantenimiento reporto inusuales inundaciones en el cuarto de control del carrillón (campanario) localizado a un costado de la alberca. Estas anomalías fueron reportadas a la ESIA Unidad Ticomán Ciencias de la Tierra del mismo instituto.

Al llevar a cabo un recorrido técnico inicial se percato de otra manifestación que se adiciono a las reportadas con anterioridad y consistió de un leve hundimiento en la porción noreste de la alberca en dirección hacia el carrillón. Con todas las manifestaciones anteriores se procedió a llevar a cabo exploración electromagnética con Radar GPR y exploración sísmica. Esta última es la que se presenta en este trabajo.

La exploración sísmológica en la alberca consistió de la aplicación de tres métodos. El método de refracción para deducir velocidad de capa superficial. El método de registro de ruido sísmico ambiental con la aplicación de la técnica de SPAC en línea, para determinar el valor de onda S del subsuelo y su estratificación. Un tercer método fue la técnica de reflexión diferencial de onda P, innovada a partir de la determinación de la estructura 3D en estudios de agrietamientos, con la cual se determina además la tendencia en pendiente de la capa firme en el subsuelo.

Los datos se adquirieron en las inmediaciones de la alberca y en su entorno, abarcando la zona en donde se ubican las fuentes de agua para suministro de la alberca y en la zona donde se ubica el carrillón. Con el procesamiento de datos sísmicos y su interpretación, se determinaron muy bajos valores en velocidades de onda P y de onda S, manifestando un subsuelo de baja consistencia mecánica en términos geotécnicos. Esta baja consistencia mecánica del subsuelo se asocia con tres factores: materiales desecho de antiguas ladrilleras existentes en la zona. Materiales de relleno utilizados para la obra de construcción de la alberca y zonas húmedas y saturadas de agua como producto de desagüe de la propia alberca y fugas en la tubería de alimentación de la misma. La estructura 3D configura una superficie de capa firme que favorece escorrentías subterráneas diferenciales que aportan humedad y saturación de agua en diferentes zonas aledañas a la alberca incluido el carrillón.

EG-32

RESULTADOS FINALES DE UN LEVANTAMIENTO DE SÍSMICA DE POZO TIPO WALKAWAY PARA DEFINIR ESTRUCTURAS SALINAS

Peralta Ortega Sergio
Schlumberger, SLB
sortega2@slb.com

El área de estudio representa una alta complejidad estructural asociada a la tectónica salina existente en el área, esto afecta en gran parte a la calidad resolutive de la sísmica de superficie existente en el área. Durante la perforación de un pozo marino se detecto la aparición temprana de sal, que originalmente de acuerdo a la interpretación se preveía a una mayor profundidad esto causo algunos cambios y replanteamientos en la trayectoria de perforación de los subsecuentes pozos.

Se realizó un levantamiento de tres líneas de perfil sísmico vertical tipo walkaway que nos permitió tener una mayor resolución sísmica que los estudios actuales de sísmica de superficie ofrecían, con la finalidad de poder definir la presencia de un cuerpo salino. El total del estudio cubrió una longitud de 24Km, con puntos de disparos a cada 40m para dar un total de 600 puntos de disparos. La configuración de los sensores fue de 16 sondas de acelerómetros multicomponentes desplegados dentro del pozo en el intervalo de de 2800m a 3025m.

Finalmente las migraciones en profundidad presentaron un contenido de frecuencia de hasta tres veces más que la sísmica de superficie, por lo tanto mayor resolución y permitieron delimitar con buena definición la presencia de un

cuerpo de sal el cual no había podido ser detectado con precisión con la sísmica de superficie y con esto se pudieron ajustar las trayectorias de los futuros pozos de desarrollo que se plantearon para perforar en el mismo campo.

EG-33 CARTEL

PROSPECCION MAGNÉTICA EN EL BALNEARIO DE PLAYA BRUJA, PARAISO TABASCO

Amaro Martínez Raymundo Eric, Bazan Flores Luis Ivan, Palma Díaz Fredy, Huerta Flores Tania Paulina y Flores Álvarez Yocelin Ixchell
Colegio de Geofísica, BUAP
reric.amtz@hotmail.com

Se realizo una práctica de magnetometría en el lugar denominado Playa Bruja (18.442584° N, 93.105129° E) a 15 km de la cabecera municipal del municipio de Paraíso, Tabasco, la cual ha tenido en los últimos 10 años. Estudios realizados a base de perfiles de playas se decidió complementar con un estudio magnético para corroborar la presencia de Ilmenita en las arena la playa.

Este trabajo fue realizado por un grupo de estudiantes de Ing. Geofísica de la BUAP residentes en la zona, la cual se decidió por su fácil acceso en vehículo y por núcleo de población importante que permita cuantificar el problema de la erosión del lugar. Se realizo en un área de aproximadamente 10,000 mts2 en dos mallados de 20 X 20 y 10 X 10 metros , usando un magnetómetro Geometrics G-856 arrojando resultados que indican la presencia de Ilmenita y concentración en algunos lugares de la playa.

EG-34 CARTEL

PROSPECCION MAGNETICA EN SAN ANDRÉS HUEYACATITLA, PUEBLA

Amaro Martínez Raymundo Eric, Aguilar Andrade José Onesimo Filadelfo, Avila Jacobo Daniel, Bazan Flores Luis Ivan y Rodríguez Paniagua Miguel Angel
Colegio de Geofísica, BUAP
reric.amtz@hotmail.com

Se realizo una práctica de magnetometría en el ejido de San Andrés Hueyacatitla, municipio de San Salvador el Verde en el estado de Puebla. En esta comunidad se presenta el problema del agua, pues no es suficiente por su uso agrícola, razón por la cual se propone hacer un estudio de acuíferos fracturados, que son producidos por las coladas e inyecciones de lava volcánica producto de la actividad de los volcanes Popocatepetl e Iztaccihuatl.

Estos producen un acuífero por los deshielos pero se han encontrado que hay zonas donde desaparecen y aparecen estos acuíferos en otros sitios debido a fracturas o fallas existentes.

Se decidió usar el método de magnetometría ya que es un método de fácil aplicación debido a su portabilidad se uso un Geometrics G-856 para hacer un mallado perimetral a una distancia de 50 metros entre puntos abarcando un área de aproximadamente 4 km2 el cual fue realizado por un grupo de estudiantes de Ing. Geofísica junto con un profesor de la misma institución como parte de una practica de la materia de Teoría Electromagnética que se imparte en la carrera de Geofísica.

Los resultados arrojados permiten identifica la presencia de mantos acuíferos y su extensión en el área estudiada.

EG-35 CARTEL

INVERSIÓN 3D DE DATOS GRAVIMÉTRICOS DEL TERRITORIO ORIENTAL DE CUBA

Arango Arias Enrique Diego¹, Pérez Flores Marco Antonio¹ y Batista Rodríguez José²

¹División de Ciencias de la Tierra, CICESE

²Universidad Autónoma de Coahuila
earangoa@cicese.edu.mx

En este estudio se presentan los resultados obtenidos a partir de la Inversión en 3D de datos gravimétricos para la región oriental de Cuba para un área total de 64 600 Km². Como paso previo a la inversión se elaboró un modelo conceptual que refleja la estructura geológica de la región de estudio. Para su elaboración se tuvo en cuenta el grado de estudio geólogo – geofísico disponible que incluye datos de la anomalía de la gravedad, líneas sísmicas profundas, geología de superficie y pozos profundos, de los cuales se obtuvieron los espesores de las capas y sus correspondientes densidades. El método a utilizar es de la inversión de datos magnéticos y gravimétricos en 3D, el cual minimiza la norma cuadrática de la diferencia entre los datos observados y la respuesta del modelo.

Los resultados obtenidos reflejan la complejidad y variabilidad de la corteza terrestre en la región de estudio, caracterizada por espesores mayores hacia la parte Norte y Este donde predominan los complejos ofiolíticos alóctonos sobre las secuencias carbonatadas de la plataforma de las Bahamas, mientras que para la mitad suroeste disminuye el espesor de la corteza y en su composición

predominan las rocas volcánicas y sedimentarias del terciario. Esta es la primera vez que se realiza una inversión en 3D de datos gravimétricos de toda la porción oriental de Cuba, la cual aporta nuevas ideas a cerca de la constitución de la corteza terrestre en esta región.

EG-36 CARTEL

TRAZADO DE RAYOS SÍSMICOS: PROBLEMAS DIRECTO E INVERSO MEDIANTE EL MÉTODO DE TIRO Y OPTIMIZACIÓN ESTOCÁSTICA

Aguirre López Mario Alberto¹, Badillo Corona Tanya Junhué¹, Almaguer Martínez Francisco Javier², Méndez Delgado Sóstenes¹ y Soto Villalobos Roberto¹

¹Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

²Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, UANL

marioal1906@hotmail.com

En la prospección sísmica se necesita saber el camino que siguen los rayos sísmicos en el subsuelo, el cual depende de las características de los diferentes reflectores sísmicos presentes, tales como la profundidad, el buzamiento, la densidad que poseen (de la cual depende la velocidad de propagación de dichos rayos), entre otras; por lo tanto, es posible obtener información de las condiciones locales del subsuelo mediante la trayectoria y tiempo de propagación de los rayos (u ondas).

En el problema directo de prospección sísmica, el trazado de rayos consiste en determinar el camino que sigue una onda sísmica desde el lugar donde se genera (fuente) hasta otro donde arriba (geófono), lo cual se puede realizar mediante diferentes métodos, por ejemplo, recurriendo a los Principios de Fermat y Huygens, o mediante la Ley Snell, siendo este último el utilizado en este trabajo para realizar el trazado de rayos en dos dimensiones. El método consiste en suponer un ángulo de salida y, mediante la Ley de Snell y la óptica geométrica, llegar al lugar donde arriba el rayo; si este lugar no coincide con la posición del geófono, se recalcula (modificando el ángulo de salida del rayo) utilizando una metaheurística, que tiene como objetivo encontrar los valores de las variables que aplicadas a la función objetivo del problema (distancia entre geófono y lugar donde arriba el rayo) minimizan dicha función, obteniendo así el tiempo mínimo de viaje y la trayectoria del rayo.

La metaheurística que se ha utilizado es la Optimización Inspirada en una Dinámica tipo Espiral (Spiral Dynamics Inspired Optimization), basada en los fenómenos que ocurren en la naturaleza con forma de espiral, como por ejemplo, los frentes de baja presión, las corrientes giratorias, los brazos de las galaxias espirales, entre otros. El algoritmo consiste en generar un cierto número de individuos (posibles soluciones) de búsqueda iniciales generados en forma aleatoria con distribución uniforme. Éstos individuos representan los ángulos de salida de los rayos, a partir de los cuales se generan los ángulos de incidencia y los posibles ángulos refractados en la primera discordancia (entre reflectores sísmicos), repitiéndose el proceso para cada una de las siguientes discordancias en el trayecto del rayo, cumpliendo en cada discordancia la Ley de Snell y suponiendo que siempre existe una sola reflexión, o refracción en la última discordancia. Con estos ángulos, las profundidades y los buzamientos de los reflectores sísmicos se calculan los puntos de intersección de los rayos con las discordancias. Posteriormente cada individuo es evaluado en base a la función objetivo, seleccionándose el que proporciona la mejor solución, hacia el cual se aproximan los demás individuos mediante una matriz de rotación. Consecuentemente, cada individuo tiene una nueva posición, lo que genera nuevos ángulos y la posibilidad de encontrar una mejor solución, mediante un proceso iterativo.

EG-37 CARTEL

ESTUDIOS DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA CAPACITIVA (TEC) EN LAS ZONAS DE FRACTURAMIENTO, HUNDIMIENTOS Y SUBSIDENCIA EN LA ZONA METROPOLITANA DEL DISTRITO FEDERAL

Kiroyz Suárez Diego, Hernández Quintero Juan Esteban, Cifuentes Nava Gerardo y Chávez Segura René
Instituto de Geofísica, UNAM
diego_kiroyz@yahoo.com.mx

Se realizaron trabajos de investigación para detectar zonas de riesgo en diferentes lugares de la Ciudad de México; en la colonia Reforma Iztaccihuatl de la delegación Iztacalco, en San Antonio Tecómitl en la delegación Milpa Alta, y en la Delegación Azcapotzalco. Se hicieron mapeos para identificar las áreas de riesgo geológicas como consecuencia de fracturas, hundimientos y subsidencia.

Para realizar dichos trabajos se usó la técnica de Tomografía Eléctrica Capacitiva (TEC) empleando el equipo Ohm-Mapper (Geometrics Inc.). El principio físico se basa en establecer un contacto de tipo capacitivo a través de la transmisión de corriente variable en el subsuelo (en estos proyectos entre 0.25 y 16 mA). Se eligió este método ya que es una herramienta útil para hacer trabajos someros donde el contexto del área, propias de la infraestructura urbana, no permiten ser alteradas (perforaciones en pavimento o concreto); los perfiles obtenidos son de entre 100 y 240 metros (La configuración del Ohm

Mapper puede variar entre los 25.0 y los 29.0 metros de longitud). Y usando dicha metodología (TEC) la adquisición en campo es relativamente sencilla.

El objetivo de los estudios de Tomografía Eléctrica de resistividad es determinar la distribución espacial de la resistividad en el subsuelo y generar una imagen de dicha distribución tanto lateral como a profundidad, para ello con los datos se construye una sección que dará una primera aproximación a los cambios del subsuelo. Posteriormente se aplica un algoritmo de inversión que nos dará la distribución real de la resistividad la cual estará asociada a la geología del subsuelo de la zona de estudio. Para los proyectos propuestos, se midieron resistividades entre los 5X10⁻³ y 700 Ohm-m en las diferentes zonas mencionadas de la zona metropolitana del Distrito Federal. Para realizar el procesamiento de los datos se utilizaron diferentes software de inversión, el MAGMAP200 (Geometrics Inc.) y el EarthImager 2D (AGI. 2008).

Se plantea en el conjunto de proyectos, asociar resistividades con áreas que tengan las mismas características resistivas y así establecer un patrón básico (señal/ruido) de resistividades asociadas a fenómenos particulares.

EG-38 CARTEL

USAR GPR PARA ENCONTRAR AGUA EN MARTE Y EN OTROS CUERPOS CELESTES

López Rodríguez Flor¹ y Velasco Herrera Víctor Manuel²

¹Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

florlopezr@yahoo.com.mx

Investigadores se han interesado por años en encontrar agua en cuerpos celestes como Marte o la Luna. Sin embargo, se han utilizado métodos destructivos e invasivos en el ambiente y por lo tanto, se ha violado el "Acuerdo que gobierna las actividades de los Estados sobre la Luna y otros cuerpos celestes" (1979).

Es por esta razón que nosotros proponemos el uso de GPR (radar de penetración terrestre) para encontrar agua o cualquier otro tipo de recurso. Este método no es invasivo pero sí es ecológico, de tal manera que no afecta el ambiente a investigar. El radar sería colocado sobre un vehículo como un rover o una plataforma en órbita. Su rango de operación sería por lo menos entre 50 y 200 Hz.

Las señales de GPR se analizarían después por medio de la transformada de wavelet y se encontrarían las firmas espectrales de las cavidades subterráneas de Marte en donde hubiera flujo de agua líquida.

Análisis preliminares muestran que podemos diferenciar las señales GPR en donde sólo hay suelo marciano y otras en donde se pudiera encontrar túneles subterráneos.

Este método puede aplicarse a cualquier cuerpo celeste y usando señales acústicas y sísmicas. También se podría usar para encontrar cualquier tipo de recurso natural, en este caso, agua.

EG-39 CARTEL

ANÁLISIS WAVELET Y SU APLICACIÓN AL RADAR DE PENETRACIÓN EN TEOTIHUACÁN, MÉXICO

López Rodríguez Flor¹ y Velasco Herrera Víctor Manuel²

¹Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

florlopezr@yahoo.com.mx

En este trabajo se muestra una metodología del análisis wavelet basado en la descomposición de la señal cruda del GPR en bajas y altas frecuencias. El análisis de la evolución de la fase y frecuencia instantánea en el subsuelo, permite dar un criterio físico-matemático que sirve para diferenciar los diferentes estratos del subsuelo, estructuras subterráneas, entre otras. Además se muestra el análisis espectral profundidad-tiempo, el espectro cruzado y el espectro wavelet de coherencia entre las diferentes trazas del GPR, lo que permite que los resultados de la interpretación del radargrama sean de mayor verosimilitud. Análisis preliminares muestran que podemos diferenciar las señales GPR en donde sólo hay material huésped y otras en donde se pudiera encontrar túneles subterráneos.

Esta metodología permite planear las excavaciones arqueológicas, minimizando los costos económicos y errores en la toma de decisiones.

EG-40 CARTEL

ESTUDIO MAGNETOTELÚRICO EN LA FALLA DE AGUA BLANCA, BAJA CALIFORNIA: RESULTADOS PRELIMINARES

Gutiérrez Carmona Dulce María Elizabeth y Romo Jones José Manuel
Ciencias de la Tierra, CICESE
 dgutier@cicese.edu.mx

La deformación activa en el norte de Baja California, ocurre a través de una compleja red de fallas constituida por al menos una decena de fallas dominantes. Este estudio se enfoca a la falla de Agua Blanca, al sur de la ciudad de Ensenada, en la cual se ha observado deformación pero no se ha observado actividad sísmica significativa claramente asociada a la falla, en contraste con otras fallas dominantes cercanas (Falla San Pedro Mártir y Falla San Miguel). Se observa, sin embargo, un conjunto local de focos sísmicos hacia el oriente de la falla.

En este trabajo se presentan los avances (datos observados) de un estudio consistente en la aplicación de dos perfiles magnetotelúricos, transversales al trazo de la falla, realizados con el fin de caracterizar la extensión a profundidad y la conductividad eléctrica en la falla de Agua Blanca y sus alrededores. Con este trabajo se pretende aportar información de la conductividad eléctrica del subsuelo que se sumará a los resultados de otros estudios geofísicos multidisciplinarios en el norte de Baja California.

EG-41 CARTEL

ESTUDIO DE LA FALLA TLAXCALA MEDIANTE EL ANÁLISIS MAGNETOMÉTRICO Y GEOLÓGICO EN LA REGIÓN DE PANOTLA – IXTACUIXTLA, MUNICIPIOS DEL ESTADO DE TLAXCALA

Flores Flores Alfredo¹, Fitz Díaz Elisa² y Vásquez Serrano Alberto³
¹*Colegio de Ingeniería Geofísica, BUAP*
²*Universidad de Michigan*
³*Instituto de Geología, UNAM*
 af2012igf@hotmail.com

Las fallas en la región de Panotla – Ixtacuixtla (SFPI) forman parte del sistema Fallas de Tlaxcala en un sentido más regional. Estas fallas presentan dos orientaciones O-E y NO – SE y afectan a sucesiones lacustres, depósitos volcánicos y volcano-sedimentarios de Faja Volcánica Transmexicana (FVTM) en el norte del Valle de Puebla. El SFPI controla la topografía y geomorfología local y define el límite norte del Valle de Puebla con el Bloque de Tlaxcala. El SFPI está caracterizado por fallas normales inclinadas hacia el Norte y hacia el Sur formando Horsts y Grabens con longitudes kilométricas y desplazamientos verticales de centenas de metros. Se presentan resultados de un estudio que combina un análisis estructural y magnetométrico a lo largo de dos secciones con orientaciones N-S que cortan transversalmente a las fallas. El análisis geológico estructural incluyó cartografía geológica, análisis geométrico y cinemático de fallas en afloramientos, cuyos resultados se sintetizaron en un mapa y dos secciones geológicas (A-A' y B-B'). El análisis magnetométrico se realizó a lo largo de dos perfiles de anomalías magnéticas paralelos a las secciones antes mencionadas. Los dipolos reconocidos a lo largo dichos perfiles, alcanzan valores de 50 – 100nT sobre las trazas de las fallas. La ubicación de los dipolos es consistente con los lineamientos observados en el mapa de segunda derivada vertical, los cuales se reflejan también a través de tres dominios magnéticos del mapa campo total. El análisis de cartografía geológica, magnetometría terrestre y análisis de datos aeromagnéticos, así como el uso de información de registros de pozos y de sondeo eléctricos verticales, permitió una buena correlación entre la ubicación directa de las fallas en superficie y las anomalías magnéticas. Así mismo permitió ubicar fallas sepultadas bajo depósitos de aluvión en el Valle de Puebla.

EG-42 CARTEL

CONSTRUCCIÓN Y PRUEBA DE UN REFORZADOR DE SEÑALES DE CAMPO ELÉCTRICO PARA EL EQUIPO AUDIO MAGNETO TELÚRICO (AMT) STRATRAGEM EH4 DE GEOMETRICS

Brasseea Ochoa Jesús María y Romo Jones José Manuel
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
 jbrasseea@cicese.mx

Los equipos magnetotelúricos (MT), miden y registran las señales de campos eléctricos y magnéticos terrestres.

En la medición de los campos magnéticos se utilizan magnetómetros o bobinas, en la medición de los campos eléctricos se usan dipolos eléctricos formados por electrodos y cables. Es practica común, el utilizar 3 electrodos para formar dos dipolos perpendiculares, un electrodo común y uno en cada extremo.

La medición del campo eléctrico entre un electrodo común y el distante se obtiene del cociente de la diferencia de potencial y la distancia entre ellos. Por lo general, un cable conduce el potencial del electrodo distante a las cercanías

del electrodo común donde se conectan los 3 cables (2 extremos y un común) al equipo MT.

En el trayecto, los cables captan ruido que contaminan los pequeños potenciales de los electrodos.

A fin de reducir la captación de ruido (señales no deseadas) y la distancia entre electrodos, equipos MT recientes utilizan 2 dipolos eléctricos perpendiculares formados con 4 electrodos distantes centrados a la mitad con un contacto común en este punto, que incluyen componentes electrónicos que amplifican (refuerzan) los potenciales en cada electrodo distante.

Estos reforzadores de señal se conectan al equipo MT por un cable del tipo múltiple, que suministran la energía y conducen la señal.

En este trabajo se presenta la construcción y las pruebas de un reforzador de señales (Buffer) de campo eléctrico para el equipo AMT Stratagem de Geometrics.

EG-43 CARTEL

CALIBRACIÓN DEL MEDIDOR DE SUSCEPTIBILIDAD MAGNÉTICA SM30

Esparza Hernández Francisco Javier¹, Gómez Treviño Enrique¹ y Méndez Delgado Sóstenes²

¹*División de Ciencias de la Tierra, CICESE*

²*Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL*

fesparz@cicese.mx

El medidor portátil de susceptibilidad magnética SM30 utiliza una bobina horizontal de cierto radio a , para hacer la medición primero se coloca el instrumento cerca de la roca y despues alejada, esta es la medicion en aire libre. La función de sensibilidad para este instrumento se puede calcular partiendo de las ecuaciones de Maxwell, al final la función de sensibilidad queda expresada como una función sencilla en términos de integrales elípticas. Por otro lado, la función de sensibilidad tambien se puede determinar experimentalmente como lo ha hecho Gattacceca et al. (2004), se utiliza el hecho de que una capa delgada de cierta susceptibilidad responde a la integral de la función de sensibilidad en ese espesor. Variando la distancia del instrumento SM30 a la muestra lo que se tiene al final es una estimación

de la función de sensibilidad acumulada. En el presente trabajo presentaremos una comparación con el resultado experimental.

EG-44 CARTEL

CARACTERIZACIÓN DEL FONDO MARINO A PARTIR DE DATOS GEOFÍSICOS PARA EL POSICIONAMIENTO DE PLATAFORMAS AUTOELEVABLES

Santillán Gómez Jessica Adriana¹, Barrera Nabor Prócoro² y Islas Palacios Gildardo²

¹*Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN*

²*Instituto Mexicano del Petróleo*
 adriana13mcr@yahoo.com

Hoy en día la instalación y posicionamiento de plataformas marinas, ya sean fijas, semi-sumergibles o autoelevables, demanda un mayor conocimiento de las condiciones del área donde van a colocarse estas estructuras. Teniéndose, que los sitios de posicionamiento presentan cada vez mayores riesgos debido a que se exploran áreas en aguas cada vez más profundas, es decir, las localizaciones propuestas están situadas en zonas en las cuales es más difícil tener acceso físico ya sea mediante buzos o algún equipo mecánico (ROV's). Es por ello que la caracterización mediante estudios geofísicos brinda un mejor entendimiento de la estructura del subsuelo, en este caso del fondo marino, y con ello se puede realizar una evaluación más concisa de los riesgos geológicos y geotécnicos existentes.

En el caso particular de plataformas autoelevables (PAE's), ésta caracterización es crucial debido a los riesgos geológicos superficiales que puedan existir como son los arrecifes, las fallas, los canales enterrados, y las bolsas de gas, los cuales serán indicadores de la ruta que se deba seguir así como del sitio en el cual se va a posicionar la plataforma. En el Golfo de México, en años recientes se han producido algunos percances durante el posicionamiento de plataformas autoelevables identificándose la importancia de la definición de la ruta a seguir. Es por ello que en este trabajo se llevó a cabo un estudio de los rasgos geológicos en áreas donde posiblemente se ubicarán algunas PAE's mediante información geofísica. En estos casos, los equipos empleados en la adquisición de datos sísmicos tienen la característica de ser de alta resolución, por lo cual se definen líneas sísmicas detalladas que nos permiten realizar una buena caracterización de la parte somera en la zona marina (máximo 100 m. de profundidad). Se cuenta con información sísmica obtenida por medio de un levantamiento con perfilador profundo y perfilador somero, así como con una imagen del relieve del Fondo Marino (topografía) obtenida con una Ecosonda Multibeam de alta resolución, la cual es de suma importancia, ya que muestra detalladamente los rasgos geológicos. Como resultado de esta interpretación se desarrollaron modelos geológicos tridimensionales que permitirán visualizar los

posibles rasgos geológicos y permitirán definir posibles rutas de acercamiento e instalación de autoelevables en la Sonda de Campeche disminuyendo así la probabilidad de riesgo.

EG-45 CARTEL

ESTUDIO DE SÍSMICA PASIVA EN LA SUB-CUENCA DE CHALCO: RESULTADOS PRELIMINARES

Vergara Huerta Filiberto¹, Arciniega Ceballos Alejandra¹, Cabral Cano Enrique¹, Salazar Tlacazani Luis¹, Wattrus Nigel², Cantarero Sebastian², Contreras Sergio², Ortega Guerrero Beatriz¹, Caballero Miranda Margarita¹ y Lozano García María del Socorro³

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Large Lakes Observatory, University of Minnesota, USA

³Instituto de Geología, UNAM

filivh.igt@gmail.com

En este trabajo se presentan los resultados preliminares del estudio de sismica pasiva, realizado en la sub-cuenca de Chalco, a partir de mediciones de ruido ambiental. Los objetivos de este estudio son caracterizar los depósitos y sus espesores, así como definir los periodos característicos de la zona. La sub-cuenca de Chalco se localiza en terrenos ejidales entre los límites del Estado de México y el Distrito Federal y se particulariza por la intercalación de depósitos lacustres y volcánicos del cuaternario. El estudio sísmico consistió del registro de ruido ambiental de 40 sitios divididos en dos mallas equiespaciadas a 250 m y 500 m delimitadas según la logística del lugar. Las mediciones de ruido tuvieron una duración de 30 minutos en cada punto, a una tasa de muestreo de 128 Hz. Se usó un sismógrafo triaxial marca Tromino con un rango en frecuencias de 0.1-300 Hz. Se presentan resultados preliminares del análisis aplicando la técnica de cocientes espectral H/V. Para esto se consideraron ventanas de diferentes duraciones 20, 40, y 60 segundos, evaluando el promedio de los cocientes según los estándares del código de GEOPSY. En la interpretación de ruido ambiental se identificaron los periodos fundamentales y se elaboró el mapa de iso-periodos.

EG-46 CARTEL

ESTIMACIÓN DEL GRADO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS MEDIANTE UNA TÉCNICA ALTERNATIVA

Fernández Heredia Avelina Idalmis y Díaz García Jorge Enrique

GRUPO 3GEO

avidfehe@gmail.com

La inundación de terrenos se produce por cambios súbitos del nivel freático, de manera que este rebasa su confinamiento natural y cubre una porción del suelo que anteriormente no estaba cubierta. Sus causas pueden ser debidas a fenómenos naturales, como huracanes, ciclones o lluvias intensas, sin embargo la influencia humana es en mucho de los casos la causa de las inundaciones y en otros agudiza sus efectos.

Para estimar el grado de humedad presente en el suelo, comúnmente se utilizan los métodos tradicionales de medición de resistividad mediante prospección eléctrica a través de arreglos típicos como el Schlumberger y el Dipolo-Dipolo, entre otros. Estos permiten delimitar capas en el subsuelo obteniendo sus espesores y sus resistividades. En una segunda etapa de interpretación, se intenta identificar el tipo de roca de acuerdo con el valor de su resistividad; esta propiedad, en una roca dada, es una medida de la cantidad de agua que esta contiene.

En el presente estudio, se utilizan las potencialidades de la técnica no destructiva de cocientes espectrales de las componentes horizontales sobre la vertical (H/V) de los registros del movimiento del suelo, la cual está fundamentada en el fenómeno de propagación de ondas elásticas de vibraciones ambientales, medidas en los sitios de análisis. Utilizando los resultados de este método y mediante modelación matemática, es posible estimar la geometría y las propiedades físicas del terreno, tales como la velocidad de propagación de las ondas de corte, la densidad y la razón de Poisson. En base a los contrastes de esta última propiedad, se puede estimar el grado de humedad presente en el sitio, así como conocer en base al perfil de suelo, la dirección por donde la humedad podría estarse infiltrando en la zona estudiada.

EG-47 CARTEL

DENSIFICACIÓN DE TERRENOS DE CIMENTACIÓN MEDIANTE LA INYECCIÓN DE SUELO-CEMENTO, UNA SOLUCIÓN EFECTIVA PARA RESOLVER PROBLEMAS DE ASENTAMIENTO DE ESTRUCTURAS

Díaz García Jorge Enrique y Fernández Heredia Avelina Idalmis

GRUPO 3GEO

jdg171@hotmail.com

Algunas de las causas más comunes de asentamiento de estructuras civiles son la consolidación de los suelos, asentamiento de rellenos profundos, y el desarrollo de cavidades. Las cimentaciones también pueden experimentar asentamientos por fenómenos naturales como sismos, tormentas o por inundaciones. Es importante que los suelos subyacentes puedan resistir las cargas de las capas superiores y distribuirlas adecuadamente en el subsuelo, de lo contrario se tiene un potencial de cambio volumétrico y baja capacidad de carga, lo cual incide en la manifestación de asentamientos y fisuras de las estructuras.

El objetivo que se persigue con el presente estudio es comprobar la efectividad y calidad de los trabajos de densificación del terreno posterior a la inyección de suelo-cemento o grout, estimando la geometría y las propiedades físicas del terreno, tanto en superficie como a profundidad, antes y después de la realización de los trabajos de mejoramiento.

Se utilizan diferentes métodos sísmico-geofísicos para la caracterización de los materiales que conforman los estratos del subsuelo, en base a la velocidad de propagación de las ondas de corte, la densidad y la razón de Poisson, así como la determinación del período fundamental de vibración del suelo. A través de relaciones empíricas entre las propiedades estimadas, se hace una inferencia sobre los módulos elásticos.

EG-48 CARTEL

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE REFRACCIÓN DE MICROTREMORES (REMI) PARA LA OBTENCIÓN DE PARÁMETROS ELÁSTICOS EN EL CAMPUS CENTRAL DE LA BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Nava Barranco Janeri y Muñoz Santiago Rocío

Facultad de Ingeniería, BUAP

janery_89@hotmail.com

Debido a que los métodos tradicionales usados para la estimación de las velocidades de las ondas de corte son de un alto grado de complejidad a nivel técnico, alto costo y de difícil ejecución en ambientes urbanos; además de requerir fuentes de energía activas como explosivos o marros, esto para ser efectivas en entornos urbanos. Es así que la combinación de equipo sísmico estándar de refracción, la grabación de un simple ruido ambiental sin utilizar fuentes de energía activa, costos bajos y el fácil desarrollo en medios urbanos, nos impulsó a aplicar el método de Refracción de Microtremores (ReMi).

El método de refracción de microtremores evalúa de forma indirecta y no destructiva la consistencia del terreno, determinando para ello la velocidad Vs de los materiales a partir del análisis espectral de las ondas superficiales del tipo Rayleigh incluidas en el ruido sísmico ambiental, las cuales presentan un comportamiento dispersivo. Este comportamiento puede ser cuantificado en forma de una curva de dispersión, que presenta la velocidad de propagación en función de la frecuencia de la onda. La curva de dispersión contiene información acerca de la distribución de las velocidades del subsuelo en profundidad, ya que es justamente esta heterogeneidad de las velocidades la que permite la existencia del comportamiento dispersivo.

En el área de la geotecnia las velocidades de onda de corte Vs permiten calcular la rigidez de la estructura de los suelos (módulos de cortante - G - y elástico - E), el coeficiente de Poisson, entre otros, y permiten la descripción mecánica, hidráulica e ingenieril del suelo a ser usados tanto en problemas dinámicos (cimentación de maquinaria, sismos leves, etc.) como en diseño de cimentaciones ante cargas estáticas.

La aplicación de método ReMi se desarrolló en el área del campus central de la BUAP. Como primera campaña se consideró el área de las facultades de ingeniería, arquitectura, sistemas, química, eléctrica y físico-matemáticas. En donde se implementaron 15 arreglos en forma lineal distribuidos estratégicamente con un total de 12 canales, con un espaciamiento de 5 a 3 metros entre geófonos, esto según el área disponible. Se registraron 5 pruebas en cada arreglo, los cuales se obtuvieron con el sismógrafo "GEODE". Dichos registros permitieron realizar el análisis y la obtención de las velocidades promedio de las ondas de corte Vs.

El objetivo principal de este trabajo es realizar una caracterización geotécnica del área, y conocer los efectos de amplificación, calculando los parámetros elásticos; así como el desarrollo de métodos actuales y de fácil implementación, para su divulgación en nuestra comunidad estudiantil.

EG-49 CARTEL

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA EN EL ALTIPLANO POTOSINO: ACUÍFERO MATEHUALA-SLP

González Piña Juan Manuel, Reyes Gutiérrez Raymundo y Ramos Leal José Alfredo
División de Geociencias Aplicadas, IPICYT
manuel.gonzalez@ipicyt.edu.mx

En el estado de San Luis Potosí, la principal fuente de abastecimiento de agua para consumo de las principales ciudades de San Luis Potosí, Río Verde, Matehuala y Ciudad Valles, lo constituye el agua subterránea. Debido a las condiciones climáticas e hidrogeológicas de la región el agua subterránea se extrae de los acuíferos cada vez a mayores profundidades.

Para el caso del acuífero del Valle Matehuala-Huizache, éste opera bajo un régimen de extracción que ha acelerado el abatimiento de los niveles de agua y ha encarecido los costos de bombeo; situación que no solo prevalece sino que presenta una tendencia creciente que pone en riesgo el abastecimiento y la calidad del agua potable para las poblaciones que de él dependen.

A nivel regional la unidad más antigua que ha sido reportada pertenece al Cretácico Inferior y corresponde a la Formación Taraises, la cual está compuesta por calizas arcillosas de baja conductividad hidráulica. La formación Taraises está cubierta por calizas de estratificación delgada, pertenecientes a la Formación Tamaulipas Inferior, también del Cretácico Inferior. Sobre estas unidades se encuentra la Formación El Abra del Cretácico Medio, que es una de las unidades más importantes desde el punto de vista hidrogeológico en la región. Unidades del Cretácico Superior, Formaciones Ididura y Caracol, formados por lutitas y margas con baja conductividad hidráulica, se encuentran cubriendo las rocas del Cretácico Medio. Las principales cuencas de la región se encuentran cubiertas por material terrígeno de edad terciaria.

Para llevar a cabo esta investigación se realizaron trabajos de exploración hidrogeofísica, Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) en todo el Valle Matehuala – Huizache, de los cuales se obtuvieron los valores de resistividad eléctrica, potencial espontáneo y cargabilidad del terreno. Los datos de resistividad eléctrica fueron procesados con la ayuda del software IX1D y que posteriormente se utilizaron para crear mapas de isoresistividades, mapas geoeléctricos, anisotropicos, mapas de conductancia longitudinal y resistencia transversal, cada uno de estos mapas nos ayuda a comprender el comportamiento del terreno en cierto aspecto pero todos estos mapas nos dan una imagen muy cercana a la realidad de las propiedades del subsuelo, en este caso, nos permitieron reconocer las zonas de recarga del acuífero, las zonas de mayor potencial, zonas donde la calidad del agua es buena, la profundidad a la que se encuentra el acuífero y el espesor del paquete que actúa como receptor.

Con esto podemos determinar las zonas apropiadas para la creación de pozos de explotación del acuífero y la distribución de los mismos para que abastezcan a la población de Matehuala y las zonas aledañas que se ven necesitadas del valioso y vital recurso.

EG-50 CARTEL

CARACTERIZACIÓN GEOELÉCTRICA EN UN TIRADERO A CIELO ABIERTO EN EL VALLE DE MEXICALI

Pérez Flores Marco Antonio¹, Gómez Puente Francisco Javier²,
Reyes López Jaime Alonso² y Herrera Barrientos Fernando¹

¹División de Ciencias de la Tierra, CICESE

²Instituto de Ingeniería, UABC

mperez@cicese.mx

En algunos poblados del Valle de Mexicali la disposición final de la basura doméstica se realiza en sitios que no cumplen con la normativa vigente. Estos sitios denominados tiraderos a cielo abierto, tienen además prácticas inadecuadas como la quema de basura que incrementa los riesgos de impacto al ambiente. Uno de estos tiraderos de basura es el denominado basurero Vado Carranza que se ha escogido como sitio de estudio para conocer más acerca de los procesos de transporte de contaminantes en regiones áridas. El sitio está situado en el ambiente de depósito deltaico del Río Colorado y aunque se encuentra en una zona de escasa precipitación, el agua subterránea está aproximadamente a 2 m de la superficie. Además hacia uno de sus límites se tienen tierras de cultivo de riego.

De este modo, para conocer el impacto subterráneo que tiene este tiradero se han realizado 10 perfiles geoeléctricos con un equipo Supersting R1 con 28 electrodos en el modo automático. Se ha elegido una apertura entre electrodos de 5 metros, con 2 arreglos Dipolo-dipolo y Schlumberger. Así, con esta densidad de mediciones se tiene una cobertura importante dentro del basurero que se ha interpretado en 3-D.

La interpretación muestrea un área de estudio con valores resistivos bajos (< 20 ohm-m) que se relaciona con una presencia de arcillas típicas de estos ambientes de depósito. Sin embargo, se aprecia una zona de muy baja resistividad asociada al impacto propio del basurero con valores menores a 6 ohm/m localizada hacia la zona que recibe más basura y por lo tanto una intensa quema de ella. Se observa también una zona con valores mayores a 16 ohm/m

que aparece como un límite del avance del frente más salino, aunque puede interpretarse como una zona de material menos arcilloso (lentes arenosos). Esto puede producir un flujo preferencial Sureste-Noroeste, aunque estudios previos muestran un flujo local Sur-Norte.

EG-51 CARTEL

MODELADO MAGNÉTICO TRIDIMENSIONAL DE ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS COMPLEJAS CON CÓMPUTO PARALELO, APLICADO A LA EXPLORACIÓN MINERA

González de Lucio Gabriela y Nava Flores Mauricio
Facultad de Ingeniería, UNAM
gagdl@hotmail.com

Se presenta un método para calcular la respuesta magnética de estructuras geológicas complejas modeladas en una zona de estudio de interés minero, a través de la discretización de las estructuras en ensambles de múltiples prismas regulares, realizándose el cómputo con un algoritmo paralelo diseñado para implementarse en ordenadores de memoria compartida.

Se realizaron pruebas en modelos sintéticos con el fin de cuantificar el rendimiento del algoritmo diseñado, así como para validar las anomalías calculadas a través del mismo, con respecto al cómputo secuencial, obteniéndose resultados satisfactorios.

Se realizó el modelado directo en 3D con el método propuesto a una zona de estudio de interés minero actual, utilizando un modelo geológico del sitio basado en mapas y secciones geológicas de la zona, comparando la anomalía magnética calculada con datos del lugar de estudio, distinguiéndose áreas que por su respuesta magnética y características geológicas presentes, son interesantes para prospección a escala local.

Los resultados de este modelado muestran la importancia de la aplicación del cómputo de alto rendimiento en la solución de problemas geofísicos, la metodología desarrollada permite modelar estructuras geológicas sin límites de complejidad geométrica.

EG-52 CARTEL

FUNCIONES DE TRANSFERENCIA DEL ANALOG FRONT END (AFE) DEL EQUIPO AUDIO MAGNETO TELÚRICO (AMT) STRATAGEM EH4 DE GEOMETRICS

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

En la exploración geofísica, como en muchas otra área donde involucra medir con instrumentos, la buena calidad de los datos requiere de inicio entre muchas otras cosas, la calibración de los instrumentos de medición antes de su uso, en algunos casos la calibración es sencilla y/o automática, en otros casos es compleja, como sucede con los equipos magneto telúricos (MT y AMT), instrumentos que registran señales para su posterior procesamiento e interpretación.

En estos casos se necesita conocer la función de transferencia del sensor y del acondicionador de señales usado (AFE, filtros, ganancias, etc.) para la corrección por efecto del sensor y del acondicionador de señales del instrumento para un correcto procesamiento e interpretación de datos.

En este trabajo se presentan las expresiones matemáticas que modelan la respuesta en frecuencia (funciones de transferencia) del Analog Front End (AFE) del equipo Audio Magneto Telúrico (AMT) Stratagem EH4 de GEOMETRICS.

Sesión Regular

FÍSICA ESPACIAL

Organizadores:

Ernesto Aguilar

Alberto Flandes

FE-1

PERIODICIDADES DE TÉRMINO MEDIO EN GRUPOS DE MANCHAS Y EN EL ÍNDICE DE FULGURACIONES

Mendoza Ortega Blanca Ema y Velasco Herrera Víctor Manuel
Instituto de Geofísica, UNAM
 blanca@geofisica.unam.mx

Se estudian las periodicidades de término medio (PTM), es decir aquellas entre 1 y 2 años, del grupo de manchas y del índice de fulguraciones (IF). Para ello separamos los datos por hemisferio y por banda espectral. Encontramos que las PTM de las manchas presentan una potencia disminuida durante el mínimo secular moderno y un incremento en el máximo secular moderno con excepción del ciclo solar 20. Para las fulguraciones las PTM disminuyen su potencia durante el ciclo solar de baja actividad 20 y lo incrementan en los ciclos 21 y 22 (de mayor actividad que el 20). Concluimos que no podemos asegurar que las PTM sean precursoras de mínimos seculares, como se ha sugerido en otros trabajos. Por otra parte, concerniente a la asimetría norte-sur, para manchas solares vemos que domina el hemisferio sur en la mayoría de bandas espectrales, mientras que para el IF es el hemisferio norte el dominante para todas las bandas espectrales.

FE-2

LA PERIODICIDAD DECADAL DE LOS GLE'S

Velasco Herrera Víctor Manuel
Ciencias Espaciales, IGF, UNAM
 vmv@geofisica.unam.mx

Se analiza las oscilaciones de la radiación cósmica galáctica de los llamados Incrementos a Nivel Terrestre de Protones Relativistas de Origen Solar (eventos GLEs, por sus siglas en inglés), de los que han ocurrido 71 eventos desde 1942.

Se muestra que la radiación cósmica galáctica emite vibraciones diferentes antes de un evento solar tipo GLE. Para analizarlas estas oscilaciones, se utiliza el análisis espectral tiempo-frecuencia (Wavelet).

FE-3

OBSERVACIÓN DEL TRÁNSITO DE VENUS POR EL DISCO SOLAR

Gómez Ceballos Luis Fernando, Ramírez Mendoza José de la Luz, Piña Mora Osvaldo, Mendoza Librado Alma Delia, Arce Hernández Jenny, Guerrero Lacarriere Alejandra Paola, Ramírez García Iván Othón, Cortez Teonitzi Alejandra, Morales Penna Daniela Belén, Huerta Flores Tania Paulina, García Flores Rafael A., Nabor Mendizabal Ilse L. y Covarrubias Guarneros Myriam
Facultad de Ingeniería, BUAP
 fgoceballos@gmail.com

Las investigaciones del espacio circunterrestre han sido motor del desarrollo de la humanidad, y tienen como objeto de estudio al medio interplanetario. La ciencia y la ingeniería han tenido un desarrollo conjunto y por lo mismo se recrean. El 5 de junio del año 2012 de N. E. sucedió uno más de los tránsitos de Venus por el disco solar y ha sido aprovechado educativamente en un Seminario que incluyó observaciones astronómicas. Este trabajo es un acercamiento a la investigación en ciencias espaciales; se describen el origen y estructura del Sistema Solar y las trayectorias y propiedades que se generaron en los planetas Venus y Tierra y que determinan el evento, y una modalidad de observación con fines de posicionamiento en el espacio físico que para el caso está basada en la ley de los cosenos para los triángulos esféricos oblicuángulos, así mismo se muestran las correspondientes experiencias.

FE-4

CARACTERÍSTICAS DEL IMPACTOR QUE FORMÓ LA CUENCA DE HELLAS EN MARTE

Durand Manterola Héctor Javier¹, Cordero Guadalupe¹, Beraldi Hugo² y Ortega Fernando²
¹*Instituto de Geofísica, UNAM*
²*Instituto de Geología, UNAM*
 hdurand_manterola@yahoo.com

El diámetro D del cráter producido por un impactor está relacionado con su energía cinética E. Considerando un diámetro de 2075 km para la cuenca Hellas llegamos a la conclusión de que la energía del cuerpo que la produjo está en el intervalo de 1e27 a 1e28 J. Conociendo esta energía, y a partir de la ecuación de energía cinética, obtuvimos la masa del impactor en función de su velocidad. Suponiendo un intervalo de velocidades de 5 a 55 km/s, el intervalo de masa que obtuvimos fue entre 1e18 y 1e20 kg. Para la energía calculada y el intervalo de velocidades considerado y para una densidad relativa de 1, es decir, para cuerpos de hielo, el diámetro del impactor (considerado esférico) varía entre 168 y 978 km. Para un cuerpo rocoso (densidad relativa 2.5) el diámetro se calculó entre 124 y 661 km. Para un impactor de hierro (densidad relativa 8)

nuestra estimación del diámetro está entre 84 y 402 km. Como los impactores más probables son asteroides rocosos del cinturón y la velocidad de impacto típica en Marte es de 12 km/s entonces el diámetro mas probable es de 403 km.

FE-5

ESTIMACIÓN DEL ÁREA DE CAIDA DEL METEOROIDE DEL 18 DE MAYO DEL 2012

García Martínez José Luis
Instituto de Geología, UNAM
 pepeluisenator@gmail.com

En general, los meteoritos son muestras de los materiales más primitivos del Sistema Solar que conservan evidencia de las condiciones físico-químicas imperantes en el lugar de su formación así como de la formación Sistema Solar mismo. Lo anterior justifica plenamente su estudio así como el esfuerzo por recuperar fragmentos de ellos durante las caídas, sobre todo cuando las circunstancias son favorables a dicho propósito. Tal es el caso del meteorito del 18 de mayo pasado, observado en las inmediaciones de Martínez de la Torre, Veracruz, y que captó la atención de los medios de información nacionales debido a su notable espectacularidad.

Para estimar el área de caída de los fragmentos de este objeto con la mayor precisión posible se utilizaron dos videos de dominio público, el primero tomado en Potrero del Llano, Veracruz, viendo al sureste, y el segundo, en Atizapán de Zaragoza, Estado de México, viendo hacia el noreste; información complementaria fue obtenida a partir de testimonios de los habitantes de Martínez de la Torre, y de las autoridades de Protección Civil de la misma población, quienes previamente realizaron dos expediciones a el área donde los habitantes reportaron el fenómeno con mayor insistencia.

Los resultados del análisis de esta información definen una línea de búsqueda de 2.87 km, limitada por los puntos definidos por las coordenadas (20°12'23.40"N, 97°18'07"W) y (20°13'32"N, 97°19'14"W), con máxima probabilidad en este último punto. Esta línea está limitada por las comunidades de Belisario Domínguez y Pabanco, sur del municipio de Papantla, Veracruz.

En resumen, la mayor parte del material caído como meteoritos estará en las inmediaciones de la línea teórica de búsqueda, con los fragmentos más grandes hacia el extremo NW y los más pequeños hacia el extremo SE, y muy probablemente antes de dicha línea.

FE-6

SHADOW BEHAVIOR ON THE MAIN RINGS OF SATURN BY RAY-TRACING ANALYSIS

Flandes Mendoza Alberto¹ y Spilker Linda²
¹*Instituto de Geofísica, UNAM*
²*Jet Propulsion Laboratory*
 flandes@geofisica.unam.mx

In the large amount of data retrieved by the Cassini Composite Infrared spectrometer (CIRS) from the main rings of Saturn since 2004, wide temperature variations are observed depending on the observation geometry (e.g. solar elevation, spacecraft elevation, phase, and local hour angles). Even though the accurate description of the thermal behavior of the main rings of Saturn relies on the different energy sources accounted in models (e.g. direct and reflected solar energy, thermal contribution from Saturn and the inter-particle energy exchange), the observation geometry defines what fraction of the particles that compose the rings is illuminated and what fraction is under shadows in our field of view, which yields to apparent colder or warmer particles. Actually, a good amount of effects that are observed in Saturn's rings may be explained through the understanding of the behavior of the shadows on them.

In this work we simulate and study the shadow behavior on the main rings in order to explain the observed variations in the ring's temperatures, based on a ray-tracing based thermal model that deals observation geometries. Our results are compared to CIRS Cassini data.

FE-7

EL IMPACTO DE GRANDES TORMENTAS GEOMAGNÉTICAS EN LA IONOSFERA A LATITUDES MEDIAS

López Montes Rebeca¹, Araujo Pradere Eduardo A.², Pérez Enríquez Roman¹, López Cruz-Abeyro José Antonio¹ y Rodríguez Martínez Mario¹
¹*Centro de Geociencias, UNAM*
²*University of Colorado, Boulder, Colorado, United States*
 rebeca@geociencias.unam.mx

Uno de los principales mecanismos que causan perturbaciones ionosféricas es el Prompt Electric Field Penetration (PEFP) en la magnetosfera durante tormentas geomagnéticas, cuando las EMCs llegan al entorno de la Tierra.

El propósito de este trabajo es analizar todas las grandes tormentas geomagnéticas (Dst -200nT) que han ocurrido desde el año 2000, mediante el cálculo del contenido total de electrones (TEC) en la ionosfera usando datos de estaciones mexicanas de GPS, para cuantificar el grado de impacto en la ionosfera a latitudes medias.

FE-8

UCSD 3D TOMOGRAPHIC TECHNIQUES APPLIED TO WORLD INTERPLANETARY SCINTILLATION (IPS) SYSTEMS

Jackson Bernard
Center for Astrophysics and Space Sciences, CASS, UCSD
bvjackson@ucsd.edu

The University of California, San Diego (UCSD) three-dimensional (3D) tomography analysis has been used for nearly two decades to reconstruct observations from interplanetary scintillation (IPS) measurements. More recent innovations have allowed a time-dependent analysis that enables viewing CMEs in 3D, and an inclusion of in-situ density and velocity spacecraft measurements to better-extend these to remote IPS observations for use in forecasts. Unlike near-solar solar surface propagation models, this analysis fits a solar wind model to inner-heliospheric data, to enable 3D reconstruction of solar wind structures as they transit outward from the Sun. IPS data from different systems around the world have been used to provide these remote-sensing observations. Here we review the analyses from these IPS systems, which include archival data from UCSD, and Cambridge, England radio arrays; and current data from the Solar-Terrestrial Environment Laboratory (STELab), Japan; Ootacamund (Ooty), India; and the European Incoherent SCATter (EISCAT) radio telescopes. We also show some of the latest analyses using these techniques to measure solar wind velocity and density.

FE-9

SPECTRUM OF CHERENKOV RADIATION IN DISPERSIVE MEDIA IN 3D SPACE

Burlak Gennadiy y Karlovich Yuri
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
gburlak@uaem.mx

Cherenkov radiation is generated by a particle traveling through a molecular or atomic media at a speed faster than light can travel in that media in space. The particle first transfers energy to that media, and then radiates that energy at as a spectrum of frequencies. The light travels at a slower rate than the particle because the medium absorbs and retransmits the photons. By method FDTF we numerically studied the spectrum of Cherenkov optical radiation by an anisotropic electron bunch crossing 3D dispersive media. A practically important case when such a medium is described by Drude model is investigated in details. In our theory only parameters of a media are fixed. The frequency spectrum of internal excitations is left to be defined as a result of numerical simulation. It is found that a periodic field structure coupled to plasmonic excitations is arisen when the dispersive refractive index of a material changes sign. In this case the reversed Cherenkov radiation is observed.

FE-10

DIFFRACTION OF ACOUSTIC WAVES BY WEDGES IN 2D SPACE

Karlovich Yuri¹ y Burlak Gennadiy²
¹Facultad de Ciencias, Matemáticas
²Universidad Autónoma del Estado de Morelos
karlovich@uaem.mx

We deal with the 2D Dirichlet, Neumann and mixed Dirichlet-Neumann boundary-transmission problems for acoustic waves diffracted by wedges that can degenerate into rays in the same or different media. These problems for the two-dimensional Helmholtz equation are considered in a Sobolev space setting. Scattering of an incident plane harmonic wave by rectangular and non-rectangular wedges is studied. Weak solutions of the Helmholtz equation in a plane wedge that satisfy the Dirichlet or Neumann conditions on each edge of the wedge are constructed under some conditions on the wedge angle. The large-time asymptotic behavior of the amplitude of the cylindrical nonstationary wave diffracted by the vertex of a wedge is also studied.

FE-11

GEODÉSICAS Y HORIZONTE DE EVENTOS, EN COORDENADAS DE KRUSKAL, PARA EL ESPACIO-TIEMPO DE SCHWARZSCHILD

Montiel Piña Enrique, Arce Hernández Jenny, Cortez Teomitz
Alejandra, Morales Penna Belén y Gómez Ceballos Fernando
Facultad de Ingeniería, BUAP
emontiel31@hotmail.com

En el presente trabajo se presenta una descripción detallada, en cuanto a cálculos, de la descripción del Espacio-tiempo cerca de un objeto masivo esféricamente simétrico (Agujero Negro de Schwarzschild), en las coordenadas de Kruskal. Específicamente se presentan todos los cálculos no evidentes para discutir lo que ocurre a ambos lados del horizonte de eventos y se explica, con lujo de detalle, la forma de obtener los diagramas de Kruskal, que explican el comportamiento de las geodésicas en el espacio-tiempo de Schwarzschild pero en coordenadas más convenientes.

FE-12

FRONTERAS COMPRESIVAS DEL ANTECHOQUE TERRESTRE OBSERVADAS POR CLUSTER Y THEMIS

Rojas Castillo Diana¹, Blanco Cano Xóchitl¹, Omidí Nojan² y Kajdic Primoz³
¹Instituto de Geofísica, UNAM
²Solana Scientific Inc.
³Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie, IRAP
dianar@geofisica.unam.mx

El viento solar es un plasma formado por partículas provenientes del Sol que fluye continuamente por todo el espacio interplanetario. Su carácter supermagnetosónico hace que, al interactuar con la magnetosfera terrestre se forme el choque de proa. Asociado a éste se genera el antechoque, el cual está poblado de partículas, ondas y otras estructuras. Las fronteras compresivas del antechoque (FCAs) son estructuras magnéticas reportadas recientemente en resultados de simulaciones globales híbridas de la interacción del viento solar con la magnetósfera terrestre realizadas por Omidí et al. (2009). Las FCAs están asociadas con la compresión del campo magnético y la densidad del viento solar, y representan una región de transición que separa el plasma del viento solar del plasma del antechoque. En este trabajo mostramos los resultados de un análisis de FCAs observadas con las múltiples naves que conforman las misiones Cluster y THEMIS. Examinamos algunas de sus propiedades como son amplitud de campo magnético y densidad, velocidad y dirección de movimiento. También analizamos las distribuciones de iones que existen en las regiones vecinas a las FCAs.

FE-13

ANÁLISIS OBSERVACIONAL DE LA PROPAGACIÓN DE ESTRUCTURAS DE "PEQUEÑA" ESCALA EN LA CORONA DURANTE EL MÍNIMO Y LA FASE ASCENDENTE DEL CICLO SOLAR 24

López Portela Cynthia y Blanco Cano Xochitl
Departamento de Física Espacial, Instituto de Geofísica, UNAM
cynthia@geofisica.unam.mx

En este trabajo estudiamos la propagación de estructuras coronales de "pequeña" escala conocidos como blobs (Sheeley et al., 1997) durante el mínimo extendido y el inicio de la fase ascendente del presente ciclo solar 24. Para ello utilizamos los datos observacionales en luz blanca de 4 coronógrafos: C2 y C3 de la misión SOHO y COR2-A y COR2-B de la misión STEREO, los cuales en conjunto cubren un campo de visión de 1.5 a 30 radios solares. Con este tipo de imágenes buscamos determinar el origen y el perfil de aceleración del viento solar lento de manera indirecta a través de las estructuras de pequeña escala que se observan en las imágenes de los coronógrafos. El comportamiento cinemático de estas estructuras en cada uno de los instrumentos es comúnmente realizado haciendo uso de los mapas de evolución temporal, conocidos como J-maps o mapas de altura-tiempo, los cuales permiten generar el perfil de la velocidad y de la aceleración de las estructuras identificadas a partir de los datos de la posición y del tiempo registrados en las imágenes de los diferentes coronógrafos. De acuerdo con la idea de Wang et al., 1998, en donde los blobs son liberados de la cima de los cascos coronales y debido al periodo de observación de nuestro estudio, hemos considerado los eventos detectados entre +30° y -30° del ecuador solar. Para el cálculo de la velocidad y de la aceleración real de los blobs, hemos elaborado la reconstrucción tridimensional de propagación de los blobs dentro del campo de visión de los coronógrafos a bordo de SOHO y de las naves gemelas de STEREO. Para investigar sobre la configuración magnética de los sitios en la corona de donde los blobs pueden ser originados hemos utilizado el modelo de campo potencial.

FE-14

ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS EMC EMPLEANDO OBSERVACIONES DE MÚLTIPLES NAVES

Romero Hernández Esmeralda y González Esparza J. Américo
Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM
 cefeyda_esm@yahoo.com.mx

En este trabajo se analiza un conjunto de cuatro eyecciones de masa coronal interplanetarias (EMCI) observadas in-situ por: Helios 1, Helios2, Voyager 1, Voyager 2 e IMP 8, durante el periodo de noviembre de 1977 a febrero de 1978 (fase ascendente del ciclo solar 21). Este es un estudio cualitativo de las características de las EMCs, en el cual se analiza la configuración magnética de la eyección, mediante un análisis de mínima varianza de las componentes del campo magnético. A su vez, se hace el análisis de los perfiles de presión total observados en cada uno de las naves. Con la comparación de ambos estudios se pretende analizar la relación entre el cruce de la nave y la estructura magnética de la EMC. Además, también se analizan características generales de los eventos, tales como el ancho radial de la eyección, ancho de la funda, la presión dinámica, etc., con el fin de discutir de manera global cómo es la evolución de los eventos en el medio interplanetario.

FE-15

EVOLUCIÓN DE IRREGULARIDADES DEL VIENTO SOLAR EN LA HELIOSFERA INTERNA: OBSERVACIONES DE CENTELLEO INTERPLANETARIO

Mejía Ambríz Julio César^{1 y 2}, González Esparza
 Juan Américo¹ y Aguilar Rodríguez Ernesto¹

¹*Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM*

²*Center for Astrophysics and Space Sciences, UCSD*
 julio@ifm.umich.mx

Las ondas de radio provenientes de fuentes cósmicas compactas son dispersadas por irregularidades en el viento solar. La dispersión proyecta un patrón de difracción en Tierra que se mueve paralelo al viento solar. Al observar estas fuentes con un radiotelescopio, se captan fluctuaciones en sus flujos lo que se conoce como Centelleo Interplanetario (CIP). Mediante el uso de observaciones de CIP reportadas a distintas frecuencias, mostramos la evolución de la escala y densidad de las irregularidades que producen el centelleo. Encontramos que las escalas van de 40 km (para 0.15 UA) a 130 km (para 0.62 UA); mientras que la densidad de las irregularidades decae como $R^{-1.9}$ para 0.15 UA y como $R^{-1.1}$ para 0.62 UA.

a más de 0.62 UA.

FE-16

ON THE GENESIS OF CORONAL MASS EJECTION EVENTS

Stenborg Guillermo
College of Science, GMU
 guillermo.stenborg.ctr.arg@nrl.navy.mil

Coronal Mass Ejections (CME) are central to the Sun-Earth connection research. As a primary driver of Space Weather, understanding the causes leading to their occurrence is of utmost importance. Therefore, unveiling their first moments is key for investigating the physical processes responsible for their formation. Because the low solar corona is only accessible via Extreme Ultraviolet (EUV) imagers, observations with wide temperature range, high spatial and temporal cadence, and from different viewpoints are required. The Atmospheric Imaging Assembly (AIA) instrument on-board the Solar Dynamics Observatory (SDO) combined with the EUV Imagers (EUVI) on-board the STEREO mission opened up the avenue to uncover the mechanisms behind CME initiation. However, as I will show, the fine scale EUV structure and its extension, especially at high altitudes, of many of the features involved cannot be revealed by standard calibration routines. Multiresolution image-processing techniques have proved to be one of the most suitable tools to date for this task. In this talk, I will briefly introduce the novel image-processing techniques developed and will present several case studies of CME initiation that provide new strong constraints, but also questions, for the physics of CME initiation.

FE-17

CARACTERÍSTICAS DE EYECCIONES DE MASA CORONAL ASOCIADAS A ESTALLIDOS DE RADIO TIPO II

Ontiveros Hernández Verónica¹, Manuel Hernández Teresa² y Aguilar Rodríguez Ernesto³

¹*Escuela Nacional de Estudios Superiores, Morelia, UNAM*

²*Instituto de Geofísica, UNAM*

³*Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM*

ontiveros@geofisica.unam.mx

En este trabajo se presentan las características principales de las eyecciones de masa coronal (EMCs) asociadas a 10 eventos de estallido de radio tipo II. La observación se centra en imágenes de luz blanca, donde se distingue cada EMC y su onda de choque asociada. El estudio comprende el procesamiento y análisis de imágenes provenientes de los coronógrafos COR1 y COR2, así como de los heliógrafos HI1 y HI2 a bordo de la misión espacial STEREO. Se presenta un resumen de las propiedades energéticas, dinámicas y de evolución en el medio interplanetario de los eventos.

FE-18

PROPAGACIÓN INTERPLANETARIA DE EYECCIONES DE MASA CORONAL RÁPIDAS, ONDAS DE CHOQUE Y ESTALLIDOS DE RADIO TIPO II

Corona Romero Pedro, González Esparza Juan Américo y Aguilar Rodríguez Enrnesto

Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM

piter.cr@gmail.com

Las eyecciones de masa coronal (EMCs) son eventos eruptivos de gran escala que se originan en la corona solar y se propagan a través del medio interplanetario (IP). El tránsito de una EMC por el ambiente geomagnético representa una importante amenaza, en particular las EMCs rápidas asociadas con ondas de choque IP son un tema importante, puesto que promueven tormentas geomagnéticas intensas.

En este trabajo presentamos un modelo para estudiar la propagación de EMCs rápidas/ondas de choque y los estallidos de radio tipo II asociados. Nuestro modelo asume una primera etapa donde la EMC actúa como un pistón impulsando a la onda de choque y una segunda etapa donde la EMC tiende a la velocidad del viento solar y el choque decae. Los estallidos de radio se calculan a partir de la frecuencia de plasma estimulada por la propagación del choque. Se estudiaron algunos eventos de EMCs rápidas asociados a estallidos de radio tipo II y a firmas in-situ de EMCs y ondas de choque. Nuestro análisis sugiere que las propiedades inerciales iniciales de las EMCs no son arbitrarias, sino que guardan relación con la fulguración asociada al evento. Nuestros resultados concuerdan cuantitativamente con los datos in-situ. De igual forma, los estallidos de radio calculados son consistentes con los espectros dinámicos asociados a los eventos. Esto indica que, en general, las ondas de choque asociadas a EMCs rápidas evolucionan como ondas explosivas al acercarse a la órbita terrestre, implicando que ya no son impulsadas por las EMCs asociadas.

FE-19

ESTUDIO DE ONDAS TIPO WHISTLER QUE SE GENERAN EN CHOQUES INTERPLANETARIOS EN EL VIENTO SOLAR

Ramírez Velez Julio, Blanco Cano Xochitl, Aguilar Rodríguez Ernesto y Kadjic Primoz

Instituto de Geofísica, UNAM

julio@geofisica.unam.mx

En este trabajo presentamos un análisis de ondas tipo whistler que se generan cuando en el viento solar se produce un choque interplanetario (IP). Usando los datos de campo magnético y de plasma de las naves espaciales STEREO hemos encontrado que de 98 choques IPs analizados, en 55 de ellos se registraron ondas tipo whistler. Este tipo de ondas son importantes ya que en el viento solar los choques IP son choques de plasmas sin colisiones, por lo que la disipación de energía se produce, entre otros procesos, por medio de la generación de este tipo de ondas. Este trabajo compara las propiedades de las ondas río arriba del choque con las propiedades de las ondas río abajo. Hemos encontrado que río arriba, en su mayoría las ondas se propagan de manera cuasi-paralela al campo magnético (ángulo inferior a 30 grados), mientras río abajo la mayoría se propaga de manera cuasi-perpendicular al campo magnético (ángulo superior a 60 grados). Además, en la región río arriba por medio de un análisis de variación mínima hemos encontrado que el proceso de amortiguamiento mas probable es de tipo de Landau, que las ondas se generan muy probablemente en el choque y que en algunos casos las ondas viajan regiones distantes río arriba del choque. En el caso de las ondas río abajo, las ondas whistler parecen ser generadas también en la región del choque, pero no se propagan muy lejos río abajo del choque. Un análisis detallado de estos resultados se presentará en la plática y daremos nuestras conclusiones al respecto.

FE-20

ONDAS ASOCIADAS A EVENTOS COMPLEJOS OBSERVADAS POR STEREO

Siu Tapia Azaymi Litz¹, Blanco Cano Xochitl¹, Kajdic Primoz², Aguilar Rodríguez Ernesto¹, Russell Christopher³, Jian Lan³ y Luhmann Janet⁴

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie IRAP

³Institute of Geophysics and Planetary Physics, UCLA

⁴Space Sciences Laboratory, University of California, Berkeley
azaymi@ciencias.unam.mx

Los Eventos Complejos son regiones formadas por dos o más estructuras de gran escala en el viento solar las cuales interactúan en el espacio. Los casos de interacción más comunes son: (i) una Nube Magnética/Eyección de Masa Coronal Interplanetaria (NM/EMCI) con otro evento transitorio NM/EMCI; y (ii) una EMCI seguida por una Región de Interacción de Corrientes (RIC). Los Eventos Complejos son de gran importancia para estudios sobre Clima Espacial y Física de Plasmas. Algunos de estos eventos pueden: modificar la fuerza y estructura de las ondas de choque interplanetarias; transferir enormes cantidades de energía y producir o incrementar la componente sur del campo magnético interplanetario, un factor clave en la generación de tormentas geomagnéticas. Usando datos de la misión STEREO, se encontraron 17 Eventos Complejos precedidos por una onda de choque dentro del periodo correspondiente a los años 2006-2011. Se usaron los datos del campo magnético y de los parámetros del plasma para estudiar la micro-estructura de los choques, las ondas asociadas a dichos choques y las ondas dentro de los Eventos Complejos. Para determinar las características de las ondas se graficó el Espectro de Potencias y se utilizó el Análisis de Variación Mínima. También se usaron datos del instrumento PLASTIC para estudiar la extensión de los antechoques y la relación entre Eventos Complejos y la aceleración de partículas a energías supratérmicas.

FE-21

EL EVENTO SOLAR DEL 24 DE SEPTIEMBRE DE 2011 OBSERVADO POR EL MEXART

Carrillo Vargas Armando¹, González Esparza Américo¹, Pérez Enríquez Román², Rodríguez Martínez Mario², Aguilar Rodríguez Ernesto¹, Casillas Pérez Gilberto³ y López Montes Rebeca²

¹Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM

²Centro de Geociencias, UNAM

³Instituto de Geofísica, UNAM

armando@geofisica.unam.mx

Se presenta la detección del evento solar del 24 de septiembre de 2011 con el MEXART, a 140 MHz. El evento inició a las 12:52 TU y tuvo su máximo a las 13:00 TU. Durante el decaimiento se pudieron observar periodicidades de 1 minuto, cuyo origen está en proceso de análisis. La importancia de estas observaciones nos permite mostrar que el instrumento tiene capacidades más allá de las que se concibieron en su diseño original. Esta nueva capacidad se incorpora a la presentada previamente cuando se reportó la detención de perturbaciones ionosféricas asociadas con el evento solar del 15 de diciembre de 2006. El análisis preliminar de esta tormenta solar es consistente con el reporte de un evento complejo detectado con diversos instrumentos que operan en diferentes bandas del espectro electromagnético.

FE-22

IMPACTO DE LA IONOSFERA AL EVENTO SOLAR DEL 24 DE SEPTIEMBRE DE 2011

Rodríguez Martínez Mario¹, Pérez Enríquez Román¹, Carrillo Vargas Armando², Aguilar Rodríguez Ernesto², González Esparza Américo², Araujo Pradere Eduardo³ y López Montes Rebeca¹

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM

³CIRES, Universidad de Colorado, Boulder

mariorm@geociencias.unam.mx

Se presenta un análisis preliminar de TEC y de emisión de radio a 140 MHz del evento solar del 24 de septiembre de 2011, entre las 12:45 y las 13:30 horas TU. Tal evento fue catalogado como tipo M 7.1 y observado por el satélite GOES-15, entre las 12:33 y las 13:20 horas TU. Adicionalmente, fue observado como un estallido de radio tipo IV en el catálogo de WIND/WAVES. En tierra, fue detectado por el MEXART y en la ionosfera dos días después, en asociación con la llegada de la eyección de masa coronal al medio terrestre y con la tormenta geomagnética. Se discuten los resultados del análisis de ondeletas en las que se destacan características específicas del evento.

FE-23

TOMOGRAFÍA DE LA IONOSFERA SOBRE MÉXICO ASOCIADOS CON EL EVENTO SOLAR DEL 24 DE SEPTIEMBRE DE 2011

Pérez Enríquez Román¹, Rodríguez Martínez Mario¹, Carrillo Vargas Armando², Araujo Pradere Eduardo³ y López Montes Rebeca¹

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM

³CIRES, Universidad de Colorado, Boulder

roman@geociencias.unam.mx

El programa de asimilación de datos MAGIC de NOAA permite generar tomografía 2D de la ionosfera calculando el contenido de electrones a partir de datos de redes de estaciones permanentes de GPS sobre diferentes regiones del planeta. En este trabajo se presentan resultados de la aplicación de este programa para analizar el periodo del 20 al 30 de septiembre en el que ocurrió la ráfaga solar del 24 de septiembre de 2011, que se observó en el MEXART. Se discuten los detalles observados en las tomografías de TEC y su posible vinculación con la tormenta geomagnética del 26 de septiembre.

FE-24 CARTEL

ON THE PROGNOSIS OF THE OCCURRENCE DATE OF GLES AND THE REVERSAL OF THE GLOBAL MAGNETIC FIELD OF THE SUN

Pérez y Peraza Jorge A.¹, Miroshnichenko Leonty Ivanovich^{2,3}, Zapotita Roman Julián¹ y Zuñiga Alan¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Pushkov Institute IZMIRAN, Russian Academy of Sciences

³Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics, Lomonosov Moscow State University
perperaz@geofisica.unam.mx

We examine a new idea of how the occurrence rate (OR) of Ground Level Enhancements (GLEs) of solar cosmic rays (SCR) is related to the periods of reversal of global magnetic field (GMF) of the Sun. Time variation of the intensity may differ greatly from event to event, and in real sense, each GLE is unique, since the combination of all of the relevant solar/interplanetary conditions is not invariant. Nevertheless, the GLEs, in general, have some common properties, e.g., they display a tendency to concentrate mainly within or near the period of maximum solar activity. Some GLE peculiarities (e.g., their OR) may be related to (or conditioned by) one of most mysterious phenomena of solar activity (SA) - the sign reversal in global magnetic field (GMF) of the Sun. We summarize information available about peculiarities of SA cycles and GLEs starting since a SCR discovery (GLE01 on 28 February 1942) up to the present time.

Up to May 2012 a total of 70 Ground Level Enhancements of Relativistic Solar Protons (GLEs) have been registered. Due to the complexity of the chain of involved processes, our present understanding of them is limited if we want to predict the occurrence of GLEs. However, to supply our deficiency with regard to the involved physics, we have developed special algorithms that allow for the prediction of the 1st GLEs of each group.

We have grouped the 70 events in 6 well defined groups, on basis to the periodicity of 10.9 years, beginning with GLE01. After reconstructing the date of the first event of each one of the past six groups, we determined the occurrence date of the first event of group seven, i.e., GLE71, which initiates in May 2012.

In the middle of 2011, we have made a prediction of the GLE71 to occur during the end of 2011 up to the first months of 2012. Effectively, it had place on 17 May 2012. The method has been refined so that the 1st event of subsequent groups can be predicted within an error interval of ± 3 months. Prediction of subsequent events of a given group requires a modification of our technique, that is in the way of examination.

FE-25 CARTEL

CLIMA ESPACIAL ASOCIADO A VARIACIONES EN LA PRESIÓN ARTERIAL HUMANA EN TORMENTAS GEOMAGNÉTICAS OCURRIDAS EN 2001 Y 2008

Martínez Bretón Julia Lénica y Mendoza Ortega Blanca
Instituto de Geofísica, UNAM
lenica@geofisica.unam.mx

Dada la existencia de ritmos biológicos asociados a variaciones cíclicas en el campo geomagnético. Se plantea la problemática de indagar correspondencias entre las variaciones del campo geomagnético medidas por el índice geomagnético Dst (<http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/kp/index.htm>) ocasionadas por tormentas geomagnéticas (TG). En investigaciones que reportan variaciones en la presión arterial (PA) humana asociada a la TG, [Dimitrova et. Al. (2008), Azcárate et. Al (2011)], ambas dentro del ciclo solar 23. Analizando el Clima Espacial asociado a las variaciones en PA reportadas.

FE-26 CARTEL

RECONSTRUCCIÓN Y ESTIMACIÓN DE LA IRRADIANCIA SOLAR TOTALVelasco Herrera Víctor Manuel¹, Velasco Herrera Graciela² y Mendoza Ortega Blanca¹¹Instituto de Geofísica, UNAM²CCADET, UNAM

vmv@geofisica.unam.mx

Se reconstruye la Irradiancia Solar Total de los últimos 500 años utilizando Maquina de Soporte. Una de las novedades es que se reproduce la periodicidad del ciclo solar antes y después de los mínimos seculares. Además se estima la actividad solar para los siguientes 100 años y se obtiene un Mínimo Secular Solar entre el tipo Moderno-Dalton.

FE-27 CARTEL

ALGUNAS DEFINICIONES PARA EL ESTUDIO DE LA RELACIÓN TIERRA-SOLHuerta Flores Tania Paulina, Gómez Ceballos Luis
Fernando, García Rojas Rafael A. y Nabor Mendizabal Ilse I.

Facultad de Ingeniería, BUAP

taniatica@hotmail.com

Una rama de la Geofísica que tiene un gran desarrollo a futuro en nuestro país es la Física espacial. Dentro de la Facultad de Ingeniería de la BUAP (FI-BUAP) estamos comenzando con la generación de la Academia de Ciencias Espaciales, el primer paso que dimos fue el realizar un Seminario de Ciencias Espaciales, donde varios especialistas del área nos fueron adentrando a esta área.

Siempre que se ingresa al estudio de un nuevo tema, lo primero con que uno se tropieza es con el entendimiento de algunas palabras que son desconocidas para todo aquel que no está familiarizado con la materia. El grupo de Ciencias Espaciales de la FI-BUAP toma como primer objetivo el estudiar y comprender el lenguaje técnico utilizado en la Física espacial, por lo tanto, nos dimos a la tarea de estudiar las definiciones que son más común encontrar en la relación Tierra-Sol como son Viento Solar, Eyección de masa coronal, etc., en éste trabajo, presentaremos algunas definiciones que se utilizan más comúnmente en las ciencias espaciales. Cabe destacar que no son todas las que hemos estudiado pero si pensamos que son las más importantes que se deben tener en cuenta. El grupo de ciencias espaciales de la Facultad de Ingeniería cree importante conocer y entender las definiciones básicas que son de uso común en las Ciencias del Espacio para poder comprender y analizar las lecturas sobre el área de investigación y de esta manera poder entrar al estudio de la Física Espacial y en particular en la relación Tierra-Sol.

FE-28 CARTEL

ESTUDIO DE DATOS DE PRESIÓN ASOCIADOS CON EL EVENTO DE TUNGUSKA DEL 30 DE JUNIO DE 1908Sosa Cerón Fabiola¹ y Cordero Tercero María Guadalupe²¹Colegio de Ingeniería Geofísica, BUAP²Instituto de Geofísica, UNAM

viciafaba.87@gmail.com

En la mañana del 30 de Junio de 1908, nómadas de la región de Tunguska en Siberia fueron testigos de la entrada a la atmósfera de un objeto cósmico. El enorme bólido fue observado sobre el Río Yenissei en la región de Siberia Central. A 400 km de Kirensk pudo verse una gran columna de fuego encima de la taiga, acompañada de fuertes truenos que pudieron escucharse a más de 1000 km del lugar. Poderosas ondas, producto de la explosión del objeto, derribaron árboles en un radio de 20 km, quemando los más cercanos y desprendiendo las copas de los que se encontraban retirados. Otros testigos registraron fuertes sacudidas que hicieron vibrar las ventanas de sus casas. La explosión fue tan poderosa que las ondas fueron registradas por microbarómetros del Oeste de Europa, el Norte de América y en otros países. De igual manera, sismómetros de diferentes partes del mundo detectaron el fenómeno.

En 1921, el mineralogista ruso L. A. Kulik dirigió una expedición, en la cual recabó información por un año, concluyendo que el bólido viajó con una dirección general de sur a norte. En 1924, S. Obruche realizó una investigación geológica, obteniendo el primer mapa de la región. En años posteriores se realizaron más expediciones con el fin de localizar el meteorito, incluso se realizaron exploraciones magnéticas. Durante estas expediciones se estudió la región, las condiciones meteorológicas, los fenómenos físicos y atmosféricos que se presentaron durante la caída del objeto cósmico.

En 1932, examinando las condiciones meteorológicas, se encontró que el barómetro de la estación de Kirensk registró una amplitud de 1.4 mm, hecho que llevó a estudiar los barogramas de las demás estaciones. En total se tienen registros de 22 estaciones de Siberia Central de Junio 30 de 1908. Teniendo los

barogramas de cada una de las estaciones, y conociendo las distancias de éstas al centro de la región de los árboles derribados, buscamos una relación entre la presión y la distancia, pero no se encontró una relación obvia. Después se comparó los datos de presión con dos modelos, un modelo numérico propuesto por Raga y Cantó para modelar la energía de las explosiones del volcán Popocatepetl y un segundo modelo propuesto por Hunt en el cual se calcula presión debida a la introducción de cierto volumen de aire en la atmósfera.

Con el fin de entender los valores de presión dados por los microbarómetros, se estudió la dependencia de estas mediciones con la topografía de la región utilizando un modelo digital de elevación del terreno.

FE-29 CARTEL

STEREO OBSERVATIONS OF ICME DRIVEN SHOCKS AND FORESHOCKSBlanco Cano Xochitl¹, Kajdiè Primoz², Aguilar Rodríguez Ernesto³, Russell Christopher⁴, Jian Lan⁵ y Luhmann Janet⁶¹Instituto de Geofísica, UNAM²IRAP-University of Toulouse, CNRS, Toulouse, FRANCE³Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM⁴IGPP, UCLA, Los Angeles USA⁵NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD⁶SSL, University of California Berkeley, USA

xbc@geofisica.unam.mx

Fast interplanetary coronal mass ejections (ICMEs) can drive shocks in the solar wind, and modify the plasma upstream and downstream of them. Upstream from the shock the plasma can be perturbed by the existence of waves and particles escaping from the shock. Downstream the solar wind suffers thermalization and plasma instabilities can grow. The shocks can overtake the foreshock waves they generate so fluctuations in the downstream can be the combination of locally generated waves and foreshock transmitted fluctuations. Knowing waves in the sheaths downstream of the shocks driven by ICMEs is relevant to understand space weather processes. In this work we use STEREO data to study shocks driven by ICMEs through the ascending phase of the solar cycle. We use magnetic field and plasma data to study shock profiles, wave characteristics, and the existence of suprathermal ions upstream and downstream of the shocks. We compare the characteristics of quasi-perpendicular shocks with quasi-parallel transitions. In contrast to Earth's bow shock we find that many quasi-perpendicular shocks can have foreshock regions preceding them. This occurs most probably because interplanetary shocks evolve as they propagate through the heliosphere, so that shocks which were quasi-parallel earlier, can be observed quasi-perpendicular at 1 AU. We estimate foreshock extensions and find that shocks driven by ICMEs tend to have larger foreshocks ($d_r \sim 0.1$ AU) than shocks driven by stream interactions ($d_r \sim 0.05$ AU). The difference in foreshock extensions is related to the fact that ICME driven shocks are formed closer to the Sun and therefore begin to accelerate particles very early in their existence, while stream interaction shocks form at ~ 1 AU and have less time to accelerate particles to suprathermal energies.

FE-30 CARTEL

OBSERVACIONES DUALES DE CHOQUES INTERPLANETARIOS ASOCIADOS A REGIONES DE CORRIENTES DE INTERACCIÓNAguilar Rodríguez Ernesto¹, Blanco Cano Xochitl² y Ramírez Vélez J. C.³¹Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM²Instituto de Geofísica, UNAM³Instituto de Astronomía, UNAM

ernesto@geofisica.unam.mx

Investigamos las características de 9 choques interplanetarios asociados con regiones de corrientes de interacción observados por STEREO-A y STEREO-B durante los años 2007-2008. Los choques interplanetarios modifican el plasma río arriba y río abajo del frente de choque. Mientras ellos se propagan, los choques interplanetarios encuentran viento solar con diferentes características (densidad y velocidad) y diferentes orientaciones de campo magnético ambiente relativas a la normal al choque. Por lo tanto, es interesante comparar observaciones duales de choques de corrientes de interacción en las posiciones de las dos naves para determinar el papel de estos parámetros en el control, tanto de la estructura en el choques, así como también en las regiones río arriba y río abajo del choque. Las variaciones en longitud de las propiedades de los choques observados con la misión STEREO, muestran el carácter no homogéneo del plasma en la heliosfera, y necesitan ser tomadas en cuenta para entender en detalle cómo estos choques modifican el viento solar, y cómo afectan los procesos de aceleración de partículas energéticas en el viento solar.

FE-31 CARTEL

**EVOLUCIÓN DE LA VELOCIDAD DE EMCS/CHOQUES
ASOCIADA A ESTALLIDOS DE RADIO TIPO II
MEDIANTE OBSERVACIONES DE MÚLTIPLES NAVES**

Manuel Hernández Teresa, Aguilar Rodríguez Ernesto y González Esparza Américo
Instituto de Geofísica, UNAM
tesa.usagui@gmail.com

Los estallidos de radio Tipo II resultan de la excitación de ondas de plasma en el medio ambiente, debido a ondas de choque formadas por las eyecciones de masa coronal (EMCs). Estas emisiones de radio proveen un seguimiento de la propagación de las EMCs/choques. El objetivo principal de este trabajo es estimar la evolución de la velocidad de las EMCs/choques asociados a estallidos de radio Tipo II observados por los instrumentos de radio Wind/WAVES y STEREO/SWAVES, los cuales cubren un rango de frecuencia de ~20 kHz a ~16 MHz. La combinación de estas observaciones con observaciones in-situ y en Luz Blanca, proveen una mayor información sobre la propagación de EMCs/choques a través del Medio Interplanetario.

FE-32 CARTEL

**ESTIMATION OF SOLAR WIND VELOCITY USING
INTERPLANETARY SCINTILLATION DATA FROM MEXART**

Tothova Danica y González Esparza Juan Américo
Instituto de Geofísica, UNAM
danicka79@gmail.com

We present a technique for estimation of the solar wind velocity using radio scintillation data from the Mexican Array Radio Telescope (MEXART) operating at 140 MHz. The method is based on Fourier analysis of the fluctuations in the intensity time-series of the radio waves emitted by distant radio sources caused by the motion of the diffraction pattern formed by density irregularities present in the solar wind. The power spectra obtained from the observed temporal intensity variations are fitted to the model spectra computed for various solar-wind parameters. Sensitivity of the shape of the model power spectrum to the variation of the parameters is discussed.

FE-33 CARTEL

CURVATURA DE LA LUZ Y EFECTO GEODÉSICO

Montiel Piña Enrique, Morales Penna Belen, Arce
Hernández Jenny y Cortez Teomitz Alejandra
Facultad de Ingeniería, BUAP
emontiel31@hotmail.com

En el presente trabajo se presenta el fenómeno de lentes gravitacionales producido por un objeto masivo, como un agujero negro, en el espacio-tiempo de Schwarzschild, y se calcula, empleando las geodésicas, la trayectoria de un fotón, o rayo de luz, que realiza varias vueltas alrededor del objeto masivo.

FE-34 CARTEL

PROCESAMIENTO BÁSICO DE DATOS EN FÍSICA ESPACIAL

Rodríguez Osorio Daniel
Instituto de Geofísica, UNAM
daniel@geofisica.unam.mx

En la actualidad la computación es una herramienta auxiliar, sumamente importante para llevar a cabo el procesamiento de datos en el área de Física Espacial, a pesar de que existe software especializado para analizar y procesar datos, ninguno de estos programas es a la medida, es decir, ofrecen herramientas de análisis y procesamiento, pero en ocasiones debemos utilizar distintos programas para llegar al análisis deseado, lo cual alarga tiempos en la obtención de resultados.

El presente trabajo mostrará 3 sistemas hechos a la medida, todos ellos con el propósito de agilizar y reducir tiempos en la adquisición y procesamiento inicial de los datos de 3 detectores específicos:

- 1) Telescopio de Neutrones Solares de Sierra Negra
- 2) Estación de Rayos Cósmicos de Ciudad Universitaria
- 3) Antenas receptoras de bajas frecuencias para el estudio de la Resonancia Schumann, Coeneo Michoacán

El principal objetivo de este trabajo es mostrar el desarrollo de software a la medida, mostrando estos 3 casos particulares, y con ello promover el desarrollo de software a la medida, con la proyección a futuro de desarrollar un sistema que permita obtener resultados iniciales en Física Espacial automatizando procesos o desarrollando interfaces amigables, y así, acortar tiempos en la obtención y publicación de resultados.

Sesión Regular

GEODESIA

Organizadores:
Enrique Cabral
Bertha Márquez A.

GEOD-1

RED GEODÉSICA NACIONAL ACTIVA Y CAMBIO DE MARCO

Gasca Moncayo José Guillermo
Dirección General de Geografía y Medio Ambiente, INEGI
 guillermo.gasca@inegi.org.mx

Por una parte, este trabajo tiene el propósito de divulgar entre los usuarios de información geodésica la función, densificación, productos gratuitos y servicios de la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA), columna vertebral de los levantamientos geodésicos y componente esencial del marco de referencia geodésico horizontal oficial del país.

Por otra parte, derivado de la publicación de la norma técnica del sistema geodésico nacional, a partir del año 2012 cobra plena vigencia y obligatoriedad para el INEGI y las Unidades de Estado que realicen levantamientos geodésicos, la utilización del Marco de Referencia Terrestre Internacional definido por el Servicio Internacional de Rotación Terrestre y de Sistemas de Referencia para el año 2008, con datos de la época 2010.0, denominado ITRF08 época 2010.0, asociado al elipsoide del Sistema de Referencia Geodésico de 1980 (GRS80).

Por tal motivo y conforme al propósito del INEGI de promover el conocimiento de las particularidades del reciente ITRF08 época 2010.0, como elemento básico de la Infraestructura de datos espaciales de México, en el presente documento se explican las características, fundamentos, consideraciones y efectos del cambio de marco en el país, con énfasis en las aplicaciones geodésicas.

GEOD-2

SERIE DE MODELOS DIGITALES GRAVIMÉTRICOS 2010 DEL INEGI

Avalos Naranjo David, Sosa Gaytán Manuel,
 Muñoz Abundes Raúl y Hansen Albites Francisco
Dirección General de Geografía y Medio Ambiente, INEGI
 david.avalos@inegi.org.mx

La descripción del campo de gravedad en México continúa siendo un tema de estudio que exige aumentar los niveles de exactitud y ampliar la cobertura de los datos disponibles. Principalmente en aplicaciones geodésicas y geofísicas se encuentran requerimientos de gravimetría que resultan difíciles de satisfacer. En este contexto se presenta la serie de modelos digitales gravimétricos 2010 del INEGI. Los modelos proporcionan en forma automatizable tanto descripciones generales del campo gravimétrico observado, como valores concretos de la intensidad del campo en sitios arbitrarios dentro de México. En esta serie se incluyen 10 temas de efectos gravimétricos y anomalías de gravedad en resolución de 2.5 minutos de arco que fueron calculados en base a la teoría de Helmert y los principios Newtonianos. Entre las fuentes de datos adquiridas para generar los modelos gravimétricos se encuentran 166,492 puntos con mediciones terrestres de gravímetros relativos, mediciones gravimétricas derivadas de la misión satelital GRACE y anomalías de gravedad del modelo EGM2008, el modelo Continuo de Elevaciones Mexicano CEM2 y el modelo global JGP95. De esta forma el INEGI ofrece herramientas de apoyo sustantivas para el avance tecnológico en áreas de investigación, docencia y desarrollo de nuevos productos.

GEOD-3

OBTENCIÓN DE ALTURAS ORTOMÉTRICAS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MODELOS DE CORRECCIÓN A LAS ALTURAS GEODÉSICAS DETERMINADAS CON GPS

García López Ramón Victorino, López Moreno Manuel, Balderrama Corral Rigoberto, Guzmán Galindo Tiojari Dagoberto y Molina Saucedo Edgardo
Universidad Autónoma de Sinaloa
 rvargarcia@uas.edu.mx

Las alturas ortométricas de los puntos de referencia vertical, necesarias para los levantamientos topográficos y cartográficos, se pueden determinar en forma precisa y eficiente, al menos en escala local, a partir de las alturas geodésicas obtenidas con el sistema GPS (Global Positioning System) combinando nivelación diferencial precisa y con un modelo de corrección. Una forma de establecer dicho modelo es a partir de una red de vértices con alturas ortométricas obtenidas con la nivelación diferencial y con alturas geodésicas determinadas con GPS. La diferencia de ambas alturas representa las alturas geoidales de los correspondientes puntos. Si no se cuenta con alturas geoidales iniciales en el área de trabajo, se puede emplear un modelo geopotencial como el EGM2008.

Se presenta una metodología de modelado en la predicción de las alturas geoidales en vértices donde no se cuenta con la altura ortométrica. Se genera la altura geoidal y/o la altura ortométrica a partir de mediciones GPS produciendo la altura geodésica y un modelo superficial de correcciones. El método fue aplicado con una red geodésica en una zona urbana de cerca de 10 km cuadrados comprendiendo 38 vértices. A dichos vértices se les determinó tanto la altura

geodésicas con mediciones GPS como la altura ortométrica con mediciones de nivelación de segundo orden. Para las alturas ortométricas se realizaron itinerarios de nivelación con el procedimiento para nivelación de segundo orden, con errores de 6 mm por km con doble brazo de bisectación tomándose desniveles de ida y vuelta y utilizándose miras de código de barras.

Con ambas alturas conocidas de cada punto se estimaron modelos superficiales con diferentes ordenes de expansión polinomial. Se encontró que la más óptima fue la de cuarto orden. Al expandir a órdenes superiores no se observó ninguna mejora significativa. Con el fin de validar los modelos generados se establecieron 10 puntos de prueba en el área con ubicación diferente a los de la red ya establecida. Cuatro de los vértices fueron colocados fuera de la zona de la red con el propósito de analizar la precisión en extrapolación de los modelos. Para los vértices de prueba interiores se obtuvieron alturas ortométricas con precisión de 1-3 cm. Con respecto a los vértices exteriores las precisiones observadas fueron de 2-4 cm. Se observó una ligera reducción en la precisión de los puntos de prueba que estaban en zonas con menor densidad de puntos de control.

Al emplear receptores GPS de una banda L1, los errores en las coordenadas geodésicas con respecto a las producidas por receptores geodésicos fueron de 1-2 cm. Considerando sesiones de 1 hr. Esto es esperado debido a que las distancias asociadas fueron menores a 10 km.

GEOD-4

DETECCIÓN DE INDICIOS DEFORMANTES SUPERFICIALES MEDIANTE EL ANÁLISIS Y RESTABLECIMIENTO DE UNA RED GEODÉSICA ALTIMÉTRICA INDEPENDIENTE EN LA ZONA URBANA DE LA CD DE CULIACÁN, SIN.

Trejo Soto Manuel
Facultad de Ciencias de la Tierra, UAS
 mtrejosoto@uas.edu.mx

Las redes geodésicas altimétricas, establecidas en zonas urbanas, representan el punto de inicio de la recolección de información georeferenciada, necesaria en la elaboración de planos, cartas topográficas, perfiles topográficos, hidrológicos, etc., requeridos para representar la topografía de zonas de interés particular. Así mismo, tales redes geodésicas altimétricas, sirven de apoyo cuando se requiere estudiar movimientos causados por diversos factores que se presentan en zonas que albergan grandes obras de ingeniería, así como la determinación de superficies geoidales locales en combinación con otro tipo de parámetros tales como coordenadas rectangulares espaciales y aceleración de la gravedad.

Los requerimientos multipropósito de apoyo altimétrico en zonas urbanas, así como la necesidad de modernizar, establecer y/o restablecer el soporte altimétrico dentro de estas, exige la aplicación de metodologías actualizadas y adecuadas al desarrollo tecnológico, tanto en los instrumentos de recolección de información, accesorios, etc., como en la capacidad de los sistemas de cómputo, que permiten el uso de esquemas de elaboración matemática efectivos, así como la inclusión recurrente de puntos de densificación sin disminuir sus precisiones en relación a los puntos de apoyo de enlace.

Establecer la suficiente y necesaria precisión en las mediciones es muy importante, ya que de esto dependerá la elección del método y de los instrumentos para la medición, y al final, el gasto en tiempo y recursos financieros para su realización. Sin duda, que para todos los casos de la práctica, fundamentar con rigor matemático es imposible, sin embargo es posible establecer los principios de la determinación de la necesaria precisión en las mediciones.

El presente trabajo recoge las experiencias en el desarrollo del proyecto de establecimiento de una red geodésica altimétrica independiente en la zona urbana de la Cd. de Culiacán, Sinaloa, donde se experimentó con metodologías de proyección y elaboración matemática no convencional de los resultados geodésicos. Se aplicaron metodologías de medición distintas a los modelos comunes, los cuales no siempre resultan óptimos para la obtención de la precisión requerida en las mediciones.

GEOD-5

METODOLOGÍA GEOMÁTICA PARA LA OBTENCIÓN Y ESTUDIO DE LOS DATOS ESPACIALES NECESARIOS EN EL ANÁLISIS DE PENDIENTES TOPOGRÁFICAS EN TERRITORIO URBANO

Aguilar Villegas Juan Martín, Plata Rocha Wenseslao y Arana Medina Aníbal Israel
Facultad de Ciencias de la Tierra, UAS
 aguilarv@uas.uasnet.mx

Entre las características físico-geográficas de las ciudades, destaca el relieve topográfico donde las mismas se encuentran asentadas, dadas las implicaciones que este puede representar para ciertas obras de ingeniería propias de las áreas urbanas. Por ello y para una adecuada proyección del crecimiento urbano, es importante definir aquellas zonas topográficas que no solo requieren mayor inversión en la construcción de servicios sino también y más importante aún, para salvaguardar la seguridad de la población.

Hoy en día las tecnologías de estudio geográfico son muy diversas, por lo que se tendría que contar con un buen conocimiento del territorio propicio para los asentamientos urbanos. En este sentido, diferentes trabajos realizados en varias partes del mundo demuestran que las tecnologías y los procesos de la geomática proporcionan las herramientas necesarias para desarrollar los estudios topográficos de manera oportuna y veraz.

En base a lo anterior, este trabajo, desarrolla un estudio físico-geográfico sobre el territorio de la ciudad de Culiacán Sinaloa, utilizando los métodos fotogramétricos digitales, aplicados a imágenes aerocósmicas de alta resolución, además de mediciones en campo con receptores GPS referidos a la red geodésica nacional, así mismo de los métodos de análisis de datos espaciales, con la finalidad de conocer y analizar las pendientes topográficas de su relieve, además de actualizar la información geográfica de sus diferentes zonas urbanas.

A partir del procesamiento fotogramétrico digital de las imágenes aéreas del territorio de estudio y el procesamiento de los datos obtenidos en campo con receptores de sistemas de posicionamiento global, se obtuvo un modelo digital de elevaciones (DEM), y un modelo planimétrico en proyección ortogonal, de los cuales se extrajeron los datos espaciales necesarios para el estudio de las diferentes pendientes del relieve. Posteriormente se eligen diferentes zonas de comprobación en campo donde se realizan mediciones directas con métodos tradicionales, para obtener datos comparativos y poder así determinar la precisión obtenida mediante la tecnología geomática. Finalmente los resultados se integran a la base de datos de un sistema de información geográfica, para su representación cartográfica digital y futuros estudios geográficos.

De los resultados obtenidos, se concluye la factibilidad metodológica y el grado de confiabilidad de la misma, para el estudio de pendientes topográficas en zonas urbanas que lo requieran.

GEOD-6

CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CUENCA DEL RIO CULIACÁN, UTILIZANDO TECNOLOGÍA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS

Guzmán Galindo Tiojari Dagoberto¹, López Moreno Manuel² y Paez Pérez Juan Ramón¹

¹Facultad de Ingeniería Civil, UAS

²Escuela de Ciencias de la Tierra, UAS
tiohary@uas.uasnet.mx

Las Unidades de Manejo Ambiental (UMA), es un nuevo esquema de gestión que busca promover el desarrollo de alternativas de producción compatibles con el cuidado del ambiente, a través del uso racional, ordenado y planificado de los recursos naturales para la conservación, manejo y aprovechamiento. Creando oportunidades legales y viables, que sean complementarias de actividades productivas como la agricultura, la ganadería, la silvicultura, conservación de especies, manejo adecuado de las cuencas hidrográficas, etc., Por ello se implemento la delimitación de Unidades en la Cuenca del Río Culiacán para localizar áreas donde se encuentren en estado de alto impacto ambiental realizando una metodología adecuada para cada una de estas Unidades de Manejo, por lo tanto, adoptaremos por medio de interpolaciones Indicadores de Fragilidad Ambiental para cada una de las características que presenten estas Unidades.

El uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se ha incrementado notablemente en estos últimos años, gracias a que son un medio de integración de información que ayuda a orientar y a entender algunos de los problemas con mayor impacto, a los que se enfrenta el mundo actual (Mena, U. 2007). Una cuenca hidrológica constituye la principal unidad territorial donde el agua es captada y almacenada. Se define como el área de la superficie terrestre por donde el agua de lluvia escurre y transita o drena a través de una red de corrientes que fluyen hacia una corriente principal y por esta hacia un punto común de salida, que puede ser un lago, una presa o el mar. (Offmann O., et. At. 2006).

El objetivo de este trabajo es la caracterización y evaluación de la cuenca del Río Culiacán en el Estado de Sinaloa por medio de Sistema de Información Geográfico (SIG). Y con esto Obtener Unidades de Manejo Ambiental tomando en consideración las áreas con recursos naturales homogéneas y su descripción por medio de mapas para que por medio de Indicadores obtener sus Índices de Fragilidad Ambiental.

GEOD-7

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD EXPLÍCITAMENTE ESPACIAL PARA UN MODELO DE SIMULACIÓN DE CRECIMIENTO URBANO

Plata Rocha Wenseslao¹, Gómez Delgado Montserrat²,
Bosque Sendra Joaquín² y Aguilar Villegas Juan Martín¹

¹Ciencias de la Tierra y el Espacio, UAS

²Universidad de Alcalá de Henares
wenses@uas.uasnet.mx

La aplicación de análisis de sensibilidad (AS) a modelos de simulación espacial es imprescindible para dar robustez y credibilidad a los resultados obtenidos. No obstante, no resulta ser una práctica muy habitual, al menos en modelos de asignación de usos de suelo, y en los pocos casos que se ha implementado su aplicación ha sido muy limitada. Dicho análisis se basan comúnmente en la introducción de pequeñas variaciones en los parámetros de los modelos con el objetivo de determinar si éstas influyen significativamente en el resultado del mismo, dejando al margen del análisis la referencia espacial. En este trabajo se hace una propuesta de AS explícitamente espacial, utilizando las herramientas disponibles en un Sistema de Información Geográfica (SIG) y aplicándolo a un modelo de simulación del crecimiento urbano futuro en la Comunidad de Madrid (España). En dicha simulación se tomó como base la situación de ocupación del suelo del año 2000 y se realizó una asignación óptima de suelo residencial, industrial y comercial para el año 2020, donde intervienen hasta 16 factores espaciales relacionados con aspectos ambientales, económicos y sociales. El tratamiento de la información se llevó a cabo en el SIG Idrisi Andes, utilizando un formato raster con tamaño de píxel de 50 metros. Para obtener los modelos de uso residencial, comercial e industrial se utilizó la sumatoria lineal ponderada como técnica de Evaluación MultiCriterio (EMC), así como una asignación multiobjetivo (MOLA). Dicho modelo se tomó como referencia para hacer el AS intentando reproducir, en la medida de lo posible, el procedimiento One-Factor-At-a-Time (OFAT). Los resultados muestran que hay un conjunto de variables que pueden incidir de manera importante en la variación de los resultados del modelo: el uso del suelo, la accesibilidad a: carreteras, zonas urbanas hospitales y comercios; la protección de suelos de mayor productividad y la distancia ponderada por la población mas vulnerable y de mayor poder adquisitivo.

GEOD-8

DETERMINACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DERIVADOS DEL USO DE SUELO, CAMBIO DE USO DE SUELO Y SILVICULTURA EN EL ESTADO DE SINALOA, MÉXICO

Plata Rocha Wenseslao¹, Guzmán Galindo
Tiojari Dagoberto² y Aguilar Villegas Juan Martín¹

¹Escuela de Ciencias de la Tierra, UAS

²Facultad de Ingeniería Civil, UAS
wenses@uas.uasnet.mx

En los últimos años se han puesto en evidencia las consecuencias de los cambios que en la ocupación y usos del suelo ha sufrido, en general, todo el planeta. Dichos cambios son el resultado de un complejo proceso entre el medio humano y natural. Se trata de un fenómeno muy importante, sobre todo, desde el punto de vista de la sostenibilidad, ya que dichos cambios han sido considerados como uno de los componentes más importantes del cambio global (Plata et al., 2009).

Del mismo modo que los procesos de de forestación y de gradación de los bosques por efecto de las actividades humanas constituyen una de las principales fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero en México (Masera et al., 1997). No obstante, los bosques en México tienen un gran potencial para convertirse en "captadores netos" de carbono mediante apropiadas políticas de apoyo, y la implementación de técnicas silvícolas que mejoren su producción. Bajo esta perspectiva, el manejo silvícola y la reforestación de los bosques se presentan como opciones de corto y mediano plazo en la mitigación del cambio climático (Sheinbaum Masera, 2000).

Partiendo de las consideraciones anteriores, el presente trabajo propone actualizar las emisiones derivadas del sector USCUSyS para el período 2000 a 2005 del estado de Sinaloa, a partir de datos de actividad y factores de emisión nacionales, confiables y actualizados para mejorar y determinar la certidumbre de las emisiones de GEI para el sector. El presente estudio plantea la actualización del inventario a nivel Estatal USCUSyS utilizando el Nivel de Gradación 2 del IPCC.

GEOD-9 CARTEL

DEFORMACIÓN VERTICAL DISPARADA EN EL VALLE DE MEXICALI, POR EL SISMO EL MAYOR-CUCAPAH (M=7.2, 04 DE ABRIL DE 2010); COMPARACIÓN ENTRE NIVELACIÓN Y DINARSAR

Glowacka Ewa¹, Robles Braulio², Sarychikhina Olga¹ y Márquez Ramírez Víctor Hugo¹

¹División de Ciencias de la Tierra, CICESE

²IMTA

glowacka@cicese.mx

El Valle de Mexicali está situado en la frontera entre las placas de Norteamérica y Pacífico y se caracteriza por tener alta actividad sísmica, fenómenos hidrotermales, volcanismo reciente y deformaciones tectónicas y antropogénicas. Deformaciones antropogénicas están relacionadas con la extracción de fluido en el campo geotérmico Cerro Prieto. Por estar en zona de altos peligros naturales, el Valle está continuamente monitoreado con diferentes técnicas (registro de sismicidad, nivelaciones, GPS, cartografía geológica, inclinómetros, y desde los años 90's imágenes satelitales) y por diferentes instituciones académicas y de gobierno. El 4 de Abril de 2010 la región del Valle de Mexicali fue fuertemente afectada por un sismo de $M = 7.2$ en la escala de Richter, produciendo graves daños tanto a la ciudad de Mexicali, como a la zona agrícola. Para evaluar los daños es importante, entre otras cosas, conocer magnitud de deformación vertical causada por el sismo. Aprovechando que la última nivelación antes del sismo fue realizada en enero-febrero de 2010, se repitió nivelación en los meses junio-julio de 2010. Desafortunadamente el sismo, y la licuefacción causada por el sismo, dañó o desplazó muchos bancos de nivel instalados y medidos alrededor del Valle desde los años 70's. Después de la reconstrucción de los bancos dañados se ha repetido la nivelación por tercera vez, en el principio de 2012, pero esta vez muchos de los bancos fueron dañados, o desplazados, por trabajos de la reconstrucción de la infraestructura de la zona realizados por el gobierno. A causa de la pérdida de los bancos y la posible inestabilidad de varios bancos después del sismo y la reconstrucción, surgió la duda acerca de la confiabilidad de los resultados de las nivelaciones realizadas entre 2010 y 2012. Para revisar la calidad de las nivelaciones se compararon los datos de estas con los datos obtenidos a partir de las imágenes SAR de satélite Envisat de Agencia Espacial Europea (ESA), usando la técnica de Interferometría Diferencial del Radar de Apertura Sintética (DInSAR). Desafortunadamente, debido a que las deformaciones detectadas con DInSAR son las proyecciones de las tres componentes del vector de deformación a la línea de vista del radar (LOS), y debido a la gran magnitud de la componente horizontal lateral, de orden de 2 metros, del vector de deformación cosísmica, no se pudo hacer comparación directa de la deformación cosísmica vertical de DInSAR y de nivelación. Para eliminar este problema se usó la técnica de apilamiento de imágenes de DInSAR adquiridas antes del sismo, y se proyectó los resultados de apilamiento, normalizados por el periodo de trabajos de nivelación, sobre las mojoneras de la nivelación 2012-2010, para después ser restados de los datos de la nivelación. Imagen recibida es casi idéntica a desnivel cosísmico medido con nivelación y está confirmando, que trabajos de nivelación tenían muy buena precisión, que hubo suficientes bancos estables, y que la subsidencia antropogénica en la zona de estudio es relativamente constante en el tiempo y espacio.

GEOD-10 CARTEL

CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA GEODÉSICO DE MONITOREO DE DEFORMACIONES SUPERFICIALES SOBRE LA FALLA GEOLÓGICA ACTIVA IMPERIAL EN LA ZONA ORIENTE DE MEXICALI BC CON EL PROPÓSITO DE ESTIMAR RIESGOS SÍSMICOS

Trejo Soto Manuel¹, Ramírez Hernández Jorge², Espinosa Cardeña Juan Manuel³ y Kuzmish Pevnev Anatoly⁴

¹Escuela de Ciencias de la Tierra, UAS

²Instituto de Ingeniería, UABC

³División de Ciencias de la Tierra, CICESE

⁴Instituto Schmidt de Física de la Tierra, Academia de Ciencias de Rusia
mtrejosoto@uas.edu.mx

El problema del estudio de las deformaciones superficiales de la corteza terrestre sobre el territorio del valle de Mexicali BC, presenta un significado importante, ya que este problema está asociado directamente a la estimación de riesgos sísmicos. La falla geológica activa Imperial cruza la zona oriente de la cd de Mexicali en dirección NW-SE y se encuentra sujeta a los movimientos generados por el desplazamiento de los dos bloques que coinciden en esta zona, que en promedio se ha estimado en el orden de 47 mm/año. Como resultado de este movimiento se experimenta una deformación superficial en esta región que abarca una importante zona urbana.

El monitoreo geodésico a lo largo de la falla geológica activa, es la vía más efectiva de estudio del campo de deformaciones en las cercanías de una falla geológica. Las mediciones geodésicas repetitivas en periodos de tiempo constantes, permiten a lo largo de varios años, realizar un pronóstico del comportamiento de las deformaciones y estimar sus parámetros cuantitativos.

Para lograr lo anterior, es necesario resolver el problema en base a resultados de mediciones geodésicas directas.

Actualmente se cuenta con un sistema geodésico de monitoreo sísmico sobre la falla geológica activa Imperial en la zona oriente de la Cd. de Mexicali, BC., que tiene como propósito estudiar el comportamiento superficial de la corteza terrestre en la zona susceptible a eventos sísmicos, así como la experimentación y verificación de técnicas geodésicas e hipótesis sobre la presencia del campo de tensiones de desplazamientos homogéneos en fallas geológicas activas.

La estructura geodésica establecida está formada por perfiles transversales geodésicos, que intersecan de forma ortogonal a la falla geológica activa Imperial, en la zona urbana de Mexicali con una longitud de 10 km. Tales perfiles presentan una alta densidad de vértices o puntos geodésicos (sensores de los desplazamientos a medir), considerando la forma exponencial de las flexiones elásticas buscadas en los perfiles geodésicos. Tal distribución de los vértices geodésicos se puede considerar adecuada para fijar el comportamiento con respecto al tiempo de las flexiones elásticas (con valores máximos en el área de la falla geológica), así como la liberación de los esfuerzos (deformaciones) que se presentan en la zona. Las mediciones geodésicas recurrentes a realizar sobre los perfiles geodésicos transversales, permitirán determinar el tipo de deformaciones que se presentan en el área de la zona sísmica de estudio.

De acuerdo al potencial riesgo que representa para el valle de Mexicali un sismo de magnitud $M \geq 5$, por encontrarse en un sistema de fallas geológicas activas, se ha iniciado con el establecimiento (cinco) de perfiles geodésicos transversales a una distancia entre estos de 4-6 km, tomando en cuenta que la longitud del campo epicéntrico de un sismo de $M=5$ es del orden de los 8 km.

GEOD-11 CARTEL

ELABORACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN PARA EL MUNICIPIO DE CULIACÁN Y NAVOLATO, SINALOA, UTILIZANDO IMÁGENES SATELITALES Y TÉCNICAS DE CLASIFICACIÓN VISUAL

Hinojosa Castro Geovanna Guadalupe, Beltrán González José Carlos, Plata Rocha Wenseslao y Balderrama Corral Rigoberto

Ciencias de la Tierra y el Espacio, UAS
geovanna_gpe@hotmail.com

El trabajo consiste en la elaboración de una cartografía a escala 1:100 000 de uso y cobertura del suelo para el Municipio de Culiacán y Navolato, a partir de la aplicación de técnicas de clasificación visual aplicadas en Percepción Remota. Para ello, se realiza el procesamiento de imágenes satelitales Landsat ETM+ del año 2011, a través de técnicas de pre-procesamiento y clasificación supervisada con el Software ENVI 4.8.

Para realizar la clasificación se definió una leyenda con 8 usos y coberturas de suelo (agricultura, bosques, asentamiento humano, cuerpo de agua, pastizales, selva caducifolia y subcaducifolia, vegetación hidrófila, área sin vegetación aparente). Posteriormente, se llevó a cabo el proceso de calibración y corrección geométrica de las imágenes, así como las correcciones correspondientes a la atmósfera y topografía.

Posteriormente, se aplicaron dos técnicas de clasificación visual en el Software de Sistemas de Información Geográfica ArcGIS. La validación de los resultados de la clasificación se llevó a cabo con información recogida en campo, utilizando una matriz de confusión, obteniendo un grado de acuerdo entre 75 y 85%.

Los resultados obtenidos serán de gran utilidad para el inventario de los recursos naturales y ordenación del territorio de los municipios de Culiacán y Navolato, Sinaloa.

GEOD-12 CARTEL

DETERMINACIÓN DEL CAMPO DE GRAVEDAD A PARTIR DE LA GRADIOMETRÍA SATELITAL INVIRTIENDO LA INTEGRAL DE LA SEGUNDA DERIVADA RADIAL DEL POTENCIAL GRAVITACIONAL

García López Ramón Victorino, Guzmán Galindo Tiojari Dagoberto, Gutiérrez Elizabeth y Bermúdez Barrón Gladys
Universidad Autónoma de Sinaloa
rvargarcia@uas.edu.mx

Se presentan los resultados del procesamiento de la componente vertical del tensor del gradiente de la gravedad terrestre generada por la misión satelital GOCE para la estimación de alturas geoidales.

La metodología aplicada se basa en la inversión de la integral cerrada que asocia los valores medidos con el potencial de perturbación en la superficie terrestre. Como es sabido, el sistema resulta ser extremadamente inestable, por lo que se aplica regularización por el método de Tikhonov. Se procesan 7 meses de datos de la misión, generándose soluciones parciales y totales con respecto tanto al área de cobertura como con respecto al periodo de datos considerado.

Las alturas geoidales se producen en mallas geográficas regulares. Se probaron mallados de 1 0, 0.5 y 0.25 grados. El mallado de un grado produce alturas

geoidales con errores menores de 5 cm con una resolución de 200 km y con mas de dos meses de datos. Con respecto a las mallas de 0.5 y 0.25 grados los errores menores siendo similares entre si. Se pudo obtener un geoide de 5 cm con dos meses de datos y con una resolución de 100 km. El geoide de 1 cm de error fue logrado con cuatro meses de datos y con una resolución de 100 km, lo cual es consistente con los modelos globales ya publicados.

Al procesar datos bimensuales independientes se observó una consistencia en los resultados del nivel del 2-3 cm empleando mallas de 0.5 y 0.25 grados. Con respecto a la malla de un grado la consistencia interna fue de 5-10 cm. Al comparar las mejores soluciones obtenidas con modelos generados por la misión las diferencias fueron también menores de 5 cm para resoluciones mayores a 200 km y menores de 10 cm para resoluciones menores de 100 km.

GEOD-13 CARTEL

CLASIFICACIÓN DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN UTILIZANDO IMÁGENES LANDSAT PARA EL ESTADO DE SINALOA

López Moreno Manuel¹ y Guzmán Galindo Tiojari Dagoberto²

¹*Escuela de Ciencias de la Tierra, UAS*

²*Facultad de Ingeniería Civil, UAS*

manuelm@uas.uasnet.mx

La información de Uso del Suelo y Vegetación atiende las demandas de información con referencia geográfica acerca de la cubierta vegetal y el uso del suelo: tipos de vegetación por su afinidad ecológica y composición florística, estado de la vegetación según el tamaño de las especies, tipos de agricultura y de cultivos, e información puntual sobre especies botánicas representativas de la cubierta vegetal y sobre cultivos específicos presentes en áreas agrícolas.

En la teledetección, la clasificación de una imagen multiespectral se refiere a la asignación a cada píxel de un valor cualitativo ó temático asociado al tipo de cobertura del terreno (tipo de suelo, de vegetación, de cultivo, etc.). (Campbell, J.B., 1997). Para ello, se parte de los valores de intensidad de cada píxel en el conjunto de bandas disponibles, que están relacionados con la respuesta espectral del terreno. Así, mediante distintos métodos, generalmente estadísticos, pueden obtenerse funciones de decisión que permitan clasificar todos los píxeles de la imagen en función de sus valores de intensidad en las respectivas bandas. (Congalton, R.G., 1991) A este conjunto de funciones generadas mediante un determinado método de clasificación y válido para un problema o imagen multiespectral concreta se le denomina clasificador. Si a cada clase de salida (coníferas, matorral, urbano,...) se le hace corresponder un color diferente, el resultado final es una imagen temática en la que el valor de cada píxel se entiende como una característica cualitativa representada por un color. (Schowengerdt, R.A. 1997).

El objetivo de este estudio es el de obtener una escena de clasificación de la vegetación del estado de Sinaloa para una época actual (2006-2007) mediante imágenes de satélite Landsat, para poder cuantificar las superficies de estas clases vegetativas, así como realizar un comparativo con las series cartográficas I, II, y III de INEGI.

Sesión Regular

GEOHIDROLOGÍA

Organizadores:

Ligia Pérez-Cruz

Tereza Cavazos Pérez

Rogelio Vázquez González

GEOH-1

DETERMINACIÓN DE LA TASA MEDIA DE RECARGA EN ACUÍFEROS EN EQUILIBRIO, APLICANDO TÉCNICAS ESTADÍSTICAS

Mendoza Cázares Edgar Yuri y González Olmedo Juan Antonio
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA
 edgar_mendoza@italoc.imta.mx

La recarga es definida como el volumen de agua que se infiltra en el subsuelo llegando a formar parte del volumen del almacenamiento del acuífero, se presenta de forma directa o focalizada. La recarga directa es: el volumen de agua que se infiltra al subsuelo a través de la zona no saturada hasta llegar al nivel freático para integrarse al almacenamiento del acuífero, este tipo de recarga es característica de zonas húmedas donde existen lluvias frecuentes que favorecen zonas extensas.

La recarga focalizada es el volumen de agua que se infiltra en el subsuelo, a través de los cauces de arroyos, grietas, o cuerpos de agua (lagunas, esteros, charcos). Es característica de zonas áridas y semiáridas, donde el régimen de lluvias es escaso y de influencia espacial reducida. La recarga focalizada se subdivide en recarga local e indirecta y se diferencian por la escala en que se llevan a cabo. La recarga local se realiza en las grietas y hundimientos del terreno, el campo de afectación es reducido pero el volumen infiltrado es de importancia, según las características particulares de la zona. La recarga indirecta es de mayor extensión ya que se efectúa en los cauces de los ríos, arroyos o cuerpos permanentes de agua (lagunas y esteros). En México se considera el excedente del riego, como parte de la recarga indirecta ya que los volúmenes infiltrados al subsuelo son importantes.

Los factores que controlan la recarga son: Clima, precipitación, topografía, geología, hidrografía, vegetación, tipo, uso del suelo, siendo éste último un factor que ha venido modificándose de forma acelerada, bastaría con comentar los ejemplos de deforestación, ampliación de campo agrícolas o urbanización. Cada uno de los factores influye en proporciones distintas, por ejemplo el caso de áreas con pendientes abruptas, la lluvia tiende a escurrir, lo que no favorece su infiltración. En contra parte en zonas planas con pendientes ligeras, el agua de lluvia no escurre, lo que favorece su infiltración. De esta manera cada factor influye en el volumen de finalmente llega al almacenamiento del acuífero.

El presente estudio define una metodología para calcular la tasa media anual del valor de recarga, considerando los factores que controlan la recarga como variables correlacionadas entre sí. Se utilizan técnicas estadísticas (análisis espacial y componentes principales) para obtener un coeficiente de infiltración que multiplicado por el valor promedio de precipitación define el valor de recarga.

GEOH-2

EVALUANDO TRANSMISIVIDAD A PARTIR DE CAPACIDAD ESPECÍFICA EN UN ACUÍFERO HETEROGÉNEO: VALLES CENTRALES DE OAXACA

Bautista Perdomo Jensen Mauricio¹, Morales Casique Eric² y Belmonte Jiménez Salvador Isidro¹
¹CIIDIR Unidad Oaxaca, IPN
²Universidad Nacional Autónoma de México
 jensenmauricio@gmail.com

El conocimiento de las características hidrogeológicas de un acuífero es básico en la gestión de las aguas subterráneas. Dado que la transmisividad T se calcula a partir de pruebas de bombeo a un costo elevado de tiempo y recursos, el caso típico es que solo unas cuantas pruebas de bombeo estén disponibles para caracterizar un acuífero de cientos de km² de superficie. Este reto se acentúa por la heterogeneidad natural de los acuíferos; los valores de T pueden variar en dos o más órdenes de magnitud en un mismo acuífero y esta variabilidad espacial en general no es reconocida ni evaluada. Una alternativa es estimar T a partir de capacidad específica Q_e (caudal del pozo dividido por abatimiento).

La relación T - Q_e se explora para el sistema acuífero ubicado en la subcuenca Alto Atoyac, en la región de Valles Centrales de Oaxaca. El sistema acuífero comprende tres valles: Etla, Tlacolula y Zaachila. Este acuífero es somero, de origen tectónico y compuesto de relleno aluvial. T fue obtenida de la reinterpretación de 15 pruebas de bombeo. Adicionalmente se contó con mediciones en 51 pozos para calcular Q_e . Se presentan dos enfoques para determinar la relación T - Q_e . Como primera alternativa se obtuvieron dos relaciones empíricas mediante regresión usando las 15 pruebas de bombeo. Los modelos obtenidos fueron $T = 3.30Q_e^{0.8632}$ [$R^2 = 0.8955$], y $T = 0.8653Q_e + 433.22$ [$R^2 = 0.991$]. Estos modelos son empleados para estimar T en los 51 pozos que cuentan con dato de Q_e . La segunda opción explorada es estimar la distribución espacial de T mediante cokrigado con Q_e . La comparación entre los dos enfoques es discutida.

GEOH-3

AGUA DULCE SUBTERRÁNEA DESCARGA AL MAR EN LA COSTA DE HERMOSILLO, SONORA

Nájera Garza Jesús
Consultor Privado
 jng1207@gmail.com

La investigación hidrogeológica se remonta varios años atrás, desde que iniciamos la presencia del Instituto de Geología UNAM, en 1973 en Hermosillo, que dio origen a su Estación Regional del Noroeste (ERNO-IG-UNAM) y a la Carrera de Ing. Geólogo, en la Escuela de Ingeniería, de la Universidad de Sonora (UniSon), en 1974; con el propósito de evaluar los recursos de agua subterránea, en la zona agrícola denominada "Costa de Hermosillo". Pues se comentaba que la salinidad de los pozos situados en la porción media de la zona, era a causa de "la intrusión salina" del mar actual y, además, que se estaban agotando los acuíferos regionales "por sobre-explotación"; lo cual resultó falso, pues se demostró, con datos de Pemex y el Instituto Mexicano del Petróleo, que la salinidad proviene de estratos de evaporitas del Mioceno, cuando el Golfo de California aún no se formaba. Asimismo, se demostró, con dataciones con C-14 de conchas marinas, la presencia de las capas salinas someras, depositadas por varias transgresiones marinas, durante lapsos comprendidos entre hace 30,000 y 10,000 años A.P. Posteriormente, en el 2001, se perforaron 4 (cuatro) pozos profundos, muy cercanos al litoral, los cuales demostraron que el agua dulce se está descargando en el mar. Por medio de la correlación isotópica, con isótopos de Oxígeno (O-18), Deuterio (H-2), Tritio (T, H-3), Cloro (Cl-37) y Carbono C-13; se ha verificado que le agua subterránea de Sonora central, se origina en las altas montañas de la Sierra Madre Occidental, y NO por infiltración de lluvias locales; lo cual demuestra que los acuíferos regionales no están "sobre-explotados", sino que los pozos son ineficientes al bombear, por múltiples causas, en su construcción y desarrollo.

Y actualmente, se demuestra que los acuíferos profundos alternos, en rocas compactas fracturadas—calizas y cuarcitas del lapso permo-triásico— transmiten agua suficiente para abastecer pozos profundos, cuyos gastos hidráulicos sobrepasan a los 150 lps (litros/seg). Estos pozos actualmente, están en funcionamiento, abasteciendo las colonias de Hermosillo que antes sufrían una gran escasez de agua, y en sustitución de antiguos pozos ineficientes y muy someros, de la misma zona, que se había declarado "zona de veda", "por sobre-explotación de acuíferos".

GEOH-4

DISPONIBILIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA DE LA PORCIÓN ORIENTAL DEL ESTADO DE CHIHUAHUA

Martínez Rubio Javier Alejandro, Pinales Munguía Adán, Aguirre Sáenz Benito, Villalba María de Lourdes y Royo Ochoa Miguel
Facultad de Ingeniería, UACH
 alejandromtz@gmail.com

El agua subterránea es uno de los recursos naturales más valiosos para nuestro país y el mundo. Hoy en día la creciente toma de conciencia nos ha llevado a una evaluación significativa de la disponibilidad de este recurso en México, donde incluye una evaluación detallada del sistema hidrológico y el entendimiento de los diferentes problemas del agua que existen en todo el país. La disponibilidad del agua subterránea en el estado de Chihuahua tiene en la actualidad una de las peores crisis de su historia reciente. Una combinación de factores ha colocado la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo en una situación crítica, la cual conlleva a problemas socioeconómicos en el Estado. Los estudios regionales que se hicieron a finales de los años setenta, marcaron la tendencia a seguir por los siguientes veinte años en cuanto al manejo de este recurso, y aunque esto dio buenos frutos, actualmente se necesita un nuevo estudio que marque el camino a seguir. El principal objetivo de este trabajo es determinar la disponibilidad del agua en la porción oriental del estado de Chihuahua, tomando como base la norma oficial mexicana NOM 011-CNA-2000. Esta norma nos menciona que la disponibilidad media anual del agua subterránea de una unidad hidrogeológica es igual a la recarga total media anual, menos la descarga natural comprometida y el volumen concesionado de agua subterránea. Al haber aplicado la fórmula de disponibilidad que consiste en restar todas las salidas a las entradas del acuífero, esto dio como resultado que 19 unidades geohidrológicas se encuentran en abatimiento y 11 se encuentran con disponibilidad acuífera y cercana al riesgo de considerarse sin disponibilidad.

GEOH-5

DISPONIBILIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA DE LA PORCIÓN OCCIDENTAL DEL ESTADO DE CHIHUAHUA

Tonche Ramos Agustín Javier, Pinales Munguía Adán, Villalba María de Lourdes, Royo Ochoa Miguel y Santos García José
Facultad de Ingeniería, UACH
ajtonche@hotmail.com

Hoy en día el agua es el recurso más valioso para la humanidad, por ello la importancia de saber con qué cantidad de ella contamos, y así administrarla de una manera correcta y eficiente, en espacial en las zonas áridas donde solo se dispone de manera subterránea. Es por esta razón que el cálculo de la disponibilidad estriba en que es la que delimita de manera oficial la cantidad de agua que se puede explotar de un acuífero de manera sustentable, es decir, permite autorizar o negar permisos para la extracción de agua subterránea, lo cual, puede impulsar o frenar el desarrollo de una región. En el estado de Chihuahua, el problema de la escasez del agua, obedece, entre otras causas, a la irregular distribución espacial y temporal de la lluvia; es decir, los regímenes bajos de precipitación se presentan en donde la densidad de población es más alta y donde se concentra la mayor parte de las actividades económicas de las que subsisten los habitantes del Estado. Por lo que ante esta difícil situación, se procedió a calcular la disponibilidad del agua subterránea de la porción occidental del estado de Chihuahua, que comprende 31 de 61 acuíferos que administrativamente maneja CNA Gerencia estatal Chihuahua, utilizando la norma oficial mexicana NOM-011-CNA-2000 y con datos de extracciones de agua subterránea contenidos en la base de datos del Registro Público de Derechos de Aguas (REPD). El uso de esta ecuación de balance, arrojó resultados en los cuales se refleja que 17 acuíferos de la zona de estudio se encuentran sobreexplotados, mientras que los 14 restantes de estos se encuentran subexplotados. Prácticamente más del 50 % de los acuíferos están peligrosamente amenazados. Por ello, es imprescindible prestar especial atención a esta situación y tomar las medidas necesarias para lograr el equilibrio de ellos.

GEOH-6

PROCESOS DE CARSTIFICACIÓN DE TIPO HIPOGÉNICO EN LA ZONA MEDIA DE SAN LUIS POTOSÍ

Morán Ramírez Janete¹, Ramos Leal José Alfredo¹, López Álvarez Briseida¹
^y2, Santacruz De León German² y Carranco Lozada Simón Eduardo¹
¹IPICYT
²COLSAN
janete.moran@ipicyt.edu.mx

El ambiente cárstico es un paisaje de relieve formada sobre rocas solubles como caliza o yesos, con depresiones (dolinas, sumideros, grutas y drenajes subterráneos). Este tipo de ambiente se puede originar por dos procesos: 1) epigenético y 2) hipogénico. El epigenético se produce por la disolución de la roca ocasionada por el ácido carbónico, durante la reacción del CO₂ con el agua de lluvia, este es un proceso relativamente lento. El proceso hipogénico se produce por la presencia de H₂S en el agua subterránea, esto provoca la disolución de las rocas profundas sin intercambio con procesos subaéreos. En la Zona Media de San Luis Potosí domina el proceso hipogénico por la presencia de yesos de la Formación Guaxcamá y yacimientos de azufre, que al entrar en contacto con el agua, produce H₂S con pH de 1, debido a estas condiciones, durante su trayecto el agua disuelve las rocas carbonatadas. Esto podría explicar la presencia de estructuras profundas como el Sótano de las Golondrinas que llega a alcanzar hasta 512 metros de profundidad.

GEOH-7

SISTEMAS DE FLUJO SUBTERRÁNEO Y FLUORURO EN TENEXTEPANGO, CUAUTLA, MORELOS

Varela González Gricelda Gabriela¹, Huizar Álvarez Rafael² y Espinoza Jaramillo María Magdalena
¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, PCT
²Instituto de Geología, UNAM
varglez@yahoo.com.mx

En la planicie de Tenextepango Morelos, el agua subterránea se obtiene del acuífero intergranular que está conectado hidráulicamente a un acuífero fisurado subyacente. El acuífero intergranular está compuesto por sedimentos no consolidados (de arcilla hasta bloques de 1,5 m de diámetro). El acuífero fisurado se compone de roca caliza, los flujos de lava y material metamórfico.

En la región de Tenextepango, el contenido de fluoruro en el agua subterránea varía de 0,5 a 1,9 mg/L, la concentración aumenta de noreste a suroeste, y está causando un problema de fluorosis dental en la población local, constituyendo un problema de salud pública.

García Pérez et al., (2009), documentan el primero caso de fluorosis dental en la población de Tenextepango, restando indagar sobre la procedencia de fluoruros. Por esto, los objetivos del presente estudio son identificar: (i) los sistemas de flujo de agua subterránea existentes en la región en cuestión y (ii) qué sistema de flujo subterráneo es el que causa la fluorosis.

Los resultados de análisis químicos del agua subterránea extraída, la temperatura de ésta al momento de la extracción, así como el contenido en el agua de isótopos estables y tritio obtenidos. Se usaron para identificar la posible relación entre el contenido de flúor y el tipo de sistema de flujo agua subterránea. El flujo de agua subterránea fluye de noreste a suroeste, y proviene desde las laderas de las sierras Nevada y Chichinautzin, ubicadas al noreste del área de estudio.

El contenido de ¹⁸O, sugiere la presencia de dos sistemas de flujo de agua subterránea. El sistema A, que es captado por los pozos Palo Blanco, Salitre, Chinameca 5 y E. Zapata, este agua está enriquecido en ¹⁸O, este agua se recarga a una altitud de unos 2000 msnm, con temperatura cálida. El Sistema B, corresponde a agua extraída en los pozos, Jaloxtoc, Tenextepango, Longaniza, y el manantial Atotonilco, este agua se recarga en una zona alta con temperatura templada –fría.

El contenido de tritio en el agua del Sistema A, con 2.4+0.6 (TU), sugiere una infiltración relativamente reciente asociado con un flujo local, cuya temperatura es 24.5 a 25.2°C. Mientras que el contenido de tritio en el sistema B es menor <0.8+0.6 (TU), con una temperatura de 25.1°C a 35 °C, esto sugiere un mayor tiempo de residencia; asociado a un flujo de tipo intermedio.

En conclusión. El contenido de fluoruro es mayor en la parte noreste de la región de interés, principalmente en los pozos Tenextepango, Jaloxtoc y Longaniza que extraen agua del sistema de flujo de tipo intermedio. Los datos permiten decir que existe una fuente del fluoruro interna en el área de estudio y otra externa en la ladera del volcán Popocatepetl.

Referencia. García Pérez Álvaro, María Esther Irigoyen Camacho, Rafael Huizar Álvarez, Marco Zepeda Zepeda, Nely Molina Frachero, Ángel Muñoz. (2009). Fluorosis dental y fuentes de consumo de agua en una comunidad del estado de Morelos. Presentación 74-CE34 Octubre. XVII Encuentro Nacional Iberoamericano de Investigación en Odontología. Fac. de Odontología, UNAM

GEOH-8

INTEGRACIÓN DE UN MODELO DE FLUJO A UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Chang Martínez Tania Oyuki
División de Geociencias Aplicadas, IPICYT
tania.chang@ipicyt.edu.mx

Para conocer el comportamiento de un sistema de flujo subterráneo es necesario conocer las ecuaciones que lo describen, así como también las variables necesarias para resolverlas. Los métodos para resolver dichas ecuaciones son de carácter numérico, por lo que es necesario utilizar herramientas computacionales. En este trabajo se busca desarrollar un software libre que haga uso de dos herramientas que se encuentran disponibles en la web, por una parte el software Open Source Geographic Resources Analysis Support System (GRASS) GIS que, por medio de Sistemas de Información Geográfica (GIS en inglés) permite crear, manipular y visualizar mapas de datos georeferenciados, teniendo como ventaja que los datos se encuentran en un plano o el espacio, estos datos son representados por un mapa que cumple las características de una malla cuadrícula (grid). Por otra parte se tiene un código libre, MODFLOW, que resuelve las ecuaciones de flujo subterráneo por medio del método de diferencias finitas, método en el cual es necesario tener un mallado (grid). MODFLOW está escrito en Fortran y es de libre acceso. El módulo que se busca crear en este trabajo pretende integrar MODFLOW con GRASS GIS por medio de una interfaz gráfica, la cual permitirá que los datos guardados en GRASS sean los parámetros de entrada para el modelo de flujo utilizado por MODFLOW. Las ventajas que tiene el módulo es que será de código libre, para hacer el modelo de flujo no será necesario hacer la conversión de formatos necesarios para ambos softwares por lo tanto el proceso de modelación será más eficiente.

GEOH-9

CONTROL PIEZOMÉTRICO EN OBRAS SUBTERRÁNEAS UTILIZANDO MODELOS DE SIMULACIÓN (CASO TEO)

Arias Paz Alberto
División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, UNAM
ariaspaz@unam.mx

Los materiales geológicos de relleno de la Cuenca de México cuentan con diversas características geotécnicas, como son depósitos arcillosos blandos de origen lacustre, hasta zonas firmes caracterizadas por abanicos aluviales, boleos, derrames lávicos y arcillas muy consolidadas. Atendiendo a las características geológicas y geotécnicas se manifiesta la presencia de las presiones hidráulicas distribuidas en los materiales sedimentarios estratificados,

en donde se diseñó una metodología que aplicara a la excavación de lumbreras con las condiciones de seguridad para la estructura y para el personal que labora en la excavación, de tal manera que utilizando la información disponible se propone un sistema de bombeo que controle el nivel piezométrico para la construcción de las lumbreras del Túnel Emisor Oriente (TEO). Para ello se determinaron los parámetros hidráulicos básicos tales como la permeabilidad, el coeficiente de almacenamiento y la transmisividad a través de la interpretación de aforos y pruebas de bombeo de larga duración así como de pruebas in situ (LeFranc y/o Lugeon).

La interpretación de las pruebas fue realizada utilizando el software especializado basado en métodos analíticos (Aquifer Test) y también con métodos numéricos (Dos capas de Rushton); todos esto para retroalimentar finalmente un Modelo numérico basado en diferencias finitas ("Visual ModFlow") con el cual es posible simular numéricamente el comportamiento de un acuífero, y a partir de ello determinar el número de pozos de bombeo profundo para conseguir el abatimiento piezométrico requerido merced a la interacción de los conos de abatimiento de todos los pozos. En estas condiciones se han manejado casos de lumbreras con hasta 18 pozos de bombeo de 150 y 180 m de profundidad. Esta metodología desarrollada en el campo de la Hidrogeología se aplica por vez primera en forma sistemática en un proyecto tunelero de la magnitud del TEO como complemento y apoyo a los métodos geotécnicos tradicionales de control y abatimiento del nivel freático.

Es importante destacar que en el área de hidrogeología y sus aplicaciones, la metodología descrita anteriormente es aplicable en acuíferos. En el caso TEO, las Lumbreras son excavadas francamente en acuitados, en donde también se debe lograr la premisa básica de la construcción en seco de las lumbreras y en condiciones de seguridad tanto para la propia estructura (previniendo falla del fondo por subpresión) como para los trabajadores.

Los sistemas de bombeo han consistido, en general, en la construcción de una serie de pozos perimetrales profundos perforados a profundidades mayores que el fondo de proyecto de las lumbreras, para abatir los niveles del agua y de la presión hidrostática. Complementando el bombeo perimetral de los pozos, se instala un bombeo "de achique" por dentro, típico en este tipo de trabajos.

Esta metodología ha sido probada y aprobada por especialistas de tal forma que será aplicada en las lumbreras que presentan problemas similares para su excavación a lo largo del proyecto TEO.

GEOH-10

MODELADO DE EVENTOS PRECIPITACIÓN - RECARGA EN EL ACUÍFERO DE VALLE DE GUADALUPE, B.C.

González Ramírez Javier y Vázquez González Rogelio
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
skrow1@hotmail.com

En la zona del Noroeste de México, el tema del abastecimiento así como conservación de calidad del agua para consumo humano, agrícola e industrial, ha sido parte fundamental para el desarrollo de la región desde que se dieron los primeros asentamientos humanos.

El Valle de Guadalupe, ubicado en el municipio de Ensenada, Baja California, es la región vitivinícola de mayor importancia en el país. Debido al crecimiento de dicha industria y a que este acuífero es una de las fuentes de abastecimiento de la Cd. de Ensenada, se ha documentado una sobre explotación del mismo; es por ello que es crucial entender de una mejor forma los procesos de precipitación – recarga en la zona de estudio.

Por definición, un modelo es cualquier dispositivo que nos da una representación aproximada de un caso de estudio real. En geohidrología se puede clasificar un modelo como físico o matemático. Los modelos matemáticos simulan el flujo indirectamente utilizando una ecuación gobernante la cual representa el proceso físico que ocurre en el sistema. Dicha ecuación, para el caso de acuíferos libres, se conoce en la literatura especializada como ecuación de Boussinesq y esta se basa en la Ley de Darcy.

Se modificó y adaptó un algoritmo de simulación de flujo de agua subterránea en dos dimensiones, a las condiciones geohidrológicas del Valle de Guadalupe. Para resolver el modelo numérico se empleó el método de diferencias finitas centrales con incrementos temporales y espaciales (en las dos direcciones horizontales) constantes. Dicho modelo considera un acuífero libre, heterogéneo y en estado transitorio, utilizando la ecuación de balance. El programa utiliza el método iterativo de Gauss-Seidel para el cálculo de los niveles piezométricos, la discretización del dominio del flujo se realiza en matrices de 170x120 celdas que contienen los parámetros de entrada que cubren las características geohidrológicas, topográficas y de basamento de la zona que comprende el Valle de Guadalupe y las zonas de recarga aledañas.

En este trabajo se presentan los resultados del modelado y el proceso de calibración, utilizando datos de nivel piezométrico proporcionados por sensores de registro continuo instalados en una red de pozos de monitoreo, así como registros de precipitación de distintas temporadas. Se logró ubicar, correlacionar y modelar eventos específicos de precipitación – recarga. Esto con el fin de obtener una estimación de, en qué medida, estos eventos se ven reflejados

directamente en el nivel del acuífero y como éste reacciona ante eventos extraordinarios simulados.

GEOH-11

ANÁLISIS DE LA MODELACIÓN 3-D DE ACUÍFEROS MEDIANTE ANIMACIONES DE SUS VARIACIONES EN ESPACIO Y TIEMPO

León Sánchez Adrián Misael y Vázquez González Rogelio
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
aleon@cicese.edu.mx

El agua es un recurso vital que requiere la atención inmediata para asegurar su conservación en términos de cantidad y calidad. Dado que las fuentes de agua superficial son muy limitadas, los recursos hidráulicos subterráneos son muy importantes; por lo que el estudio de estos recursos es necesario, empleando comúnmente para ello el modelado numérico de flujo de agua subterránea.

Este trabajo presenta la generación e implementación de un algoritmo de modelado directo del flujo de agua subterránea, basado en el esquema de discretización de diferencias finitas en tres-dimensiones (3-D) con el cual será posible simular y predecir el comportamiento de un acuífero heterogéneo de flujo transitorio o estacionario, así como la determinación de las condiciones en las que opera el sistema geohidrológico (por ejemplo, nivel freático del acuífero, dirección y magnitud del flujo de agua subterránea). El desarrollo del algoritmo se realiza a partir del modelo sintético de un acuífero. Se hará uso del lenguaje de programación FORTRAN y se propone el uso de visualizadores capaces de mostrar animaciones del comportamiento del acuífero en tiempo y en espacio. Este desarrollo no pretende competir con software comercial existente, sino proporcionar una herramienta propia, abierta a modificaciones, adaptaciones, etc., que pueda utilizarse por el usuario sin constituir una caja negra. Por otra parte el desarrollo del algoritmo pondrá de manifiesto las limitaciones y los problemas de la implementación numérica de la solución de un sistema de ecuaciones diferenciales con variaciones temporales y espaciales, así como con distintas condiciones de frontera.

Para la presentación de las características del algoritmo propuesto y como un ejemplo de la su aplicación en un caso real, se simula el comportamiento del acuífero del Valle de Guadalupe, ubicado aproximadamente a 40 km al noreste de la ciudad de Ensenada, el cual es de suma importancia para el estado de Baja California por la producción agrícola y que recientemente ha presentado problemas de abatimiento del nivel piezométrico.

GEOH-12

RESULTADOS PRELIMINARES DEL MODELO NUMÉRICO DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE AGUASCALIENTES

López Álvarez Briseida^{1 y 2}, Ramos Leal José Alfredo¹, Santacruz de León German², Hernández García Guillermo³, Ortiz Pérez Manuel y Moran Ramírez Janete¹

¹IPICYT²COLSAN³UNAM

briseidalopez@yahoo.com.mx

El área de estudio se localiza en la porción central de México, tiene una superficie de 9,995 km².

El 87% de la población asentada en la cuenca, tiene como fuente principal de abastecimiento de agua al sistema acuífero de Aguascalientes. Dicho sistema esta formado por dos acuíferos: uno superior de tipo libre y uno inferior de tipo semi-confinado. El acuífero libre es formado por material granular, se explota a una profundidad que varía entre 50 y 400 m y tiene comunicación hidráulica con las rocas volcánicas fracturadas que forman el acuífero inferior con profundidades mayores a 400m. Éste último presenta termalismo con temperaturas de 48°C en promedio. En el medio fracturado se han identificado una transmisividad de 226.4 m²/día y una conductividad hidráulica de 0.75 m/día; mientras que para el medio granular, una transmisividad de 5.29 m²/s x10⁻⁴ y una conductividad hidráulica de 1.51 x10⁻⁶ m/s. los abatimientos en el acuífero superior alcanzan hasta 3 m, produciendo un gran cono de abatimiento en la ciudad de Aguascalientes. Estudios de datación del agua subterránea en el Valle de Aguascalientes establecen que a edad del agua del acuífero granular tiene más de 50 años, lo que puede considerarse como flujo local. El agua del acuífero inferior, tiene una edad comprendida entre 11,000 y 20,000 años, lo que puede considerarse como un flujo regional. En 2006 la CNA estimó una recarga de 234 Mm³/anual y reportó una extracción de 446.7 Mm³/anual. El objetivo de este trabajo será desarrollar el modelo de flujo del sistema acuífero del Valle de Aguascalientes, con la finalidad de evaluar los efectos del cambio de uso de suelo; así como, el uso y manejo apropiado del agua subterránea.

GEOH-13

CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA DE LOS ACUÍFEROS AMAZCALA-BUENAVISTA; IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE RECARGA MEDIANTE GEOQUÍMICA E ISÓTOPOS ESTABLES

Hernández Pérez Eliseo¹, Levresse Gilles¹, Carreón Freyre Dora Celia¹, Carrera Hernández Jaime Jesús¹, Cerca Martínez Luis Mariano¹ y Torres Vallejo Audel²

¹Centro de Geociencias, UNAM

²COTAS Amazcala

ehernandez@geociencias.unam.mx

El agua subterránea es un recurso muy importante en México. El centro de México se caracteriza por poseer un clima con precipitaciones pluviales de 450 – 600 mm y no poseer cuerpos de agua superficial importantes.

Los acuíferos de Buenavista y Amazcala forman parte de la cuenca Lerma-Santiago al norte de la ciudad de Querétaro. El aprovechamiento de agua subterránea es principalmente agrícola y para abastecimiento público urbano. La importancia del estudio de estos acuíferos radica en que se han identificado flujos de entrada de aguas subterráneas provenientes del norte, este y oeste con flujos de salida hacia la zona sureste alimentando al acuífero de Querétaro. La agenda del Agua 2030 establece el objetivo de la estabilización de cuencas para asegurar el suministro y calidad del servicio.

El área de estudio presenta dos tipos de acuíferos un acuífero granular somero y un acuífero fracturado profundo. Se realizó una caracterización hidrogeoquímica de elementos mayores, menores, trazas y de isótopos estables (2H, 18O), para la identificación de las zonas de recarga y de flujo subterráneo. La caracterización de elementos mayores sugiere 3 tipos de agua principales de agua que muestran la evolución geoquímica y zonas de mezcla. El análisis de isótopos permite identificar las zonas de recarga locales que se encuentran en la parte oeste en la sierra correspondiente a los volcanes de La Joya y Palo Huérano y noreste de la zona montañosa correspondiente al volcán del El Zamorano. También se han identificado las zonas de aporte de aguas profundas con una mayor evolución geoquímica.

La presencia de NO₃⁻ indica contaminación del acuífero somero por fertilizantes y desechos animales. Este fenómeno sugiere la necesidad de la identificación de focos de contaminación mediante isótopos estables de 15N y 18O.

GEOH-14

CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA Y GEOFÍSICA DE ACUÍFEROS EN LA ZONA MEDIA DE SAN LUIS POTOSÍ

Ramos Leal José Alfredo, Moran Ramírez Janete, Pérez Corona Fred Yoan, López Álvarez Briseida y Carranco Lozada Simon Eduardo
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.
jalfredo@ipicyt.edu.mx

El objetivo principal del estudio es evaluar la disponibilidad de agua en un acuífero fracturado para explotación y uso agrícola, en la zona Media de San Luis Potosí, el área de estudio tiene una superficie de 800 Km². El principal acuífero se localiza en las calizas fracturadas de la Formación El Abra. La principal cuenca hidrogeológica en el área de estudio es formada por un sinclinal en donde la caliza de la Formación El Abra se localiza a profundidades de 150 a 300 m de profundidad, con espesores que rebasan los 500 metros. Sin embargo en el flanco derecho del valle a la altura de Maravillas y Cerrito Blanco, la unidad favorable se encuentra muy cercana a la superficie del terreno. Las resistividades muestran que la roca favorable tiene dos condiciones de fracturamiento de contenido de agua de diferente calidad. En el flanco derecho del valle se detectaron resistividades de 565 a 1342 #m y en el lado derecho de 55 a 64 #m, esta última puede estar relacionada con el contenido de agua Sulfatada Cállica. En el valle el acuífero se encuentra confinado por la Formación San Felipe, cuyos espesores alcanzan hasta los 200 metros. La zona de descarga se localiza al sur del área de estudio, en el contacto de la Formación El Abra con la Formación Guaxacama. El agua de tipo Sulfatada Cállica es el grupo dominante en el área de estudio, hacia la parte norte del área de estudio predomina el grupo de agua Bicarbonatada Cállica.

GEOH-15

CARACTERÍSTICAS HIDROGEOQUÍMICAS E ISOTÓPICAS DEL AGUA, EN LA PARTE CENTRO DEL ESTADO DE VERACRUZ

Pérez Quezadas Juan¹, Cortes Silva Alejandra², Salas Ortega Rocío¹ y Carrillo Chávez Alejandro¹

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

pquezadas_1@hotmail.com

Se presentan las características hidrogeoquímicas e isotópicas generales de agua superficial, subterránea y meteórica de diferentes aprovechamientos y lugares de monitoreo, localizados en la parte central del estado de Veracruz,

en la cuenca hidrográfica descrita por el río Actopan. En su parte media-alta existen flujos piroclásticos y derrames de lava, en su zona intermedia travertino producto de cuencas evaporíticas y en la parte baja Calizas de origen marino y relleno aluvial. Condicionados por las características geológicas, topográficas y climáticas, se presentan zonas de descarga de agua de origen local, constituyendo manantiales que descargan de acuíferos colgados los cuales son vulnerables a las actividades antropogénicas. Lo anterior se confirma con los resultados hidrogeoquímicos y con la evaluación del efecto de altitud isotópico registrado durante los últimos 5 años. Los resultados de esta investigación están orientados a entender las características del sistema hidrológico a través de la evaluación del sistema de flujo y la interacción del agua con diferentes rocas. Plantean la base y la necesidad de una mayor exploración hidrogeológica que permita entender el sistema de flujo regional y local, así como la aplicación de herramientas de frontera que contribuyan a conceptualizar el funcionamiento hidrológico a escala de cuenca.

GEOH-16

MIXING OF GROUNDWATERS WITH UNCERTAIN END-MEMBERS IN THE TEPALCINGO-AXOCHIAPAN VALLEY, MEXICO

Morales Casique Eric
Instituto de Geología, UNAM
ericmc@geologia.unam.mx

Groundwater geochemical data from the northern portion of the Tepalcingo-Axochiapan Valley, in the state of Morelos, Mexico, are analyzed to improve the conceptual hydrogeologic model of the region. The geochemical data suggest that the leading-order variability in chemical composition of groundwater is the result of a mixing process between two end-members represented by groundwater from an upper aquifer composed of volcanic-sedimentary rocks and groundwater from a lower aquifer composed of carbonate rocks. Analysis of published data shows that the chemical composition of at least one of the end-members varies significantly in time. Mixing ratios are computed, taking into account the uncertainty in identifying end-members and the time variability in their chemical composition, using published methods. Computed mixing ratios suggest there is a significant contribution from the lower aquifer to the water pumped by the wells in the area, which should be taken into account in the conceptual hydrogeologic model of the region.

GEOH-17 CARTEL

CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA Y QUÍMICA DEL ACUÍFERO EL SAUZ ENCINILLAS

Pinales Munguía Adán, Aguirre Sáenz Benito, Royo Ochoa Miguel y Estrada Gutiérrez Guadalupe
Facultad de Ingeniería, UACH
apinales@uach.mx

El acuífero El Sauz-Encinillas es fuente de abasto de agua potable importante a la ciudad de Chihuahua, Chih., México, aportando un caudal de 22.5 hm³/a ó 713 lps. El acuífero se localiza en la parte centro norte del estado de Chihuahua. Comprende un área de 2,743 km², ubicada entre las coordenadas 28° 53' a 29° 39' de latitud norte y los 106° 9' a 106° 43' de longitud oeste. El objetivo de esta investigación es caracterizar el acuífero El Sauz-Encinillas tanto hidrogeológica como química. Para ello se realizó un análisis de la información hidrológica, climatológica y geológica. Se diseñó una red de monitoreo hidráulica y de calidad del agua subterránea, se realizó una caracterización hidrogeológica, de calidad del agua del acuífero y se determinó la disponibilidad del agua subterránea del utilizando la norma oficial mexicana NOM-011-CNA-2000. El acuífero se encuentra casi en su totalidad dentro de la cuenca endorreica Laguna de Encinillas, cuenta con una precipitación media anual de 388 mm, una temperatura media anual de 15.6 °C, compuesto en su parte superior por material del suelo como arcilla, limos, arenas, gravas y boleas sin saturación o parcialmente saturados. Subyaciendo a la anterior materiales granulares, que pueden o no estar cementados y por debajo de éste se encuentra la riolita, que en su parte superior puede estar fracturada y a profundidad se puede considerar como prácticamente impermeable. Las redes de monitoreo hidráulica y química quedaron conformadas por 51 y 45 aprovechamientos respectivamente. La elevación del nivel estático de 2010 varía entre 1580 y 1490 msnm. Las elevaciones máximas se presentan al poniente por las estrabaciones de las sierras Rusia y Los Fresnos, y a partir de ahí descienden gradualmente hacia el valle. También se tiene un cono de abatimiento principal ubicado al sur del acuífero con valor de 1490 msnm, y una salida natural correspondiente a la Laguna Encinillas con elevación de 1520 msnm. En el acuífero se presentan tres direcciones preferenciales de flujo, el primero va desde las sierras hacia el valle, la segunda va desde el parteaguas ubicado en la porción centro sur del acuífero y se dirige al norte del mismo, y la última dirección de flujo va nuevamente del parteaguas y se dirige hacia el sur. Se encontraron tres familias principales de agua la Bicarbonatada-cállica, Bicarbonatada-sódica y Bicarbonatada-mixta, y con respecto a la distribución espacial de la calidad del agua subterránea se observó que los elemento que más ampliamente se encuentra distribuido en el acuífero y que excede el límite máximo permisible para agua para consumo

humano de acuerdo con la NOM-127-SSA1-1994 son: Fluoruro, Fierro, Arsénico y Aluminio. La disponibilidad del agua subterránea resultó negativa con un valor de -37.45 hm3/a, donde la recarga total resultó en 68.88 hm3/a, la descarga natural en 10.8 hm3/a y la descarga por pozos registrados en el Registro Público de Derechos de Agua fue de 92.53 hm3/a.

GEOH-18 CARTEL

INSTRUMENTACIÓN EN POZOS PARA MONITOREO DE NIVEL PIEZOMÉTRICO, UTILIZANDO MEDIDORES DE REGISTRO CONTINUO

Vázquez González Rogelio, Díaz Fernández Alejandro y Fuentes Arreazola Mario Alberto
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
 rvazquez@cicese.mx

Los registros de nivel piezométrico son utilizados comúnmente para determinar el gradiente hidráulico y definir la dirección de flujo subterráneo, también pueden ser utilizados en pruebas de pozo y analizar las propiedades hidráulicas del medio. Sin embargo, en la práctica se observa que la respuesta del nivel de agua corresponde a diversos fenómenos naturales y antropogénicos, como: presión barométrica, temperatura superficial, marea gravitacional, actividad sísmica, subsidencia y explotación o recarga a través de pozos. Actualmente, gracias al avance tecnológico, hay disponibles en el mercado instrumentación con opción de programar el periodo de muestreo entre algunos minutos y horas, y con capacidad de almacenamiento superior a 40,000 muestras.

Se tienen instalados un conjunto de medidores automáticos del nivel del agua, con capacidad de registro continuo, en una red de pozos de monitoreo, la mayor parte de ellos en el Valle de Mexicali y Valle de Guadalupe, en el estado de Baja California. Los objetivos en el caso de Mexicali son múltiples, correlación con fenómenos de deformación y respuesta a eventos sísmicos. En el Valle de Guadalupe la aplicación es a estudios geohidrológicos.

Un instrumento similar a los medidores de nivel es colocado por encima de la superficie piezométrica para medir la presión barométrica, convirtiendo el valor a una columna de agua equivalente. El instrumento es un transductor de presión y cuando es sumergido, mide una combinación de presión atmosférica y presión hidrostática. Por lo anterior, a los registros obtenidos se les debe aplicar una compensación por efectos barométricos. Siendo esta remoción del efecto barométrico uno de los factores más importantes para analizar los registros obtenidos y poder separar la respuesta del nivel de agua a diversos fenómenos. Como alternativa para corregir por el efecto barométrico y determinar la compensación, se utilizó un método que considera las condiciones geohidrológicas del acuífero en que se encuentra el pozo.

Este trabajo muestra una serie de registros de nivel piezométrico, la respuesta a los fenómenos mencionados, y la compensación por efectos barométricos.

GEOH-19 CARTEL

LA SECUENCIA ESTRATIGRÁFICA CENOZOICA DE LA VERTIENTE SUROCCIDENTAL DE LA SIERRA DE GUANAJUATO, MÉXICO, Y SU IMPORTANCIA GEOHIDROLÓGICA DE LA REGIÓN

Martínez Reyes Juventino¹, Motezuma Martínez Martina² y Mitre Salazar Luis Miguel¹

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Universidad de Guanajuato

jmr@geociencias.unam.mx

La Sierra de Guanajuato es una entidad fisiográfica situada hacia la terminación meridional de la Mesa Central. Su constitución geológica comprende un basamento mesozoico estratigráficamente y estructuralmente muy complejo, cubierto discordantemente por una secuencia continental cenozoica. Este trabajo enfoca el análisis estratigráfico de esa cubierta en la vertiente suroccidental de la sierra para entender la dinámica hidrogeológica de las fuentes que abastecen de agua subterránea a la región, particularmente las que abastecen a la ciudad de León.

La secuencia estratigráfica cenozoica que aflora en esta parte de la Sierra de Guanajuato está representada por formaciones clásticas, volcánicas, piroclásticas y volcanoclásticas diversas de edades paleógenas y neógenas. Algunas han sido definidas como unidades informales locales; a otras simplemente las designamos con su nombre genérico y su ubicación en la columna se fundamenta por su posición estratigráfica o por su correlación con otras formaciones. La series litoestratigráficas que afloran en esa parte de la sierra están representadas por una sucesión de unidades que son, de la más antigua a la más moderna, las siguientes: el Conglomerado Duarte del Eoceno (49 Ma?), las Riolitas Alteradas del Oligoceno temprano (?), el Conglomerado Polimítico del Oligoceno medio (?), la Ignimbrita Cuatralba del Oligoceno (31-28 Ma), la Andesita del Oligoceno tardío-Mioceno temprano (?), la Ignimbrita del Mioceno temprano (23 Ma?) y los Basaltos El Cubilete del Mioceno tardío (13 Ma). Esta columna puede complementarse con una unidad clástica que aflora en las Lomas de Comanjilla (dominios del Bajío) entre riolitas del Oligoceno y basaltos del Mioceno, la cual no existe en la Sierra en virtud de que no se depositó o se erosionó. Tectónicamente estas formaciones sufrieron durante el Cenozoico deformaciones distensivas que provocaron fallamientos

de tipo normal con varias orientaciones, siendo la NW-SE la principal y la que da origen al Bajío.

Las formaciones cenozoicas de la vertiente suroccidental de la Sierra de Guanajuato están presentes en el subsuelo del Bajío, como lo muestran algunos registros litológicos de pozos allí perforados. Es aquí donde radica la importancia del conocimiento de sus características geológicas para el mejor entendimiento de la dinámica del o los acuíferos que encierra. El agua subterránea extraída actualmente está contenida en las formaciones terciarias y/o en el relleno granular más reciente.

La Sierra de Guanajuato constituye en sí misma una zona de recarga para la región. Su vertiente suroccidental es drenada por diversas corrientes superficiales hacia la planicie del Bajío, amén de la infiltración al subsuelo a través de las diversas formaciones de su basamento mesozoico y de su cubierta cenozoica.

Este trabajo pretende aportar un avance en el conocimiento que se requiere para la adecuada gestión de las aguas subterráneas que abastecen a la ciudad de León en particular y a la región en general.

GEOH-20 CARTEL

ACTUALIZACIÓN DEL MODELO DE FLUJO DE AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ACUÍFERO DEL VALLE DE OJOS NEGROS, B.C.

Padilla Morín Minerva y Vázquez González Rogelio

Ciencias de la Tierra, CICESE

mpadilla@cicese.edu.mx

El desarrollo agrícola en una región semidesértica está condicionado a la disponibilidad del recurso hídrico, ya sea superficial o subterráneo. En el estado de Baja California, la región del valle de Ojos Negros es un ejemplo de producción agrícola basado en la utilización del agua subterránea. Aunque el área de interés se caracteriza por ser una zona semidesértica, una de las principales actividades económicas es la agrícola. Debido al auge cada vez mayor del sector agrícola, se han abierto nuevas extensiones de tierra para agricultura de riego, la cual se basa en la única fuente de agua disponible en la región, el acuífero del valle de Ojos Negros. Este incremento en la explotación de agua subterránea está provocando la sobreexplotación del recurso hidráulico, el abatimiento del nivel freático, así como un descenso en el volumen del agua disponible en el acuífero, como los efectos inmediatos.

Con base a lo anterior se realizó un análisis de las condiciones geohidrológicas actuales mediante la simulación numérica del flujo de agua subterránea en el acuífero de Ojos Negros ubicado aproximadamente a 40 Km. al este de Ensenada, Baja California.

Se estableció un modelo conceptual para representar el comportamiento del agua subterránea, que consideró información geohidrológica, geofísica y climatológica disponible sobre el área de estudio

Posteriormente se implementó el modelo en dos dimensiones matemático que describe el flujo transitorio, a partir de la ecuación diferencial que gobierna el flujo de un acuífero no-confinado, isotrópico para el cual son válidas la Ley de Darcy y la aproximación de Dupuit, es decir, la ecuación de Boussinesq.

Finalmente se obtuvo el modelo numérico utilizando la técnica de diferencias finitas centrales y mediante el método iterativo Gauss-Seidel se determinó el potencial hidráulico utilizando la ecuación de balance, es decir, se simuló el modelo del flujo del agua. Para implementar el simulador se diseñó la rejilla de discretización de acuerdo a la geometría del modelo, se seleccionaron los parámetros geohidrológicos de conductividad hidráulica y coeficiente de almacenamiento, se definieron las condiciones iniciales y de frontera, así como las condiciones de operación del acuífero. Para la calibración del modelo se utilizaron registros históricos del nivel piezométrico. Con base en los resultados del modelo, se proponen posibles alternativas de manejo del recurso.

GEOH-21 CARTEL

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DE LA SUBCUENCA HIDROGRÁFICA ATOYAC - SAN MARTÍN TEXMELUCAN, PUEBLA

Vázquez Ramírez Daniel

Colegio de Geofísica, BUAP

daniel_geofisico89@hotmail.com

Este estudio tiene como finalidad interpretar el comportamiento del flujo del agua subterránea de la parte noroeste del acuífero del valle de Puebla y su perspectiva a futuro conforme a la demanda estimada dentro de los próximos 50 años;

La subcuenca hidrográfica Atoyac- San Martín Texmelucan esta registrada dentro de la red hidrográfica propuesta por INEGI, la cual forma parte de la cuenca del río Atoyac, región hidrográfica del río Balsas. Esta cuenca se encuentra en las coordenadas UTM 553048m E y 2135572m N. dentro de la zona territorial de los municipios de San Salvador el Verde, San Martín Texmelucan, Santa Rita Tlahuapan y parte de los municipios de Huejotzingo e Ixtacuitla de Mariano Matamoros, es abastecida principalmente por el deshielo

del glaciar del volcán Iztaccíhuatl y su infiltración beneficia al acuífero del valle de Puebla, que es una de las zonas principales de explotación de agua subterránea en el estado de Puebla;

Para el procesamiento de datos se utilizaron los programas SAGA GIS (sistema para análisis automatizados geocientíficos), de licencia libre para plataforma Linux que es una plataforma eficaz y fácil para la propuesta en práctica de métodos geocientíficos mediante su interfaz de programación, este programa se utilizara para calcular la cantidad de evapotranspiración, infiltración y escorrentía dentro de los 1001.36 km² que conforman el área de estudio usando los datos históricos de precipitación registrados por las estaciones meteorológicas del servicio meteorológico nacional y la red nacional de estaciones estatales agroclimáticas, además de los datos de uso de suelo y tipo de suelo proporcionados por INEGI y MODFLOW, que es un programa de uso libre diseñado por la USGS, de código fuente abierto para plataforma Linux escrito principalmente en FORTRAN para simular el flujo subterráneo del acuífero, este programa utiliza la ecuación de flujo para aguas subterráneas en régimen transitorio en un medio homogéneo e isotrópico, por lo que usaremos los datos piezómetros y freáticos existente de los pozos perforados dentro del área, además de los datos resultantes obtenidos durante el procesamiento en SAGA GIS y así proponer un modelo que describa las condiciones actuales del acuífero y su perspectiva a futuro.

GEOH-22 CARTEL

GEOLOGÍA Y GEOHIDROLOGÍA EN EL NOROCCIDENTE DEL ESTADO DE CHIHUAHUA, MÉXICO: CASO DE ESTUDIO ACUÍFERO LAS PALMAS

Royo Ochoa Miguel¹, Chávez Aguirre Rafael¹, Martínez Leyva Pedro¹,
Pinales Munguía Adán¹, Villalba María Lourdes¹, Espino Valdés María
Socorro¹, De la Garza Aguilar Rodrigo¹, Royo León Miguel¹, Alva Valdivia
Luis M.², Urrutia Fucugauchi Jaime² y González Rangel J. Antonio²

¹Facultad de Ingeniería, UACH

²Instituto de Geofísica, UNAM

mroyoo_2000@yahoo.com

El área de estudio se ubica en la porción noroeste del estado de Chihuahua, donde colinda con los Estados Unidos de Norteamérica, al oriente y suroriente de Puerto Palomas, fisiográficamente pertenece a la provincia de Cuencas y Sierras, en esta área se localiza el acuífero Las Palmas. Se designa a la porción de la provincia donde se ubica el área de estudio como "Subsección de Los Bolsones" por la abundancia de extensas llanuras con una suave pendiente que convergen hacia una zona central con drenaje endorreico, conocidas en la región como bolsones donde frecuentemente se tienen suelos arcillosos salinos, denominados localmente como "barreales" debido a extensas zonas lagunares sometidas a una intensa evaporación. Localmente no se observan rasgos morfológicos importantes, salvo pequeños lomeríos de escasa altura que limitan una zona de relieve muy bajo cuya pendiente disminuye sensiblemente hacia la laguna Los Juguetes y otra serie de pequeñas depresiones que se inundan temporalmente convirtiéndose en humedales.

La estratigrafía del área en la que ocurre el acuífero Las Palmas se define por varias unidades litológicas con características texturales y estructurales, y que van en edad desde el Jurásico Superior hasta el Cuaternario. Las rocas sedimentarias del Jurásico Superior son correlacionables con la Formación La Casita; en el Cretácico Inferior se identificaron las formaciones Las Vigas – Navarrete, Cuchillo y Aurora; El Terciario es eminentemente volcánico, en la parte más antigua de la columna fósilica (Oligoceno) y el resto basáltico (Mioceno – Pleistoceno). El Cuaternario está representado por depósitos detríticos de ambiente continental, que van desde conglomeráticos en la base hasta eólicos en la cima.

El acuífero de Las Palmas se distribuye en la porción sur de una extensa zona de terreno llano limitada al norte por las montañas "Tres Hermanas - West Lime Hills" y por las "West Potrillo Mountains" en territorio de EUA, entre ellas se desarrolla un extenso valle justamente al este del "Bolsón de la Mesilla". Al sur, el acuífero está limitado por el "Campo Volcánico de Palomas", y se aloja en gravas y arenas continentales de buena permeabilidad que se encuentran bordeando las pequeñas elevaciones situadas en la porción nororiental y parcialmente a los basaltos del Campo Volcánico Palomas. Y que junto con los basaltos Plio-Cuaternarios formarán el acuífero de la zona.

GEOH-23 CARTEL

DETERMINACIÓN DE PROCESOS DE RECARGA DE MANANTIALES MEDIANTE ISÓTOPOS AMBIENTALES EN LA CUENCA DEL RÍO DUERO, MICHOACÁN, MÉXICO

Silva García José Teodoro, Ochoa Estrada Salvador,
Nava Velázquez Jaime y Estrada Godoy Francisco

CIIDIR-IPN-MICH

tsilva09@hotmail.com

El uso de los isótopos ambientales, proporcionó una nueva visión de entendimiento en los procesos hidrogeológicos de la cuenca del río Duero.

El área de estudio se localiza al noroeste del estado de Michoacán, con una superficie de 51,887 km² y una altitud promedio de 2000 m. Predomina un ambiente volcánico sedimentario. Un total de 12 análisis isotópicos fueron realizados a muestras de agua de lluvia recolectada en estaciones específicas a distintas altitudes (desde 1500 a 2400 m) cuyo periodo de captación abarco los meses de Julio-Septiembre del 2011. Paralelamente se obtuvieron datos isotópicos de 5 muestras de manantiales. Con esta herramienta se definieron los procesos de recarga regional (Flujos) encontrándose la directa relación de zonas de infiltración y áreas preferentes de descarga. Los resultados de los sitios muestreados al ser comparados con la proporción de la media estándar del agua del océano (SMOW por sus siglas en inglés) indican que la recarga del acuífero proviene de la precipitación local y que los pozos están sometidos a procesos de evaporación. Estas características son comunes en medios volcánicos fracturados.

GEOH-24 CARTEL

CUANTIFICACIÓN DE PERDIDA DE SUELO POR EROSIÓN HÍDRICA EN LA CUENCA PROPIA DEL LAGO DE CHAPALA, MICHOACÁN

Silva García José Teodoro, Ochoa Estrada Salvador,
Carreón Gutiérrez Mario y Nava Velázquez Jaime

CIIDIR-IPN-MICH

tsilva09@hotmail.com

La cuantificación o medición del grado de erosión de un suelo puede realizarse por métodos teóricos o empíricos y modelos experimentales; de estos últimos las parcelas de escurrimiento son las más confiables para determinar las pérdidas de suelo por efecto de la erosión hídrica ya que involucran la captación del caudal líquido y sólido. Se instalaron un total de 18 parcelas de escurrimiento dentro de La Cuenca Propia del Lago de Chapala, porción Michoacán, que cuantificaron los volúmenes de sedimentos escurridos dentro de la misma en temporada de lluvia. Asimismo, se determinaron los principales usos del suelo presentes en la cuenca siendo el principal de ellos la agricultura de temporal (30,750 ha), seguido del matorral subtropical (27317 ha), la agricultura de riego (15501 ha), el pastizal con 4326 ha y el bosque de encino con una superficie mínima de 300 ha. La pérdida de suelo medido en la temporada de lluvias del año 2011, fue de 27832.2 t/año, siendo el uso de suelo de los cultivos de temporal donde más se favorece los procesos de erosión con un total de 25552.8 t/año. La menor pérdida de suelo por unidad se registro en el matorral subtropical, con 0.001 kg/ m².

Sesión Regular

GEOLOGÍA DEL PETRÓLEO

Organizadores:

Javier Arellano Gil
Bernardo Martell Andrade

GP-1

AFLORAMIENTOS DE ALGUNOS TIPOS DE BRECHAS ANÁLOGAS A LA ROCA ALMACÉN DEL CAMPO CANTARELL, EN EL SURESTE DE MÉXICO

Ruiz Violante Agustín, Valencia Islas Juan José, Rosales Contreras Eduardo y Ronquillo Jarillo Gerardo Felipe
Instituto Mexicano del Petróleo, IMP
 aruizv@imp.mx

En el marco del Proyecto 137514, SENER - HIDROCARBUROS CONACYT 2009-03 (Métodos indirectos para identificar sistemas de fracturas) desarrollado en el Instituto Mexicano del Petróleo como "Atributos Sísmicos Azimutales de Atenuación y Amplitud en Datos Multicomponentes en el Mapeo de Fracturas", en el apoyo geológico, se tuvo la necesidad de encontrar afloramientos de rocas análogas que explicaran los procesos y eventos que ocurrieron en los campos petroleros de la zona marina del sureste de México.

La zona de estudio se localiza principalmente en el estado de Tabasco, no obstante tuvimos que integrar afloramientos en el estado de Chiapas, en donde logramos diferenciar varios tipos de brechas. La importancia de estas litologías se debe a que en el Sureste de México y en la Zona Marina, existen brechas carbonatadas productoras de hidrocarburos.

Para algunos autores las brechas productoras de hidrocarburos son de edad K-T y atribuyen su origen principal al evento Chicxulub. Otros autores encuentran que la producción principal se encuentra sobre todo en el fracturamiento y desarrollo vulgular, y la edad de la roca almacén puede ser o no el límite K-T.

Como aproximación para responder esta pregunta investigamos numerosos afloramientos en los estados de Chiapas y Tabasco.

Algunos tipos de brecha encontrados son:

1. Brechas epiclásticas, intraformacionales y extraformacionales; Brechas cataclásticas, por "slump" y "landslide" Ligadas al evento Chicxulub.
2. Brechas y conglomerados sedimentarios (periarrecifal, de talud, borde de plataforma, etc.).
3. Brechas asociadas a tectónica sinsedimentaria (fallas y taludes de plataforma).
4. Brechas cataclásticas, tectónicas por fallamiento en caliza y(o) dolomía.
5. Brechas cataclásticas, tectónicas, estratiformes (estructuras capa a capa).
6. Dolomías masivas brechadas (agrietadas) por diagénesis (dolomitización) y dolomía vulgular.
7. Karst epigénico actual y brecha caótica, lo que no hace presumir que en el área pueden encontrarse brechas paleokársticas.

En los estudios realizados a todas estas brechas, se encontraron que las mejores condiciones de porosidad y permeabilidad se definían en las brechas cataclásticas y las afectadas por proceso diagenéticos.

Por el tipo de rocas encontradas en los afloramientos, y porque nos encontramos en el mismo sistema sedimentario y estructural en la Zona Marina del sureste de México, las zonas estudiadas son buenos análogos.

GP-2

CONSIDERACIONES DE IMAGEN DE ESTUDIOS SÍSMICOS BIDIMENSIONALES CROOKED LINES 2D-HD PARA OBJETIVOS GEOLÓGICOS SOMEROS

Rangel Aguilar Diego Armando¹ y Gómez Santiago Miguel²
¹Centro de Proceso de Datos Geofísicos, COMESA
²Compañía Mexicana de Exploraciones
 darangel@comesa.org.mx

Dentro de las actividades petroleras de producción en referencia al desarrollo de campos, existen casos en que la imagen sísmica no es suficiente para continuar con dichas actividades en escenarios de yacimientos con objetivos geológicos someros. Por ende, surge la necesidad de adquirir nueva sísmica a corto plazo de suficiente calidad en imagen y con la suficiente resolución que permita una mejor planeación de la producción en cuestión.

Al ser campos petroleros en áreas conurbadas y de difícil acceso (por cuestiones sociales, naturales y culturales), la adquisición sísmica de un nuevo estudio 3D convencional sería viable pero complicado aunado a que sería una solución muy a largo plazo. El factor tiempo es crucial para la búsqueda de soluciones para esta coyuntura debido a la necesidad inmediata de una mejor imagen sísmica que soporte de mejor forma la toma de decisiones con el movimiento de equipos de perforación. Por ende se hace recomendable la opción de la adquisición de sísmica "Bidimensional" tipo crooked line de alta densidad.

Debido a la complejidad de un estudio de tipo crooked lines la planeación previa al levantamiento juega un papel fundamental, se debe hacer un modelado previo por parte del equipo de adquisición junto con los intérpretes para determinar el área del subsuelo que deseamos enfocar y en base a estos objetivos ofrecer la

mejor solución en campo con el fin de minimizar los errores que pudieran ser ocasionados por una dispersión irregular de puntos de reflejo común

Como consecuencia de este tipo de adquisición, el concepto del CDP deja de ser del todo válido. La geometría de un esquema de este tipo de adquisición genera una dispersión de puntos de reflejo común en el subsuelo. Por ende el procesamiento de datos de este tipo de geometrías debe de estar encaminado a la adecuada técnica de reordenamiento y/o regularización de los CMPs en el subsuelo, aunado a la correcta parametrización de la secuencia misma de proceso de manera que al final la imagen sísmica migrada sea lo más cercano posible al modelo geológico y con esto contribuir desde el procesamiento e interpretación en la reducción del riesgo para la toma de decisiones.

GP-3

CUERPOS CALCÁREOS DEL PALEOCENO Y SUS IMPLICACIONES DURANTE LA PERFORACIÓN DE POZOS EN AKAL

Juárez Aguilar Luis
Exploración y Producción, PEMEX
 luis.juarez@pemex.com

La presencia de cuerpos carbonatados en el Paleoceno del Campo Akal ha significado significativos problemas operativos. Por sus características texturales y su posición estratigráfica implican la necesidad de mantener controlados las pérdidas de fluidos que en ellos se presentan y además contrastan con los cuerpos arcillosos los cuales son sensibles a hidratarse y a cerrar los agujeros perforados. Por lo anterior establecer un modelo el cual prediga de manera confiable las facies que en ellos se encontraran al perforarse se ha vuelto parte importante para prevenir el comportamiento hidráulico de dichos cuerpos y de esta manera evitar pérdidas de tiempo y dinero los cuales impactan directamente sobre la inversión de la explotación de hidrocarburos en la Region Marina Noreste.

Aunado a lo anterior se tiene cuerpos calcáreos de edad Eoceno Medio los cuales si bien su impacto no ha sido de la magnitud de los cuerpos del Paleoceno, si significan un riesgo de menor magnitud y que bien vale la pena considerar para futuras intervenciones de pozos en campos similares.

Si bien estos cuerpos carbonatados no significan un reservorio de hidrocarburos en esta zona, es pertinente contar con modelos que predigan su comportamiento para de esta manera evitar inversiones innecesarias y ajustes en los programas de perforación de pozos. Además se pueden prevenir gastos innecesarios en campos similares a Akal durante su desarrollo.

GP-4

IMPORTANCIA DE LAS ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS EN EL SISTEMA PETROLERO DE LA CUENCA DE CHICONTEPEC

Arellano Gil Javier¹ y Yussim Guarneros Sergio²
¹Facultad de Ingeniería, UNAM
²Colegio de Geografía, UNAM
 arellano@unam.mx

La Cuenca de Chicontepec cubre un área de aproximadamente 11,300 Km² y se ubica geográficamente en la porción centro-oriental de la República Mexicana sobre la Planicie Costera del Golfo de México, entre los estados de Veracruz, Puebla, Hidalgo y San Luis Potosí; geológicamente se ubica dentro de la Provincia Tampico – Misantla. Es una cuenca sedimentaria tipo "Foreland" que se formó en el Paleoceno y Eoceno, durante las últimas fases de levantamiento de la Sierra Madre Oriental, cuando se originó una gran depresión, acompañada de un fuerte proceso erosivo que afectó a las secuencias jurásicas y cretácicas con el posterior relleno de sedimentos arcillosos y arenosos, en un proceso de sedimentación compuesta de turbiditas de ambiente marino de profundidad variable, en la que se desarrolló un complejo de abanicos submarinos y una red de abundantes canales, por lo que la secuencia está constituida por areniscas lenticulares con intercalaciones de lutitas, cuyos componentes son en gran medida fragmentos de carbonatos. Los principales mecanismos de transporte que actuaron son los abanicos de talud y de piso de cuenca, derrumbes, los flujos de detritos y deslizamientos de masa. La cuenca tuvo subsidencia constante ocasionada por el peso de los sedimentos que recibía y por la dinámica de la Sierra Madre Oriental y la Paleo-Plataforma de Tuxpan.

El sistema petrolero de Chicontepec es razonablemente bien definido, donde las secuencias estratigráficas son las que condicionan la presencia de los yacimientos, aunque en algunos casos, las deformaciones estructurales consistentes en pliegues suaves, fallas laterales y fracturas son las que favorecen la existencia de yacimientos de mayor productividad. Las principales trampas son de tipo estratigráfico, cuyo origen se asocia con abanicos submarinos, superficies de erosión, lóbulos y rellenos de paleocanales que en sus facies arenosas originaron cuerpos lenticulares de areniscas de reducido espesor y poca extensión que corresponden con las rocas almacenadoras; las rocas generadoras son las facies arcillo-calcáreas de las formaciones Santiago, Tamán y Pimienta del Jurásico Superior, así como en menor medida los horizontes arcillosos de las formaciones Chicontepec Inferior y Medio. La

migración se dio principalmente en sentido vertical ascendente por las fracturas y fallas laterales de dirección NW50°SE; también las superficies de discordancia funcionaron como rutas de migración, por lo que los hidrocarburos llegaron hacia rocas con mayor porosidad como son los estratos arenosos del Grupo Chicontepec o de la Formación Aragón del Eoceno Inferior. Todos los elementos del sistema petrolero están concatenados en tiempo y espacio por lo que se tiene sincronía.

GP-5 CARTEL

CÁLCULO DE LA PROBABILIDAD DEL ÉXITO GEOLÓGICO EN EXPLORACIÓN PETROLERA

Arellano Gil Javier y Aguilar Juárez Isabel Patricia
Facultad de Ingeniería, UNAM
arellano@unam.mx

El Éxito Geológico es un concepto especialmente importante en las Ciencias de la Tierra, en particular en la exploración petrolera, donde se realizan estudios integrales, aplicando los conocimientos y habilidades tanto de los Ingenieros Geólogos, Geofísicos y Petroleros en la búsqueda de nuevos yacimientos. Su importancia radica en los riesgos y gastos en que se incurre al realizar un proyecto de exploración, los cuales son muy significativos, y solamente compensables en el caso de que el error en la decisión de perforación ocurra con una frecuencia muy pequeña. Es así, que resulta fundamental para la sobrevivencia de cualquier empresa dedicada a la exploración, tener una estimación muy precisa de la probabilidad de tener éxito al hacer la perforación de un pozo, es decir, encontrar yacimientos suficientemente productivos que se puedan desarrollar obteniendo rendimientos económicos importantes, por lo que se deben evaluar integralmente los parámetros geológicos, geofísicos, geoquímicos y económicos que permiten se autorice o no la perforación de un pozo exploratorio. Para la toma de decisiones se evalúa el riesgo geológico de los siguientes seis factores independientes que tienen cierta probabilidad de existir: Roca generadora (Pg), Roca almacenadora (Pa), Trampa (Pt), Roca sello (Ps), Migración (Pm) y Dinámica del Play (Pd). Se asigna una probabilidad a la factibilidad de presencia de estos factores con base la información disponible y en la experiencia profesional de los participantes. La determinación de la probabilidad del éxito geológico (Pe) considera la fórmula de Probabilidad Total y el Teorema de Bayes, y se obtiene multiplicando las probabilidades de ocurrencia de cada uno de los factores antes mencionados, mediante la fórmula $Pe = Pg \times Pa \times Pt \times Ps \times Pm \times Pd$. Si alguno de los factores es cero, la probabilidad de éxito geológico será nula, si $Pe=0.05$ el riesgo es muy alto, con 0.092, 0.183 y 0.375 el riesgo es alto, moderado y bajo respectivamente, pero si $Pe=0.75$ o mayor, el riesgo de fallo es muy bajo, por lo que en este último caso sí se autoriza la perforación del pozo.

En el análisis de la factibilidad de un proyecto de exploración es importante revisar su rentabilidad financiera, la cual depende no solamente del monto de la inversión, sino también de los ingresos que se podrían obtener al llevar a cabo el proyecto, es decir, de que se encuentre un yacimiento productivo de interés económico, considerando la cantidad de reservas y la calidad del hidrocarburo. Estas condiciones dependen de las características geológicas de los diferentes niveles del subsuelo del sitio en que se desea perforar. Tales características son aleatorias, así como también aleatoria es su relación con la productividad del yacimiento en caso de existir uno, y se debe estimar su distribución, con el fin de obtener una medida del éxito geológico del proyecto.

GP-6 CARTEL

DESARROLLO DE UN SOFTWARE PARA LA EVALUACIÓN PETROFÍSICA Y GENERACIÓN DE SISMOGRAMA SINTÉTICO

Ramírez Palacios Osvaldo Damián, Coconi Morales Enrique y Salazar Peña Leobardo
ESIA Ticomán, IPN
osvaldodamian0@hotmail.com

El trabajo propuesto se basa en la realización e implementación de un código en MATLAB con el cual se ejecutará un análisis, evaluación petrofísica y visualización de registros geofísicos de pozos de un campo ubicado al sureste de México. El enfoque se basa en generar un código computarizado de manera que permita la evaluación petrofísica y tener una idea del potencial petrolero del pozo.

Sesión Regular

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL Y TECTÓNICA

Organizadores:

José Duque
Rosalva Pérez
Juan Contreras

GET-1

SISTEMAS TECTÓNICOS DE MÉXICO, AVANCES Y PERSPECTIVAS

Ortega Gutiérrez Fernando¹, Ferrari Pedraglio Luca¹, Morán Zenteno Dante Jaime¹, Elías Herrera Mariano¹, Luna González Laura¹, Gómez Tuena Arturo², Aranda Gómez José Jorge², Solari Lobati Luigi², Tolson Jones Gustavo¹, Centeno García Elena¹, Martini Michelangelo¹, Bandy William Lee³, Fitz Díaz Elisa¹, López Martínez Margarita⁴, Chávez Cabello Gabriel⁵ y Orozco Esquivel María Teresa²

¹Instituto de Geología, UNAM²Centro de Geociencias, UNAM³Instituto de Geofísica, UNAM⁴División de Ciencias de la Tierra, CICESE⁵Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

fortega@unam.mx

A partir del 6 de junio de 2012 el proyecto Sistemas Tectónicos de México, Origen y Evolución, con número 164454 del Fondo SEP-CONACYT 10017 fue dado alta formalmente para cumplir en tres años como mínimo los siguientes objetivos primarios:

1. Elaboración de la Carta Tectónica de México escala 1:2,000,000 asociada a una base de datos georeferenciados que permita configurar digitalmente un Atlas Geotectónico del país en capas diversas con información topográfica (relieve), geofísica (gravimetría, sismicidad, magnetometría, espesor cortical), geocronología, geología y tectónica.

2. Elaboración de un volumen o monografía con el título del proyecto conteniendo una revisión del conocimiento moderno sobre la constitución tectónica del territorio continental y marino de México, así como del origen y evolución de sus sistemas tectónicos.

El grupo de trabajo, el cual consiste en más de una decena de investigadores principales, se ha reunido en dos talleres plenarios obteniendo como avances principales a) la elaboración de una página de Internet que en breve se subirá a la red para su consulta pública general, en donde se anuncien noticias, actividades, datos y los avances del proyecto, b) diseño de un logo o ícono para el membrete distintivo del proyecto.

Actualmente se están desarrollando varios formatos en hojas de Excel para el acopio de datos de índole diversa que caracterizan a las unidades tectónicas identificadas de acuerdo a su constitución geológica y origen, como pueden ser Plataformas, Batolitos y Plutones, Orógenos Profundos, Orógenos Someros, Arcos Magmáticos, Cuencas y Estructuras Neotectónicas, así como de espesores de corteza y varios parámetros geotectónicos presentes en otros sitios relevantes del territorio de México.

Una de las metas inmediatas para esta primera etapa de 12 meses de duración es acordar y completar un sistema de codificación (símbolo, letra, color, ornamentación) para la identificación cartográfica de las unidades tectónicas que puedan ser representadas en la Carta Tectónica a la escala convenida, y que contenga al menos los tres elementos intrínsecos de su identidad tectónica: tiempo, roca y origen.

GET-2

ESTUDIO GEOLÓGICO – ESTRUCTURAL EN EL ANTICLINAL LA CAJA: ÁREA BONANZA – PROVIDENCIA, NORESTE DE ZACATECAS, SIERRA MADRE ORIENTAL

Ramírez Díaz Ariel¹, Pinzon Sotelo Marisol Polet¹, Chávez Cabello Gabriel¹, Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto² y Castrejón González Israel³

¹Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL²Facultad de Ingeniería, UASLP

³Unidad Académica Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero
profeta_nopal@hotmail.com

Las relaciones de corte observadas entre el plegamiento y fallamiento en secuencias sedimentarias con respecto al emplazamiento de magmas, son de gran importancia para fechar los principales eventos de deformación dentro de los cinturones orogénicos.

El área de estudio se localiza en la Sierra La Caja, localizada en la parte interna (hinterland) de la Sierra Madre Oriental, en el Noreste de Zacatecas. Estructuralmente, el área de estudio corresponde a un anticlinal con orientación general WNW-ESE y con vergencia general hacia el NE. Esta estructura presenta una falla de cabalgadura cuyo rumbo varía de E-W en el sector oeste a WNW-ESE en la parte central del área de estudio. Dicho rasgo pone en contacto a rocas de la Formación Zuloaga (Jurásico Superior) con rocas de la Formación Tamaulipas Superior (Cretácico Medio) y es desplazada por fallas laterales, oblicuas al rumbo general de la estructura principal. Por otro lado, diversos cuerpos intrusivos de composición cuarzomonzodiorítica, cortan abruptamente la zona de la charnela y múltiples dique-estratos, orientados casi E-W, aparecen emplazados dentro de su flanco frontal invertido en las formaciones Caracol y Parras del Cretácico Superior.

El análisis de las mesoestructuras de tipo dúctil tales como: ejes y vergencias principales de mesoplegues, planos de clivaje paralelos al plano axial; así como las de tipo frágil: estilolitas tectónicas, fracturas de tensión y de cizalla, grietas de tensión y el fallamiento local, se consideran de gran importancia para el entendimiento de: i) las etapas del plegamiento del anticlinal La Caja, ii) las posibles direcciones de los paleoesfuerzos que le dieron origen y, finalmente, iii) su comportamiento como superficies favorables para el posterior emplazamiento de cuerpos magmáticos.

A partir de una cartografía a detalle (1/20:000), secciones geológico-estructurales, análisis de mesoestructuras y determinación de edades relativas de emplazamiento para los cuerpos magmáticos, mediante las relaciones de corte, se propone un modelo de evolución geológico – estructural. Se determinó que la deformación en la zona ocurrió en cuatro etapas. Se estableció que existen dos de acortamiento: la primera, con una orientación general que varía de NE-SW a N-S, congruente con las estructuras regionales; mientras que la segunda estuvo orientada WNW-ESE a casi E-W y que corresponde al plegamiento local producto de deformación progresiva durante la generación del arco estructural o saliente de Concepción del Oro.

Una tercera etapa, asociada al emplazamiento de los cuerpos intrusivos, generó en algunas zonas deformación local en las rocas encajonantes, levantamiento y desviación de la charnela del anticlinal La Caja. Se propone que durante esta misma etapa, ocurrieron periodos de extensión local en dirección NNE que favorecieron el emplazamiento de magmas a través de zonas de debilidad como planos de fallas o de estratificación que controlaron la generación de un enjambre de diques en el flanco frontal del anticlinal.

Finalmente, fuera del área de estudio, un periodo de extensión regional (cuarta etapa de cuencas y sierras) generó fallamiento normal orientado NNW-SSE, el cual corta las terminaciones periclinales de los anticlinales del arco de Concepción del Oro y canalizó magmatismo basáltico menor.

GET-3

GEOLOGÍA DE LA ISLA SAN JUANITO, ARCHIPIELAGO ISLAS MARIAS, ESTADO DE NAYARIT

Hernández Treviño Teodoro¹, Schaaf Peter¹, Peralta Miranda Antonio², García Pérez Lizbeth², Villanueva Lascuain Daniel¹ y Solís Pichardo Gabriela³

¹Instituto de Geofísica, UNAM²Facultad de Ingeniería, UNAM³Instituto de Geología, UNAM

tht@geofisica.unam.mx

La Isla San Juanito pertenece al archipiélago de las Islas Marias en la boca del Golfo de California. Es la isla de menor extensión de las cuatro que lo componen (María Madre, María Magdalena, María Cleofas, San Juanito) y su topografía es mínima dominando una morfología tabular característica de terrazas marinas. Estas rocas cubren en un 95 % la isla el otro porcentaje esta representado por un complejo cristalino-metamórfico que aflora al norte y al noreste de la isla.

El basamento cristalino es de edad Paleozoica determinado por una edad mínima de zircones detríticos en filitas de 285 Ma (LA-MC-ICPMS; U-Pb). También se distinguen dominios de edades del Paleozoico, Grenville y una componente superior del Arcaico superior.

Las rocas más antiguas son metasedimentos en facies de esquistos verde. Esta secuencia presenta una foliación penetrante y esta deformada intensamente apreciándose crenulaciones y microplegues disarmónicos. Discordantemente superior se encuentra una secuencia de brechas cataclásticas con fragmentos de metasedimentos basales. Se pueden apreciar fragmentos de microplegues y resaltamos que estas rocas se encuentran también en facies de esquistos verde desarrollando una foliación incipiente. Ambas secuencias metamórficas son intrusadas por granitoides de edades de 79 Ma y 80 Ma, muy similares a los reportados en la Isla María Madre.

Distinguimos un cuerpo en forma de dique de composición felsica. Su espesor alcanza hasta los 2 metros aproximadamente con texturas ultramiloníticas y cortando los metasedimentos y granitoides. Sin embargo, este cuerpo no mantiene congruencia con las rocas por su geometría y por su relación estratigráfica por lo que quizás sea un pequeño cinturón milonítico. Aisladamente se observan pequeños diques hipabisales andesíticos.

Discordantemente a las rocas basales son cubiertas por rocas sedimentarias de la Formación Ojo de Buey del Mioceno, las cuales son muy abundantes en la Isla María Madre al sur. Estas se caracterizan por la alternancia de lutitas y areniscas con alto contenido de fósiles y en algunas zonas se interdigitan con conglomerados y en menor frecuencia se observan estratos con componentes volcánicos poco consolidados.

Aunque la Isla San Juanito es la isla más pequeña del archipiélago, aparentemente es la isla de mayor interés para poder entender la evolución geológica de las Islas Marias y su relación con Baja California.

GET-4

CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DE LAS ROCAS DEL TERRENO XOLAPA EN LA REGIÓN DE TLAYOLAPA, GUERRERO

Díaz García José Alfredo y Pérez Gutiérrez Rosalva
 Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, UAG
 ameyaltzin_venadito@hotmail.com

En las inmediaciones de Tlayolapa, Gro., oriente de Tierra Colorada, afloran por lo menos cinco paquetes litológicos del Terreno Xolapa: rocas ortogneísicas del Complejo Xolapa que son intrusionadas por tres cuerpos plutónicos asignados al Terciario y denominados informalmente en este trabajo como Granito de Muscovita, Granito de Biotita y Cuerpo Intrusivo Gabróico, así como por una gran cantidad de diques que varían en composición de máficos a félsicos. El ortogneis es sobreyacido de manera tectónica por una Secuencia Metasedimentaria que ha sido correlacionada con el Complejo Acatlán. A partir del análisis estructural, se reconocieron por lo menos 4 fases de deformación: D1) generó foliación gnéissica y esquistosa (S1) y plegamiento intrafolial de tipo recostado–recumbente, así como algunas superficies de cabalgadura, entre las que destaca la que constituye el contacto tectónico entre rocas de la Secuencia Metasedimentaria y las rocas ortogneísicas del Complejo Xolapa; las estructuras muestran una orientación promedio de N 323° con una inclinación de 33° al NE y se desarrollaron dentro de un régimen predominantemente dúctil. D1+1, se caracteriza por el desarrollo de una zona de cizalla con dirección ONO-ESE que generó la rotación de las superficies de foliación (S1), originalmente orientadas NO-SE, a una dirección ONO-ESE, y el desarrolló de planos de foliación penetrativos definidos por la orientación preferencial de minerales y de fracturas; estas estructuras se originaron en un régimen frágil-dúctil y se considera que fueron simultáneas al emplazamiento del granito de muscovita. La fase de deformación D1+2 produjo fallamiento de tipo lateral izquierdo dentro de un régimen frágil; ya que esta deformación no afecta al granito de biotita se considera previa al emplazamiento de éste. La fase de deformación D1+3, corresponde a fallamiento de tipo normal que afecta a todas las rocas de la zona de estudio.

GET-5

ESTUDIO TECTÓNICO-ESTRATIGRÁFICO PRELIMINAR DE LAS FORMACIONES QUE CONFORMAN LA PARTE BASAL DEL GRUPO TECOCOYUNCA (FORMACIONES CUARCÍTICA CUALAC, ZORRILLO Y TABERNA) QUE AFLORA EN LA CAÑADA DE ROSARIO NUEVO, OAXACA

Díaz López Luis Fernando y Rueda Gaxiola Jaime
 Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Ticomán, IPN
 valcraf@gmail.com

Desde el siglo XIX se han realizado múltiples estudios que han ayudado a definir la columna estratigráfica del área, que tiene al Complejo Acatlán como basamento. Sobre él se encuentran la Unidad Diquiyú, los grupos Consuelo y Tecocoyunca y la Caliza con Cidarís. En 2004, Jiménez Rentería propuso cambios a los grupos propuestos por Erben (1956). Así, el Consuelo está constituido por las fms. Rosario y Conglomerado Prieto y el Tecocoyunca por las fms. Cuarcítica Cualac, Zorrillo, Taberna, Simón, Otatera y Yucufuti. Esto cambió los modelos geológico-estratigráficos hasta entonces propuestos.

El Grupo Consuelo era considerado como continental porque presenta macrofósiles vegetales y capas de carbón en su base; sin embargo, Jiménez Rentería (2004) reportó palinomorfos marinos en varios niveles de la Formación Conglomerado Prieto que sugerían una influencia marina. Con el objetivo de confirmarla De Anda García, M.A., en 2008, describió al Grupo Consuelo, encontrando cambios rítmicos verticales y laterales en el Conglomerado Prieto y en la Formación Rosario. Estas características le permitieron saber que el Grupo Consuelo es, en realidad, un Alogrupo constituido por las dos aloformaciones que presentan dos procesos, transgresivo y regresivo, separados por un ambiente estuarino, en una secuencia rítmica lássica, determinada por medio de palinomorfos e impresiones de plantas, depositada en una semi-fosa subsidente, comunicada al NW con el mar epicontinental denominado "Portal del Balsas". En el proceso regresivo, la secuencia presenta clastos de cuarzo metamórfico cada vez más abundantes hacia la cima, llegando a ser el principal constituyente de la unidad basal del Grupo Tecocoyuca, Formación Cuarcítica Cualac, depositada en un ambiente deltaico, donde se conservaron fósiles vegetales.

Hasta la fecha, el Grupo Tecocoyunca no ha sido objeto de estudio detallado en esta cañada. Sólo la Formación Cuarcítica Cualac fue descrita petrográficamente por Manuel Osorio Nicolás en 2009, reportando que presenta un incremento de calcita, como cementante, hacia la parte superior donde descansa concordantemente la Formación Zorrillo de un ambiente parálco que permitió el depósito de capas de carbón. La información recabada para el resto de las formaciones del Grupo es muy escasa y general, por lo que no es fácil hacer interpretaciones tectónicas de su sedimentación. Además, sólo en la Formación Taberna se han encontrado fósiles marinos que permitan delimitar su edad. Así, es necesario efectuar estudios estratigráficos más precisos del Grupo Tecocoyunca, para conocer la geología detallada de toda la columna para

relacionar los procesos sedimentarios y tectónicos, y lograr conocer la historia geológica completa de estas unidades y de la cuenca o fosa tectónica donde se depositaron los sedimentos durante el Triásico y el Jurásico.

Con base en lo anterior, se presentarán los resultados preliminares de este estudio Tectónico-Estratigráfico que tiene como objetivos: 1.-Establecer los procesos de subsidencia que actuaron en el área de estudio, mediante el análisis de secuencias para, 2.-determinar la fuente de aporte de los clastos y establecer el ambiente tectónico-sedimentario.

GET-6

CARACTERIZACIÓN FRACTAL DE FRACTURAS EN UN ANÁLOGO EXPUESTO DE YACIMIENTOS NATURALMENTE FRACTURADOS Y SU APLICACIÓN EN MODELOS DE FLUJO DE FLUIDOS

Vásquez Serrano Alberto y Tolson Gustavo
 Instituto de Geología, UNAM
 ramirezalbert041@gmail.com

La cuantificación de los sistemas de fracturas es importante para entender el fenómeno de flujo de fluidos en yacimientos de petróleo naturalmente fracturados. En este trabajo presentamos un caso de estudio en fracturas rellenas que cubre al menos 3 órdenes de magnitud de escala. Para el análisis se eligió a las rocas carbonatadas de la plataforma El Doctor, la cual se encuentra al oriente del estado de Querétaro. Estas rocas son un análogo de los yacimientos naturalmente fracturados comúnmente observados en campos petroleros del sureste de México.

La dimensión fractal de diferentes propiedades de los sistemas de fracturas como: espaciamiento, espesor, distribución espacial, densidad, intensidad, conectividad y longitud fue investigada y calculada usando diferentes métodos. Los parámetros fractales principales obtenidos en este trabajo incluyen al exponente de frecuencia acumulada de espaciamiento y espesor, dimensión de caja, dimensión de correlación y exponente de Lyapounov para el análisis en 1D. En el caso del análisis en 2D, los parámetros que se obtuvieron fueron las dimensiones de fragmentación, caja y masa (puntos medios e intersecciones); además se estimó la lacunaridad, conectividad, orientación, densidad e intensidad.

Los resultados del análisis en 1D indican que el mejor parámetro fractal que caracteriza la distribución y el arreglo de las fracturas es el exponente de Lyapounov, ya que su valor (1.06-1.42) puede diferenciar entre diferentes arreglos. La frecuencia acumulada del espaciamiento sigue una ley de potencia con un exponente negativo (dimensión fractal) que está entre -1.08 y -0.7. En el caso de la dimensión de caja y correlación se obtuvieron valores de 0.30-0.68 y 0.40-0.63 respectivamente. Para el espesor de la vetas, se observó una ley de potencia con un exponente entre -2.38 y -2.22.

En el análisis 2D se observaron distintos valores de dimensión fractal al usar diferentes métodos, la dimensión de fragmentación presentó valores entre 1.59 y 1.89, en la dimensión de caja se estimaron valores de 1.37 a 1.48. Para el caso de la dimensión de masa, los mapas de puntos medios e intersecciones tuvieron dimensiones de 1.08-1.37 y 1.02-1.21 respectivamente. La aplicación del conteo de cajas a estos mismos mapas arrojó dimensiones más pequeñas, por ejemplo, para los puntos medios se calcularon valores de 0.48 a 1.10; mientras que para las intersecciones la dimensión se encuentra entre 0.46 y 0.88. La lacunaridad tiene un rango de 0.36 a 0.54, por otro lado, la conectividad tiene valores entre 1.00 y 0.26. En la mayoría de los casos, la dimensión fractal se incrementa con la magnitud de la escala. Sumado a lo anterior también se obtuvieron datos de intensidad y densidad, esta última es mas o menos constante en las diferentes escalas y tiene un valor máximo de 1.5.

Los resultados muestran que las fracturas tienen una distribución agrupada (clustering) en todas las escalas de nuestro análisis en 1D, lo cual se refleja en los patrones observados en los mapas. Como parte del trabajo, en este momento se está analizando la relación que hay entre las características geométricas y los parámetros de flujo de fluidos.

GET-7

EVIDENCIAS ESTRUCTURALES DE ESFUERZOS EXTENSIONALES EN LA REGIÓN DE ARIVECHI Y SU UBICACIÓN EN EL CONTEXTO REGIONAL

Rodríguez Castañeda José Luis, Roldán Quintana Jaime y Ortega Rivera Amabel
 Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM
 jlr0d@unam.mx

La geología del estado de Sonora en su configuración actual es resultado de múltiples procesos tectónicos. Estos procesos son consecuencia de la interacción de las placas continentales y las oceánicas que lo circundan. La evolución tectónica de Sonora en cierta forma comienza en el Triásico Tardío con la generación de cuencas por separación. En el Jurásico Tardío-Medio los registros señalan el desarrollo de un arco magmático que se emplazo en un ambiente tensional cuyos efectos se traslapan a fines del Jurásico Tardío-Cretácico Temprano con la apertura del Golfo de México y el depósito

del Grupo Bisbee en un ambiente geológico distensivo. Además en este tiempo se tienen regiones con levantamientos importantes y también con subsidencia como pueden ser la Plataforma de Aldama, el Alto de Cananea y la fosa de Chihuahua o la cuenca San Antonio, respectivamente. Para finales del Cretácico Temprano y comienzo del Cretácico Tardío Sonora presenta una evolución ligada a deslizamientos, magmatismo, levantamiento, denudación y depósito. Esto se registra en las rocas del Cretácico Superior donde la identificación de una discordancia de características regionales y la presencia de grandes bloques (megaconglomerados) intercalados o cubiertos por una gruesa secuencia volcanosedimentaria muestran una evolución tectónica ligada a procesos distensivos probablemente en un ambiente geológico de tras-arco.

La región de Arivechi en el este de Sonora reúne todos los factores que se mencionan. Las rocas y las estructuras identificadas registran una evolución marcada por extensión y su posible asociación con tierras positivas expuestas para fines del Cretácico Temprano. Elementos como la Plataforma de Aldama y el Alto de Cananea posiblemente fueron la fuente de megabloques cuyas litologías se asocian con rocas proterozoicas, paleozoicas y mesozoicas. Estos megabloques se encuentran asociados a una potente secuencia volcanosedimentaria donde conglomerado, arenisca, limolita, toba y andesita intercaladas muestran la evolución de esta región. El estudio de circones detríticos en areniscas del Cretácico Superior muestra edades del Paleoproterozoico, Mesoproterozoico, Pérmico, Jurásico Tardío, Cretácico Temprano y del Cretácico Tardío. En el entorno geológico de Sonora vemos que todas esas edades están identificadas con rocas que afloran ya sea en el noroeste de Sonora, el noroeste de Sonora o en la costa de Sonora. Estas evidencias junto con un estudio estructural a detalle, entre los que destaca un análisis de los paleoesfuerzos, más los indicadores cinemáticos como pliegues, sugiere que la zona de Arivechi y a lo largo del este de Sonora (ej. región de San Antonio, noreste de Sonora), prevalecen procesos de extensión sobre eventos compresivos. Fechas de rocas volcánicas comprueban la edad Cretácico Tardío para las rocas estudiadas.

La orogenia Laramide del Cretácico Tardío- Terciario temprano (80 a 40 Ma) causó una deformación en la que plegamiento y cabalgamiento con transporte hacia el noreste es el estilo predominante. Sin embargo en Arivechi las edades de las rocas volcánicas en el área de estudio se ubican en el rango de la orogenia Laramide, pero toda la secuencia esta únicamente basculada hacia el este.

GET-8

THE NASCENT CARIBBEAN-NORTH AMERICA PLATE BOUNDARY IN SOUTHWESTERN MEXICO: EARLY TERTIARY BIMODAL MAGMATISM AND SCISSOR-LIKE RIFTING ACCOMPANYING THE BREAK AWAY OF THE CHORTIS BLOCK

Ferrari Luca¹, Martini Michelangelo², Tunesi Annalisa³, Ferrario Alfredo⁴ y Bergomi Maria³

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM

³Università di Milano-Bicocca, Italia

⁴Università degli Studi di Milano, Italia
luca@geociencias.unam.mx

New field mapping and extensive geochronology (ICPMS, SHRIMP, Ar-Ar) in southwestern Mexico reveal that arc magmatism has been complicated by extension and shearing linked to the eastward displacement of the Chortis block as it was transferred to the Caribbean plate. A 75-70 Ma belt of deformed granites define a NW-SE arc, continuing into the Chortis block and the initial Central America arc. Adakitic intrusions, pyroclastics and lavas dated at ~66-57 Ma are found far away from the arc in the Mezcala area are concurrent with a thermal event recognized at ~62-58 Ma in older igneous zircons in the Papanao-Acapulco area. This arc-orthogonal magmatic and thermal pulse might be associated to a tear in the Farallon plate subducting beneath the nascent Caribbean-North America plate boundary. From ~50 to 35 Ma an almost bimodal suite was emplaced along three ENE-WSW corridors. In the two inland corridors silicic calderas and domes and a mafic dike swarm are aligned along left lateral shear zones. In the wider coastal corridor granitoid bodies and gabbroic to diorite bodies intrude early Cretaceous migmatites and 75-70 Ma orthogneiss between Zihuatanejo and Acapulco. Inland these rocks are covered by a voluminous succession of mafic lavas capped by silicic ignimbrites. The whole succession is tilted to the NNE, depicting a major footwall with the intrusives and the Xolapa metamorphic complex at its core. We propose that the initial breakaway of the Chortis block from southern Mexico was controlled by a general left-lateral transtensional regime and was accomplished by a scissor-like rifting along the coast and discrete shearing inland. The superposition of transtension/extension on a curved subduction zone may explain the anomalous pattern of magmatism observed in Eocene and Oligocene in southern Mexico.

GET-9

LA EDAD DEL VULCANISMO CENOZOICO DEL DISTRITO MINERO DE GUANAJUATO

Nieto Samaniego Ángel Francisco y Báez Juárez Javier Antonio

Centro de Geociencias, UNAM

afns@geociencias.unam.mx

La cubierta cenozoica en el Distrito Minero de Guanajuato (DMG) está formada por un conjunto de rocas volcánicas cuya descripción y ordenamiento estratigráfico data de la década de los años 70. Aunque se han cartografiado en varias ocasiones, poco se ha avanzado en el refinamiento de la columna estratigráfica y sobre todo, ha sido escaso el número de edades isotópicas reportada en la literatura. En el presente trabajo se cartografiaron y fecharon las unidades volcánicas que afloran en la parte sur y sureste del DMG. Las unidades y el número de edades obtenidas son: Formación Losero, no se obtuvieron edades; Formación Bufo, una edad Ar-Ar en sanidino y una U-Pb en circones; Formación Calderones una edad Ar-Ar en plagioclasa y una U-Pb en circones; Formación Cedro, tres edades U-Pb en circones; Formación Chichindaro una edad U-Pb en circones; Ignimbrita La Virgen, una edad U-Pb en circones. Consideramos que las unidades Losero a Chichindaro son productos de un centro volcánico localizado en la parte sur del DMG. Mientras que la Ignimbrita La Virgen no es producto de ese centro volcánico, ya que solamente aparece de manera escasa en las márgenes y sus afloramientos se extienden ampliamente hacia el E y SE, fuera del distrito. Un análisis cuidadoso tanto de la información publicada, como de las edades U-Pb y Ar-Ar obtenidas en este estudio, nos lleva a concluir que el vulcanismo tuvo lugar de los 33.5 a los 31 Ma. Es decir, que la actividad del centro volcánico que produjo las unidades cenozoicas del DMG duró 2.5 Ma. Por otra parte, la composición petrográfica de las unidades volcánicas ubicadas en la base y la cima es riolítica, mientras que las unidades de la parte intermedia son de composición que varía de dacítica a andesítica. Todas estas observaciones son consistentes con la propuesta de que las rocas volcánicas cenozoicas del DMG están asociadas a un sistema tipo caldera, con la salvedad de que no existe una estructura elíptica o semicircular en la zona. En su lugar, hay dos sistemas de fallas normales, uno de rumbo NW-SE que generó un basculamiento predominantemente de las unidades volcánicas hacia el NE, y un segundo sistema de rumbo NE-SW que no generó un basculamiento importante.

GET-10

EDAD Y SIGNIFICADO TECTÓNICO DE LOS DIQUES DE LAMPRÓFIDO DEL ÁREA DE HERMOSILLO, SONORA, MÉXICO

Calmus Thierry¹, López Martínez Margarita²,
Valencia Moreno Martín¹ y Rivera Sivirán Daniel³

¹Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM

²División de Ciencias de la Tierra, CICESE

³Departamento de Geología, Universidad de Sonora
tcalmus@unam.mx

Algunos plutones de Sonora presentan enjambres de diques clásicamente reportados como diques andesíticos correspondientes a una fase tardía del magmatismo Laramide. Sin embargo, a partir de un estudio petrográfico y geoquímico en el batolito de Hermosillo, Orozco-Garza (2003) identificó el carácter lamprófidico de los diques. Están conformados por la variedad espesartita, rica en anfíbol y la variedad kersantita, rica en biotita, que indican un ambiente tectónico transicional entre subducción y rifting continental. Presentamos dos edades 40Ar/39Ar y un análisis estructural de los diques del área de Hermosillo que permiten caracterizar su emplazamiento en la historia cenozoica de Sonora.

La primera muestra proviene de un dique de espesartita de 6.5 m de espesor, expuesto en el Cerro La Cementera. Su edad, calculada con la media ponderada de 4 fracciones que representan 61.99% del volumen de 39Ar liberado, es 21.16 ± 0.76 Ma y su edad de isócrona es 21.53 ± 1.00 Ma, comparable con la edad de meseta. Para la segunda muestra, ubicada a 47 km al norte de Hermosillo, la mejor estimación de su edad se toma de la edad de isócrona 16.02 ± 1.31 Ma, calculada con 6 de las 8 fracciones colectadas. Este resultado es comparable a la edad de 16.76 ± 0.45 Ma obtenida del promedio ponderado de las fracciones utilizadas para calcular la isócrona. Las edades de los enjambres de diques asociados geográficamente a otros plutones son pocas. Una edad 40Ar/39Ar de 27 Ma está reportada por Pérez-Segura et al. (1996) para un dique expuesto a 145 km al norte de Hermosillo. En el bloque de piso del complejo con núcleo metamórfico de Mazatán (CNMM), dos diques máficos arrojaron una edad isócrona de 19.2 ± 0.5 Ma y de 22.6 ± 0.4 Ma respectivamente (Wong y Gans, 2008).

La geometría de los diques puede usarse como indicador cinemático de la fase de extensión contemporánea de su emplazamiento. En los cerros La Cementera y Chiquihuite, la dirección promedio de extensión es NE-SW 47° , la cual es comparable con la dirección de extensión que prevaleció en otras áreas durante el Mioceno Temprano-Medio como en el cinturón de núcleos metamórficos: NE-SW 46° en el bloque de piso del CNMM obtenida a partir de la geometría

de los diques máficos y NE-SW #70° a lo largo de la falla de detachment a partir de indicadores de deformación dúctil). En el Cerro la Cementera, se observa una rotación de la dirección de extensión de NE-SW 47° a E-W entre el emplazamiento de los diques de espesartita y los de kersantita. La tasa de extensión asociada al emplazamiento varía de un sitio a otro (entre 3 y 27%), lo cual sugiere un comportamiento diferente de las rocas encajonantes o una variación lateral en el volumen de material inyectado.

El magmatismo lamprofídico es contemporáneo de la fase extensional Basin and Range y del retroceso del arco volcánico. Lo interpretamos como el resultado de una fusión parcial en la cuña de manto de la placa superior, junto con una disminución de la componente metasomática.

GET-11

TERTIARY THERMOCHRONOLOGICAL EVOLUTION OF THE SIERRA LA MADERA PLUTON AND HERMOSILLO BATHOLITH, SONORA, MEXICO: NEW RESULTS OF APATITE FISSION TRACKS AGES

Calmus Thierry¹, Bernet Matthias², Hardwick Elizabeth² y Lugo Zazueta Raúl³

¹Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM

²ISTerre, Université de Grenoble, France

³School of Earth Sciences, The University of Melbourne, Australia

tcalmus@unam.mx

Laramide plutons (90 to 50 Ma), widespread in Sonora, help constrain the geometry, timing, and kinematics of Basin and Range extension and the opening of the Gulf of California during the Tertiary, using low temperature thermochronology.

Apatite fission track (AFT) ages represent the time of cooling below the closure temperature of 110°C (maximum temperature of fission track retention in apatite crystals). We present new results of AFT cooling ages for samples of the Sierra La Madera pluton and the Hermosillo batholith, located close to the western boundary of the Sierra Madre Occidental in eastern Sonora, and in central Sonora, respectively. Four ages along a NE-SW cross-section of the Sierra la Madera are between 18.4 and 26.5 Ma. We interpret these cooling ages as a response to the exhumation of the Sierra La Madera related both to the Basin and Range extension, and the erosion of the thick overlying Oligocene volcanic sequence along the western Sierra Madre Occidental. Eleven samples of the Hermosillo batholith provided ages between 8.1 and 14.7 Ma. These AFT ages suggest that cooling below the AFT closure temperature in the magmatic basement in central Sonora is coeval with the age of continental rifting around 12 Ma, which is the precursor of the Late Miocene-Pliocene opening of the Gulf of California. Comparison between both groups of samples indicates that the eastern limit of the Gulf Extensional Province probably does not coincide with the western escarpment of the Sierra Madre Occidental, but is located more to the west, close to the Hermosillo graben as also suggested by Late Miocene AFT ages previously obtained within the same graben. The Hermosillo graben may represent the extension to the north of the Empalme graben, which is part of the pull-apart basin system of the Gulf of California. The presence of the metamorphic core complex (MCC) belt at 80 km to the east of Hermosillo is obviously related to the Basin and Range extension. An AFT age of 18 Ma, obtained in the detachment fault of the Mazatán MCC, supports the interpretation of a migration of exhumation from east to west during the Miocene.

The AFT ages are younger than the last 21 Ma old intrusion within the Hermosillo batholith, which consists of a widespread lamprophyric dyke-swarm. No thermal effect was detected in the AFT study, which suggests that the AFT samples were below the AFT partial annealing zone (between 60 and 120°C) at the moment of dikes intrusion.

Track length measurements and modeling of time-temperature paths are in process at the moment of abstract submission. They will help to constrain the cooling rates of plutons and to assess the balance between unroofing due to normal faulting and block tilting and erosion of thick Tertiary volcanic sequences during Early and Middle Miocene Basin and Range extension, and the opening of the Gulf of California during the Late Miocene-Pliocene.

GET-12

EVENT CHRONOLOGY IN LATE JURASSIC THROUGH MIOCENE TIME, NW SONORA

Jacques Ayala César¹, Barth Andrew P.², Jacobson Carl E.³ y García y Barragán Juan Carlos¹

¹Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM

²Earth Sciences, Indiana University-Purdue University

³Geological and Atmospheric Sciences, Iowa State University

jacques@geologia.unam.mx

The geologic evolution of NW Sonora, from the Late Jurassic through the Miocene, can be better constrained with new zircon U-Pb ages. In the end of the Middle Jurassic, once the main phase of the Jurassic continental volcanic arc ceased its activity, sedimentation began to develop, probably as retroarc basins.

The Late Jurassic Cucurpe Formation has been described in north central Sonora, locally bounded by unconformities, probably related to change in base level. During the Early Cretaceous, the Bisbee Group sequence was deposited in the retroarc basin of the Alisitos arc to west. This basin deepened to the east connecting to the Chihauhua basin. By the end of the Albian the Bisbee basin was closed, as a result of tectonic uplift. After a short hiatus, continental basins began to form accumulating conglomerate, sandstone and shale (74-91 Ma, U-Pb, maximum age) with andesitic volcanics intercalated. In the Caborca area, the sequence is capped by andesite (ca. 72 Ma) with intercalated rhyolitic tuffs and sediments. These basins are related to an orogenic front moving northward, probably from southern Sonora. The oldest known evidence of this front is in the Cerro de Oro area, where the base of the Upper Cretaceous contains clasts derive from both Cretaceous (Mural Formation) and Paleozoic limestones. Large granitic intrusions were also emplaced during this time (ca. 73-80 Ma). By the end of the Cretaceous and Paleocene, the tectonic front arrived into the Caborca area and southern Arizona producing a metamorphic belt of greenschist facies (54-59 Ma, K/Ar; 45-60 Ma Ar/Ar) along the sole of a thrust system. The metamorphism affected rocks as young as Upper Cretaceous. Probably this increase in crustal thickness fused some rocks into two-mica granites (Tubutama area, 52-59 Ma U-Pb). South of the main tectonic boundary, Upper Cretaceous(?) sedimentary and volcanic sequences similar to the El Chanate Group are interpreted as piggy-back basins deposited upon the upper plate of the orogenic system. The latter comprises Early to Middle Proterozoic crystalline rocks, Late Proterozoic and Paleozoic sedimentary rocks of cratonal North American affinity and the Triassic Antimonio-Barranca sequence. Cupolas of Late Cretaceous granite may also have been transported as part of the upper plate. Compression ended in the Late Eocene – Early Oligocene and in the Early Miocene metamorphic core complexes (MCC) were exhumed and granitoids (22 – 23 Ma) intruded. One of these granitoids intrudes the MCC of Cerro Carnero (south of Altar) and displays the same tectonic fabric as the MCC. Proto-Basin & Range extension caused great vertical displacements along subvertical faults, placing the Altar Schist at the same level as its folded Cretaceous protolith. The El Chanate and El Batamote mountains are the best known example, with the El Chanate comprising the downthrown block.

GET-13

MAGMATISMO SIN-EXTENSIONAL DEL MIOCENO TEMPRANO EN LA ZONA SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Duque Trujillo José Fernando¹, Ferrari Pedraglio Luca¹,

López Martínez Margarita² y Orozco Esquivel Teresa¹

¹Centro de Geociencias, UNAM

²División de Ciencias de la Tierra, CICESE

jfduque@geociencias.unam.mx

El Golfo de California constituye un ejemplo de un rift continental que se abrió en proximidad de una margen activa de tipo andino. Los modelos tradicionales de formación del Golfo de California sugieren que este proceso habría comenzado hacia el Mioceno medio (~12.5 Ma), cuando un remanente de la placa Farallón, termina de subducir bajo la placa Norteamericana y se suelta a la placa del Pacífico. La divergencia oblicua entre la placa del Pacífico y la Norteamericana, terminan por generar una zona de ruptura que evoluciona en la formación de la península de Baja California y el actual Golfo de California.

Como es común, las zonas de rift comienzan con un proceso de adelgazamiento cortical. El rift del Golfo de California no es la excepción y esta zona de fallamiento asociada a la extensión cortical es conocida como Provincia Extensional del Golfo (PEG), cuya actividad habría comenzado hacia los 12.5 Ma.

En este trabajo presentamos un estudio geocronológico que incluye cerca de 70 edades de U-Pb y 40Ar-39Ar obtenidas para 42 muestras de roca, principalmente de carácter plutónico de la parte sur del Golfo de California y las márgenes de éste.

Doce de las muestras analizadas arrojaron edades de cristalización cretácicas; que en todos los casos mostraron un enfriamiento rápido de los plutones debido a la orogenia Larámide. Mientras que en 18 de las muestras analizadas fueron encontradas edades de cristalización desde Mioceno temprano (22 Ma) hasta Mioceno medio (13 Ma). Las edades de enfriamiento de estas rocas varían dependiendo de su ubicación. Las muestras provenientes de la PEG arrojaron edades que indican un enfriamiento Mioceno temprano (~18 Ma), lo cual interpretamos como el enfriamiento de la corteza debido al adelgazamiento cortical asociado al callamiento normal en la PEG.

Las rocas provenientes de la parte central del Golfo de California arrojaron edades de cristalización entre 25 y 13 Ma. Sin embargo los plutones más antiguos de esta serie presentan edades 40Ar-39Ar de hasta 10 Ma; las cuales sugieren una fase de recalentamiento posiblemente asociada a la intensa actividad magmática que habría tenido lugar en la zona central del Golfo, lugar donde el magmatismo se habría tenido lugar como consecuencia de la focalización de la deformación en la zona central del Golfo.

La historia de cristalización y enfriamiento de los plutones localizados en la periferia de la zona sur del Golfo de California y más específicamente en la PEG, sugieren que la fase de adelgazamiento cortical previo a la formación del Rift

del Golfo de California, habría iniciado significativamente antes de lo que se ha venido proponiendo en los modelos tradicionales.

Así mismo, la actividad magmática encontrada, implica que el comienzo del adelgazamiento cortical debió darse en un ambiente extensional (intra-arco o retro-arco) durante los últimos millones de años de actividad de la subducción de la placa Farallón bajo Norteamérica. Siendo así coetáneo con el magmatismo del arco Comondú (Baja California) y con las últimas fases de actividad del magmatismo silíceo en la Sierra Madre Occidental.

GET-14

MODELO TECTÓNICO DEL GRABEN DE COLIMA

Álvarez Béjar Román¹ y Yutsis Yutsis Vsevolod²

¹Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM

²Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

rab@leibniz.iimas.unam.mx

El graben de Colima tiene una estructura geomorfológica bien desarrollada en su parte norte. Sin embargo, la parte sur, próxima al litoral del Pacífico, no ha sido posible definirla con la misma claridad, a pesar de diversos estudios geofísicos efectuados en la región, algunos de los cuales inclusive han desechado la presencia del mismo en esa zona. Con estudios gravimétricos recientes efectuados sobre la plataforma continental, en la región de los Cañones de Manzanillo, la planicie costera y en la vecindad de la ciudad de Colima, hemos podido modelar algunas secciones de la placa marina en subducción en esa región. También correlacionamos las posiciones de los Cañones de Manzanillo con fallas normales que aparentemente se prolongan hasta varios pliegues de dicha placa. Estos pliegues son desplazamientos verticales de secciones de la placa marina en subducción. Desplazamientos de este tipo suelen darse para acomodar esfuerzos de compresión sobre la placa. Como esta región es la frontera entre las placas de Rivera y Cocos, y como éstas placas tienen diferentes velocidades de subducción, la de Cocos siendo la más rápida, proponemos que hay un empuje de la de Cocos sobre la de Rivera, que provoca un fenómeno de transpresión (TP), que sería el que induce el plegamiento de la placa marina en la zona. Estos plegamientos y sus fallas serían los responsables de la dispersión sísmica en la zona, que ha sido denominada como "frontera difusa" entre las placas. Por otro lado, estudios de tomografía sísmica han establecido que las placas de Rivera y Cocos penetran unidas en la trinchera, mientras que tierra adentro y a profundidad, observan una separación entre ellas, por la que se induce un flujo de material del manto superior que crea un flujo toroidal. Este flujo toroidal estaría creando una zona transensional (TT) en esa región del norte del graben de Colima, lo que tendería a generar dicho graben. Al desplazarse hacia el sur, el graben encuentra la zona de transpresión que bloquea su desarrollo. El modelo incluye estas dos zonas TP y TT y la falla lateral izquierda entre las dos placas.

GET-15

EL FRAGMENTO DE LAS MARÍAS: UN DESPRENDIMIENTO POR EXTENSIÓN DEL BLOQUE DE JALISCO

Álvarez Béjar Román

Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM

rab@leibniz.iimas.unam.mx

Mediante sísmica de reflexión un grupo de investigadores delinearon el espesor cortical a lo largo del trayecto Los Cabos-Puerto Vallarta (Cabo-PV). También lo hicieron a lo largo de otro perfil semejante, sub-paralelo al anterior pero más próximo a la costa nayarita. Ambos atraviesan la región entre las islas Tres Marías y la bahía de Banderas. La recepción de señales se hizo con instrumentos en el fondo marino, y con estaciones terrestres, de tal manera que la discontinuidad de Mohorovicic se determinó tanto en la región marina como en las continuaciones terrestres de las líneas. Sin embargo, la parte costa afuera de la línea Cabo-PV termina antes de Punta Mita y la parte terrestre inicia en Cabo Corrientes, por lo que hay un desfase entre ambas, que deja fuera a la bahía de Banderas, en donde no se hizo tal determinación. No obstante, presentaron sus resultados como si se tratara de una línea continua. Concluyen que un proceso de extensión es el responsable del adelgazamiento de la corteza desde unos 30 km de espesor al SE de Cabo Corrientes hasta unos 10 km al norte de Las Marías. En el presente estudio combinó esos resultados con un grupo de fallas de dirección NE-SW dentro de la bahía de Banderas y sus alrededores, identificadas mediante los epicentros obtenidos en otro estudio sísmico de la bahía y corroboradas mediante un estudio de magnetometría sobre la misma. De ellas, la falla Cucharitas-Pitillal es identificada como una falla normal de alta pendiente, que definiría a la pared colgante en un semi-graben, con el bloque caído hacia el NW. La falla antitética se identifica como esa que inicia cerca de Cabo Corrientes, atraviesa la bahía y se interna en el Valle de Banderas, en donde define al semi-graben. Siguen hacia el NW varias fallas con la orientación NE-SW con la falla Marietas-Punta Mita como la primera de ellas fuera de la bahía, seguida de otras que se distribuyen a lo largo de la cuenca marina de San Blas, entre esa localidad y Las Tres Marías. Este conjunto de fallas y el adelgazamiento de la corteza permiten establecer un modelo de

desprendimiento (décollement) que se encuentra en una etapa avanzada, en la que la superficie de desprendimiento se encontraría actualmente bajo dicha cuenca, con tendencia a levantarla. Es posible que este proceso se haya iniciado hace unos 5 Ma cuando la actividad en la falla de Banderas, en dirección E-W, parece haber sido sustituida por la actividad de las fallas NE-SW. La zona de falla de Bahía y Valle de Banderas sería el límite entre el Bloque de Jalisco y el fragmento de Las Marías. La denominación de fragmento es por sus breves dimensiones y delgado espesor cortical.

GET-16

DOMINIOS Y ESTILOS ESTRUCTURALES DE LA CUENCA PETROLERA DE VERACRUZ

Vázquez Benítez Renato¹ y ², Muñoz Vergara Rafael³,

Saenz Julio Abraham J.³ y Moras Conde Angel³

¹Ciencias de la Tierra, Unidad Ticomán, IPN

²PEMEX

³Pemex Exploración y Producción, PEMEX

renatovazben@gmail.com

A finales de ochentas e inicio de los noventas los principales elementos Geológicos Estructurales que describían la Cuenca Terciaria de Veracruz se referían al marco estructural del Neógeno ya que solo se tenía información de algunos pozos exploratorios y de los campos de gas hasta la fecha descubiertos y con sísmica 2D carente de resolución para definir el comportamiento estructural profundo.

Durante los últimos quince años se ha adquirido información más precisa con la cual se ha definido un marco Geológico estructural derivado de los movimientos tectónicos globales que involucran la apertura del Golfo de México, continentales como la Orogenia Laramide y regionales asociados al evento tectónico de Chiapas, así como, las deformaciones provocadas en zonas de transición o frontera al sur de la Cuenca de Veracruz donde se involucran la Tectónica Salina y el evento más reciente derivado de la extensión Campechana y movimiento (basculamiento) del bloque Yucatán.

La complejidad tectono-estratigráfica de la Cuenca de Veracruz se ha definido en parte por la imagen obtenida del subsuelo con sísmica 3D, como resultado se están proponiendo una variedad de dominios estructurales en la construcción del marco estructural;

Elementos estructurales en los 80's – 90's (Prost y Aranda 2001, Jennet y Meneses 2003):

Mesozoico:

-Sierra de Zongolica -Laramide;

-Cinturón plegado sepultado -Laramide;

Paleógeno:

No se tiene registro Preciso.

Neógeno:

-Monoclinal Occidental;

-Trend Loma Bonita – Vibora – Chachalacas;

-Anticlinal de Tlacotalpan;

-Tred Anton Lizardo;

-Altos de Anegada – Los Tuxtlas;

-Reentrante de Coatzacoalcos.

Propuesta Actual:

Mesozoico:

-Sierra de Zongolica -Laramide;

-Cinturón plegado sepultado -Laramide, Dominio Cretácico;

-Deformación Laramide bajo la superficie de despegue Terciaria.

Paleógeno:

-Cinturón plegado sepultado -Laramide, Dominio Paleógeno;

-Sistema extensional norte, Oligoceno;

-Activación Altos de Anegada – Los Tuxtlas.

Neogeno:

-Monoclinal Occidental;

-Deformación Mioceno inferior sobre la superficie de despegue;

-Deformación Mioceno inferior Altos de Anegada – Los Tuxtlas;

-Zona de frontera sureste Mioceno superior sobre la superficie de despegue;

-Zona de frontera sur con Tectónica Salina.

En la imagen del subsuelo se han definido con mayor precisión los estilos estructurales para cada dominio propuesto, aunque todavía se requiere mejorar

la imagen del subsuelo para determinar en algunas zonas el grosor de la carpeta sedimentaria hasta el basamento.

El marco Geológico estructural sus dominios y estilos estructurales que se proponen serán un excelente apoyo para la Exploración Petrolera en Plays que aun no han sido perforados ya que se reducirá el riesgo entre la sincronía de la generación y entrapamiento de los hidrocarburos de la cuenca y con esto se podrá establecer el potencial petrolero actual de la Cuenca de Veracruz.

GET-17

RASGOS ESTRUCTURALES DE LA SIERRA GORDA DE QUERÉTARO DERIVADOS DE GRAVIMETRÍA Y MAGNETOMETRÍA

Yutsis Vsevolod¹, López Valdivia Erika², Gómez González Juan Martín² y López Loera Héctor³

¹Facultad de Ciencias de la Tierra, UNANL

²Centro de Geociencias, UNAM

³División de Geociencias Aplicadas, IPICYT
vyutsis@hotmail.com

El trabajo presenta los resultados principales del análisis integral de datos geofísicos potenciales en la parte central de la Sierra Gorda de Querétaro. La interpretación de los datos obtenidos fue complementada con los datos aeromagnéticos y con un modelo digital de elevaciones. Fueron diseñados los mapas de anomalías gravimétricas y magnéticas, sus transformas y derivadas. Finalmente la estructura del basamento y su relación con las capas sedimentarias fueron establecidas. El análisis de los rangos geológicos-geofísicos mostró la presencia de tres tipos (rangos) de fallas en el área de estudio: fallas y fracturas superficiales que no alcanzan el basamento; fallas profundas del basamento, que prácticamente no afectan la capa sedimentaria; las fallas que pasan desde la superficie hasta el basamento. Además fue realizado un mapa de los bloques del basamento. Los bloques están separados por dos sistemas de fallas: NW-SE y NE-SW. Así, parece que dichos rasgos provocan una inestabilidad estructural: los bloques de diferentes rangos están afectados por esfuerzos tectónicos produciendo los temblores y movimientos corticales.

El trabajo fue realizado con apoyo del proyecto PAPIIT/UNAM IN116410 "Monitoreo de sismicidad en la Sierra Gorda de Querétaro"

GET-18

MECANISMOS DE ASCENSO Y EMPLAZAMIENTO DE MAGMAS DE LOS INTRUSIVOS DE SANTA ROSA Y CONCEPCIÓN DEL ORO, ZACATECAS

Ramírez Peña César Francisco¹, Chávez Cabello Gabriel¹ y Valencia Moreno Martín²

¹Facultad de Ciencias de la Tierra, UNANL

²Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM
cesar_fran88@hotmail.com

Los intrusivos de Concepción del Oro (ICO) y Santa Rosa (ISR) se encuentran localizados en el Norte del estado de Zacatecas, dentro del hinterland de la Sierra Madre Oriental. La cartografía geológica detallada de las aureolas tectónicas de estos cuerpos intrusivos permitió establecer los mecanismos que operaron durante el ascenso y emplazamiento de los magmas que los generaron. Adicionalmente, la integración de mapas a escala semiregional permitió identificar estructuras geológicas generadas durante la deformación contraccional del Cretácico tardío-Eoceno, comúnmente citada en la literatura como Laramide; estas estructuras están cortadas y deformadas por esfuerzos producto del emplazamiento de los intrusivos, estableciéndose una relación post-tectónica de emplazamiento. Los intrusivos de Concepción del Oro y Santa Rosa presentan estructuras que evidencian la operación de mecanismos de emplazamiento como: rebaje magmático (stopping) y asimilación de rocas encajonantes, mientras que el ICO presenta adicionalmente deformación dúctil y levantamiento del techo de la cámara magmática (doming), este último presente solamente en la zona oriental del mismo. Por otro lado, la estructura de emplazamiento que define al ISR corresponde a un stock discordante; mientras que el ICO, imita a un lacolito tipo pistón, con fallas normales periféricas en sus bordes noreste y sureste. Se concluye; además, que el mecanismo de ascenso dominante del material magmático que alimentó a ambos intrusivos, correspondió a diques que explotaron fallas de cabalgadura que actuaron como fallas maestras en la generación de los pliegues regionales.

GET-19

DEFORMACIÓN Y VOLCANISMO CENOZOICOS EN EL NOROESTE DE LA MESA CENTRAL, REGIÓN TEPEHUANES-CANATLÁN, DURANGO

Loza Aguirre Isidro, Nieto Samaniego Angel y Alaniz Álvarez Susana

Centro de Geociencias, UNAM

isla@geociencias.unam.mx

El área de estudio se localiza en el noroeste de la Mesa Central, entre los paralelos 24° y 26° de latitud norte y los meridianos 104° y 106° de longitud oeste. Se realizó la cartografía geológica del área así como fechamientos isotópicos por el método U-Pb de ablación láser en circones y se reconocieron tres grupos litoestratigráficos: (1) rocas del Eoceno inferior representadas por la ignimbrita Antigua de composición riolítica [51.75 ± 0.35/-0.45 Ma]; (2) rocas volcánicas félsicas a intermedias del Eoceno superior-Oligoceno inferior, que comprende a la ignimbrita Altamira [38.7 ± 1.0 Ma], la andesita El Cazadero [edades de 37.2 ± 0.30/-0.40 Ma y 35.95 ± 0.45/-0.5 Ma], una intrusión diorítica, la riolita Venadita, la ignimbrita Puente Negro [34.0 ± 0.50/-0.70 Ma], la ignimbrita Los Fresnos y la ignimbrita Balín [33.2 ± 0.50/-0.20 Ma]; y (3) rocas sedimentarias clásticas continentales y volcánicas máficas del Oligoceno superior-Cuaternario, que consta de la formación Santiago, basaltos equivalentes a la Formación Metates y sedimentos continentales no consolidados. En esta región se intersectan el Sistema de Fallas San Luis-Tepehuanes y el sistema del Graben de Río Chico-Otinapa. En el primero la extensión inició en la región de Canatlán y se propagó hacia el NW hasta formar el Graben de Santiaguillo en el Oligoceno tardío. En el sistema del graben de Río Chico-Otinapa la extensión comenzó en la zona de Santiago Papasquiaro en el Eoceno tardío y se propagó hacia el sur terminando de desarrollarse el sistema graben en el Mioceno temprano-medio.

GET-20

RELACIÓN ENTRE EL ESTADO DE ESFUERZOS REGIONAL ACTIVO Y LOS PROCESOS DE SUBSIDENCIA-CREEP-FALLA (PSCF), EN LA CIUDAD DE MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Díaz Salmerón José Edmundo¹, Garduño Monroy Víctor Hugo², Ávila Olivera Jorge Alejandro³, Hernández Madrigal Víctor Manuel² y Bocco Verdinelli Gerardo Héctor Rubén¹

¹Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM

²Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

³Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, UMSNH
edmundods@hotmail.com

Desde principios de los 80's en varias ciudades del país se reportaron problemas de subsidencia diferencial, con la particularidad de que los hundimientos se llevan a cabo a lo largo de direcciones preferenciales, paralelas a los sistemas de fallamiento regional de cada caso en particular, en Morelia la subsidencia muestra direcciones E-O y NE-SO correspondientes con las estructuras regionales del sistema de fallas Morelia-Acambay.

Los trabajos de investigación llevados a cabo en la Ciudad de Morelia revelan que los Procesos de Subsidencia-Creep-Falla (PSCF) que afectan su zona urbana no obedecen únicamente a la extracción de agua del subsuelo y las condiciones de las unidades litológicas que lo conforman, sugiriendo que si en dichos procesos de subsidencia interviene el sistema de fallamiento regional, entonces sus movimientos están respondiendo también al campo de esfuerzos regional activo, por lo que no deben ser estudiados de forma pasiva dentro del marco de la sismicidad activa en la región, donde los mecanismos focales de los últimos eventos indican que sus fuentes están asociadas con el sistema de fallas Morelia-Acambay, todos ellos con una clara transtensión izquierda

Para demostrar la hipótesis anterior se implementaron redes de monitoreo regional y local, que son medidas con sensores GPS geodésicos empleando un método de corrección diferencial, lo que permite alcanzar una precisión del orden de milímetros.

Los resultados del monitoreo realizado con GPS, además de mostrar una componente vertical que es la que se relaciona con los hundimientos, también revelan un movimiento horizontal, el cual se pudo evidenciar con la actualización cartográfica de las fallas que afectan a la ciudad de Morelia, al observar en varios puntos de la ciudad que algunas estructuras civiles presentan desplazamientos laterales izquierdos asociados siempre a los PSCF, mediante vectores con tasas de crecimiento de hasta 2 cm por año.

Dicho movimiento horizontal sugiere que las fallas donde se presentan los PSCF en la ciudad de Morelia, están sometidas a una componente lateral izquierda al igual que el fallamiento regional, por lo que responden al campo de esfuerzos regional activo.

GET-21 CARTEL

CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA-ESTRUCTURAL CON IMÁGENES DE SATÉLITE DE LA ISLA TIBURÓN, SONORA

Sámano Tirado Alma Patricia, Villegas Bernal
Jazmín Guadalupe y Baca Navarro Juan Antonio
Universidad de Sonora
samano@geologia.uson.mx

Se localiza en el Golfo de California cerca de la Costa Suroeste del Estado de Sonora y está ubicada aproximadamente a la misma latitud que la Cd de Hermosillo, centrándose en las coordenadas 28°55'19" latitud Norte, 112°22'34" longitud Oeste. Se encuentra separada del continente por el estrecho del Infiernillo, también conocido como el canal del Infiernillo, que cuenta con 3 km de ancho. La única vía de acceso a la región es la carretera estatal Sonora 16 que comunica a la ciudad de Hermosillo con Bahía de Kino en un trayecto pavimentado de a 105 km al Oeste y mediante un camino de terracería se llega a Punta Chueca a 30 kms de Bahía Kino frente a la costa se observa la Isla Tiburón, es necesario viajar en lancha de motor.

El estudio de esta área es el resultado de la interpretación de: fotografías aéreas convencionales blanco y negro escala 1:50,000 bajo un estereoscopio de espejos, ortofotos digitales y de imágenes satelitales interponiendo diversas bandas para obtener una mejor resolución. La metodología consistió en hacer un análisis de las características de drenaje, actitud de las fallas y contactos entre unidades, el objetivo es el uso de la imagen como estudio previo para el reconocimiento del área, en función del tono, textura, patrón de drenaje, estructuras y geoformas que presenta un elemento en la imagen y así obtener un mapa Geológico, Geológico-Estructural, y de Drenaje, utilizando el Software ArcMap 10 para su digitalización y procesamiento, la digitalización se realizó dentro de un rango de escalas de 1:20,000 a 1:10,000 para zonas de mayor detalle, logrando una identificación más clara de rasgos geológicos para definir contactos litológicos, tipo de rocas y estructuras.

GET-22 CARTEL

IDENTIFICACIÓN DE FALLAS MEDIANTE AEROMAGNETOMETRÍA EN LA CUENCA DE SAN BLAS

López Loera Héctor¹ y Álvarez Bejar Román²

¹División de Geociencias Aplicadas, IPICYT

²Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM
hlopezl@ipicyt.edu.mx

El modelo de extensión propuesto para el Fragmento de Las Marías implica la presencia de fallas normales con dirección SW-NE en la región de la Cuenca de San Blas. Esta cuenca se encuentra cubierta por varias capas de sedimentos en los que predominan arenas y arcillas con diversos espesores que llegan a tener más de 3000 m. Algunas de las fallas están enmascaradas por estos sedimentos. En este trabajo procesamos los datos aeromagnetométricos adquiridos en dicha cuenca para obtener los principales contrastes magnéticos en la zona, algunos de los cuales pueden asociarse a fallas geológicas en la región. Los datos analizados forman parte del mapa aeromagnético de Norteamérica realizado por los servicios geológicos de México y de Estados Unidos. El procesamiento de la información consistió en obtener primeramente un mapa de reducción al polo, aplicando el algoritmo matemático de Baranov y Naudy a la matriz de datos del campo magnético residual y efectuar posteriormente continuaciones ascendentes desde 500 m hasta 10 km aplicando el algoritmo de Henderson. Las fallas encontradas se incorporan al modelo junto con las que ya habían sido reportadas en otros estudios de la bahía de Banderas. En esta bahía y en su continuación tierra adentro, el Valle de Banderas, identificamos la falla que define a la pared colgante de un semi graben y en la región al NW de estas estructuras las fallas correspondientes al fragmento extendido. El modelo implica la existencia de una superficie de desprendimiento (detachment) que tiende a levantar toda la cuenca.

GET-23 CARTEL

ANOMALÍA MANTO-BOUGUER DE LAS DORSALES OCEÁNICAS EXTINTAS AL OCCIDENTE DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA, FAMEX

Mortera Gutiérrez Carlos Angel¹, Pérez González Elizabeth A.¹, Bandy William L.¹ y Michaud François²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Geozur, UPMC, UNS, CNRS, Francia
cmortera@geofisica.unam.mx

La campaña oceanográfica FAMEX de 2002 a bordo del navío L'Atalante de IFREMER documento que el proceso de esparramiento oceánico derivado de la dorsal Pacífico-Farallón fue reorganizado, segmentado y abandonado al acercase a la activa zona de subducción frente al margen occidental de la Península de Baja California, entre 25 y 12 Ma. La morfología del relieve

correspondiente a las dorsales fue documentada con un sistema multihaz dual EM12 de 12 kHz mostrando que hubo varios cambios en la configuración de los límites entre las placas oceánicas del Pacífico, Guadalupe, y Magdalena, como ante sala al cese de la zona de subducción al occidente de la península y el inicio de la apertura del Golfo de California. Este relieve está formado por una serie de segmentos de dorsales de menores dimensiones con distintas orientaciones entre ellas, fallas transformantes inactivas, zonas de fallas oblicuas y complejas estructuras volcánicas. También mediciones de gravedad fueron colectadas en FAMEX para determinar la estructuras y heterogeneidades de la corteza y manto superior donde ocurrieron la segmentación de las dorsales al oeste de la Península. Los datos de batimetría y gravedad son reducidos para calcular los valores de anomalía de Manto-Bouguer y para determinar las variaciones de densidad en la parte superior de la litosfera oceánica entre 23N y 28N. Los valores de la anomalía Manto-Bouguer son calculadas con el método de Parker. Resultados de las anomalías son presentados en tres áreas y correlacionados con las estructuras del relieve oceánico. Los mapas de la anomalía muestran varias zonas donde valores altos coinciden con las localidades de las cámaras magmáticas en las dorsales extintas Pacífico-Farallón. También muestran zonas a largadas de valores positivos concurren a lo largo de las transformadas que separan estas dorsales, posiblemente producto del cambio de espesores de la litosfera oceánica en donde ocurren estas transformadas.

GET-24 CARTEL

ESTRUCTURA DE EMPLAZAMIENTO Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL INTRUSIVO LA PACHONA, MAZAPIL, ZACATECAS

Martínez Silva Héctor, Ramírez Peña César Francisco y Chávez Cabello Gabriel
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
hecnezsilva@hotmail.com

El intrusivo La Pachona (ILP), forma parte del conjunto de cuerpos intrusivos denominados Cinturón de Intrusivos de Concepción del Oro, que está conformado por alrededor de diez intrusivos expuestos en forma de stocks, sills, diques, lacolitos y facolitos, cuya composición varía de sienita a granodiorita pasando por monzogranito, localizados en el hinterland de la Sierra Madre Oriental, en el Norte del estado de Zacatecas. El ILP corresponde a un cuerpo ígneo de composición cuarzomonzodiorítica, emplazado en el flanco frontal del anticlinal La Caja, un pliegue de propagación de falla generado durante la deformación regional contractiva que afectó la zona en el Cretácico Superior. Este intrusivo está encajonado por una secuencia clástica compuesta de lutita, arenisca y limolita marina del Cretácico Superior (Formaciones Caracol y Parras). El mecanismo dominante que generó el espacio en la corteza para que el magma del ILP se emplazara fue el rebaje magmático (stopping), y de acuerdo a los análisis geoquímicos reportados en la literatura, la asimilación de roca encajonante también jugó un papel importante en esta etapa.

El análisis detallado de los patrones estructurales dentro y en la aureola tectónica de los cuerpos intrusivos planares, aunado a las siguientes características: (a) emplazamiento en el flanco frontal del anticlinal La Caja, (b) contacto local paralelo con la estratificación de la roca encajonante y (c) ausencia de foliación magmática y tectónica dentro de los cuerpos intrusivos tabulares, permite establecer que el emplazamiento es post-tectónico a la deformación regional, ocurriendo éste en condiciones predominantemente pasivas. Según la estructura en que se emplazó, así como la gran cantidad de sills que afloran en el área de estudio, se establece que el ascenso del material magmático debió ser a través de diques, evolucionando a una estructura tipo enjambre de sills interconectados por diques, con pantallas de rocas encajonantes intercaladas, los cuales representan a las etapas iniciales de generación de stocks o cuerpos intrusivos semiesféricos, que se generan antes del emplazamiento masivo de magma en niveles superficiales de la corteza continental.

GET-25 CARTEL

AVANCES SOBRE LA GEOLOGÍA DEL CINTURÓN DE INTRUSIVOS DE CONCEPCIÓN DEL ORO, ZACATECAS, MÉXICO

Chávez Cabello Gabriel¹, Ramírez Peña César Francisco¹, Sosa Valdes Rogelio², Velasco Tapia Fernando¹, González Guzmán René² y Valencia Moreno Martín³

¹Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

²Posgrado en Ciencias de la Tierra, CICESE

³Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM
gabchavez2001@yahoo.com.mx

El Cinturón de Intrusivos de Concepción del Oro (CICO) está compuesto de por lo menos 10 cuerpos intrusivos que se presentan en forma de stocks, sills, diques, lacolitos y facolitos, donde la composición de la roca varía de sienita a monzogranito. La geoquímica reportada para los intrusivos Rocamontes y El Peñuelo señala que estos corresponden a granitoides post-orogénicos con firma de arco, así como de afinidad alcalina y calco-alcalina (ricos en Ba y Sr). Además, los intrusivos: Providencia, Noche Buena y Concepción del Oro, muestran una firma de arco con afinidad calco-alcalina. Recientemente, estos cuerpos intrusivos fueron fechados por la técnica de U-Pb en zircones,

definiéndose dos grupos distintos: 84-68 Ma en el oriente y 45-32 Ma en el occidente. Distinguiéndose además que la geoquímica de elementos traza en los zircones también sugiere una evolución diferente de estos dos grupos de intrusivos. Por otro lado, todos los intrusivos de la región muestran relaciones discordantes (intrusivos pos-tectónicos) con respecto a pliegues y cabalgaduras de la región del transpaís de la Sierra Madre Oriental. Lo anterior, permite definir que la deformación en la zona es más antigua que los 84 Ma. La geoquímica de las rocas y sus respectivas edades que agrupan claramente a una suite oriental más antiguo de una suite occidental más joven, demanda la propuesta de un modelo tectónico más complejo que lo que a la fecha se ha propuesto en referencia a un arco migrante hacia el oriente entre el Cretácico Superior y el Oligoceno.

Sesión Regular

GEOLOGÍA Y GEOFÍSICA AMBIENTAL

Organizadores:

Roberto Maciel

Pedro Zarate

Oscar Campos

GGA-1

APLICACIÓN DE MÉTODOS GEOELÉCTRICOS Y DE MEDICIÓN DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES PARA LA CARACTERIZACIÓN DE UN SITIO URBANO CONTAMINADO POR HIDROCARBUROS

Delgado Rodríguez Omar¹, Flores Hernández David¹, Shevvin Vladimir², Amezcua Allier Miriam¹, Díaz Gutiérrez Luis¹, Rosas Molina Andrés¹ y Marín Cordova Salvador¹

¹Instituto Mexicano del Petróleo

²Universidad Estatal de Moscú
odelgado@imp.mx

Los métodos geoelectricos, como el método de resistividad (TRE) y perfilaje electromagnético (PEM), son útiles en estudios de sitios contaminados por productos petroleros en procesos de biodegradación, siendo la señal geolétrica una anomalía de baja resistividad; cuando los contaminantes son hidrocarburos recientes, la zona contaminada mostrará alta resistividad, teniendo mayor dificultad su configuración y mapeo para las condiciones geológicas más comunes. Sin embargo, los contaminantes frescos, sobre todos los hidrocarburos refinados, presentan altos niveles de gases que pueden ser cuantificados mediante mediciones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs).

Como parte del proceso de construcción de un desarrollo habitacional en la parte norte de la Ciudad de México, fue realizada una excavación donde se observó la afluencia de hidrocarburos proveniente de un estrato areno-limoso. Para realizar el diagnóstico del sitio, los métodos TRE, PEM y COVs fueron aplicados de manera conjunta en un área de aproximada de 5 ha altamente urbanizada. Los resultados obtenidos de la aplicación de los tres métodos fueron integrados en un mapa para una mejor configuración de la pluma contaminante, permitiendo identificar un tanque de almacenamiento subterráneo de gasolina magna como la fuente de contaminación. Además, el mapa integral permitió la selección optimizada de los puntos de perforación y muestreo de suelo para análisis químicos, encontrándose que todas las muestras contaminadas contienen gasolina magna pero con diferencias en el grado de biodegradación. Este estudio demostró la efectividad de la aplicación conjunta de los métodos geoelectricos y COVs en sitios con fuente de contaminación activa, afectados por contaminantes hidrocarburos frescos y maduros.

GGA-2

PROVENIENCIA DEL S EN SULFATOS SECUNDARIOS ANALIZANDO 34S EN UNA ZONA MINERA AL SUR DE MÉXICO

Dotor Almazan Azucena y Armienta Hernández María Aurora

Instituto de Geofísica, UNAM
adotor@yahoo.com.mx

Taxco se ubica al sur de México en el estado de Guerrero y corresponde a un distrito minero cuya extracción y explotación de minerales se centra en metales base (Ag–Zn–Pb) que se encuentran principalmente como sulfuros. Las actividades mineras han producido depósitos de jales expuestos a la acción del aire, lluvia y viento generando lixiviados ricos en metales (drenaje ácido de mina) y en la presencia de sulfatos minerales secundarios. El empleo de isótopos estables como el 34S ayuda a identificar fuentes de proveniencia de metales y/o la fuente que origina a los sulfatos secundarios. La aplicación de estudios isotópicos en Taxco, se ha restringido a sulfuros minerales y a la identificación de la fuente de S en lixiviados de jales. Por lo anterior, se consideró importante analizar isótopos estables de 34S en sulfatos de muestras de suelos, jales y precipitados para identificar la fuente del azufre en sulfatos secundarios y el proceso (oxidación–reducción) que libera y moviliza Cu, Zn, Pb y Fe hacia el medio ambiente.

Los resultados muestran valores de 34S cercanos a los reportados por Camprubí (2006) para el distrito e indican que el S de los sulfatos en jales y precipitados provientes de Esfalerita de vetas> Esfalerita de mantos# Pirita de vetas>Pirita de mantos> Galena de vetas>Pirita sedimentaria, dominado por el sistema esfalerita–pirita. El valor 34S en suelos cae dentro del rango de los sulfuros del distrito e indica dos fuentes: a) Esfalerita vetas–mantos >pirita mantos>pirita sedimentaria en suelos de calizas, esquistos y rocas detríticas, b) Pirita mantos>descomposición MO (?).

De acuerdo a lo anterior se concluye que la fuente de S de los sulfatos en suelos, jales y precipitados deriva de sulfuros primarios y confirma el proceso de oxidación del azufre a sulfatos dominado por el sistema esfalerita–pirita en el caso de los jales y precipitados. En los suelos se evidencia el proceso de erosión de las rocas mineralizadas y la deposición de partículas de los jales en los suelos aledaños, valores positivos de 34S sugieren un posible aporte de S vía descomposición bacteriana de MO. A nivel de cuenca existe un fenómeno de erosión–transporte de los sulfuros de la mineralización sin oxidar que contribuyen en la formación de suelos, confirmados por la baja concentración de sulfatos en suelos y en las rocas que hospedan la mineralización, y en menor proporción a la formación de sulfatos secundarios.

GGA-3

RELACIONES EMPÍRICAS ENTRE PARÁMETROS MAGNÉTICOS Y PALEOCLIMÁTICOS EN SEDIMENTOS CUATERNARIOS EN VENEZUELA Y ARGENTINA

Peralta Segnini Alfredo¹, Costanzo Alvaréz Vincenzo², Aldana Milagrosa² y Carrillo Eduardo³

¹Departamento de Ciencias de la Tierra, USB, Venezuela

²Universidad Simón Bolívar, USB, Venezuela

³Instituto de Ciencias de la Tierra, Universidad Central de Venezuela, UCV, Venezuela
alfredoperalta160@gmail.com

En este trabajo se estudian propiedades magnéticas de sedimentos correspondientes al Cuaternario de la Laguna de Mucubají, de origen glaciario, en el Edo Mérida en el occidente de Venezuela. Se busca establecer relaciones empíricas entre parámetros magnéticos e indicadores paleoclimáticos de isótopos de oxígeno 18 (#18O), a través del algoritmo computacional de Redes Neuronales Difusas (RND). Para esto se obtuvieron datos de núcleos de la Laguna de Mucubají de susceptibilidad magnética (#), remanencia magnética natural (NRM), remanencia magnética anhisterética (ARM), magnetización remanente isotérmica (IRM), cociente S (CS) y temperaturas de Curie. Los datos de #18O fueron tomados de la base de datos de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) y de Greenland Ice Core Project (GRIP). Los datos obtenidos de los núcleos abarcan un período estratigráfico de 2200 años aproximadamente (10.880–12.950 calBP) en 2 metros de sección, en donde se presume está contenido el final de la última pequeña glaciación Younger Dryas, registrada para el hemisferio Norte y la entrada del Holoceno (período interglaciario). Se estableció una correlación estratigráfica con los datos paleoclimáticos con el fin de establecer pares de datos que generaron las estructuras predictivas de indicadores paleoclimáticos de isótopos de oxígeno 18 (#18O). Con los datos de parámetros magnéticos y sus distintas combinaciones se realizaron múltiples ensayos computacionales, para discriminar cual de los parámetros es capaz de reflejar mas efectivamente cambios paleoclimáticos y en que combinación de parámetros se ajustan mejor las estructuras predictivas (FIS).

Hasta ahora se ha establecido que existe una correspondencia entre los parámetros magnéticos medidos y la curva de #18O, habiéndose hallado correlaciones entre los datos de origen y los datos inferidos con un R2 de aproximadamente 0,8 en su mejor caso. Los parámetros que predijeron con mayor efectividad fueron susceptibilidad magnética (#) y la remanencia magnética anhisterética (ARM), tanto de manera individual como en su combinación, no obstante los diversos parámetros medidos resultaron exitosos a la hora de realizar las predicciones.

Por último se probaron las estructuras predictivas (FIS), realizadas con datos de núcleos venezolanos, con datos de # y ARM de los Lagos Portok y El trébol, ubicados en la Patagonia Argentina. Los resultados obtenidos establecieron que es difícil establecer una correspondencia óptima en este caso. Esto puede deberse a que el registro paleoclimático y estratigráfico, con los que se generan los FIS, están referidos al hemisferio Norte, para el cual se registra el Younger Dryas, mientras que los datos de los Lagos argentinos no registran dicho evento. Esto establece consideraciones importantes a la hora de realizar predicciones paleoclimáticas a través de parámetros magnéticos, utilizando datos de entrada y salida que pertenezcan al mismo hemisferio ó sino que focalicen eventos globales.

GGA-4

FALLAMIENTO NORMAL DE BLOQUES EN EL GRABEN AEROPUERTO, RIFT DE TIPO PULL-APART MANAGUA, NICARAGUA: RESTRICCIONES DE LA GRAVIMETRÍA Y MAGNETOMETRÍA

Zambrana Areas Xochilt Esther¹, Ramón Márquez Víctor Manuel², Keppie Duncan John³, Campos Enríquez José Óscar⁴, Leytón López Brenda¹ y Rodríguez Dionisio¹

¹Instituto de Geología y Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

²Programa de Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

³Instituto de Geología, UNAM

⁴Instituto de Geofísica, UNAM

xza-86@hotmail.com

Varios modelos a escala regional han sido propuestos para la depresión de Nicaragua: 1) Rifting paralelo a la depresión (y al frente volcánico) debido al roll back de la placa de Cocos en subducción; 2) fallamiento strike-slip lateral derecho paralelo a la depresión y localmente desplazado por cuencas pull-apart; 3) fallamiento strike-slip lateral derecho paralelo a la depresión y desplazamientos mediante fallas transversales lateral-izquierdas del tipo bookshelf. A una escala intermedia, McBirney and Williams (1965), Carr (1976), Weinberg (1992), Funk et al. (2011) interpretan la depresión como estructuras de tipo semi graben. El graben Aeropuerto se encuentra en la parte este del graben de Managua (Nicaragua), área en la cual, el arco volcánico de Centro América es desplazado dextralmente, posiblemente del resultado de la subducción de una falla transformante ahí donde los ángulos de subducción cambian. El graben de Managua se encuentra dentro de la depresión de

Nicaragua del Cuaternario Tardío producido por rifting trasarco asociado al roll back de la Trinchera de América Media. El graben de Managua formado como un rift pull-apart asociado con fallamiento bookshelf dextral durante cizallamiento dextral entre el antearco y el arco y es el lugar de dos históricos, grandes terremotos que destruyeron la Ciudad de Managua. Con el fin de evaluar el riesgo de terremotos futuros, cuatro perfiles magnéticos y gravimétricos fueron levantados para caracterizar estas estructuras que atraviesan el graben de Aeropuerto, el cual es limitada por las zonas de falla de Cofradía y Aeropuerto, al Este y Oeste, respectivamente. Estos datos indican la presencia de una serie fallas normales delimitando bloques levantados y hacia abajo y una falla normal lística, Falla Sabana Grande. El modelo implica que esta área ha sido sujeta a una tectónica transtensional. Estas fallas parecen ser parte de una serie de estructuras tipo bookshelf y probablemente sea el lugar de futuros terremotos, el cual podría destruir el aeropuerto y parte de los alrededores de Managua. Tres perfiles gravimétricos regionales SW-NE, que corren desde el Océano Pacífico hasta el mar Caribe, indican un cambio en la estructura de la corteza: desde el norte al sur la corteza se adelgaza. De acuerdo a estos modelos de corteza regional, el desplazamiento observado en el Frente Volcánico alrededor del Lago de Nicaragua es asociado con una zona de debilidad relacionado con: 1) el cambio N-S en la estructura de la corteza, 2) al ángulo de subducción de la placa de Cocos, 3) a la distancia de la Trinchera de América Media (i. e., la localización de la cuña del manto). Como mencionado arriba la subducción de una falla transformante podría haber dado lugar a esta discontinuidad cortical.

GGA-5

SISTEMÁTICA DE ISÓTOPOS DE PB PARA DETERMINAR FUENTES GEOGÉNICAS Y ANTROPÓGENICAS DE POLVOS URBANOS EN ZONAS ÁRIDAS

Del Rio Salas Rafael¹, Meza Figueroa Diana², Ruiz Joaquín³, De la O Villanueva Margarita², Mendivil Quijada Héctor¹, Castillo Morales Uzi², Moreno Rodríguez Verónica¹, González Grijalva Belem², Valencia Moreno Martín¹ y Gómez Alvarez Agustín⁴

¹Estación Regional del Noroeste, UNAM

²Departamento de Geología, Universidad de Sonora

³Departamento de Geociencias, Universidad de Arizona

⁴Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Sonora
rdelriosalas@gmail.com

El particulado atmosférico suspendido (polvo) en zonas urbanas puede tener un origen natural (geogénico) o un origen no natural (antropogénico). Las emisiones del material particulado se incrementan debido a la rápida urbanización, industrialización, agricultura, minería, etc. Independientemente de su origen, se ha demostrado su impacto negativo a la salud humana. La determinación de las fuentes y las rutas de transporte de este material particulado es crucial para realizar propuestas de mitigación o implementar programas de salud pública. En este trabajo se presentan diversas metodologías para identificar origen de polvo, fuentes y sus posibles formas de transporte.

Hermosillo se localiza al noroeste de México, ha experimentado un crecimiento acelerado en las últimas décadas. Estudios recientes demuestran altas concentraciones de metales en polvos depositados en techos de escuelas primarias, polvos suspendidos, suelos urbanos, y polvo de calles. En este trabajo se muestran las razones isotópicas de plomo de las rocas de los alrededores de Hermosillo, particulado atmosférico, y polvos depositados en techos de escuelas primarias. Los datos muestran claramente tres grupos con una firma isotópica distintiva: 1) un grupo con plomo muy radiogénico definido por las rocas de los alrededores de Hermosillo, 2) un segundo grupo con plomo menos radiogénico definido por particulado atmosférico, y 3) un tercer grupo con una firma intermedia entre los dos grupos anteriores, definido por los polvos depositados en techos de escuelas primarias. La firma isotópica de la gasolina con plomo utilizada en México hace más de dos décadas coincide con los valores isotópicos de los polvos depositados en los techos de las escuelas, lo cual sugiere el legado de plomo en suelos y polvos urbanos. La distribución espacial de las concentraciones y las razones isotópicas de Pb del particulado atmosférico y los polvos depositados en techos sugieren procesos complejos de resuspensión/sedimentación controlado por erosión, tráfico y topografía. Gracias a la combinación de las razones isotópicas de plomo de los tres grupos de muestras estudiadas, es posible identificar tres zonas bien definidas con influencia antropogénica en Hermosillo, las cuales corresponden con las zonas urbanizadas más antiguas y de alto tráfico. La sistemática de los isótopos de plomo es una gran herramienta para determinar procesos y fuentes contaminantes en zonas urbanas.

GGA-6

BIOMONITOREO MAGNÉTICO Y CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN SANTIAGO DE QUERÉTARO MEDIANTE ESPECTROSCOPIA RAMAN Y SEM-EDS

Castañeda Miranda Ana Gabriela y Böhnelt Norbert Harald
Centro de Geociencias, UNAM
gavi18@hotmail.com

El objetivo de este estudio es seleccionar y calibrar un conjunto de técnicas para el monitoreo de contaminantes en la atmósfera a partir de propiedades magnéticas. La contaminación del aire por partículas es una problemática creciente en ciudades con actividades generadoras de emisiones a la atmósfera; estas actividades son principalmente industriales y vehiculares, desarrolladas en las grandes ciudades de diferentes países (Gasca, 2007). Dichas actividades antropogénicas en zonas urbanas expuestas a altos índices de crecimiento y urbanización, han provocado, el aumento de los niveles de contaminación en términos de metales pesados (Morton et al., 2008). Tradicionalmente la evaluación de metales pesados en la atmósfera, se realiza por medio de técnicas analíticas químicas. Sin embargo, al llevar a cabo un estudio detallado del contenido de metales pesados en una zona urbana, expuesta a numerosas fuentes de contaminación, resultaría una alta inversión de costo y tiempo. Debido a esto surge la necesidad de implementar métodos rápidos y de bajo costo para el monitoreo de contaminantes, siendo estos los atributos del magnetismo ambiental frente a otros métodos analíticos. Las propiedades magnéticas de los minerales son indicadores sensibles a los procesos ambientales. En esta investigación se calibró un nuevo método para caracterizar el grado de contaminación en la atmósfera estableciendo la relación entre las propiedades magnéticas, PM10, temperatura, velocidad y dirección del viento, humedad, precipitación pluvial y algunos otros parámetros. Del análisis de estos resultados se concluyó que la susceptibilidad magnética puede ser usada como un indicador de áreas contaminadas. Y así, la identificación de una zona contaminada puede ser sometida a estudios más detallados por otros métodos analíticos.

GGA-7

ESTUDIO AMBIENTAL PARA IMPLEMENTAR EL FRACCIONAMIENTO VERDE EN GRANJAS MÉRIDA, ESTADO DE MORELOS

Mata Saavedra Dante, Hernández Oscoy Ariadna, Mondragón Guzmán Rodrigo, Salazar Peña Leobardo y García Reyes Cayetano Miguel
ESIA Ticomán Ciencias de la Tierra, IPN
alcondante@hotmail.com

Ante los efectos de cambio climático y el agotamiento de combustibles fósiles, surge la necesidad de implementar acciones para mitigar tales efectos y recurrir a las energías alternativas. Entre las tantas, aparecen los fraccionamientos verdes, que pueden contar con una serie de sistemas e implementaciones para proporcionar sustentabilidad en suministro de energías y aprovechamiento de recursos.

El diseño e implementación de un fraccionamiento verde se ha propuesto en la zona de Granjas Mérida en el Estado de Morelos. La implementación de este fraccionamiento, debe contar con mitigación de riesgos naturales y de contaminación ambiental.

Se llevó a cabo una serie de estudios geológicos, hidrológicos y de contaminación. Se implementarán acciones y sistemas que permitan el aprovechamiento de residuos, radiación solar, aprovechar el agua de la lluvia y proponer otra serie de acciones que permitan la sustentabilidad en el fraccionamiento. Se realizó la caracterización de riesgos en la zona por medio de recorridos, control geográfico y mapeo de riesgos. Para la caracterización de la contaminación, se realizó geología de campo y exploración del subsuelo. También la caracterización de radiación solar y condiciones meteorológicas.

El aprovechamiento de residuos sólidos consta de una identificación de residuos que pueden ser reciclados así como de desechos orgánicos que pueden ser aprovechados. Para las acciones alternativas de sustentabilidad se plante la venta de bonos de carbono, así como la instalación de azoteas verdes. Se propone el uso de celdas solares para complementar necesidades de suministro eléctrico, así como el uso de calentadores solares para el agua; para el suministro de agua se analiza instalar fosas de captación para el agua de lluvia.

Estas son parte de las medidas realizadas para la implementación de esta propuesta ecológica, la cual se piensa realizar en más zonas del país.

GGA-8

TELEDETECCIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS POR HIDROCARBUROS MEDIANTE IMÁGENES ÓPTICAS Y RADAR

Galván Pineda Jesús¹, Espinoza Hernández Abdallan¹, Jiménez Escalona José Carlos² y Monsiváis Huertero Alejandro²

¹ESIA Ticomán Ciencias de la Tierra, IPN

²Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, ESIME, Unidad Ticomán, IPN
d.morelos@hotmail.com

La falta de mantenimiento y el manejo inadecuado de la infraestructura utilizada para el transporte productos derivados del petróleo pueden ocasionar derrames y por consecuencia, efectos nocivos en grandes extensiones de suelo alrededor de la zona de fuga. Esta contaminación puede tener efectos graves tanto para el ecosistema, modificando la flora y la fauna local y en consecuencia el paisaje. En estos casos es de suma importancia la identificación de zonas contaminadas para llevar a cabo acciones de restauración y prevención. En muchas ocasiones, las áreas afectadas son extensas. Por lo que, una herramienta de mucha utilidad es la detección por percepción remota satelital. En la actualidad se han desarrollado varias técnicas para la detección de contaminantes basadas en información de sensores ópticos mediante el monitoreo de algunos compuestos. A pesar de los resultados favorables de estos estudios, los sensores ópticos presentan una limitante importante, ya que son muy sensible a condiciones atmosféricas presentes. Una técnica que no ha sido muy explotada aún es el uso de información proveniente de sensores de radar los cuales permiten obtener las propiedades dieléctricas del suelos. El radar presenta una menor interferencia con la atmósfera así como con la cobertura vegetal, lo que permite tener una herramienta de apoyo para las técnicas actualmente usadas independiente de las condiciones meteorológicas. Una zona contaminada que actualmente está modificando el paisaje es la refinería localizada en el Municipio de Paraíso, Tabasco en donde se han presentado varios accidentes de derrame de petróleo así como el efecto de mal mantenimiento de los oleoductos. En este trabajo se compara las zonas clasificadas como contaminadas empleando imágenes ópticas (Landsat 5 y 7), imágenes radares (Envisat en polarización VV y HH) y combinando las imágenes ópticas y radares. Los resultados preliminares muestran una mejor determinación por las imágenes ópticas que las imágenes radares, debido principalmente por su alta resolución espacial. Sin embargo, la delimitación de la zona mejora cuando se emplean ambos tipos de imágenes.

Palabras clave: Percepción Remota, Imagen de Radar, Imagen Lansat, Hidrocarburos Totales de petróleo

GGA-9 CARTEL

HUEHUETLAN EL GRANDE Y SU GEOLOGÍA LOCAL. PROPUESTA DE CAMPO DE PRÁCTICA PARA ESTUDIANTES DE CIENCIAS DE LA TIERRA

Amaro Martínez Raymundo Eric, Avila Jacobo Daniel, Aguilar Andrade José Onesimo Filadelfo, Acevedo Flores Nahum Alejandro y Rodríguez Paniagua Miguel Angel

Colegio de Geofísica, BUAP
reric.amtz@hotmail.com

La región del municipio de Huehuetlan el Grande en el estado de Puebla, se caracteriza por ser predominantemente sedimentaria de acuerdo con la información disponible del Servicio Geológico Mexicano en la carta Geológica Coatzingo escala 1:50,000, el área está dominada regionalmente por la presencia de rocas metamórficas paleozoicas del complejo Acatlán, sedimentarias de la formación Morelos del Cretácico y eventos extrusivos del Terciario cobijados en algunas partes por depósitos tobáceos del cuaternario. La manifestación de rocas ígneas extrusivas, principalmente basalto se encuentra cortando a las secuencias estratigráficas metamórficas y sedimentarias con una distribución errática pero siendo bastante potente cerca de la laguna de Epatlan en donde aparecen distribuidos fragmentos de cuarzo calcedonia en color blanco azulado a crema.

Por esto se ha convertido en un campo de practica para estudiantes de Ing. Geofísica de la BUAP por su cercanía a la ciudad de Puebla también debido a la presencia de formaciones geológicas brindan un campo de practica para la identificación de fallas y plegamientos así mismo entender la influencia de las rocas de las región y la influencia que se tiene en los acuíferos que suministran a las localidades de la región. Esto tiene como fin el de reforzar lo aprendido en las aulas y complementar en la parte practica el estudio de la geología.

GGA-10 CARTEL

PROPUESTA DE ESTUDIO PETROLÓGICO DE ROCAS ÍGNEAS, SEDIMENTARIAS Y METAMÓRFICAS DE ZAPOTITLAN SALINAS, PUEBLA

Flores S. Daniel Apolos y Amaro Martínez Raymundo Eric
Colegio de Geofísica, BUAP
dapolos03@hotmail.com

En el municipio de Zapotitlan Salinas, ubicado en la sierra norte estado de Puebla, se presenta una geología muy particular.

Para comprender mejor la zona se propone hacer una carta geologica que nos permita entender el caracter local de las formaciones geologicas.

El levantamiento geologico comprendio un area de 37 km2, donde se encuentran los 3 tipos de rocas: igneas, metamorficas y sedimentarias con la ayuda de la carta Cordoba a escala 1:250000 y Zacatlan - Teziutlan a escala 1:50000, se hace el reconocimiento de la zona.

Este trabajo es importante para poder cuantificar y estimar los volúmenes de material para emplearlos en procesos de construcción, vías de comunicación y usos de limos de área industrial.

GGA-11 CARTEL

COMPLEJACIÓN DE ARSÉNICO CON SUSTANCIAS HÚMICAS

Cruz Ronquillo Olivia¹, Armienta Hernández María Aurora¹, Macías Felipe Martha², Henrique Rosa André³, Ceniceros Bombela Nora Elia¹ y Aguayo Ríos Alejandra¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM

³Departamento de Ingeniería Ambiental UNESP, Sorocaba-SP, Brasil
olcruz@geofisica.unam.mx

Existen contaminantes en el agua que la hacen no apta para consumo humano, entre ellos se encuentran metaloides tóxicos como el arsénico, cuyo origen puede ser natural, debido al intemperismo que disuelve las rocas llevando este elemento a ríos, lagos, aguas subterráneas y suelos, o la antrópica, que ha sido relacionada principalmente con el uso de insecticidas, pesticidas, herbicidas. Estos elementos pueden estar presentes en diferentes formas físico-químicas en sistemas acuáticos: libres, complejados con ligantes orgánicos o inorgánicos, adsorbidos o incorporados a partículas en suspensión, o asimilados por los organismos vivos. Las formas libres son generalmente más reactivas que las que se encuentran ligadas o adsorbidas. El As en el agua lo podemos encontrar tanto en su forma trivalente como pentavalente siendo el primero el más tóxico.

Las sustancias húmicas (SH) resultan de la degradación de restos animales y plantas, se consideran como complejas macromoléculas de unidades aromáticas con uniones de aminoácidos, péptidos, aminoazúcares, ácidos alifáticos y otros constituyentes orgánicos; contienen gran número de sitios complejantes por lo tanto una alta capacidad para formar complejos órgano-metalícos. Las SH poseen sitios reactivos con grupos funcionales diversos, por lo que el área específica es muy grande lo que facilita las reacciones de adsorción, donde la molécula resultante es de alta estabilidad termodinámica. La presencia de SH en cuerpos de agua puede modificar la movilidad ambiental del As, de ahí la importancia de evaluar el grado de interacción de las mismas con este metaloide.

En el presente trabajo se determinó la capacidad de complejación de Sustancia Húmica acuática (SHA) (Extraída del río Sorocabinha, Brasil) con As(III) y As(V) utilizando un sistema de ultrafiltración. Para ello se realizaron experimentos con varias concentraciones de estos iones. La primera etapa consistió en determinar el tiempo de equilibrio (teq) y posteriormente la capacidad complejante (CC) utilizando 100 mg L⁻¹ de SHA a diferentes concentraciones de As (III) y As (V).

GGA-12 CARTEL

CONTENIDO DE MERCURIO EN SUELOS, SEDIMENTOS Y TERREROS EN UNA REGIÓN DE SAN JOAQUÍN, QUERÉTARO, MÉXICO

Hernández Silva Gilberto¹, Solís Valdez Sara¹, Mercado Sotelo Italia¹, Martínez Trinidad Sergio¹, Solorio Munguía Gregorio¹, García Martínez Rocío² y Campos Guillén Juan³

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

³Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro
ghsilva@geociencias.unam.mx

La región de San Joaquín ubicada al sur de la Sierra Gorda de Querétaro, fue usada por la población prehispánica para la explotación del cinabrio desde el Siglo III antes de nuestra era. El mayor auge de la minería del cinabrio en la región, sucedió entre 1940 y 1985. Como resultado de estas actividades mineras históricas, grandes cantidades de Hg se han emitido a la atmósfera y otras tantas permanecen aún en las cercanías, constituyendo una fuente permanente de contaminación, en detrimento del medio ambiente y de la salud pública. El

objetivo de este trabajo es mostrar la distribución espacial del mercurio total en suelos sedimentos y terreros, sus rangos de concentración y en función a diferentes usos del suelo. Los contenidos de Hg total en suelos, sedimentos y terreros fue avalada por 103 muestras georreferenciadas, representativas de 170 km² de la zona de estudio, cada una de ellas representa una muestra compuesta, constituida por 5 sub-muestras a una distancia de 50 m una de otra y a una profundidad de 0-25 cm. El muestreo se hizo de acuerdo a: 1. Sedimentos; 2. Suelos forestales; 3. Suelos agrícolas; 4. Terrero más suelo; 5. Terrero tipo skarn y 6. Terrero tipo hidrotermal. Las muestras no fueron alteradas ni digeridas; para tal efecto, se utilizó la técnica del método directo de un AMA 254 (Advanced Mercury Analyser) utilizando 0.1 g de muestra. Las concentraciones más bajas de Hg (0 - 2.5 mg kg) se encuentran al sur y SE de la zona de estudio. Los contenidos de Hg en los sedimentos del sistema de drenaje son de medios a bajos, con una media de 70.29 mg kg; una mínima de 0.57 mg kg y una máxima de 687.0 mg kg; estos contenidos se encuentran en los sedimentos del arroyo Azogues en las inmediaciones de la mina El Rincón. En general, el Hg en los sedimentos, tiende a decrecer conforme se aleja de la fuente (mina) de contaminación como es el caso del sistema Azogues-Gatos que, al confluir con el río Extóraz aporta cantidades muy bajas de Hg. Sin embargo, en el mapa puede verse que más adelante, el contenido de Hg en los sedimentos llega a niveles medios, debido probablemente a la aportación del Hg proveniente de la zona minera localizada en algunas microcuencas del río Extóraz al norte de la zona de estudio. La prueba ANOVA arrojó los siguientes resultados: Las mayores concentraciones de Hg total se encontraron en los terreros. Después siguen algunas minas prehispánicas que fueron reutilizadas en tiempos actuales. Otro grupo lo conformaron algunos terreros de mercurio con concentraciones relativamente bajas. Los terreros ubicados en yacimientos tipo skarn resultaron por definición, con concentraciones muy bajas.

GGA-13 CARTEL

DETERMINACIÓN DE NITRATOS POR ESPECTROFOTOMETRÍA Y CROMATOGRAFÍA DE IONES EN LA CUENCA DE MÉXICO

Aguayo Ríos Alejandra¹, Armienta Hernández María Aurora¹, Rodríguez Castillo Ramiro¹, Cruz Ronquillo Olivia¹, Cenicerós Bombela Nora Elia¹ y Neri Hernández Omar²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²FES, Zaragoza, UNAM

ale@geofisica.unam.mx

La Zona Metropolitana de la Ciudad de México, ZMCM, se encuentra ubicada en el Sur Oeste de la subcuenca del Valle de México y ocupa el 17% de la superficie de la Cuenca endorreica alta del Río Panuco; se encuentra limitada por elevaciones topográficas de origen volcánico como son la Sierra de Guadalupe al Norte, la Sierra de Las Cruces al oeste, la Sierra Chichinautzin al Sur, el volcán Ajusco al Suroeste y la Sierra Nevada al este. Debido a la alta permeabilidad de las rocas que la conforman, la Sierra Chichinautzin se considera como la zona de recarga más importante de la Cuenca.

En la Ciudad de México los mantos acuíferos son la principal fuente de abastecimiento de agua potable por lo que la evaluación de la calidad del agua que proviene de ellos es de gran importancia.

Contando con el apoyo del Instituto de Ciencia y Tecnología del D.F., se ha realizado desde 2008 a la fecha, monitoreo de pozos del Sistema de Aguas de la Ciudad de México, ubicados en el Sur-Oeste de la zona metropolitana de la Cuenca de México.

La cuantificación de elementos mayores y de elementos traza se llevó a cabo en el Laboratorio de Química Analítica del Instituto de Geofísica de la UNAM siguiendo métodos estandarizados recomendados por Normas Mexicanas (NMX) así como por otras instituciones internacionales. Debido a que las concentraciones de nitratos mostraron en algunos sitios concentraciones menores pero cercanas a las normas para agua potable, se analizaron simultáneamente mediante HPLC y espectrofotometría. Para el análisis por cromatografía iónica se utilizó una Bomba Binaria Waters1525 con detector de conductividad Waters432 y como fase móvil una solución Borato-Gluconato-Acetonitrilo. Para las determinaciones espectrofotométricas la muestra se hizo reaccionar con HCl y se empleó un equipo HP8452A. Los resultados obtenidos por ambos métodos fueron comparables para casi todas las muestras.

GGA-14 CARTEL

INTEGRACIÓN DE MÉTODOS GEOFÍSICOS EN EL ÁREA DEL VALLE DEL RÍO PABILLO, PARA LOCALIZACIÓN DE PALEOCANAL

Suárez Kuri Michelle y Yutis Vsevolod
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
michelle_s_k@hotmail.com

El objetivo de este estudio es encontrar evidencias de la existencia de un paleocanal del río Pabillo en un área definida de la Facultad de Ciencias de la Tierra, donde afloran rocas Cretácicas sedimentarias de la formación Méndez,

con el uso de diferentes métodos geofísicos que nos permiten tener un menor grado de incertidumbre en nuestros resultados.

La adquisición de datos geofísicos se realizó en el área de La Hacienda de Guadalupe, dentro del territorio del municipio de Linares, en la porción sur-oriente del estado de Nuevo León.

El estudio fue realizado con los siguientes métodos: Sísmica de Refracción, Sondas Eléctricas Verticales, Método electromagnético (bobinas), Microgravimetría y Magnetometría.

GGA-15 CARTEL

LOS PROCESOS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO, RELFEXIONES EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO LERMA, ESTADO DE MÉXICO

Mitre Salazar Luis Miguel y Martínez Reyes Juventino
Centro de Geociencias, UNAM
lmitre@geociencias.unam.mx

Por su localización y riqueza de recursos naturales, la Cuenca Alta del Río Lerma (CARL) ha sido desde hace muchos años, sujeto de estudio tanto por el importante desarrollo económico, como por las considerables modificaciones y degradación de los ecosistemas.

El costo ecológico del enorme desarrollo económico no ha sido posible evaluarlo con el debido detalle, a pesar de los innumerables proyectos de investigación realizados con ese fin.

Los Programas de Ordenamiento territorial, del territorio estatal como los de injerencia municipal, se han puesto en práctica, sin embargo no han podido detener el impacto negativo que se ha dado en los diferentes ecosistemas presentes.

Tomando en consideración que el Ordenamiento Territorial es un proceso y a la vez una estrategia de una planificación esencialmente de carácter técnico-político, se podría haber esperado contar con un análisis y diagnóstico adecuado que pudiera explicar el porqué de la degradación y cómo solucionar esta crisis.

Se trata entonces de estudiar de manera aislada y desarticulada, todos los elementos que configuran los escenarios del territorio: natural, económico y social, totalmente en el sentido opuesto que se debería de haber hecho.

Tal parece entonces, que ante la imposibilidad de cumplir totalmente con los preceptos jurídicos de las leyes correspondientes, se trata de ocultar el desorden un territorio modificado, el cual será sujeto de una propuesta de ordenamiento, apegado a lo suscrito en la legislación.

Los problemas que se vislumbran de este proceder, han sido acotados a la necesidad que las actividades antropicas que se lleven en los espacios elegidos conduzcan a la sustentabilidad.

Zonas degradadas en la CARL, presentan evidencias contundentes de la poca importancia que se le ha dado a la degradación ecológica, esperando que el ya de por sí alto desarrollo urbano se constituya como el elemento necesario y urgente en la próxima ocupación del ahora desordenado territorio.

El continuo crecimiento de las zonas urbanas en el entorno de la Ciudad de Toluca, parece ser un próximo destino, por lo que la degradación ambiental del medio en esta zona se verá incrementada. Dicho de otra forma, el suelo degradado será el sustento de los nuevos desarrollos urbanos, ocultando con ello las deficiencias en el aprovechamiento del medio, surgiendo como el centro de atención el gran valor que tendrán los nuevos predios a pesar de su deterioro ecológico.

Para el caso del recurso vital, el agua, se podría pronosticar una de las mayores crisis: la falta de suministro.

La única solución a la distancia, orientada a la conservación del medio físico, sustento de los recursos para el desarrollo, pareciera ser la no ocupación de las zonas urbanizables y realizar los esfuerzos necesarios, si todavía fuera posible para la restauración y protección de los ecosistemas.

GGA-16 CARTEL

EVALUACIÓN DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA MEDIANTE PROPIEDADES MAGNÉTICAS EMPLEANDO TILLANDSIA RECURVATA L. COMO BIOINDICADOR

Castañeda Miranda Ana Gabriela¹, Chaparro Marcos A. E.² y Böhnel Norbert Harald¹

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Universidad Nacional del Centro de la Pcia. de Buenos Aires, Argentina.
gavi18@hotmail.com

El monitoreo magnético es una técnica apta para evaluar en primera aproximación la influencia contaminante de los polvos atmosféricos en ambientes urbanos e industriales. Habitualmente los polvos atmosféricos son recolectados mediante filtros y su evaluación se lleva a cabo mediante técnicas analíticas químicas; no obstante, realizar un estudio detallado del contenido

de contaminantes en una zona urbana, expuesta a numerosas fuentes de contaminación, resulta una alta inversión en costo y tiempo. Los monitores biológicos proporcionan una alternativa ventajosa de muestreo, ya que no hay necesidad de dispositivos especiales de muestreo y el tiempo de acumulación puede ser largo. Entre los biomonitores, la *Tillandsia recurvata* L. es una planta capaz de absorber agua y nutrientes directamente del aire; por esta razón y por su disponibilidad, esta especie fue seleccionada para llevar a cabo un estudio de monitoreo de la contaminación atmosférica en la región metropolitana de Santiago de Querétaro, México.

En este trabajo se examinó la eficacia de esta especie como acumulador de contaminantes (elementos traza, material particulado), así como el estudio de sus propiedades magnéticas. Para tal fin, se recolectaron individuos de *Tillandsia recurvata* en 40 sitios de la zona urbana sometida a diferentes fuentes de contaminación del aire (industrial y/o vehicular), durante época de secas y lluvia. Se analizaron los elementos traza (Fe, Zn, Pb, Cd, Cu, Ni, Cr) mediante caracterizaciones por SEM-EDS en los tejidos vegetales y se determinaron las propiedades magnéticas a partir de estudios de susceptibilidad magnética (#), magnetización remanente anhística (MRA) e isotérmica (MRI), así como estudios termomagnéticos. Los resultados preliminares demostraron la utilidad de esta planta para acumular contaminantes y realizar monitoreos mediante propiedades magnéticas. En todas las muestras de zonas industriales y de tráfico vehicular denso, se observan altos valores de parámetros dependientes de la concentración magnética, por ej.:# ~ 180 x10⁻⁸ m³ kg⁻¹, los cuales se pueden asociar a una mayor carga de contaminantes. Asimismo, el análisis de distintos parámetros magnéticos revela la presencia de minerales del tipo magnetita con tamaños de grano fino (0.1-5 µm). Se concluye que la especie *Tillandsia recurvata* puede ser utilizada como un proxy de la contaminación atmosférica asequible e inmediato.

GGA-17 CARTEL

CARTOGRAFÍA DE RASGOS SUPERFICIALES CON INCIDENCIA EN OBRAS MINERAS ANTIGUAS EN LA 2ª SECCIÓN DEL BOSQUE DE CHAPULTEPEC DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Vidal García Martín Carlos, Santilán Piña Noé, Arcos Hernández José Luis, Cruz Hernández Juan Carlos, Castro Flores Adán y López Martínez Adrián

*Facultad de Ingeniería, UNAM
martincarlosv@yahoo.com.mx*

La Facultad de Ingeniería de la UNAM participa en un proyecto para determinar las características prevalecientes del subsuelo en la 2ª Sección del Bosque de Chapultepec en la Ciudad de México. El Proyecto es financiado por el CONACYT y el Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal (Fondo Mixto CONACYT-GDF).

Se presentan los resultados de la cartografía de los rasgos superficiales en la Segunda Sección del Bosque de Chapultepec; en un área de aproximada de 140,000 m²; en donde se localizan: Los Lagos Mayor y menor, el museo de la Comisión Federal de Electricidad, museo El Papalote, museo de Historia Natural, La Feria (Juegos mecánicos), El Planeta Azul y La Tapatía, pista de corredores El Sope y la estancia infantil Dolores del Río.

En el Mapa se indica la información asociada hundimientos y colapsos en la superficie del terreno, agrietamiento superficial del suelo en áreas verdes, áreas peatonales, estacionamientos públicos, vías de acceso y de tránsito vehicular frecuente; así como en las áreas de ornamento como lo son las fuentes y monumentos. Además se muestra la localización de sitios en donde se encuentran cavidades que han sido rellenadas y que anteriormente fueron bocaminas en donde se explotaba la pumicita de la Formación Tarango; como material pétreo para la construcción hace más de seis décadas en la Ciudad de México

GGA-18 CARTEL

CARACTERIZACIÓN DE LA VARIABILIDAD ESPACIAL DE LOS METALES PESADOS EN LOS SUELOS DEL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Mercado Sotelo Italia¹, Ibáñez Huerta Abel¹, Álvarez Arteaga Gustavo², Fuentes Romero Elizabeth³, García Calderón Norma Eugenia¹ y Krasilnikov Pavel³

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Facultad de Planeación Urbana, Universidad Autónoma del Estado de México

³Eurasian Center for Food Security, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
italia_mercado@geociencias.unam.mx

Los metales pesados (MP) representan un riesgo de salud pública y ambiental, porque se ha demostrado que en altas concentraciones pueden causar alteraciones fisiológicas y genéticas. Las industrias aledañas a las zonas agrícolas pueden representar fuentes puntuales de MP. El Valle de Mexicali se considera como una de las zonas más productivas del país, en donde es necesario evaluar el riesgo de acumulación de metales pesados en los suelos debido a la dinámica suelo-planta y en su impacto a la salud humana. El objetivo de esta investigación consistió en evaluar la variabilidad espacial del

Co, Cr, Ni, Cd, Pb en suelos y su relación con las actividades industriales del Complejo Geotermoelectrico Cerro Prieto (CGTCP). La zona de estudio abarca una superficie total de 98,481 ha. Para determinar la distribución espacial, se realizó un muestreo de la capa arable en malla regular con puntos equidistantes a cada 2500 m. En laboratorio las muestras se sometieron a predigestión y digestión ácida (EPA 3051) en un horno de microondas (marca CEM modelo MARS-X). El método de cuantificación se realizó a través de un equipo ICP-OES Modelo ICAP 6500 DUO Marca Thermo. El análisis se basó en el Método 6010 de la EPA. La variabilidad espacial de los MP se realizó con métodos geoestadísticos utilizando el programa Surfer ver 9.1. 352. Los análisis del suelo indican que las condiciones alcalinas, las CE > de 30 dS m⁻¹ y PSI > de 15 del suelo, pueden favorecer la inmovilización de los elementos totales analizados Co, Cr, Ni, Cd, Pb. En la zona agrícola e industrial, la concentración de MP en profundidad y en la capa arable, en ningún caso superaron los límites permisibles (NOM 147/SEMARNAT/SSA1-2004). La variación espacial nos indica que las mayores concentraciones de MP se observan dentro de las principales zonas de fallamiento (Cerro Prieto, Imperial y Morelia). A su vez, el patrón de distribución de los MP está estrechamente relacionado con los contenidos de arcilla. El proceso de mayor acumulación pudo observarse en los suelos con horizontes arcillosos (Vertisoles), en Solonchack, Solonetz y en menor medida en los Regosoles. En los suelos con menores contenidos de arcilla (Fluvisoles, Cambisoles, Arenoles) las concentraciones de MP en superficie son menores y a través del perfil su distribución es irregular, lo que denota el aporte de diferentes sedimentos y granulometría. En síntesis, consideramos que la distribución espacial de los MP obedece a los contenidos de arcilla en superficie y profundidad, así como a los aportes por la actividad tectónica.

Sesión Regular

GEOMAGNETISMO Y PALEOMAGNETISMO

Organizadores:

Edgardo Cañon

Juan Morales

Roberto Molina

Luis Alva Valdivia

GEOPAL-1

QUINCE AÑOS DEL LABORATORIO DE PALEOMAGNETISMO, CENTRO DE GEOCIENCIAS - UNAM

Böhnel Norbert Harald y Molina Garza Roberto
Centro de Geociencias, UNAM
 hboehnel@geociencias.unam.mx

En 1997 en el Campus Juriquilla de la UNAM se abrió la UNICIT, antecesor del Centro de Geociencias. Uno de los primeros laboratorios que se instaló fue el de paleomagnetismo, que creció gracias a algunas donaciones pero principalmente por los equipos adquiridos por medio de proyectos. En esta charla se describe por un lado el desarrollo instrumental del laboratorio, que tiene algunas características únicas en México y Latinoamérica. Por el otro, haremos una revisión de los logros alcanzados en las aplicaciones sobre: 1) la evolución tectónica de México; 2) variaciones del campo paleomagnético (paleodirecciones e -intensidades); 3) nuevas metodologías; 4) magnetismo ambiental; 5) magnetoestratigrafía y, 5) fábrica magnética.

GEOPAL-2

DESARROLLO DE SISTEMA INDICADOR DE POSICIÓN TRIDIMENSIONAL PARA MUESTRAS PALEOMAGNÉTICAS

Escalante González Jorge Antonio y Böhnel Harald
Centro de Geociencias, UNAM
 jescalante@geociencias.unam.mx

Se trata de un sistema basado en microcontrolador, que toma la información que proporciona un sensor magnético tridimensional y corrige el error de posición causado por la desviación del plano horizontal de mismo sensor mediante un acelerómetro tridimensional.

El sistema puede ser utilizado en cualquier aplicación donde se requiera obtener la posición relativa de un objeto, tal como un porta muestras de núcleos paleomagnéticos.

GEOPAL-3

PALEOMAGNETISMO DE LA FORMACIÓN ZICAPA EN LA LOCALIDAD SAN JUAN DE LAS JOYAS (GUERRERO): UN ACERCAMIENTO AL MARGEN ACTIVO DEL SUR DE MÉXICO EN EL CRETÁCICO TEMPRANO

Sierra Rojas María Isabel y Molina Garza Roberto
Centro de Geociencias, UNAM
 misierra@geociencias.unam.mx

En este trabajo reportamos los resultados preliminares de un estudio de cartografía, estratigrafía, sedimentología y paleomagnetismo en una localidad en la Sierra Madre del Sur, en los estados de Guerrero y Puebla al sur de México. La Formación Zicapa es una secuencia del Cretácico Temprano caracterizada por la presencia de rocas clásticas intercaladas con capas de calizas y areniscas calcáreas depositadas en un ambiente transicional, contemporáneo con volcanismo andesítico. El estudio tiene por objeto definir con mejor claridad la distribución, edad, ambiente de depósito y ambiente tectónico de esta unidad. Los datos que presentamos corresponden a los resultados paleomagnéticos para la localidad San Juan de las Joyas, localizada en el terreno Mixteco, al este de el límite entre éste con el terreno Guerrero a lo largo de la falla de Papalutla. En esta localidad la Formación Zicapa subyace las calizas de plataforma de la Formación Morelos por contacto transicional y cubre por discordancia angular conglomerados cuarzosos de la Formación Cualac, la que a su vez suprayace a el Complejo Acatlán.

Los datos paleomagnéticos son de 17 sitios seleccionados en la localidad San Juan de las Joyas en un segmento continuo de 185 m de deposición de litoareniscas finas a gruesas, limolitas y capas locales de conglomerados de guijos. Los sitios paleomagnéticos fueron hechos en areniscas rojas y en limolitas, en las cuales la magnetización característica reside principalmente en hematita, según fue verificado por la prueba piloto por medio del método de campos alternos. La desmagnetización térmica permite aislar la magnetización característica en el intervalo de temperaturas de bloqueo entre ~250 y 620 °C. Los sitios aceptados tienen unos valores corregidos estructuralmente de declinación Dec=268.4°, inclinación Inc=30.6° (#95=9.1° y k=16.19, n=17). Las direcciones medias son discordantes con respecto a las esperadas para Norte América para el Cretácico Temprano, indicando una rotación antihoraria de aproximadamente 70°. En nuestra interpretación, esta rotación es producto del arrastre de un sistema de fallas laterales asociados a la falla de Tierra Colorada ya que en la cartografía e imágenes de satélite es aparente que éste causó la reorientación de los pliegues laramídicos en el área.

GEOPAL-4

ESTUDIO PALEOMAGNÉTICO DEL VULCANISMO MONOGENÉTICO EN SAN BORJA Y JARAGUAY, BAJA CALIFORNIA NORTE, MÉXICO

García Amador Bernardo Ignacio¹, Alva Valdivia Luis Manuel¹ y Cañón Tapia Edgardo²
¹*Instituto de Geofísica, UNAM*
²*División de Ciencias de la Tierra, CICESE*
 bernardoiga@geofisica.unam.mx

Los campos volcánicos de San Borja y Jaraguay, Baja California Norte; incluyen vulcanismo monogenético, compuesto y mesetas de ignimbritas, distribuidos entre los 30° y 28° latitud norte, producto de las etapas de actividad tectomagnética de los últimos 23 Ma. El estudio paleomagnético reporta los resultados de 230 núcleos en 27 sitios, principalmente en flujos de lava de composición andesita magnética y con edad determinada radimétricamente. Los resultados de experimentos de propiedades magnéticas como susceptibilidad vs. temperatura, histéresis, así como los procesos de desmagnetización, sugieren solo una fase mineralógica (reversibilidad) presente con ligeros cambios, tipo de dominio magnético PSD y una sola componente de magnetización (diagrama univectorial). Esto hace que los experimentos de paleointensidad tengan una alta probabilidad de éxito, los que se presentarán en el congreso. La distribución temporal de los sitios muestreados fue dividida en dos periodos principales: 2.6 – 6.3 Ma (19 sitios) y 8.12 – 14.64 Ma (8 sitios), los cuales serán utilizados para el análisis de variación paleosecular del campo geomagnético.

GEOPAL-5 CARTEL

ROCK-MAGNETISM, MICROSCOPY AND MAGNETIC ANOMALY MODELING OF LAS TRUCHAS IRON-ORE MINING DISTRICT, MICHOACAN (MEXICO): EXPLOITATION AND GENETIC IMPLICATIONS

Alva Valdivia Luis Manuel¹, López Loera Héctor² y Rivas Sánchez María¹
¹*Instituto de Geofísica, UNAM*
²*IPICYT*
 lalva@geofisica.unam.mx

Iron ore and host rocks have been sampled (90 oriented samples from 19 sites, and 56 non oriented samples from 4 drill cores) from the Las Truchas iron-ore mining district, western Mexico. Numerous magnetic parameters have been determined to characterize the samples: saturation magnetization, Curie temperature, density, susceptibility, remanence intensity, Koenigsberger ratio, and hysteresis parameters. Magnetic properties are susceptible to variations in oxides content, deuteric oxidation, and hydrothermal alteration. Las Truchas deposit formed by contact metasomatism in a Mesozoic volcano-sedimentary sequence intruded by a batholith, and post-mineralization hydrothermal alteration seems to be the major event that affected the minerals and magnetic properties. Magnetite grain sizes in iron ores range from 5 to 200 µm, which suggest dominance of multidomain (MD) states. Curie temperatures are 580 - 585 °C, characteristic of magnetite. Hysteresis parameters indicate that most samples have MD magnetite, some samples pseudo-single domain (PSD), and just a few single domain (SD) particles. AF demagnetization and IRM acquisition indicate that NRM and laboratory remanences are carried by MD magnetite in iron ores and PSD-SD magnetite in host rocks. The Koenigsberger ratio falls in a narrow range between 0.1 and 10, indicating the significance of MD and PSD magnetite.

GEOPAL-6 CARTEL

ESTUDIO PALEOMAGNÉTICO PRELIMINAR EN EL CAMPO VOLCÁNICO APAN - TEZONTEPEC, MÉXICO

Bravo Ayala Manuel Alejandro y Alva Valdivia Luis Manuel
Instituto de Geofísica, UNAM
 abravo@ciencias.unam.mx

El Campo Volcánico Apan-Tezontepec (CVAT) se sitúa entre los sectores central y este de la FVTM (20° 00'–19°30'N, 99°00'–98°00'W). El vulcanismo en el área ocurrió entre 1.5 y 0.07 Ma y se reconocen 15 unidades estratigráficas que consisten principalmente en rocas de basalto a riolita cuyas características geoquímicas indican que son productos eruptivos procedentes de una zona de subducción (García-Palomo et al., 2002). García-Palomo reporta fechamientos por el método de K–Ar, datos que inducen a efectuar análisis para continuar la construcción de la curva de variación paleosecular, así como análisis de paleointensidad en México central. Los resultados preliminares de magnetismo de rocas (histéresis, susceptibilidad magnética vs. temperatura) presentan en general de una a dos fases mineralógicas (Ti-magnetita a Ti-hematita) y tipo de dominio magnético PSD, y el proceso de desmagnetización muestra de una a dos componentes de magnetización y de coercitividad media a alta. Los resultados de variación paleosecular y de paleointensidad se presentarán en el congreso.

GEOPAL-7 CARTEL

PALEOINTENSIDAD DEL CAMPO VOLCÁNICO EL PINACATE, SONORA

Rodríguez Trejo Alejandro¹, Alva Valdivia Luis Manuel¹, Vidal Solano Jesús², Calmus Thierry³, Cañón Tapia Edgardo⁴ y Montes Alva Osvaldo⁵

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Universidad de Sonora

³Instituto de Geología, UNAM

⁴División de Ciencias de la Tierra, CICESE

⁵Instituto Politécnico Nacional
alex_rguez@hotmail.com

Se reportan resultados de los experimentos de paleointensidad realizados en 92 especímenes, pertenecientes a 11 sitios obtenidos en el Campo Volcánico El Pinacate (CVP), ubicado en el NNO del estado de Sonora. El CVP está compuesto por diversos edificios volcánicos entre conos cineríticos y Maars, así como una gran cantidad de flujos de lava, que van desde flujos de basalto, hasta domos riolíticos, distribuidos por el campo volcánico, el cual cubre una superficie aproximada de 3000 km². Las muestras pertenecen a dos eventos eruptivos, el primero corresponde al evento denominado "Pre-Pinacate", caracterizado por un volcanismo principalmente félsico, con edades reportadas que van de los 15 a los 11 Ma; y el segundo evento eruptivo Cuaternario, el cual se caracteriza por un volcanismo principalmente máfico, con edades reportadas que van de los 1.5 Ma a los 10 ka (Vidal-Solano, 2005). Los 92 especímenes utilizados para el estudio de paleointensidad se seleccionaron en base a los resultados obtenidos de los experimentos magnéticos realizados previamente, los cuales incluyen el análisis de los espectros de desmagnetización por campos alternos y/o temperatura, curvas de Susceptibilidad vs Temperatura, así como análisis de FORC. El proceso para la obtención de paleo intensidades se llevo a cabo con el método de Thellier-Coe, y los resultados obtenidos fueron procesados en el software ThellierTool4.11 (Leonhardt, 2005), obteniendo paleo intensidades que oscilan los $21.31 \pm 1.44 \mu\text{T}$ a $41.87 \pm 3.20 \mu\text{T}$.

GEOPAL-8 CARTEL

RESULTADOS PRELIMINARES DE UN ESTUDIO PALEOMAGNÉTICO DEL VOLCÁN COFRE DE PEROTE, VERACRUZ, MÉXICO

González Rangel José Antonio, Alva Valdivia Luis Manuel y Caballero Miranda Cecilia
Instituto de Geofísica, UNAM
antonio@geofisica.unam.mx

El Volcán Cofre de Perote (CP) se localiza en el extremo septentrional de la Cordillera Volcánica Cofre de Perote-Citlaltépetl (CVCPC), en el sector oriental de la Faja Volcánica Transmexicana. Tradicionalmente se ha considerado que el CP es un estratovolcán o volcán compuesto; sin embargo Carrasco Núñez et al., (2010) lo definen como un volcán compuesto tipo escudo debido a su morfología y a su estructura asociada a varios conductos volcánicos. El CP esta formado principalmente por derrames de lava del tipo traquandesitas, andesitas basálticas y traquitas. La actividad del CP comenzó hace 1.3 Ma y aparentemente cesó entre el intervalo de 0.25-0.20 Ma, con un flujo de lava traquítico en la cima del volcán.

Se realizó un muestreo paleomagnético principalmente en los sitios reportados con edad determinada (Carrasco Núñez et al., 2010). Se efectuaron experimentos de magnetismo de rocas para identificar los portadores magnéticos y definir su estabilidad magnética. Las muestras fueron desmagnetizadas por campos magnéticos alternos y térmicamente, las muestras exhibieron magnetizaciones remanentes con una sola componente bien definida de alta temperatura de desbloqueo (por arriba de los 530°C) y/o campos destructivos medios de 40-60 mT, aunque en algunas ocasiones se presentaron componentes secundarias fuertes, que fueron eliminadas por campos alternos y temperaturas moderadas. Las curvas continuas de susceptibilidad magnética contra temperatura, resultaron en muchos casos razonablemente reversibles, cercanas a titanomagnetitas, en otros casos las curvas se observaron irreversibles, lo que representan dos diferentes fases termomagnéticas durante el calentamiento. Los experimentos de histéresis resultaron en muchos casos con curvas simétricas al origen, los parámetros derivados de éstas curvas sugieren que los minerales magnéticos poseen un tipo de dominio magnético pseudo-simple.

GEOPAL-9 CARTEL

GEOLOGÍA Y PETROFÁBRICA EN EL INTRUSIVO CUATE GRAY AL NW DE SONORA: ESCLARECIMIENTO DE FÁBRICAS RELACIONADAS A EMPLAZAMIENTO Y TECTONISMO

González Villanueva Mayra Alejandra¹, Molina Garza Roberto² y Iirondo P. Alexander²

¹División de Ingeniería, UDG

²Centro de Geociencias, UNAM
aryam_2604@hotmail.com

En el estado de Sonora, en lo que concierne a la región NW, existe una gran complejidad estructural en cuanto a los patrones de deformación y/o basculamientos de cuerpos plutónicos, la cual es importante definir para poder determinar los límites de los distintos eventos tectónicos que han interactuado en esa zona y restablecer la geología regional en sus varias facetas. El cuerpo a definir (el plutón Cuate Gray) se ha caracterizado petrográficamente y analizado por el método de AMS para representar sus lineamientos y foliaciones principales que definen primeramente la dirección de lo que puede ser el flujo asociado al emplazamiento del intrusivo. Posteriormente se realizaron pruebas de paleomagnetismo para precisar el ángulo de inclinación y posición inicial del cuerpo, así como fechamientos por el método U-Pb en zircones que nos permiten generar un rango de la edad inicial para la deformación que presentan éstas rocas. El plutón Cuate Gray de edad Cretácico Tardío intrusión una granodiorita de edad Pérmica. Asociado a procesos extensionales el intrusivo está aparentemente basculado hacia suroeste. Este evento ocurrió durante el Neógeno.

GEOPAL-10 CARTEL

PALEOMAGNETISMO DE LAS IMPACTITAS DEL CRÁTER CHICXULUB - POZO UNAM-5 SANTA ELENA

Velasco Villarreal Miriam y Urrutia Fucugauchi Jaime
Instituto de Geofísica, UNAM
miriam@geofisica.unam.mx

El cráter de Chicxulub (65.5Ma, en el límite K/Pg) constituye una de las estructuras de impacto de mayores dimensiones (diámetro ~200 km) y es la única cuenca multianillada que preserva la secuencia de brechas de impacto o impactitas. El eyecta está formado por mezclas dinámicas del material fundido y vaporizado tanto del sitio de choque como del proyectil. La plumas de eyecta con gases calientes y restos sólidos se expandieron a grandes velocidades, el colapso de éstas dio como resultado los depósitos de relleno próximos, los cuales registran la información del mecanismo de transporte y de emplazamiento del material. El estudio de éstas permite investigar los mecanismos de fragmentación y de colapso y depósito de la nube de material fragmentado, fundido y vaporizado generado por el impacto.

La señal magnética en estructuras de impacto terrestres es la combinación de dos efectos (1) la ruptura de la tendencia magnética debida al impacto o desmagnetización térmica y (2) las anomalías de longitud de onda corta y alta amplitud. En Chicxulub hay un patrón de anomalías magnéticas de longitud de onda corta y alta amplitud en el centro del cráter, el cual es atribuido a la magnetización natural remanente (NRM) y al incremento de la susceptibilidad magnética causado por alteración hidrotermal. En Chicxulub las anomalías magnéticas se asocian a la unidad de roca fundida, las brechas de suevita y el levantamiento central del basamento. Ugalde et al (2005), mencionan que en estructuras de impacto hay dos mecanismos que pueden desmagnetizar grandes áreas: la desmagnetización térmica y la de impacto. La desmagnetización térmica opera por el calentamiento de rocas sobre su temperatura de Curie. Si las rocas son expuestas a un campo magnético durante su enfriamiento, estas se remagnetizarán en la dirección de ese campo. Por otra parte, presiones de impacto alrededor 1 GPa son suficientes para desmagnetizar la NRM existente (desmagnetización de impacto, Cisowski y Fuller, 1978). Sin embargo, si el impacto es aplicado bajo la presencia de un campo magnético, un componente de remanencia adicional paralelo al campo ambiente es registrado en forma de magnetización de impacto (SRM).

El pozo Santa Elena UNAM-5 se localiza a 110 km del centro de la estructura del Chicxulub y este estudio consistió en la sección de impactitas de este pozo (#172m). El pozo fue dividido en 4 unidades litológicas (Escobar-Sánchez, 2006) y sus correspondientes subunidades (Velasco-Villarreal M., 2006) de la sección mencionada. Se seleccionaron 29 muestras para desmagnetización magnética. A lo largo de esta sección la NRM presenta valores entre 0 y 0.6 A/m, aunque la mayoría se encuentra entre 0.0 y 0.15 A/m. Ésta muestra un comportamiento variable hasta los 410m y a partir de los 440 se incrementa y presenta un comportamiento más regular (0.03-0.12 A/m). La desmagnetización magnética mostró resultados interesantes donde se presentan dos grupos de muestras. El primero, con una inclinación media (Im) de -42.85 y una declinación media (Dm) de 140.49, con un alfa95 de 10.3 y kappa=80 y el otro grupo con Im=-52.44, Dm=69.61; alfa95=11.6 y kappa=114. Es interesante observar que dentro del primer grupo los especímenes que aportan la Im y la Dm pertenecen a las unidades más profundas (unidad 3 y 4) y en el segundo grupo, corresponden con la unidad 2. La NRM durante el tratamiento mostró

dos comportamientos diferentes: (1) en una parte de los especímenes se observa un incremento fuerte a los 150°C y desciende regularmente hasta los 350°C, se observa un ligero incremento en algunos y se mantiene en otros; a partir de los 500°C desciende gradualmente hasta los 680°C. (2) en la otra parte de los especímenes, el comportamiento es homogéneo y se observa un pequeño aumento en 350°C y desciende hasta los 650°C y aumentando muy ligeramente. Los diagramas vectoriales muestran de una a varios componentes y los gráficos de intensidad muestran una buena desmagnetización y definen bien las unidades encontradas.

Sesión Regular

GEOQUÍMICA Y PETROLOGÍA

Organizadores:

Gabriel Valdez Moreno

María del Sol Hernández Bernal

Pedro Corona

GEOQP-1

EVOLUCIÓN PETROLÓGICA Y GEOQUÍMICA DEL VOLCANISMO MÁFICO-INTERMEDIO DEL CAMPO VOLCÁNICO DE SAN LUIS POTOSÍ; MESA CENTRAL, MÉXICO

Aguillón Robles Alfredo¹, Tristán González Margarito¹, Aguirre Díaz Gerardo de Jesús², López Doncel Rubén Alfonso¹, Bellon Herve³ y Martínez Esparza Gilberto⁴

¹Instituto de Geología, UASLP

²Centro de Geociencias, UNAM

³Domaines Océaniques, IUEM, Université de Bretagne Occidentale

⁴Posgrado en Geología Aplicada, DES Ingeniería, UASLP

aaguillon@uaslp.mx

El Campo Volcánico de San Luis Potosí (CVSLP), localizado en la porción suroriental de la Mesa Central de México, está formado por secuencias de rocas ígneas que varían en composición de félsica, intermedia a básica y que fueron extravasados en diversos episodios desde el Eoceno medio hasta el Plio-Pleistoceno. Durante el Oligoceno se asoció con una máxima actividad volcánica de composición félsica conocida en la Sierra Madre Occidental como "ignimbrite flare up". Intercalado entre el volcanismo félsico se encuentra el de composición intermedia a básica. Este último muestra una evolución geoquímica desde el Paleógeno hasta el Cuaternario, finalizando con un volcanismo alcalino tipo intraplaca que se ha traslapado sobre el CVSLP. El volcanismo de la porción meridional de la Mesa Central, ha sido agrupado en cinco episodios volcano-tectónicos y con características geoquímicas particulares para cada grupo.

El primer evento andesítico entre 43 – 31 Ma, indica el inicio de la formación del CVSLP, y consiste de andesitas y andesitas basálticas calcálcas. El segundo evento, entre 30 a 29 Ma, incluye un episodio bimodal, consistente en ignimbritas riolíticas con alto contenido en sílice intercaladas con basaltos alcalinos. Con esta etapa finalizan los eventos principales propios del CVSLP. A partir del Neógeno comienzan etapas intermitentes de volcanismo máfico, iniciando el tercer episodio alrededor de 21 Ma con erupciones de traquibasaltos y traquiandesitas. Un cuarto evento básico se desarrolló a los 11 Ma, con rocas de composición basáltica y andesítica asociadas a fallas y fisuras. Finalmente el quinto episodio de 1.5 a 0.4 Ma, está representado por basaltos alcalinos (basanitos), emplazados como volcanismo puntual asociados a estructuras tipo "maar".

Se concluye que la evolución del campo volcánico estuvo primeramente, del Paleógeno al Neógeno, vinculado a fallas con dirección NW-SE, mientras que el evento magmático de finales del Cuaternario se asoció con estructuras con dirección E-W y N-S. En general, los campos volcánicos de la porción meridional de la Mesa Central (Campo Volcánico de San Luis Potosí y Campo Volcánico Río Santa María) han sido emplazados en la tendencia regional asociado al "Basin and Range", en donde se identifican pulsos de volcanismo sin-tectónico que iniciaron desde el Eoceno, alcanzando su máxima actividad durante el Oligoceno.

GEOQP-2

ANÁLISIS GEOLÓGICO Y RESULTADOS PRELIMINARES DEL ESTUDIO PALEOMAGNÉTICO EN LOS PLUTONES DE LA MARGEN SW DEL CINTURÓN BATOLÍTICO PENINSULAR, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Torres Carrillo Xóchitl Guadalupe¹, Delgado Argote Luis Alberto¹, Molina Garza Roberto², Böhnel Harald², Avilez Serrano Porfirio¹ y Peña Alonso Tomás Alejandro¹

¹CICESE

²UNAM

xtorres@cicese.edu.mx

Se presentan los resultados preliminares del análisis paleomagnético de los plutones de Punta Prieta (128.1 Ma), Nuevo Rosarito (108 Ma) y La Rinconada (102.4 y 113 Ma). Estos plutones pertenecen a la parte SW del Cinturón Batolítico Peninsular (CBP), el cual siguiendo criterios geológicos y geofísicos ha sido dividido en dos regiones: Occidental (Terreno Yuma) y oriental (Terreno Caborca), separadas básicamente por la líneas magnetita/ilmenita y gabro/tonalita, estas líneas han sido un referente para discriminar entre ambas regiones. Durante la acreción de estos dos terrenos, se reconoce simultaneidad entre la actividad magmática y el desarrollo de zonas de sutura. Sin embargo los niveles de acreción expuestos, su estilo y edad, aún son poco conocidos al sur del CBP, pues la información es más abundante en el norte, motivo por el que líneas divisorias, plutones y sus encajonantes del norte han sido proyectadas hacia sur. Sin embargo recientemente con base en estudios aeromagnéticos, petrologicos y mineralógicos se ha encontrado que la zona sur del (CBP) puede ser dividida en tres zonas: (1) Zona Occidental dominada por gabros y tonalitas, con contenido de magnetita (Mt), titanomagnetita (Tmt) y respuesta magnética alta (1400 y -1400nT), (2) Zona Centro dominada por tonalitas con (Mt) y esfena (Es) y una respuesta magnética de hasta (-1000nT), (3) Zona Oriental con plutones tonalíticos y granodioríticos con contenido de (Es), (Il) y (Mt) y una respuesta magnética débil. Bajo este esquema divisorio podemos ubicar a los plutones de Punta Prieta y Nuevo Rosarito en la Zona Occidental, mientras que La Rinconada pertenece a la Zona Centro. En Nuevo Rosarito los óxidos

muestras bandas paralelas o lamelas de exsolución de (Il) en (Tmt), mientras que en La Rinconada los cristales son de magnetita subhedral (>95% Fe) con inclusiones de apatita.

GEOQP-3

AMBIENTES DE EMPLAZAMIENTO DE PLUTONES CENTRO-MERIDIONALES DEL CINTURÓN BATOLÍTICO PENINSULAR, BAJA CALIFORNIA, SEGÚN INFORMACIÓN PETROLÓGICA, ESTRUCTURAL Y AEROMAGNÉTICA

Delgado Argote Luis Alberto, Avilez Serrano Porfirio, Espinosa

Cardeña Juan Manuel, Torres Carrillo Xóchitl y Peña Alonso Tomás

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

ldelgado@cicese.mx

Se estudiaron estructural y petrológicamente catorce plutones del extremo centro-meridional del Cinturón Batolítico Peninsular en Baja California. La zona de estudio cubre un área de aproximadamente 4,000 km². En el occidente y centro de la zona las rocas encajonantes (RE) son secuencias volcanosedimentarias interestratificadas con sedimentos clásticos depositados en cuencas intra-arco del Jurásico-Cretácico; en la parte oriental, son metasamitas y gneises anteriores al Jurásico temprano. De acuerdo con su composición y característica magnéticas, el área se divide en: Zona I formada por cuatro plutones de composición gabroica a tonalítica con magnetita (mt) y titanomagnetita (tmt) y exsoluciones de ilmenita (il) frecuentes (intensidad magnética entre 1,400 y -1,400 nT); Zona II formada por ocho plutones cuarzodioríticos a granodioríticos con mt y esfena (sph) en todos los plutones y decremento en exsoluciones de il (valores de intensidad magnética negativos donde los contornos de -1,000 nT muestran una elongación promedio hacia N55°W, casi paralela a la tendencia estructural regional.); Zona III con dos plutones tonalíticos con il primaria y rutilo en el plutón Compostela, el cual, emplazado en la frontera entre una corteza de tipo arco y tras-arco, con otra continental, podría marcar una transición entre los intrusivos de mt y de il. Hay un claro decremento de W a E en la relación Ca/Na en las plagioclasas y ferromagnesianos de los plutones. La intrusión de los plutones parece estar favorecida por las tendencias estructurales de deformación de las RE; la deformación es anterior al desarrollo del arco Alisitos del Cretácico. De acuerdo con las soluciones cinemáticas, algunas fallas transcurrentes en las RE se asocian a los mecanismos de intrusión y posterior relajación de esfuerzos. Los datos aeromagnéticos (información del SGM) son coherentes con la mineralogía de los plutones, principalmente de la zona I, donde las anomalías magnéticas más intensas están en las rocas máficas; en la zona II, propuesta como zona de transición magnetita-ilmenita, no hay anomalías positivas, salvo la producida por un batolito de cerca de 15 km de diámetro que atraviesa casi la parte central de la zona II, cuyo máximo alcanza las 1,400 nT. En la zona III, con il, rutilo y sph no hay anomalías destacables; el rango de intensidad magnética varía de -200 a -600 nT. La actitud, forma geométrica, ubicación y profundidad de las fuentes magnéticas se obtuvieron de tres perfiles NE-SW del mapa aeromagnético al aplicar la deconvolución de Euler utilizando valores de índice estructural variables (prisma-esfera). Grosso modo, la profundidad de los cuerpos magnéticos máficos es mayor al aumentar su diámetro (desde 2.5:1 hasta 25:1) y su aspecto es básicamente prismático vertical, acorde con el concepto de conductos cilíndricos asociados con magmas básicos e intermedios ricos en mt. Se conceptualiza un ambiente de arco de islas jurásico donde ocurrió un proceso de extensión por ruptura creándose un ambiente de cuenca que debió cerrarse antes de los 128 Ma deformando las rocas estratificadas de su interior hasta una posición casi vertical que favoreció el emplazamiento de magma.

GEOQP-4

MODELACIÓN INVERSA DEL PROCESO DE FUSIÓN PARCIAL DEL MANTO SUPERIOR TERRESTRE MEDIANTE OPTIMIZACIÓN CON PROGRAMACIÓN EVOLUTIVA

Soto Villalobos Roberto¹, Velasco Tapia Fernando¹, Almaguer Martínez Francisco Javier², Grimaldo Reyna María Esther² y Benavides Bravo Francisco Gerardo³

¹Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

²Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, UANL

³Instituto Tecnológico de Nuevo León

robsotov@fct.uanl.mx

En este trabajo presentamos una alternativa al problema inverso de la fusión parcial del manto superior terrestre utilizando una Metaheurística llamada Programación Evolutiva con un mínimo de restricciones en los parámetros. Esta aproximación ha sido capaz de reproducir con éxito la composición en elementos traza de una fuente hipotética a partir de la cual se han generado líquidos a diferentes grados de fusión. La modelación geoquímica cuantitativa ha sido desarrollada para estudiar los procesos de fusión parcial del Manto Superior Terrestre, hablando en términos más específicos, para entender el proceso de generación de rocas ígneas. Los primeros modelos cuantitativos fueron propuestos hace aproximadamente 45 años. Estos métodos convencionales intentaron duplicar, esencialmente por ensayo y error, la composición en

elementos traza en magmas primarios, bajo la suposición de que los magmas se formaron mediante la fusión parcial del manto, sin posterior modificación en su composición por procesos de diferenciación, como por ejemplo, cristalización fraccionada, asimilación y/o mezclas de magmas. En estos métodos, para la inversión de la fusión parcial, se asume la composición química y mineralógica de la fuente junto a otros parámetros como el grado de fusión, los coeficientes de partición, y la participación relativa de las fases minerales durante el proceso de fusión. En contraste, usando un número mínimo de suposiciones geoquímicas, los modelos inversos son útiles para estimar la composición química y mineralógica de una fuente en el manto, empezando con las variaciones en las concentraciones de los elementos traza de una fuente de rocas cogenéticas producidas por diferentes grados de fusión. No obstante, el problema inverso ha sido resuelto con modelos relativamente simples, basados en la reducción de parámetros.

GEOQP-5

RELATIONSHIP BETWEEN MONOGENETIC MAGMATISM AND STRATOVOLCANOES IN WESTERN MEXICO: THE ROLE OF LOW-PRESSURE MAGMATIC PROCESSES

Petrone Chiara Maria
Department of Earth Sciences, NHM
c.petrone@nhm.ac.uk

A large Quaternary monogenetic volcanic field, composed by mafic-intermediate scoria cones and silicic domes, is present in the western part of the Trans-Mexican Volcanic Belt (TMVB). It is arranged in two NNW-SSE alignments, which mark the north and south borders (Northern Volcanic Chain and Southern Volcanic Chain, SVC) of the San Pedro-Ceboruco graben. A large range of compositions (from basalt to rhyolite) and magma affinities (from sub-alkaline to Na-alkaline), defining different magmatic groups, are recognized in this monogenetic volcanic field. Monogenetic centres from the north alignment also coexist with two stratovolcanoes (Ceboruco and Tepetitlic) and sometimes punctuate their flanks.

Four different types of primitive magmas (Na-alkaline, High-Ti, Low-Ti/SVC and sub-alkaline) are recognized. Geochemical data indicate that despite the relatively small size and simplicity of the monogenetic magmatism, open-system processes have modified the geochemical and isotope composition of erupted products. AFC processes, involving upper granitic crust and mafic lower crust respectively, explain the negative correlation between Sr isotope ratios and MgO contents observed for SVC and High-Ti groups. Sr and Nd isotopic compositions of the more mafic rocks of the High-Ti group are better reconciled with mantle source heterogeneities. At the same time, crustal contamination processes play a very limited role in modify the chemical and isotopic characteristics of Low-Ti and Na-alkaline compositions, which indeed, reflect the complex nature of the western Mexico sub-arc mantle. Geochemical and isotope data indicate that a combination of mantle source processes plus crustal assimilation has generated the Quaternary monogenetic volcanism in the western part of the TMVB.

Limited magma interaction between monogenetic and polygenetic magmatism has been recognised only at Ceboruco, possibly producing the chemical variability of post-caldera lavas. On the basis of available data, I propose that mafic magma feeding High-Ti monogenetic systems might represent the possible mafic end-member, which triggered the Ceboruco caldera-forming event. This may have important implications for other explosive systems in which monogenetic magmatism is associated with stratovolcanoes.

A geographic/tectonic control is also suggested by the geochemical data. Na-alkaline compositions are only found in the northern part of the Northern Volcanic Chain. Lower crust AFC processes modified parental magmas of both the High-Ti and Low-Ti monogenetic series, erupted between the Ceboruco and Tepetitlic stratovolcanoes. This might be possibly favored by the stress regime. The presence of a local left-hand step over along the northern main fault systems between the two stratovolcanoes might inhibit free uprising of monogenetic mafic magmas. The preferential alignment of stratovolcanoes and monogenetic volcanic vents parallel to the northern main fault systems and the possible mixing between High-Ti mafic monogenetic magmas and more evolved Ceboruco magmas suggests that, under the predominance of regional stress, the influence of central volcanic vents on monogenetic magmatism might be more complex than simple control of vent directions and might favors magma mixing processes [Petrone, 2010, Lithos, 119].

GEOQP-6

VARIACIONES EN EL TAMAÑO DE LOS BATOLITOS A LO LARGO DEL CINTURÓN CRETÁCICO TARDÍO-PALEÓGENO EN SONORA Y SU POSIBLE RELACIÓN CON LA REACTIVACIÓN DE ESTRUCTURAS REGIONALES ANTIGUAS

Valencia Moreno Martín Andrés
Instituto de Geología, UNAM
valencia@geologia.unam.mx

La geología de Sonora es una de las más completas en el país en términos de la amplitud temporal de la columna estratigráfica; sin embargo, existen múltiples complicaciones tectónicas que dificultan su entendimiento. Las rocas más antiguas corresponden a complejos ígneos y metamórficos con edades paleo- y mesoproterozoicas, los cuales forman los núcleos de distintos bloques corticales cuya reconstrucción ha motivado una gran polémica en las últimas tres décadas. Estas rocas están discordantemente cubiertas por secuencias de plataforma marina y continental somera del Neoproterozoico y Paleozoico cuyos afloramientos se reconocen hasta la porción centro-oriental del estado. La presencia de un arco volcánico del Jurásico y rocas plutónicas del Pérmico y Triásico expuestas de manera local ocurren en el norte de Sonora, pero su continuidad hacia el centro y sur del estado se desconoce. Rocas sedimentarias marinas del Triásico Superior-Jurásico Inferior están bien expuestas en el noroeste de Sonora, mientras que en la parte central, secuencias clásticas continentales y menoremente marinas del Triásico Tardío, asignadas al Grupo Barranca, cubren de manera discordante a las rocas de plataforma del Neoproterozoico y Paleozoico. Ésta es a grandes rasgos la composición del basamento pre-Cretácico de Sonora. En el Cretácico Inferior, la geología de Sonora estuvo dominada por el depósito de extensas secuencias sedimentarias asociadas a mares epicontinentales. A partir del Cretácico Tardío y el Paleógeno, el suroeste de Norte América, incluyendo Sonora, estuvo afectado por una vigorosa actividad magmática mayormente asociada a la Orogenia Laramide. Esta actividad emplazó grandes complejos de granitoides y secuencias volcánicas consanguíneas a lo largo de un cinturón subparalelo a la paleotrinchera. Este trabajo hace énfasis en la distribución actual de estas rocas, la cual es homogénea en cuanto a la regularidad de los afloramientos a lo largo del cinturón, pero heterogénea en cuanto a la exposición espacial de los mismos. Durante el Eoceno y principios del Oligoceno, la corteza sonorense fue rápidamente exhumada exponiendo los batolitos emplazados a profundidades mesozonales. Entre los rasgos más distintivos de este levantamiento está el cinturón de complejos con núcleo metamórfico. Es interesante hacer notar que los plutones laramídicos fueron relativamente más exhumados en la parte central del estado, formando enormes batolitos que contrastan en tamaño con los de las regiones contiguas al norte y al sur. Esto parece tener un control en estructuras corticales profundas que fueron reactivadas durante este proceso tectónico. En el norte, la estructura parece coincidir con la posición de la controvertida magacizalla Mojave-Sonora. La parte sur parece haber sido limitada por la estructura E-W asociada al rifting continental que abrió la cuenca donde se depositó el Grupo Barranca. Por otra parte, las rocas volcánicas laramídicas son considerablemente menos abundantes en la región de mayor exhumación. Otra evidencia que sugiere esta exhumación diferencial es el contraste entre los niveles de preservación de los depósitos laramídicos de pórfido cuprífero, los cuales se conservan muy bien hacia el norte, pero la zona inmediata hacia al sur, en la región de los grandes batolitos, sólo exhibe las raíces de estos yacimientos minerales.

GEOQP-7

EVOLUCIÓN DE MAGMAS EN LA SIERRA NEVADA. ESTUDIO DE VOLÁTILES EN EL POPOCATÉPETL E ISÓTOPOS DE SR EN PLAGIOCLASAS DEL IZTACCÍHUATL.

Sosa Ceballos Giovanni¹, Gardner James² y Macías Vázquez José Luis¹

¹UNAM
²Universidad de Texas
gsosaceballos@gmail.com

La evolución de magmas está íntimamente relacionada con procesos de cristalización fraccionada, mezcla de magmas, y asimilación cortical. La cristalización fraccionada de magmas basálticos primitivos contribuye a la generación de magmas intermedios en la corteza inferior. La mezcla de magmas y la asimilación cortical son procesos que generalmente pueden explicar la diversidad de composiciones químicas e isotópicas de los magmas intermedios, y las texturas de disequilibrio reflejadas en sus minerales.

Dos formas de investigar la evolución de los magmas es mediante el origen y evolución de los volátiles magmáticos y mediante el análisis isotópico de plagioclasas. Comúnmente, ambos métodos se realizan de manera independiente y sin correlación alguna, sesgando o sobre interpretando los procesos magmáticos responsables de la evolución magmática.

El objetivo del presente trabajo es investigar los procesos de evolución magmática en dos estratovolcanes íntimamente relacionados, Popocatepetl e

Iztaccíhuatl, y complementar los resultados obtenidos mediante el estudio de volátiles e isotopía de plagioclasas.

El Volcán Iztaccíhuatl ha hecho erupción en múltiples ocasiones durante los últimos 1.7 Ma (García-Tenorio, 2002). La extrusión de domos compuestos y lavas de composición andesítica-dacítica han predominado sobre las erupciones explosivas. El Volcán Popocatepetl cuenta con al menos 5 erupciones Pliniana en los últimos 23 ky. Ambos volcanes comparten el basamento local de naturaleza calcárea. Estudios de petrología experimental y volátiles disueltos en inclusiones de vidrio revelan que ambos volcanes cuentan con al menos dos reservorios de almacenamiento de magma, uno somero alrededor de 4 km de profundidad y otro a más de 8 km de profundidad.

El estudio de volátiles en inclusiones del Popocatepetl se realizó mediante análisis de FTIR (agua y CO₂) y mediante EPMA (F, S, y Cl). Nuestros datos revelan que la evolución de los magmas ha sido predominantemente influenciada por cristalización fraccionada modificada por cantidades variables de mezcla de magmas. La asimilación de rocas carbonatadas a sido prácticamente nula y no ha contribuido a la evolución de los magmas

El estudio de isótopos de Sr en plagioclasas del volcán Iztaccíhuatl fue realizado mediante un sistema de ablación láser acoplado a un ICPMS. Nuestros datos revelan variaciones internas para cristales individuales en el rango de 0.704 a 0.705 con un 2s=0.00005. El núcleo de los cristales tiende a ser menos radiogénico que los bordes.

La pregunta ahora es: que produce el incremento en Sr radiogénico en los magmas del Volcán Iztaccíhuatl? Muy probablemente la asimilación de calizas se pueda descartar también para este volcán. La solución la tendremos cuando analicemos inclusiones de vidrio alojadas en las mismas zonas donde los isótopos de Sr fueron analizados. Este análisis integral nos dará una mejor aproximación sobre como han evolucionado los volcanes de la Sierra Nevada.

GEOQP-8

NUEVAS APORTACIONES A LA GEOLOGÍA DE LA ISLA MARÍA MADRE, NAYARIT

Pompa Mera Valerie¹, Schaaf Peter¹, Hernández Treviño José Teodoro¹, Weber Bodo², Solís Pichardo Gabriela³ y Villanueva Lascrain Daniel⁴

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²División de Ciencias de la Tierra, CICESE

³Instituto de Geología, UNAM

⁴Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM
valerie@geofisica.unam.mx

El Archipiélago de las Islas Marías se ubica en el extremo sur del Golfo de California, aproximadamente 110 km NW del Puerto de San Blas en Nayarit y bajo las coordenadas 21°15'N - 21°50'N y 106°80'W - 106°40'W. De norte a sur, el archipiélago está formado por las islas San Juanito, María Madre, María Magdalena y María Cleofas. En este trabajo se presenta el primer mapa geológico detallado de la Isla María Madre, así como los datos geoquímicos y geocronológicos de las unidades litológicas identificadas.

En la Isla María Madre, las rocas basales más antiguas se exponen en escasos afloramientos a lo largo de la costa oeste como migmatitas y ortogneises de composición granodiorítica a granítica con edades del Jurásico Medio (163-170 Ma; U-Pb en zircones). En la parte centro-oeste, una secuencia metasedimentaria con paragneises de biotita ± granate y calco-silicatos deformados con o sin bandas de granate, de edades desconocidas, está expuesta como un colgante inmerso en un ensamble de cuerpos intrusivos cretácicos (80.8-83.4 Ma) con composiciones tonalíticas a graníticas. Dichos cuerpos están cortados por diques máficos y pegmatíticos. El conjunto formado por rocas metamórficas y plutónicas ha sido nombrado informalmente "Complejo Papelillo" por su exposición en el cañón homónimo. El Complejo Papelillo está sobreyacido por ignimbritas, brechas volcánicas y flujos de lavas de composición riolítica. Geocronología realizada mediante 40Ar/39Ar en sanidinos de éstas rocas reveló edades cretácicas (71.6 - 80.6 Ma) y terciarias (56.9 Ma), sugiriendo una actividad magmática contemporánea con el ensamble plutónico. Esta hipótesis se confirmó mediante la similitud de patrones de Tierras Raras en ambas unidades cuyas distribuciones son típicas para un ambiente de arco magmático relacionado a subducción.

En la parte este de la isla, las rocas ígneas están cubiertas por depósitos marinos y marino-someros del Mioceno de gran volumen, y localmente en el sur por una secuencia continental (arenosa) similar a aquellas observadas en la isla vecina María Magdalena (nombrada informalmente Formación Isla Magdalena). Los sedimentos miocénicos fueron nombrados informalmente "Formación Ojo de Buey", la cual ha sido dividida en una parte inferior y una superior. Edades de zircones detríticos de ambas unidades muestran picos mayores a ca. 83 Ma, que concuerdan con las edades de rocas plutónicas y volcánicas obtenidas. En zircones detríticos de la Formación Ojo de Buey no se encontraron edades más jóvenes. Por otra parte, zircones de la Formación Isla Magdalena muestran un pico prominente a ~22 Ma, sugiriendo procedencia de una fuente ígnea distinta.

La litología de la Isla María Madre es muy similar a la del Bloque Los Cabos en Baja California Sur y la región central de Sinaloa (Complejo Volcánico Inferior de la Sierra Madre Occidental). Esta región en su totalidad forma parte de un

cinturón cretácico de origen común, lo cual definitivamente excluye grandes desplazamientos latitudinales para el sur de la Península de Baja California.

GEOQP-9

ESTUDIO METAMÓRFICO-ESTRUCTURAL EN EL LÍMITE COMPLEJO XOLAPA – COMPLEJO ACATLÁN EN LA REGIÓN DE SAN LUIS ACATLÁN, GUERRERO, MÉXICO

Sarmiento Villagrana Alicia¹, Talavera Mendoza Oscar², Vega Granillo Ricardo¹ y Ruiz Joaquín³

¹Universidad de Sonora

²Universidad Autónoma de Guerrero

³Universidad de Arizona

sarmiento_geo@hotmail.com

El límite entre los complejos Acatlán y Xolapa en el Sur de México, en el área de San Luis Acatlán, Guerrero está marcado por una zona de de cizalla en la que se desarrollaron protomilonitas, milonitas y cataclásitas.

En el Complejo Acatlán se identificaron tres fases de deformación (D1Aca, D2Aca y D3Aca), las primeras dos syn-metamórficas y la segunda, es considerada como post-metamórfica. En el Complejo Xolapa se identificaron tres fases de formación dúctil (D1Xol, D2Xol, D3Xol), la primera fase es syn- metamórfica y pre-migmatítica; la segunda, ocurrió syn-metamórfica y syn-migmatítica al metamorfismo de alta T/ baja P y durante el segundo estadio migmatítico. Y en el límite entra el Complejo Acatlán y el Complejo Xolapa se determinaron dos fases de deformación sobrepuestas (DZC Aca-Xol y deformación tardía Aca-Xol), la fase de deformación DZC Xol-Aca es una deformación milonítica asociada a la zona de cizalla que limita al Complejo Xolapa del Complejo Acatlán. Los indicadores cinemáticos y la lineación de estiramiento indican un movimiento normal oblicuo de la cima hacia el NE.

La unidad metasedimentaria de Acatlán presenta paragénesis prógradas (Qtz + Olg + Ms + Bt + Ads) que indican un metamorfismo de baja T tipo Buchan en facies de anfibolita. Las paragénesis retrogradas (Act + Chl + Ep) tanto en metabasitas como en una metadiorita indican un metamorfismo dinámico de bajo grado relacionado con la zona de cizalla. Las temperaturas obtenidas en una metabasita varían de 787°C a 882°C. Las temperaturas en una metadiorita que aflora en un sitio cercano al límite entre ambos complejos varían de 487°C a 640°C. Las temperaturas más altas en estas muestras se considera que no se relacionan con el metamorfismo, sino más bien están relacionadas con el enfriamiento del magma que originó el protolito.

En el Complejo Xolapa las temperaturas obtenidas en un metasedimento van de 652°C a 672°C y presiones entre 2.4 kbar y 3 kbar y para una anfibolita van de 761°C a 848°C con presiones de 2.9 kbar a 5.3 kbar. Las paragénesis, química mineral y termobarometría en las rocas del Complejo Xolapa indican condiciones de metamorfismo en facies de granulita desarrolladas en un metamorfismo regional durante el proceso de exhumación en condiciones de alta T baja P en facies de granulita.

La geocronología U-P en zircones detríticos para una muestra de Acatlán indica una edad máxima de depósito del Ordovícico Temprano. En la muestra de Xolapa se obtuvo una edad máxima de depósito del Triásico Tardío. Por el mismo método se obtuvieron dos edades de cristalización, una diatexitas con edad del Eoceno Tardío y un granito con deformación incipiente del Oligoceno Temprano.

GEOQP-10

GEOQUÍMICA Y MINERALOGÍA DE JALES MINEROS EN MINA AURORA, DISTRITO MINERO XICHÚ, GUANAJUATO, MÉXICO

Salas Megchún Erik Fabián
Centro de Geociencias, UNAM
turtlefsm@gmail.com

El distrito minero de Xichú está localizado en el extremo noreste del estado de Guanajuato, México, en el área llamada "Sierra Gorda", el cual es una reserva natural protegida de la biósfera. La actividad minera en el distrito comenzó a finales del siglo XIX y concluyó a mediados del siglo XX. Existe gran cantidad de depósitos minerales dispersos en el área, siendo uno de los más importante un depósito polimetálico (Mina Aurora) formado por la combinación de venas epitermales y depósitos tipo skarn encontrados en rocas calcáreas del Cretácico Superior. Los principales minerales de mena son: Galena (PbS) con algunas concentraciones de plata (Ag), Calcopirita (CuFeS), Esfalerita (ZnS) y abundante Pirita (FeS) con trazas de arsénico (As) y concentraciones de Oro (Au). Por lo que los elementos minados fueron Zn, Cu, Pb, Ag y Au.

Las minas se encuentran en el fondo de un profundo valle con colinas que se levantan a 1,000 metros del fondo del valle. Varios jales mineros aglomeran alrededor de 800,000 toneladas de material de desechos de mina depositados sobre las colinas frente al valle. Existe un riesgo real hacia la población local debido a la alta movilidad de metales pesados procedentes del alto contenido metálico en desechos de mina hacia el ambiente.

Se presenta en este trabajo los resultados preliminares de los análisis químicos en los jales mineros, sedimentos y suelos. Los jales mineros presenta concentraciones alrededor de: As = 7,000 mg / kg, Cu = 900 mg / kg, Pb = 3,000 mg / kg, y Zn = 5,000 mg / kg. Nuestro objetivo es evaluar los factores ambientales geoquímicos que controlan la movilidad de los metales pesados, procedentes del material de desechos de la mina y en la biósfera (los sedimentos y suelos) y determinar la neoformación mineralógica en los jales mineros.

GEOQP-11

MAGMATISMO DEL PÉRMICO MEDIO A TARDÍO EN LOS COMPLEJOS OAXAQUEÑO Y ACATLÁN. EVIDENCIA DE LA SUBDUCCIÓN DE LA PLACA PACÍFICA BAJO EL MARGEN OCCIDENTAL DE GONDWANA.

Ortega Obregón Carlos¹, Solari Luigi¹, Ortega Gutiérrez Fernando², Elias Herrera Mariano² y Macías Romo Consuelo²

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM

cortega@geociencias.unam.mx

Rocas magmáticas con afinidad de arco de edad Pérmico medio-Triásico temprano intruyen a diferentes unidades de los complejos metamórficos Acatlán y Oaxaqueño del Sur de México. En este trabajo se documenta la edad de cristalización U-Pb en zircones por el método de ablación láser acoplado a un espectrómetro de masas cuadrupolo (LA-ICPMS) y al multicollector Neptune plus (LA-MC-ICPMS) de seis de estos cuerpos, así como un estudio de sus isótopos de Hf realizados por medio de LA-MC-ICPMS. En la porción norte del Complejo Oaxaqueño, La riolita Solola que intrusión secuencias paragneisicas de la Unidad el Marqués tiene una edad de cristalización de 275 ±6/-5 Ma muy similar a la edad de cristalización obtenida para la granodiorita La Carbonera de 273 ±1/-3 Ma que intrusión ortogneis del mismo Complejo Oaxaqueño (Unidad Huitzo). Por otro lado, el Granito Etla, que intrusión ortogneis y anortosit (Unidad Huitzo) tiene una edad de cristalización de 255 ±2.2/-2.4 Ma. Esta edad fue obtenida mediante LA-MC-ICPMS y es completamente diferente a la obtenida anteriormente por espectrometría de masas a partir de ionización térmica (TIMS) de 917 ±6 Ma. Hacia el sur, los batolitos Zanitza, Honduras y el Granito Cuanana intrusionan unidades metasedimentarias y metavolcánicas correspondientes al Complejo Acatlán. El Batolito Zanitza que tiene una edad de cristalización de 289.9 ±3.7/-3.3 es muy similar al del Batolito de Honduras con una edad de 283.4 ±1.1/-6.5. El granito Cuanana por otro lado, tiene una edad de cristalización ligeramente más antigua de 309.6 ±2.3/-1.4 Ma.

Los datos isotópicos de Hf obtenidos por medio de LA-MC-ICPMS sugieren que las fuentes magmáticas de esos cuerpos han sido diferentes. Los batolitos de Honduras y el granito Cuanana tienen valores de 176Hf/177Hf, recalculados a su edad de cristalización, muy parecidos y aproximados a 0.28277. La granodiorita La Carbonera y el batolito de Zanitza tienen igualmente valores parecidos, aunque con relaciones 176Hf/177Hf menores, en promedio de 0.28251. La riolita Solola y el granito Etla tienen valores parecidos, pero con una mayor dispersión de los valores obtenidos, posiblemente reflejo de una mayor y variable interacción entre fuentes magmáticas heterogéneas, con un rango de 176Hf/177Hf que varía entre 0.28220 y 0.28252.

Las edades modelo calculadas con respecto del manto empobrecido, y asumiendo un valor cortical de 176Lu/177Hf de 0.015, indican valores de 0.8-1 Ga para Honduras-Cuanana, de 1.35-1.55 Ga para La Carbonera-Zanitza, y 1.5-2.1 Ga para Etla-Solola. Estos últimos cuerpos podrían ser los que hayan asimilado componentes más antiguos de Hf.

La edad y naturaleza de estos cuerpos es correspondiente con una serie de cuerpos magmáticos que se extienden desde el Sur de Estados Unidos de América hasta el norte de Colombia y que son parte de un arco continental Permo-Triásico relacionado a la subducción hacia el oriente de la placa Pacífico bajo la margen occidental de Gondwana.

GEOQP-12

REVISIÓN GEOLÓGICA DE LA ZONA PLACER DE GUADALUPE-PLOMOSAS AL OESTE DE CHIHUAHUA: SU RELACIÓN CON EL ARCO PÉRMICO

Villarreal Fuentes Janet¹, Levresse Gilles¹ y Corona Esquivel Rodolfo²

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM

villarreal.jnt@gmail.com

La zona se encuentra al oeste de la ciudad de Chihuahua en donde afloran rocas del basamento en la Sierra Carrizalillo con una edad de ~950 Ma para un gneiss (Iriondo, et al. 2004), seguidos de una secuencia sedimentaria carbonatada Paleozoica que abarca un periodo de sedimentación del Cámbrico-Pérmico que se encuentran cabalgando sobre rocas de la Formación Plomosa, en ésta zona se observa un sistema de cabalgaduras complejo que tienen una orientación al NW. La Formación Plomosa era considerada como Pérmica-Triásica ya que DeCserna (1968) dató la riolita que se encuentra interestratificada en ésta formación obteniendo una edad de 270 Ma (método Pb-Alfa), Iriondo et al.

(2011) la dató nuevamente obteniendo una edad de 172 Ma (método U-Pb), por lo que las secuencias superiores tendrían edades del Jurásico Medio. Sobreyaciendo se encuentra la secuencia sedimentaria del Cretácico y los eventos volcánicos del Cenozoico. En éste trabajo se obtuvo una edad para una dacita en la zona de Placer de Guadalupe con edad de ~210 Ma la cual se encuentra entre las cabalgaduras ya mencionadas.

Ésta edad constituye una evidencia de la presencia del cinturón Permo-Triásico en el estado de Chihuahua, éste arco tiene su origen por la subducción con vergencia hacia el este de la Placa Mezcalera en la margen oeste de Pangea; aflorando en los estados de Nevada, Arizona y California con edades de ~260-207 Ma en los EEUU y en los estados de Sonora, Chihuahua, Coahuila, Puebla, Veracruz, Oaxaca y Chiapas con un intervalo de edades de ~299-207 Ma en México.

En Chihuahua además de éste afloramiento se han documentado dos más, en Aldama (rancho Los Filtros) se dató un granito con una edad de 250 Ma y otro en el Cerro Carrizalillo en el área de Plomosas con edad de 267 Ma ambos por el método K-Ar (Torres 1999).

La roca es de color gris, con color de intemperismo rosa-blanco, en lámina delgada la roca presenta una textura porfídica con mesostase microcristalina de vidrio color verde oscuro, con fenocristales de plagioclasa y cuarzos y algo de alteración seritización-oxidación.

De la geoquímica de la dacita se obtiene que pertenece a una serie calcoalcalina en una zona de subducción con magma contaminado por asimilación de corteza continental. La ausencia de deformación dúctil en la roca y la posición entre cabalgaduras supone que el cabalgamiento es posterior a 210 Ma.

Considerando lo anterior la zona de Placer de Guadalupe-Plomosas tiene registro de diferentes eventos desde el basamento Neoproterozoico, la confirmación de la presencia del arco Permo-Triásico 267-210 Ma (zonas de los Filtros-Carrizalillo-Placer de Guadalupe) lo que permite establecer su continuidad en un lineamiento definido y la posible presencia de la Formación Nazas (?) en la Formación Plomosas (~175 Ma) y hasta el momento el único afloramiento conocido al norte del país. Por lo antes mencionado se considera una zona de gran interés geológico y que está arrojando nuevos datos para una re-evaluación geológica.

GEOQP-13

CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA DEL VULCANISMO MIOCENICO DEL SECTOR OCCIDENTAL DEL CAMPO VOLCÁNICO DE SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

De la Calleja Mochtezuma Alfredo Ernesto, Torres Hernández José Ramón y Saucedo Giron Ricardo
Instituto de Geología, UASLP
a.delacallejamochtezuma@gmail.com

El campo volcánico de San Luis Potosí (CVSLP) se ubica en la parte sudoriental de la Mesa Central de México y esta constituido principalmente por productos volcánicos félsicos (lavas e ignimbritas), así como por discretos volúmenes de basalto intercalado entre las rocas silíceas, denotando marcadamente la bimodalidad de dicho vulcanismo. En su mayor parte, este vulcanismo se ubica entre los 32 y los 27 Ma. No obstante, sólo un discreto volumen de lavas es de edad miocénica (entre los 21.5 ± 0.5 y los 20.3 ± 0.5 Ma.).

Los trabajos de investigación geoquímica en rocas volcánicas de esta región, se han enfocado principalmente en las rocas oligocénicas, proponiéndoles un origen relacionado al proceso de subducción de la paleo-placa Farallón, así como a procesos de distensión cortical relacionados a ella. El vulcanismo miocénico del CVSLP se manifiesta en las ceranías de las estructuras extensionales principales, pero sin asociarse íntimamente a ellas.

Este vulcanismo esta representado por tres unidades volcánicas: Basalto Cabras (Tbc), Traquita Los Castillo (Tlc) y Riolita Cerro Reina (Tcr) cuyos fechamientos isotópicos K-Ar oscilan entre los valores arriba mencionados. La composición química de estas lavas, grafican en el diagrama TAS en los siguientes campos: Tbc como Traqui-basalto y Traqui-andesita-basaltica, Tlc como Traqui-dacita, y Tcr como Riolita. Por su contenido de K₂O, el Tbc y Tlc grafican en el campo de la Shoshonita, mientras que Tcr cae dentro de la Riolita con alto potasio, pero en el diagrama de Irving y Bargar se ubican entre las rocas alcalinas a suavemente alcalinas.

La composición química de las tres unidades y su distribución geográfica dentro del CVSLP, así como su marcada sincronía, plantea que el origen del vulcanismo miocénico pueda deberse a una posible interacción de magmas basálticos y ríolíticos.

El objetivo del presente trabajo es el argumentar y discutir esta hipótesis utilizando técnicas de interpretación geoquímicas e isotópicas (Rb, Sr, Sm, Nd y Pb), que permitan esclarecer, si el vulcanismo miocénico del CVSLP obedece a las condiciones tectónicas de subducción, tipo margen continental, o si más bien se encuentra relacionado a un proceso de rift continental incipiente, en respuesta al reacomodo de los paleo-esfuerzos tectónicos del Neogeno de México.

GEOQP-14 CARTEL

COMPLEJO VOLCÁNICO LA TESORERA Y LA SAUCEDA, ZACATECAS: SIGNIFICADO GEOQUÍMICO Y TECTÓNICO EN EL EMPLAZAMIENTO DE DIQUES Y DOMOS FÉLSICOS DEL EOCENO

Aguillón Robles Alfredo¹, Tristán González Margarito¹, Bellon Hervé², Cruz Márquez Judith³, Franzetti Marcarelio² y García Arreola María Elena¹

¹Instituto de Geología, UASLP

²Domaines Océaniques, IUEM, Université de Bretagne Occidentale

³Posgrado en Geología Aplicada, DES Ingeniería, UASLP
aaguillonr@uaslp.mx

Los Complejos Volcánicos La Tesorera (CVT) y La Saucedá (CVS), se ubican en la parte oriental del Estado de Zacatecas, en la colindancia con el Estado de San Luis Potosí, en la porción suroccidental de la Sierra Madre Occidental (SMOC) muy cerca del límite entre las provincias fisiográficas de la SMOC y la Mesa Central, el CVT, está conformado por domos y diques félsicos del Eoceno medio emplazados en la porción más al NW del Graben de Aguascalientes, los cuales cortaron las secuencias volcano-sedimentaria del Jurásico-Cretácico, rocas turbidíticas y de plataforma somera del Cretácico inferior correspondiente al Terreno Guerrero. El CVT se encuentran alojados dentro y en las márgenes del cuerpo plutónico granodiorítico La Tesorera cuya edad de cristalización varía desde 46.4 Ma (K-Ar en ortoclasa), hasta 76.8 Ma (K-Ar en biotita), su edad de enfriamiento oscila entre 61.9 a 64.4 Ma (K-Ar en roca entera); mientras que en el Complejo Volcánico La Saucedá, está conformado por un batolito granodiorítico (granito Chepinque) cuya edad de cristalización oscila en 53.3 Ma (K-Ar en feldespato) y 81.6 Ma (K-Ar en biotita), el intrusivo está cortado por un conjunto de diques similares en edad y composición a los reportados dentro del CVT. El conjunto de diques de los dos complejos las edades oscilan entre 44.3 a 56.2 Ma (K-Ar en roca entera), en los domos riolíticos principalmente en el CVT se emplazaron alrededor de los 62.8 a 44.5 Ma (K-Ar en roca entera), las estructuras dómicas están asociado a tres eventos, uno de tipo efusivo riolita (riolita La Leona y riolita La Cardona) y dos más asociados a flujos piroclásticos (ignimbrita San Patricio e ignimbrita San Agustín).

En general el sistema de diques y domos forman un conjunto paralelo a ligeramente anastomosado de diques félsicos, con orientación NW-SE con buzamiento al SW. Las rocas cálcicas presentan textura porfídica con 10-30 % vol., fenocristales de 1-4 mm de sanidino, cuarzo, plagioclasa y biotita. Los diques y domos son rocas de composición riolíticas que varían de subalcalinas a alcalinas con tendencias negativas de Al₂O₃; CaO; MgO, MnO conforme aumenta el SiO₂; y con tendencia positiva en elementos compatibles a magmas félsicos (Na₂O, K₂O, P₂O₅); son ligeramente peraluminosas, en donde el índice de saturación en alúmina es de 1.4 a 1.9 [Al₂O₃/(CaO+Na₂O+K₂O)>1]; con relación a su contenido en elementos traza, presentan patrones de enriquecimiento en Rb, K, U y Th con anomalías negativas Ba, Sr, P, Eu y Ti, sugieren procesos de asimilación cortical, fusión parcial y cristalización fraccionada. La mayoría de los diques presenta inclinación entre 64° y 84° al SW, la dirección del esfuerzo menor es NE-SW, con un rumbo promedio N55°W.

El emplazamiento de los diques y domos riolíticos ocurrió en un ambiente tectónico de transición después la deformación contráctil Laramide y está relacionado a las primeras fases de extensión que formaron la Provincia de Cuencas y Sierras de México.

GEOQP-15 CARTEL

LABORATORIO DE GEOCRONOLOGÍA DEL CICESE: EXPERIMENTOS 40AR-39AR AUTOMATIZADOS

Gradilla Martínez Luis Carlos¹, García García Miguel Ángel¹, Arregui Ojeda Sergio Manuel¹, López Martínez Margarita¹, Turnbull Alan² y Robinson Peter²

¹CICESE

²MassCare Ltd
gradilla@cicese.mx

El Laboratorio de Geocronología cuenta con un espectrómetro de masas VG500, que se utiliza para el fechado de rocas por el método 40Ar-39Ar. El espectrómetro depende de un sistema de extracción de argón. Básicamente este sistema consiste de un Coherent Innova 370 Ar-ion laser como fuente de calor y una línea de transferencia y purificación del argón producido. La transferencia del argón desde la cámara en donde se alojan los fragmentos de roca o mineral se realiza usando válvulas electro-pneumáticas que permiten la función de bombas de vacío, trampa de gases condensables y filtros de gases reactivos. Las válvulas electro-pneumáticas se controlan con periféricos electrónicos y un algoritmo, lo que permite de manera automatizada, hacer llegar la muestra de gas al espectrómetro de masas e iniciar la determinación de la composición isotópica del argón.

Las ventajas que se obtienen al utilizar un sistema de extracción de argón automatizado, es evitar los errores del operador al invertir el orden de apertura de las válvulas y lograr que los experimentos rutinarios, que se realizan para medir la señal de fondo del sistema (blancos) sean idénticos en tiempo, factor fundamental en este tipo de experimentos.

Paralelo al desarrollo del algoritmo de automatización del sistema de extracción de argón, Masscare Ltd., desarrolló exprofeso para CICESE mcat5400® un algoritmo para la adquisición de datos del espectrómetro de masas VG5400. mcat5400®, además de mantener comunicación con el algoritmo de control de válvulas, una vez que se introduce el gas al espectrómetro de masas, mcat5400® toma el control del experimento, primero realiza la sintonización del 40Ar y ubica los parámetros de campo magnético idóneos para el resto de los isótopos de interés. Esta nueva metodología a redundado en resultados mas precisos. Además de que se han eliminado fuentes aleatorias de error durante los experimentos.

GEOQP-16 CARTEL

LAS ROCAS MÁFICAS OLIGOCÉNICAS DE LA SIERRA DE GUANAJUATO Y LOS ALTOS DE JALISCO: ¿VOLCANISMO DE TIPO INTRA-PLACA EN LA PARTE CENTRAL DE MÉXICO?

Martínez Reyes Juventino¹, Mitre Salazar Luis Miguel¹ y Moctezuma Martínez Martina²

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Universidad de Guanajuato
jmr@geociencias.unam.mx

Fisiográficamente la región donde se ubica este trabajo se localiza entre la parte septentrional del Cinturón Volcánico Mexicano y la parte meridional de la Mesa Central. Geológicamente allí confluyen la Faja Ignimbrítica Mexicana (Sierra Madre Occidental) y Faja Volcánica Transmexicana. Geográficamente la ciudad de León se encuentra hacia la parte central del área.

En 1992 Martínez-Reyes reportó en la Sierra de Guanajuato la presencia de rocas andesíticas de edad terciaria (Andesita El Gigante-Bernalejo), debajo de derrames ignimbríticos riolíticos pertenecientes a la serie oligocénica de la Sierra Madre Occidental. En 2011 Botero-Santa dató a la Andesita Bernalejo en 31.35±0.35 Ma en la región de Comanja de Corona, Jal. Además de los afloramientos de la Andesita El Gigante-Bernalejo, trabajos en curso dan cuenta de la presencia de un volcanismo máfico en la cubierta terciaria de la Sierra de Guanajuato (Moctezuma-Martínez, 2012) y en diversos puntos de los Altos de Jalisco (Martínez-Reyes et al. en proceso). En el primer caso ese volcanismo aparece intercalado entre los derrames ignimbríticos oligocénicos; en el segundo aparece cubierto por rocas riolíticas correlacionables con las que aparecen en la Sierra. ¿Son estas rocas máficas de la Sierra de Guanajuato y de los Altos de Jalisco la manifestación de un volcanismo paleógeno intraplaca?

En 2005, Aranda-Gómez y colaboradores hacen una revisión del volcanismo de tipo intra-placa presente en el norte y centro del país. Dan cuenta de un volcanismo paleógeno (Basalto Caleras de 29-30 Ma al norte de la ciudad de Durango; rocas calicinalinas del Eoceno-Oligoceno en la región de Los Encinos en los límites de los estados de Zacatecas y San Luis Potosí) y de un volcanismo neógeno temprano (hawaítas de 24-20 Ma en la región de Rodeo, Dgo.) y neógeno tardío (rocas máficas de 13- 10Ma y 10-6Ma en la región de Los Encinos en los límites de los estados de Zacatecas y San Luis Potosí).

Las rocas máficas que se refieren en este trabajo corresponderían a un volcanismo paleógeno: intercaladas entre las ignimbritas del Oligoceno o en la base de las mismas. En la Sierra de Guanajuato y los Altos de Jalisco también se conoce un volcanismo máfico neógeno. Su origen sin embargo no ha sido bien establecido ya que podría representar al volcanismo intraplaca neógeno conocido en el norte y centro de México, o representar las manifestaciones septentrionales más precoces del volcanismo de la Faja Volcánica Transmexicana.

El estudio petrogenético de las rocas máficas de la Sierra de Guanajuato y los Altos de Jalisco no ha sido realizado aún y por tanto no pueden ubicarse todavía con la debida precisión dentro del marco geodinámico regional. La pretensión de este trabajo por ahora es reportar la existencia de este volcanismo máfico oligoceno en esta parte del país.

GEOQP-17 CARTEL

DIGESTIÓN DE MUESTRAS GRANÍTICAS UTILIZANDO BOMBAS DE ALTA PRESIÓN Y SU POSTERIOR MEDICIÓN POR ICP-QMS

Pérez Arvizu Ofelia y Gómez Tuena Arturo

Centro de Geociencias, UNAM

operez@geociencias.unam.mx

La descomposición de las muestras es fundamental y crítica para obtener resultados confiables en cualquier técnica que conlleve la introducción de muestras líquidas, se han desarrollado infinidad de metodologías de digestión que incluyen tanto sistemas cerrados p.ejem microondas como sistemas abiertos, placas de calentamiento mas sin embargo se ha visto que no todas las muestras llevan una disolución total sobre todo las graníticas las cuales contienen hasta 70% o mas de sílices y minerales duros como es el zircon y la tourmalina lo que las hace complicada la digestión.

La recuperación de muchos elementos traza también es incompleta en matrices de rocas felsicas y maficas dada la co-precipitación con varias especies de

fluoruro insoluble durante la descomposición tal es el caso de Y, Ba, Ce, U, Pb, REEs y Sr, el grado con el cual estos elementos tienen una digestión incompleta de REE varía dependiendo de la cantidad de muestra que se utilice y de las proporciones Ca:Al:Mg así como la combinación de ácidos usados durante la digestión.

El material de referencia de granito de la USGS G-2 es un material con un alto contenido de silicio y zircón considerado como uno de los estándares más complicados en digerir, fue sometido a alta presión y temperatura media 200°C en bombas de alta presión Parr usando HF-HNO₃ con el objetivo de evaluar el comportamiento de las tierras raras durante el proceso de digestión para posteriormente ser medidas con QICP-MS.

Las muestras fueron digeridas inicialmente en Parrillas de calentamiento y posteriormente transferidas a las bombas de alta presión, donde se procesaron primero con una mezcla HNO₃ –HF y posteriormente con HCL para destruir los complejos fluorados.

Los resultados obtenidos nos indican que una digestión normal en Parrillas de calentamiento no es suficiente para destruir el zircón, lo cual lo vemos en una anomalía de las tierras, más sin embargo cuando se realiza la digestión en bombas de alta presión se elimina esta anomalía la cual también atrapa a la mayoría de las tierras raras en especial al Hafnio.

GEOQP-18 CARTEL

MINERALIZACIÓN DE HIERRO EL VOLCÁN, SONORA: UN POSIBLE EJEMPLO DE DEPÓSITO TIPO KIRUNA

García Lozano Gerardo Abad, Rodríguez Díaz Augusto Antonio y Cossio Torres Tomás
Unidad Autónoma de Nuevo León
cain_2477@hotmail.com

El yacimiento El Volcán se encuentra ubicado al noreste de Ciudad Obregón, Sonora, en el ejido Rosario Tesopaco. Actualmente El Volcán se encuentra en explotación con minado a cielo abierto, representando uno de los depósitos más importantes de hierro de la región.

Fisiográficamente el yacimiento se localiza en la subprovincia de la Sierra y Valles, de la Sierra Madre Occidental, constituida por un relieve volcánico asociado con una etapa magmática de La Orogenia Laramide y la presencia de fosas y pilares tectónicos originados por eventos distensivos.

La geología del yacimiento está compuesta por una cuarzomonzonita ampliamente distribuida en la zona y es la roca que alberga la mineralización. En menor medida las estructuras mineralizadas se encuentran en derrames andesíticos, depósitos piroclásticos y domos riolíticos. Además en la región se aprecian diques y sills de composición andesítica y riolítica. En la zona mineralizada se encuentran fallas y fracturas de orientaciones preferentes NW-SE y NE-SW.

El Volcán se caracteriza por presentar inyecciones sub-verticales y cuerpos sub-horizontales de óxidos de hierro hospedados en la roca intrusiva y ocasionalmente brechas, stockworks y disseminados en las rocas extrusivas. Las alteraciones presentes en el depósito son potásica-sódica, propilitización, actinolización, silicificación, sericitización y oxidación.

La asociación mineral del yacimiento consiste de hematita especular, goethita, calcopirita y pirita, cuarzo, calcita, carbonatos de cobre, clorita, epidota y minerales de arcilla hacia los niveles más superficiales del depósito, en tanto hacia las zonas subsuperficiales del yacimiento se tiene la asociación de magnetita masiva, actinolita, feldespatos, pirita, epidota, cuarzo, calcita y ocasionalmente apatito. Las texturas de la mineralización son masiva, relleno de fisuras, pseudobandeada, brecha, reemplazamiento y disseminado.

Los datos de química mineral de las menas de hierro de El Volcán, usando microsonda electrónica, revelan en los diagramas de discriminación Ti y V vs. Ni, Cr y Mn, y Ti y V vs. Ca, Al y Mn de depósitos de hierro una tendencia hacia los campos genéticos de yacimientos de tipo Kiruna.

Las características morfológicas de las estructuras, la asociación mineral, texturas, alteraciones y química mineral indican que el origen del yacimiento El Volcán se relaciona con la roca intrusiva y procesos hidrotermales. La mineralización muestra similitudes con lo descrito en los depósitos de tipo Kiruna, por lo que se puede suponer un ejemplo de yacimiento magnetita-hematita-apatito en Sonora.

GEOQP-19 CARTEL

EXTRACCIONES SECUENCIALES PARA DETERMINAR LA ESPECIACIÓN DEL MERCURIO EN RESIDUOS DE OPERACIONES MINERAS EN EL ALTIPLANO POTOSINO

Contreras Negrete David Nathanael¹ y Castro Larragoitia Javier²

¹Instituto de Geología, UASLP

²Instituto de Geología, UASLP

contreras.nath@gmail.com

Durante la época de la colonia en México (1546 a 1800), la minería se caracterizó por el uso del proceso de amalgamación con mercurio (Hg) para la extracción de oro y plata. Este proceso generó grandes cantidades de residuos denominados jales con alto contenido de metales. Estos residuos en la mayoría de los casos no han sido confinados ni restaurados de manera adecuada como es el caso de algunas comunidades en el altiplano potosino. La cantidad de elementos potencialmente tóxicos contenidos en estos residuos siguen representando un riesgo a la salud humana y ambiental debido a que puedan migrar a los mantos freáticos o dispersarse contaminando otras zonas más alejadas a las fuentes de emisión.

Entre estos elementos, uno de los de mayor interés es el mercurio residual, debido a la amplia gama de especies químicas que se pueden formar, como mercurio elemental, compuestos orgánicos e inorgánicos, etc.; cuya forma química define su grado de biodisponibilidad.

Una de las metodologías más empleadas para identificar las diferentes especies de mercurio (y otros elementos traza) son las técnicas de extracción secuencial, que se aplican ampliamente a muestras de los suelos, sedimentos o rocas, obteniendo en algunos casos resultados aceptables, sin embargo debido a la complejidad y heterogeneidad de las matrices tratadas es necesario adecuar dichas técnicas al tipo de muestra, de tal forma que se pueda identificar y cuantificar cada especie de manera confiable. Por lo tanto en este trabajo se pretende implementar y optimizar una técnica de extracción secuencial para identificar las diferentes especies de Hg en muestras de residuos de minería, definiendo su movilidad en función de la fracción mineral a la que se encuentran asociadas, lo que permitirá conocer la disponibilidad de las especies presentes y por lo tanto su grado de toxicidad. Además se pretende realizar la caracterización mineralógica y química del suelo, la determinación de concentraciones totales de mercurio y las fracciones móviles del mercurio que se encuentran presentes en los jales abandonados.

GEOQP-20 CARTEL

GEOLOGÍA Y GEOQUÍMICA DE LA REGIÓN DE TELTELINGO, GUERRERO, MÉXICO

López Martínez Gonzalo, Valdez Moreno Gabriel, Pérez Gutiérrez Rosalva, Ramírez Espinosa Joel y Guerrero Suastegui Martín
Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, UNAM
valdezgm@unam.mx

En las inmediaciones del alto Balsas, al norte del Estado de Guerrero, aflora una secuencia de rocas de origen volcánico y sedimentario localizadas en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur (SMS). Durante el trabajo de campo se lograron identificar cinco unidades litológicas. La unidad más antigua está formada por calizas de la Formación Morelos de edad Albiano-Cenomaniano, que es sobreyacida por una secuencia constituida por una alternancia de areniscas y lutitas pertenecientes a la Formación Mexcala de edad Turoniano-Maastrichtiano; a su vez, sobreyaciendo de manera discordante a las anteriores, se encuentra la Formación Telcelingo de edad Paleoceno, que está integrada de la base a la cima por: 1) una brecha volcánica bien consolidada de color rojizo, constituida por fragmentos angulosos y subangulosos de composición andesítica con una mineralogía de plagioclasa+hornblenda+biotita y dacítica con una asociación de plagioclasa+cuarzo+hornblenda+biotita; 2) un depósito de origen vulcanoclástico constituido por fragmentos andesíticos y dacíticos de hasta 10 cm de longitud soportados por matriz del tamaño de arena fina y abundantes cristales de biotita; y 3) domos con derrames de lava asociados, localizados tanto al norte como en la parte sur del área de estudio, estos domos presentan una textura porfídica con una asociación mineralógica de plagioclasa+hornblenda+hiperstena+biotita para los de composición andesítica y plagioclasa+hornblenda+biotita para los de composición dacítica. Sobre esta secuencia se encuentra aflorando la Formación Balsas de edad Eoceno, la cual consiste de conglomerados de naturaleza volcánica y sedimentaria con intercalaciones de horizontes de arena gruesa. Sobreyaciendo a la secuencia anterior se presenta, de manera discordante, la Formación Oapan de edad Mioceno-Plioceno, la cual aflora en la parte este del área de estudio y está constituida por areniscas tobáceas de color verde, en espesores de hasta 40 m., las areniscas presentan asociación mineralógica constituida por cuarzo+plagioclasa+sanidino; hacia la parte superior de la unidad se encuentran una serie de horizontes de lutitas con estratificación delgada de 5-10 cm. Finalmente, coronando la columna estratigráfica, se tiene un depósito constituido por un lahar compuesto por bloques redondeados de composición basáltica inmersos en una matriz de arena gruesa.

Por primera vez se reportan datos geoquímicos de los domos, los cuales señalan una composición variable de andesita a dacita, y sólo una muestra se clasificó como traquiandesita; estas rocas se ubican en la serie calco-alcalina con contenidos variables de medio a alto potasio. Los diagramas multielementos presentan un enriquecimiento de los LILE con respecto a los HFSE y picos negativos en Nb, Ta, Ti, P, lo que indica que los magmas se originaron en una zona de subducción. Las tierras raras muestran una pendiente negativa y un patrón casi plano en las tierras raras pesadas, esta característica junto con la anomalía negativa de Eu indican una fuente poco profunda con presencia de plagioclasas.

GEOQP-21 CARTEL

GEOQUÍMICA E ISOTOPÍA DEL COMPLEJO DE SILLS GABROICOS Y GEOCROLOGÍA DE LAS ARENISCAS DE LA ISLA MARÍA MAGDALENA, NAYARIT

Villanueva Lascrain Daniel¹, Schaaf Peter², Weber Bodo³,
Hernández Treviño Teodoro² y Solís Pichardo Gabriela⁴

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

³División de Ciencias de la Tierra, CICESE

⁴Instituto de Geología, UNAM

daniel_villalas@hotmail.com

La isla María Magdalena forma parte del archipiélago Islas Marías, ubicado frente a las costas de San Blas, Nayarit. Ésta se encuentra localizada al sureste de la isla María Madre y al noroeste de la isla María Cleofas. En este trabajo se presentan los primeros análisis geoquímicos, isotópicos y geocronológicos de la isla.

Las litologías que componen la isla son una secuencia sedimentaria compuesta por areniscas y en menor proporción lutitas, que es intrusada por una serie de sills de composición gabroica paralelamente a los planos de estratificación. Dicha secuencia es informalmente nombrada por nosotros como Formación Isla Magdalena. Toda la secuencia está basculada al NW con una inclinación de ~ 20°.

Los sills tienen espesores de 1 a 3 metros y presentan variaciones mineralógicas con plagioclasa $\pm$ ortopiroxeno $\pm$ clinopiroxeno $\pm$ hornblenda y con algunos cristales de olivino alterado. Las texturas son en su mayoría faneríticas equigranulares de grano medio, pero algunos tienen texturas porfíricas con fenocristales de plagioclasa de hasta 5 cm y de olivino mayores a 5 mm.

Los sills gabroicos tienen rangos de porcentaje en peso de SiO₂ de 42.7% a 47.5%; de TiO₂ de 0.8% a 2%; de Fe₂O₃ de 7.7% a 11.9%; de MgO de 6.2% a 19.8% y de CaO de 6% a 11.6%. Estos rangos indican composiciones máficas a ultramáficas.

La isotopía actual de ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr muestra un rango de 0.70273 a 0.70497. El rango de valores ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd es de 0.513003 a 0.513100. Estos valores indican composiciones extremadamente primitivas, isotópicamente parecidas a MORB. La isotopía de ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd indica poca variación composicional a partir de una fuente mantélica. Sin embargo, la isotopía ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr sugiere distintos grados de asimilación de corteza más evolucionada (sedimentos) a partir de una fuente mantélica.

De un total de 15 zircones de una muestra de arenisca de la Formación Isla Magdalena analizada por ablación láser, 8 muestran edades de 80 a 86 Ma; 3 de 61 a 72 Ma; 3 de 21 Ma y uno de 160 Ma. Pese a la poca cantidad de cristales analizados, el zircon más joven es de 21 Ma y se considera como la edad máxima de depósito. Por lo tanto, los sills gabroicos deben ser más jóvenes que 21 Ma.

Por otra parte, existe muy poca similitud litológica entre las rocas de la isla María Magdalena y la María Madre (con un complejo metamórfico, granitoides y volcánicas intermedias a ácidas) y nula con la María Cleofas (con granitoides y volcánicas intermedias a ácidas). Al SE de la primera, hay afloramientos de la Formación Isla Magdalena así como rocas máficas posiblemente contemporáneas a los sills de María Magdalena.

Todo lo anterior sugiere que la Isla María Magdalena registra un tiempo y ambiente geológico distinto al registrado en las otras islas. Se trata de un probable ambiente sedimentario marino que es intrusado por rocas tipo MORB.

GEOQP-22 CARTEL

ANÁLISIS PETROGRÁFICO DE LA "CALDERA NGORONGORO", AL NE DE TANZANIA

Sámamo Tirado Alma Patricia, Dupont Valencia Carlos,
Lizola Romero Abraham y Cuellar Badilla Jeziel

Departamento de Geología, UNISON

paty_samano@hotmail.com, samano@geologia.uson.mx

El complejo Volcánico del Ngorongoro Highlands, localizado al noreste de Tanzania, está situado en el Sureste del Rift Gregory, el cual corresponde a la parte este del "Sistema del Rift Africano", también conocido como la divergencia Tanzaniana (Dawson, 1992). El Complejo Volcánico del Ngorongoro está compuesto de al menos nueve centros volcánicos que dieron lugar a lavas, flujos de ceniza y material piroclástico del Plioceno al Reciente, en este trabajo nos referiremos únicamente a la "Caldera del Ngorongoro".

El Ngorongoro se formó hace unos veinte o treinta millones de años, en realidad es el cráter de un volcán inactivo cuyas fronteras naturales han permitido desarrollar diferentes microsistemas en un área muy pequeña de 20 kilómetros de diámetro, su formación comenzó cuando se formó el gran Valle del Rift. Las rocas fundidas que ascendían a través de las fallas, a lo largo de esa enorme grieta, determinaron un gran número de volcanes en toda la región, conocida actualmente como las "Crater Highlands". Mucho más tarde, hace cinco millones de años, el Ngorongoro alcanzó su máxima altura, de 4,570 metros aproximadamente, pero millones de años después, la actividad geológica desarrollada a lo largo del Valle del Rift se desvió hacia el este y, como consecuencia, el Ngorongoro y otros volcanes de las Crater Highlands se extinguieron, originando un gran espacio en la cámara magmática y el cono se fue hundiendo por secciones, y finalmente colapsando dando lugar a la gran caldera del Ngorongoro; una gigantesca depresión en forma de cráter volcánico. En la actualidad se le considera una caldera, la más grande del mundo sin agua, ni rupturas, y no un cráter. Esta caldera se formó por el colapso interno del volcán, dando lugar a la caldera más impresionante del mundo. Se tomaron tres muestras de rocas ígneas en la parte central, las cuales fueron estudiadas petrográficamente y se clasificaron como tobas traquiandesíticas a traquibasálticas.

GEOQP-23 CARTEL

HISTORIA DEL MAGMATISMO CENOZOICO EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA

Villarreal Fuentes Janet¹, Levresse Gilles¹ y Corona Esquivel Rodolfo²

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM

villarreal.jnt@gmail.com

El estado de Chihuahua durante el Cenozoico ha estado sometido a diferentes eventos magmáticos relacionados a la orogénia Laramide, a la formación de la Sierra Madre Occidental, al Basin and Range y al evento del rift del Río Grande.

En el estado de Chihuahua se tienen registradas edades para rocas plutónicas desde los 95 Ma con un pulso mayor a los 52 Ma. Los plutones a 52 Ma no presentan deformación por lo cual son interpretados como post orogénicos.

El primer evento volcánico es representado por rocas volcánicas datadas a 45 y 44 Ma, que por lo que en general sobreyacen discordantemente a las rocas sedimentarias carbonatadas del Cretácico en zonas como Peña Blanca y en la Sierra Cuesta del Infierno al NE y NW de la ciudad de Chihuahua; en el distrito minero de Peña Blanca son ignimbritas riolíticas que dieron edades del Eoceno inferior (44.9, 44.0 y 44.3) para las formaciones El Nopal inferior, Nopal Superior y Escuadra, respectivamente; datados por el método U-Pb (LA-MC-ICPMS). En la Sierra Cuesta del Infierno se dató una ignimbrita félsica que dio una edad de 45.3 Ma por el método Ar-Ar (Oviedo 2010). Este primero evento volcánico es "coronado" por el conglomerado Chontes en Peña Blanca y otro sin nombre formal en la Sierra Cuesta del Infierno.

Una segunda pulso volcánico en Peña Blanca con edades de 37.3 y de 37.8 (método U-Pb) para las formaciones de Peña Blanca y Mesa en ignimbritas riolíticas en la cima de la columna estratigráfica, la diferencia en éstos pulsos es visible también en la geoquímica de las rocas, en los diagramas Harker de elementos traza vs. SiO₂. En la zona de Placer de Guadalupe existen una serie de afloramientos de granitos hipoabisales con lineamiento NW30° que dieron una edad de 37.5 Ma; además de una riolita con edad de 36.6 Ma. En el noroeste del estado de Chihuahua se tiene conocimiento de afloramientos de cabornatitas cerca del poblado de Villa Ahumada en las localidades de Yuca-Marian y el Indio, Nandigam (2000) dató éstas carbonatitas obteniendo una edad de 36.3 por el método 40 Ar/39Ar y por último un tercer pulso registrado en la Sierra Cuesta del Infierno en una ignimbrita félsica que dio una edad de 33.9 Ma por el método U-Pb (Oviedo op. Cit.).

Por lo antes expuesto Chihuahua es un área complicada debido a que tiene diferentes eventos sobrepuestos, el plutonismo sin Laramide a los 95 Ma y al final de la misma a 52 Ma. En el intervalo de 45-33 Ma se tiene mayor actividad volcánica relacionada al evento del rift del Río Grande y Basin and Range y

por último con edades más recientes las rocas máficas del campo volcánico de Camargo con una edad de 4.73-0.9 Ma ligado a la falla de basamento Jurásica de San Marcos la cual ha tenido diferentes reactivaciones y la cual posiblemente fue el conducto que favoreció éste volcanismo tipo intraplaca (Aranda-Gómez, 2003).

Sesión Regular

OCEANOLOGÍA

Organizadores:

María Adela Monreal Gómez

José Noel Carbajal Pérez

OCE-1

VARIABILIDAD HIDROGRÁFICA DE LA BAHÍA DE LA PAZ Y SU ZONA OCEÁNICA ADYACENTE

Guevara Guillén Cristóbal, Shirasago Germán Bernardo, Obeso Nieblas Maclovio, Gámez Soto Diego y García Morales Ricardo
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
cguarag0900@ipn.mx

En el presente estudio se analizaron algunas condiciones hidrográficas para describir las variaciones estacionales de Bahía de La Paz y su zona adyacente en el Golfo de California, durante el año 2009. Se investigó la interacción entre ambos cuerpos de agua y la influencia que tienen los fenómenos que ocurren en el sur del golfo sobre la bahía. Lo anterior se llevó a cabo mediante datos obtenidos in situ de CTD e imágenes de satélite de los sensores AVHRR y SeaWiFS. Se observó una marcada variación de los parámetros analizados, correspondiendo a las diferentes épocas del año. Para la primavera y el verano se registró una fuerte estratificación de temperatura y salinidad en la columna de agua dentro y fuera de la bahía, debido a las condiciones de radiación solar y vientos débiles que dominan en esta época. En el otoño se presentó la capa de mezcla más profunda del año, alcanzando hasta 60 m, lo que permite suponer que en esta época los vientos fueron los más intensos y persistentes. En contraste, para el invierno no se encontró una capa de mezcla definida, en su lugar se observaron condiciones de estratificación. Los diagramas T-S revelaron la presencia de Agua del Golfo de California y Agua Subsuperficial Subtropical en el invierno, mientras que en primavera se observó una disminución de la salinidad debido a la presencia del Agua Superficial Ecuatorial, en el verano se registró la influencia más fuerte de estas aguas en la zona de estudio, con los más bajos valores de salinidad. Finalmente, se observaron en las imágenes de satélite y con los datos in situ tres remolinos ciclónicos en la bahía y en su zona oceánica adyacente durante la primavera. Con la información obtenida se concluyó que la zona de estudio presenta una marcada estacionalidad y que el golfo tiene una importante influencia sobre las condiciones hidrográficas de Bahía de La Paz.

OCE-2

DOS VERANOS DIFERENTES EN LA BAHÍA DE LA PAZ, GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO. EL NIÑO 2009 – LA NIÑA 2010

Obeso Nieblas Maclovio¹, Gaviño Rodríguez Juan Heberto², García Morales Ricardo¹, Gámez Soto Diego¹, Guevara Guillén Cristóbal¹, Muñoz Casillas Sandea Isaura¹ y Shirasago Germán Bernardo¹

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

²Instituto Oceanográfico, Universidad de Colima

mniebla@ipn.mx

Se analizó y comparó la variabilidad hidrográfica en Bahía de La Paz, Golfo de California durante el verano de 2009 (El Niño 2009) y durante el verano de 2010 (La Niña 2010), con datos de CTD de cruceros realizados en septiembre de 2009 y 2010.

Se aprecia la bahía térmicamente estratificada durante los dos muestreos, sin una capa de mezcla. Es de enfatizar que a pesar de que las condiciones locales son muy extremas en la región durante el verano (con un clima seco desértico) las condiciones de El Niño 2009 y La Niña 2010 no fueron enmascaradas y sus efectos se pueden apreciar en toda la columna de agua, siendo evidentes hasta los 150 m de profundidad. La salinidad presentó importante variabilidad en los primeros 150 m de profundidad, con la mayor salinidad durante La Niña, al parecer el arribo de agua de menor salinidad del Golfo de California durante El Niño, destruyó la haloclina en la bahía, generando una disminución gradual con relación a la profundidad. La densidad en la bahía presentó un comportamiento que fue determinado por la temperatura, con la mayor densidad durante La Niña, con una picnoclina muy escarpada, desde la superficie hasta los 150 m de profundidad.

Por otra parte, se registraron durante El Niño tres masas de agua en la bahía, Agua Superficial Tropical (AST), Agua del Golfo de California (AGC) y Agua Subsuperficial Subtropical (ASS), con una significativa disminución del AGC, compensada por la presencia del AST, con la mayor variabilidad hidrográfica en las aguas con temperaturas mayores a 15 °C. Durante La Niña solamente se registraron dos masas de agua, AGC y ASS.

OCE-3

OBSERVACIONES EN SERIES DE TIEMPO DE LA VARIACIÓN EN MAGNITUD Y COMPOSICIÓN DE LA MATERIA PARTICULADA EN HUNDIMIENTO EN UNA CUENCA SUBÓXICA DEL SURESTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA: CUENCA ALFONSO TIME SERIES (CATS) UNA DÉCADA DE OBSERVACIONES

Aguirre Bahena Fernando¹, Silverberg Norman¹, Choumline Evguene¹, Cortés Martínez Mara Yadira², Zaitsev Oleg¹, González Rodríguez Eduardo³ y Choumline Konstantin¹

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

²Universidad Autónoma de Baja California Sur, UABCS

³Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Unidad La Paz
faguirre@ipn.mx

Desde 2002 un grupo multidisciplinario de investigadores ha participado en el Programa de monitoreo oceanográfico Cuenca Alfonso Time Series Station (CATS) por lo que éste se ha convertido en la serie de tiempo de su tipo más larga (>10 años) y una de las tres actualmente en desarrollo en nuestro país. El objetivo es, esencialmente, documentar la variación en magnitud y composición de la materia particulada en hundimiento (MPH) y determinar los procesos físicos y biológicos que la regulan. Este estudio se realiza mediante el uso de una trampa de sedimentos automatizada (Technicapp® PPS 3/3) anclada a 300m de profundidad en una depresión (Cuenca Alfonso) ubicada al norte de Bahía de La Paz. Cada muestra (237 a la fecha) representa periodos individuales con una resolución de 7 a 15 días. A éstas se les ha realizado una amplia gama de análisis: Flujo de masa total (FMT), silicio biogénico (BSiO₂), carbono orgánico (Corg) e inorgánico (CaCO₃) y por diferencia la fracción litogénica. Además, la determinación de metales mayores y traza de la MPH ha sido realizada por investigadores del grupo. Por otra parte, se han realizado estudios sobre la ecología del fitoplancton silíceo y el nanoplancton calcáreo con estas muestras. Nuestros resultados indican que el FMT (prom. 263 gm-2a-1 equivalente a una tasa de acumulación de 0.4 mm a-1) varió enormemente, siendo el máximo mayor al mínimo por un factor de 100. No se documentó un patrón estacional definido a pesar de las condiciones oceanográficas- climáticas marcadamente estacionales. Sin embargo, picos aislados fueron generalmente observados a finales del otoño-inicio del invierno mientras que valores bajos están presentes en primavera-verano. Por otra parte, los huracanes inducen una sedimentación drástica: en 2003 durante 29 días (cuatro muestras influidas por el paso de dos huracanes) se sedimentó cerca de la mitad de todo el material que se depositó ese año. Adicionalmente, estos eventos tienen otras implicaciones: después de su paso, la abundancia de la comunidad de cocolitofóridos se incrementó por un orden de magnitud acrecentando el flujo de carbonatos. El BSiO₂ fue el componente biogénico más importante (28%) seguido por el CaCO₃ (12%). La relación BSiO₂/CaCO₃ (indicativa de dos grupos importantes de productores primarios) mostró una tendencia a incrementarse interanualmente e inversa a la registrada por Thunell en la parte central del Golfo de California en los 90's. El Corg representó, en promedio, el 8.1% del FMT y fue el componente con menor variación. En este medioambiente la variación interanual es más importante: 2005 exhibió un decremento considerable de todos los flujos que coincide con un decremento importante de rachas de viento y con un menor flujo de material litogénico. Es posible que la entrada de este material (que genera una mayor densidad a la MPH) sea uno de los factores más importantes que regulan la variación de los flujos verticales. Comparando con otras cuencas son claras las diferencias en magnitud y estacionalidad. Por ejemplo, el flujo de Corg casi triplica al obtenido en Cuenca Guaymas pero es 40% menor al registrado en California.

OCE-4

ESTADIOS DE COPÉPODOS CENTROPAGES FURCATUS ASOCIADO A UN GIRO CICLÓNICO

Mojica Ramírez Erika¹, Monreal Gómez María Adela² y Flores Coto César²

¹Posgrado de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

²Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
erikamojica@hotmail.com

Los copépodos son los organismos más abundantes de la comunidad del zooplancton marino. Su distribución está controlada por una combinación de factores bióticos y abióticos. Los giros ciclónicos o fríos favorecen la fertilización de las capas superficiales del océano en cuya parte central la producción primaria presenta la mayor concentración. Esto tiene como consecuencia que se presenten diferentes comunidades de zooplancton en el área que abarca el giro ciclónico. En el presente trabajo, mediante la circulación geostrofica se observó la presencia de un giro ciclónico en la Bahía de La Paz en el cual se determinó la distribución de los diferentes estadios desde copepodito-I hasta el adulto del copépodo calanoide *Centropages furcatus*, habitante común de zona nerítica y que se presenta en la bahía a lo largo de todo el año. Sus estadios de desarrollo se distribuyen radialmente, las primeras etapas se concentraron en el centro del giro. Tanto la mayor concentración de clorofila-a como de nutrientes coincidió con el centro del giro ciclónico donde los copépodos encuentran las condiciones óptimas para su desarrollo.

OCE-5

DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE ETAPAS PLANCTÓNICAS DE LITOPENAEUS STYLIROSTRIS ASOCIADAS A LA VARIABILIDAD AMBIENTAL EN EL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA

Barrón Barraza Francisco Javier¹, Sánchez Velasco Laura¹,
Galindo Bect Manuel Salvador² y Lavín Peregrina Miguel Fernando³

¹CICIMAR²UABC³CICESE

fbarron.uabcs@gmail.com

El Alto Golfo de California (AGC) es un área de reproducción y crianza para el camarón azul *Litopenaeus stylirostris*. El objetivo del presente trabajo es conocer la distribución de las larvas de dicha especie y su relación con variables ambientales. Se obtuvieron datos ambientales a partir de un CTD y muestras de zooplankton mediante una red de apertura-cierre en tres niveles de profundidad (0-5m, 5-10m, 10-15m) durante un muestreo intensivo en el AGC. Los resultados muestran verticalmente las mayores abundancias de larvas de camarón (zoea y mysis) en los primeros 10m de profundidad sobre la zona oriental al sur de Puerto Peñasco y Punta Borrascoso (1-350 larvas/10m²). En esta área se registraron bajos de valores de fluorescencia (<0.2 µg/L) y salinidad (36), y altos valores de temperatura (24.5°C) y oxígeno disuelto (4.8 ml/L). Mientras que en el nivel 10-15m de profundidad las mayores abundancias larvianas (1-100 larvas/10m²) se presentaron en la zona central del AGC, donde se registraron bajos valores de fluorescencia (<0.1 µg/L), salinidad (35.5) y temperatura (23°C) y altos valores de oxígeno disuelto (4.8 ml/L). Las larvas de camarón tuvieron una distribución heterogénea típica de los camarones peneidos. Con una mezcla de larvas zoea y mysis de diferentes desoves. Estos resultados indican que punta Borrascoso es la mayor y más importante zona de desove de camarón en el AGC.

OCE-6

VARIABILIDAD ESPACIAL Y ESTACIONAL DE TEMPERATURA, SALINIDAD Y DENSIDAD EN BAHÍA CONCEPCIÓN, GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO

Obeso Nieblas Maclovio¹, Gaviño Rodríguez Juan Heberto²,
García Morales Ricardo¹, Gámez Soto Diego¹, Guevara Guillén
Cristobal¹, Muñoz Casillas Sandra Isaura¹ y Obeso Huerta Hipolyto³

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN²Instituto Oceanográfico, Universidad de Colima³Instituto Tecnológico de La Paz

mniebla@ipn.mx

Se analizó la variabilidad estacional y espacial (longitudinal, transversal y profundidad) de temperatura, salinidad y densidad en Bahía Concepción en el Golfo de California, México, con datos de CTD de cuatro cruceros oceanográficos realizados durante 1994 en (invierno, primavera, verano y otoño). Se encontró la presencia de la surgencia impulsada por el viento del sureste en la boca de Bahía Concepción durante la condición estratificada y cálida de primavera y verano de 1994, con el mayor índice de surgencia inducida por el viento y la máxima frecuencia de Brunt Väisälä en primavera. Observándose la bahía estratificada y cálida durante primavera y verano, con la termoclina, haloclina y picnoclina más pronunciadas en primavera, debido principalmente a la mayor radiación solar recibida y al arribo de aguas frías y menos saladas desde el Golfo de California, originadas por la acción de la surgencia en la costa occidental del Golfo de California, generada por los vientos del sureste. Entretanto en otoño e invierno se presentó la condición homogénea y fría, producida por los fuertes vientos del noroeste y la menor radiación solar recibida. La distribución de temperatura, salinidad y densidad difieren estacional y espacialmente, producto de la radiación solar, estratificación por calentamiento, la surgencia en la boca de la bahía y el flujo impulsado por el viento, fluctuando de una condición homogénea y fría a un ambiente estratificado y cálido, separado al parecer por dos períodos cortos de transición.

OCE-7

CARACTERÍSTICAS DE LOS REMOLINOS DE MESOESCALA EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

Lavín Peregrina Miguel Fernando¹, Godínez Sandoval Víctor
M.¹, Sánchez Velasco Laura² y Cabrera Ramos Carlos¹

¹CICESE²CICIMAR

mlavin@cicese.mx

Se presentan las características de diversos remolinos de mesoescala observados en el Golfo de California entre 2007 y 2012. Los giros fueron muestreados con CTD y ADCP/LADCP después de haber sido identificados

mediante imágenes de satélite MODIS (clorofila, SST). Se encuentra que además de los remolinos profundos (500-800 m) reportados anteriormente, también existen remolinos someros, de <100 m de profundidad. En ocasiones estos dos tipos de remolinos se superponen, haciendo difícil su detección y la interpretación de las observaciones. En promedio las velocidades azimutales en la superficie son del orden de 35 cm/s, con máximos de hasta 50 cm/s. Los radios varían aproximadamente entre 45 y 70 km, los períodos de rotación entre 8 y 14 días. Aunque los remolinos están cerca del equilibrio geostrófico, su dinámica es mejor descrita por la ecuación de flujo gradiente. Estos remolinos afectan el ecosistema pelágico del golfo.

OCE-8

DISTRIBUCIÓN TRIDIMENSIONAL DE LARVAS DE PECES EN UN GIRO CICLÓNICO EN EL SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA (JUNIO 2010)

Apango Figueroa Ethel Alejandra¹, Sánchez Velasco Laura¹ y Lavín Peregrina Miguel F.²

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
ethelapango@gmail.com

El objetivo del presente trabajo es conocer la distribución tridimensional de larvas de peces en relación a la estructura hidrográfica y circulación de un giro ciclónico detectado mediante imágenes de satélite en el sur del Golfo de California durante Julio 2010. Se realizó el crucero oceanográfico GOLGA_1007 a bordo del B/O Francisco de Ulloa, en el cual se obtuvieron datos de temperatura, salinidad, profundidad, oxígeno disuelto y fluorescencia mediante un CTD, así mismo arrastres de zooplankton mediante una red multinivel de cierre-apertura-cierre con 60 cm de diámetro de boca y 505 µm de apertura de malla. Los arrastres de zooplankton se realizaron en 6 estratos de profundidad: 0-15 m, 15-30 m, 45-50 m, 50-100 m, 100-150 m, 150-200 m. Previo al crucero las imágenes de satélite detectaron un giro ciclónico lo cual se corroboró con la velocidad geostrófica. A partir de 114 estratos de muestreo se obtuvo un total de 6173 larvas de peces las cuales fueron identificadas en 51 familias y 117 taxones. El análisis de Bray Curtis definió 4 hábitats de larvas de peces relacionados con la hidrografía del giro. Un hábitat superficial (mayor riqueza específica y dominancia) ubicado básicamente en los primeros 15 m en la zona central del giro, donde las especies con mayor contribución al grupo fueron: *Vinciguerria lucetia* (72.8%), *Diogenichthys lateratus* (6.68%), y *Auxis* sp. (13.21%). Un segundo hábitat definido entre los 30 y 150 m de profundidad abarcando la termoclina. En este hábitat *D. lateratus* contribuyó con más del 75%. Un tercer hábitat definido en la zona marginal distribuido entre 15 y 100 m de profundidad alrededor del hábitat anterior; en este grupo *V. lucetia* contribuyó con más del 70%. El cuarto hábitat se localizó en profundidades mayores a 150 m de profundidad formado por *Bathylagoides wesethi* (14.22%) y *D. lateratus*. Lo anterior muestra que la hidrografía del giro ciclónico define hábitats larvianos, indicados por la respuesta diferencial de las especies epipelágicas en la superficie y mesopelágicas a lo largo de la columna de agua.

OCE-9

LA CONECTIVIDAD TRIDIMENSIONAL ESTACIONAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Santiago García Mauro Wilfrido y Marinone Moschetto Silvio Guido

División de Oceanología, CICESE

msantiago@cicese.edu.mx

El estudio de la conectividad entre las diferentes regiones del océano es fundamental para conocer la transferencia de trazadores como contaminantes, nutrientes y larvas de organismos que están sujetos al transporte por la hidrodinámica. En el Golfo de California, los estudios de conectividad están limitados para ciertos períodos y regiones, particularmente es muy escaso para la región sur. A partir de los campos Eulerianos de velocidad horarios para un año típico, obtenidos del modelo tridimensional HAMSON (Marinone, 2003, 2008), se estudió la conectividad entre 17 provincias del golfo, definidas por el parámetro de Okubo Weiss y puntos de estancamiento (elípticos e hiperbólicos) de los campos de velocidad. Las partículas se liberaron en todo el golfo, dividido en 12 niveles en la vertical, con mayor resolución en las capas superficiales. Las partículas fueron advectadas por períodos mensuales usando el esquema de advección-difusión descrita por Visser (1997) y Proell et al. (2005). Las regiones dominadas por remolinos (i.e. vorticidad relativa y puntos elípticos) fueron el Alto Golfo, la porción central de la región norte, la Cuenca de Guaymas, la Cuenca Farallón y la Bahía de La Paz, provincias que presentaron alta retención de partículas a lo largo del año, con máximos (60-80 %) entre abril-mayo y agosto-septiembre, períodos asociados a la transición de la circulación estacional del golfo. En la región norte, la máxima retención de partículas ocurre en el verano, caso contrario se observó en invierno. Estos resultados son consistentes con el análisis de Funciones Empíricas Ortogonales que muestran la dominancia de las escalas anual (41%) y semianual (21 %) con el 62 % de la varianza explicada.

OCE-10

MEZCLA TURBULENTO EN EL CANAL DE BALLENAS

Rosas Villegas Froylán y Figueroa Rodríguez Jesús Manuel
Oceanografía Física, CICESE
 frosas@cicese.edu.mx

El Canal de Ballenas es una cuenca profunda y alargada localizada en la región de las Grandes Islas al norte del Golfo de California, allí la mezcla es favorecida en gran medida por las interacciones de fuertes corrientes de marea y la batimetría (Badan-Dangon et al., 1985) así como por la existencia de un flujo vertical de agua que persistentemente va desde el fondo hacia la superficie (López et al., 2006). Además, en dicha región, trazadores como la salinidad y la temperatura muestran características muy diferentes de aquellas observadas fuera del mismo, haciendo del Canal de Ballenas un lugar interesante para el estudio de la mezcla. En este trabajo se pretende estudiar y describir los procesos de mezcla en el umbral sur del Canal de Ballenas (umbral de San Lorenzo) mediante el análisis de datos hidrográficos (CTD), de velocidad (LADCP) y de microestructura (VMP) colectados en esta región durante el crucero oceanográfico TURBO1 llevado a cabo en condiciones de invierno-primavera (Marzo, 2009). Dicho análisis estará basado en la obtención de parámetros característicos de la mezcla turbulenta en el océano (número de Richardson, MLD, tasa de disipación de energía cinética turbulenta, etc.) así como las mareas y los flujos de calor a través de la superficie.

OCE-11

PROPAGACIÓN DE ONDAS ATRAPADAS A LA COSTA EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

Gutiérrez Manuel¹, López Mariscal Manuel¹, Candela Pérez Julio¹ y Castro Valdez Rubén²
¹*División de Oceanografía, CICESE*
²*Facultad de Ciencias Marinas, UABC*
 gvillanu@cicese.edu.mx

Se analizó la relación entre las anomalías de presión subsuperficial (PSS) que se propagan como ondas atrapadas a la costa, hacia el Golfo de California (GC) desde el Ecuador (Escala Intraestacional, periodos de 30 a 90 días y de origen Ecuatorial) y desde el Pacífico Tropical Mexicano (Escala Sinóptica, relacionada con tormentas y huracanes con periodos de 4 a 20 días), con las corrientes, temperatura y PSS en la boca del golfo (plataforma de Sinaloa) y zona de los umbrales en el GC (zona de las grandes islas). Las correlaciones de la presión subsuperficial muestran propagación de estas anomalías desde el Pacífico Ecuatorial Occidental (Isla Navidad) hasta el Pacífico Tropical Mexicano (PTM) y GC. Algunas de estas señales alcanzan a observarse hasta el norte de California, y tardan en recorrer este trayecto alrededor de 70 días. En general, estas anomalías viajan a una velocidad de ~ 3.3 m s⁻¹, donde al llegar a la zona entre Manzanillo y la boca del golfo, las ondas intraestacionales se dividen en 2: una parte que entra al golfo, llega a la zona de los umbrales (~ 6 días) y sale del golfo por la costa de la Península, y otra que "salta" la boca del golfo (~ 4 días) y viaja en dirección hacia el polo. Existe una buena correlación (0.60) y coherencia entre la presión subsuperficial en el Canal de Ballenas y Manzanillo (con desfases de ~ 8 días), que muestra que parte de la señal de las ondas inciden en los umbrales, y logran penetrar hasta la zona norte del golfo. Se observó que la mayor energía contenida en la presión subsuperficial se encuentra en la banda intraestacional y, en menor medida, en la banda sinóptica en la zona del PTM. En la zona de los umbrales y golfo norte, estas anomalías pierden gran parte de su energía posiblemente por fricción en el fondo. El perfil de correlaciones y coherencias de presión subsuperficial en Manzanillo con las corrientes en los umbrales sugiere una respuesta baroclínica (con desfase de ~ 6 días) donde las ondas de elevación hunden las isoterms ($\text{corr} = 0.41$) y reducen el transporte profundo que fluye hacia dentro del golfo ($\text{corr} = 0.51$). El aumento del desfase entre las corrientes del fondo y las corrientes en toda la columna de agua (~ 2 días) en la plataforma de Sinaloa y en el umbral de San Esteban, sugiere que estas ondas posiblemente se propagan en la vertical. El primer modo empírico de la componente del viento a lo largo del golfo explica un 90% de la varianza total, está asociada a escalas sinópticas, y presenta correlación y coherencias bajas pero significativas con la PSS y corrientes en los umbrales, donde el perfil vertical de correlaciones y coherencias muestra una respuesta baroclínica para la escala sinóptica. El viento hacia la cabeza del golfo, reduce el transporte profundo que fluye hacia la cabeza del golfo.

OCE-12

GENERATION, PROPAGATION AND DISINTEGRATION OF INTERNAL TIDAL WAVES IN AN OPEN BAY FROM A NARROW STEEP SHELVE

Filonov Anatoly¹, Lavín Miguel², Ladah Lydia² y Tereshchenko Iryna¹
¹*CUCEI, UDG*
²*CICESE*
 afilonov@prodigy.net.mx

The aim of this work is to describe the characteristics of internal waves in Todos Santos Bay, Baja California (Mexico) from direct measurements made in August 2007. Time series of temperature and currents were obtained with several moorings with chains of HOBO-V2 sensors and an ADP. In addition, transects were made using a towed undulating CTD system. These measurements allowed the construction of the scenarios of generation, propagation and disintegration of the internal tide in the Bay. Some locations of Todos Santos Bay exceed the critical latitude (30°N) for existence of the diurnal internal waves; nevertheless, all spectra of temperature and current fluctuations always present a peak in the diurnal period. This peak is due to the breeze and has no relation to the diurnal baroclinic tide. According to the structure of the observed internal wave, the bay can be roughly divided into two parts: the northern part, where the semi-diurnal internal waves predominated and the southern part, where the baroclinic diurnal fluctuations caused by the breeze dominated. Semidiurnal internal tidal waves are generated by the barotropic tide at various parts of the bottom on the continental slope and at a shelf break in the north of the Bay. They have wavelengths ~ 9 km, are distributed in the form of an arc, and travel to the southeast with phase velocity ~ 20 cm/s. In shallow waters near the coast, tidal waves are refracted and quickly divide into groups of short nonlinear internal waves with amplitudes 15-20 m, periods 5-20 minutes, and wavelengths 50-200 m. Nonlinear internal waves play an important role in the dynamics of Todos Santos Bay, especially in the coastal zone, since during their partial or total destruction, vertical mixing and sudden changes of stratification take place. This affects the vertical structure of water column and ocean biological productivity.

OCE-13

CONDICIONES DE ROMPIMIENTO DE ONDAS INTERNAS EN EL CAÑÓN DE PETACALCO

Ruiz Angulo Angel y Zavala Hidalgo Jorge
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
 angel@atmosfera.unam.mx

En las costas mexicanas, particularmente en el Pacífico, existe una gran cantidad de cañones submarinos. Los cañones submarinos favorecen el transporte de masas de aguas ricas en nutrientes hacia la plataforma continental, lo cual favorece la producción primaria.

En este trabajo se presentan observaciones en el cañón de Petacalco, localizado en la bahía de Petacalco en el Océano Pacífico (ca. 17.5°N y 102°W). Durante varias campañas, mediciones de CTD han mostrado la presencia del afloramiento de masas de aguas frías y saladas en la boca del cañón, en base a dichas observaciones se diseñó una campaña para realizar estudios mas detallados. Esta campaña fue realizada en septiembre de 2010 y consistió en una red de CTD, dos arreglos de termistores y dos corrientímetros (ADCP). Los arreglos de los termistores muestran variaciones de temperatura de gran amplitud con una frecuencia semi-diurna. Dichas variaciones sugieren la presencia de ondas internas, las cuales mientras viajan a lo largo del eje del cañón encuentran regiones donde el ángulo de incidencia de las ondas internas es igual a la pendiente batimétrica provocando el rompimiento de éstas. Al romper las ondas internas, los niveles de mezcla turbulenta se incrementan facilitando la mezcla de aguas profundas con aguas de la plataforma continental y así la abundancia de nutrientes en la región. Los perfiles individuales de densidad potencial y temperatura (CTD) muestran la presencia de inversiones, las cuales soportan la idea de que existe un incremento en la mezcla turbulenta debida al rompimiento de ondas internas al interactuar con el cañón.

OCE-14

MODELO GEOMÉTRICO BIDIMENSIONAL PROPUESTO PARA EL ESTUDIO DEL PATRÓN DE BRILLO DEL OLEAJE MEDIANTE IMÁGENES REMOTAS

Martín Atienza Beatriz¹ y Álvarez Borrego Josué²
¹*Facultad de Ciencias Marinas, UABC*
²*División de Física Aplicada, CICESE*
 atienza@uabc.edu.mx

La reflexión de la luz solar sobre el agua del mar nos proporciona una imagen de la superficie marina caracterizada por regiones brillantes de alto contraste y que se denomina patrón de brillo. El registro del patrón de brillo en una región oceánica se puede realizar mediante sensores remotos y se puede modelar

en dos dimensiones utilizando una función brillo circular. Esta función nos proporciona información acerca de la relación directa que hay entre la intensidad de la luz incidente y las pendientes del oleaje.

Para el estudio del patrón de brillo del oleaje, en este trabajo se presenta un nuevo modelo geométrico bidimensional en el que el detector se encuentra situado en una posición fija, a una determinada altura sobre la superficie del mar, y registra los rayos de luz que se reflejan en una determinada área de la superficie; la línea de visión entre el detector y cada uno de los puntos de la superficie marina presenta un ángulo de reflexión que varía de punto a punto. Teniendo en cuenta este modelo, se calcula el rango de pendientes del oleaje en las que la luz solar reflejada incide sobre el detector, proporcionando regiones brillantes en el patrón de brillo registrado por el detector y que nos permitirá estudiar las propiedades estadísticas de la superficie del mar de manera rápida y eficaz.

OCE-15

ANÁLISIS BIDIMENSIONAL DE ALGUNAS PROPIEDADES ESTADÍSTICAS DE LA SUPERFICIE MARINA A PARTIR DE IMÁGENES REMOTAS UTILIZANDO UN MODELO GEOMÉTRICO CON ÁNGULO DE REFLEXIÓN VARIABLE Y CONSIDERANDO UNA DENSIDAD DE PROBABILIDAD GAUSSIANA Y NO GAUSSIANA BID

Álvarez Borrego Josué¹ y Martín Atienza Beatriz²

¹División de Física Aplicada, CICESE

²Facultad de Ciencias Marinas, UABC
josue@cicese.mx

Al reflejarse la luz del Sol en la superficie del mar se genera una imagen de ésta que presenta contrastes de intensidad elevados. Dicha imagen se denomina patrón de brillo y puede quedar registrada en una fotografía aérea. Con el registro de este patrón se pueden determinar algunas propiedades estadísticas de la superficie del mar.

En 2011 propusimos un nuevo modelo geométrico en el que la línea de visión entre el detector y un punto de la superficie marina dependía de la posición del punto en el perfil de datos. Extendiendo ahora este modelo al caso bidimensional, se ha generado sintéticamente una superficie de datos bidimensional de la superficie del mar con distribución gaussiana y no gaussiana y se han calculado las correspondientes pendientes y el patrón de brillo resultante.

Asimismo, se ha utilizado una función de distribución gaussiana y no gaussiana para obtener una relación nueva entre la varianza de las pendientes de la superficie y la varianza de las intensidades de la imagen en donde el ángulo de incidencia de la luz del Sol varía entre 10 y 50 grados, medidos respecto a la vertical. Se analizan estas relaciones para diferentes alturas del detector. Se realiza el análisis analíticamente y geoméricamente en el presente trabajo.

OCE-16

LA INTERACCIÓN ENTRE COMPONENTES DEL OLAJE Y SU EFECTO EN EL ESFUERZO DEL VIENTO

García Nava Héctor¹ y Ocampo Torres Francisco Javier²

¹Oceanografía Física, IIO

²CICESE

hector.garcia.nava@uabc.edu.mx

Para poder comprender mejor los fenómenos físicos que determinan la interacción entre el océano y la atmósfera se han realizado diversos estudios en laboratorios en temas muy variados que incluyen: la transferencia de propiedades entre fluidos, la generación y disipación de la turbulencia, el crecimiento y disipación del oleaje, entre otros. La realización de experimentos en el laboratorio permite entender procesos específicos al controlar los parámetros relevantes del proceso en estudio y limitar la influencia de otras variables. Otras ventajas del trabajo en laboratorio son la capacidad de realizar repeticiones de un mismo experimento y el poder extender las mediciones a condiciones en las que en el campo estas son muy difíciles de realizar e.g. en vientos muy intensos. En este trabajo se presentan los resultados de una serie de experimentos de laboratorio en los que se investiga la interacción entre componentes del oleaje y su efecto en el flujo de momento entre el aire y el agua. Los experimentos se realizaron en el túnel de viento y oleaje Air-Sea Interaction Salt water Tank (ASIST) de la Universidad de Miami. A partir del análisis de las observaciones se determinó que la presencia de olas generadas con un pistón neumático (olas generadas mecánicamente) afecta al esfuerzo del viento a través de dos mecanismos: las olas generadas mecánicamente ocasionan 1) un aumento del esfuerzo total al intercambiar momento con el flujo de aire y 2) una atenuación del oleaje generado por el viento y por lo tanto causan una disminución del esfuerzo asociado a este mismo oleaje.

OCE-17

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MODELACIÓN DE OLAJE GENERADO POR CICLONES TROPICALES EN LA REGIÓN DEL GOLFO DE MÉXICO

Adame Hernández Guadalupe Mayela¹, Padilla Hernández Roberto² y Ulloa Torres Marco Julio³

¹Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Unidad Altamira, IPN

²MSG/NOAA/NCEP/MMAB

gmadameh@hotmail.com

Se evalúan los resultados del modelo numérico espectral de oleaje WAM para tres casos de Ciclones Tropicales (CT) utilizando como forzamiento dos bases de datos de viento: Reanálisis de campos de viento I del NCEP/NCAR/NOAA, con resolución espacial de 1.9° x 1.9°; y campos de viento combinados (BMWF, Blended Mean Wind Field) producto de IFREMER/CERSAT, con resolución espacial de 0.25° x 0.25°. La simulación del oleaje se llevo a cabo para la región del Golfo de México. Los tres casos de CT son Dean (categoría 5), Erin (categoría Tormenta Tropical) y Lorenzo (categoría 1). Todos ellos ocurrieron en agosto-septiembre del 2007. Se analizan los campos de olas relacionados a los campos de viento y espectros de oleaje en la posición geográfica de las boyas del Centro Nacional de Datos de Boyas (NDBC, por sus siglas en inglés) más cercanas a la trayectoria de cada uno de los CT analizados. El modelo presenta una buena respuesta al forzamiento de los campos de viento NCEP y BMWF. Los campos de olas, resultado del forzamiento de los campos de viento BMWF presentan una mejor descripción del fenómeno de CT en los tres casos de estudio. En los espectros 1D se observa que el pico espectral se mantiene constante durante 12 horas en el caso de la modelación con los vientos NCEP, el doble del tiempo que en el caso de los espectros 1D resultado de la modelación con los vientos BMWF, esto con respecto a los espectros 1D de la NDBC. Se observa mayor dispersión de la energía en la frecuencia y dirección de propagación, en los espectros 1D y 2D respectivamente, en los resultados de NCEP con respecto a los resultados de BMWF. Los resultados de altura significativa de ola y período promedio se comparan con las mediciones de las boyas oceanográficas, observando que la razón de crecimiento de las olas simuladas con los vientos NCEP tiende a un mayor desfase del crecimiento de las olas observadas, este desfase es menor en el caso de las olas producidas con los vientos BMWF. Del análisis estadístico de los parámetros de olas en general se observa una tendencia en las olas de menor altura similar a las observadas, excepto en el pico del CT. El modelo hace una buena simulación con ambos casos de viento NCEP y BMWF. Los resultados con los vientos BMWF presentaron menor error. Las diferencias entre los resultados del modelo se deben a la diferencia en la resolución espacial entre las dos bases de datos de los campos de viento de NCEP y BMWF.

OCE-18

VARIABILIDAD ESTACIONAL DEL PACÍFICO NORORIENTAL FRENTE A LAS COSTAS MEXICANAS: MODELACIÓN NUMÉRICA

Gómez Valdivia Felipe, Parés Sierra Alejandro Francisco y Flores Morales Ana Laura
CICESE

fgomez@cicese.edu.mx

Con ayuda de un modelo numérico, hemos analizado la variabilidad estacional del Pacífico frente a las costas mexicanas. Los resultados del modelo son congruentes con la dinámica regional y muestran que la superficie oceánica contiene una fuerte componente anual generada por la variación estacional de forzamientos atmosféricos locales y la intensificación anual de la Corriente de California. Por otro lado, el modelo evidencia que la variabilidad estacional de la dinámica subsuperficial costera es gobernada principalmente por una componente semianual debida a la propagación de ondas atrapadas a la costa. Éstas afectan principalmente los campos de velocidad y temperatura, son de origen remoto, y se propagan con velocidad promedio de 1.6 m/s.

OCE-19

ASPECTOS DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL Y CONCENTRACIÓN DE CL-A EN EL PACÍFICO CENTRAL MEXICANO (1998-2007)

Gaviño Rodríguez Juan Heberto¹, Reyes Herrera Ezequiel Alejandro², Carbajal Pérez Noel³, Obeso Nieblas Maclovio⁴, Quijano Scheggia Sonia⁵, Olivos Ortiz Aramis⁶ y Galicia Pérez Marco Antonio⁵

¹Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas, UCOL

²FACIMAR, UCOL

³IPICYT

⁴CICIMAR La Paz, IPN

⁵CeUnivO, UCOL

⁶CeUnivO, UCOL

lgavinho@gmail.com

En base a las imágenes de temperatura mensual de 10 años (1998-2007) de los radiómetros AVHRR/2 y AVHRR/3 de los satélites NOAA-7 y NOAA-15 con una

resolución de ~4x4 km y a las de clorofila-a del espectroradiómetro SeaWiFS del satélite SeaStar con resolución de ~9x9 km, se realiza 1) análisis armónico con períodos de 6, 12, 24, 48 y 96 meses, 2) análisis de componentes principales a los datos de temperatura, a los de clorofila y a los de clorofila y temperatura de manera conjunta

El campo promedio de temperatura muestra un gradiente en dirección NW-SE, el de clorofila esta caracterizado por valores altos solo en la vecindad inmediata a la costa y preponderantemente en la sección norte. El análisis armónico de la temperatura indica que la señal anual es la más relevante, las amplitudes son mínimas en la parte sur, aumentan hacia el norte y se propaga de E a W. En la señal semianual las amplitudes son mínimas alrededor del eje SW-NE, aumentan alejándose de él y se propaga a manera de una anfidiromía anticiclónica con centro en la mitad de la región. Para Cl-a, el modo anual tiene un máximo situado en una franja alrededor de Bahía Banderas hacia el sur, el modo semianual las amplitudes son máximas en la vecindad inmediata a la costa y muestra una propagación parecida al semianual de T. El análisis de componentes principales, que descompone la señal en los patrones de comportamiento espacial mas relevantes, muestra que 6 vectores principales (independientemente del filtrado o preprocesamiento que se realice a los datos) explican mínimamente el 95% en el caso de temperatura y 90% en caso de clorofila de casi todos los campos que se reconstruyen y con 12 se explican todos. Cuando el análisis se realiza a los datos conjuntos de T y Cl-a, se tuvo que realizar una interpolación con una ecuación de difusión para que los campos de Cl-a y T coincidieran, la reconstrucción con el mismo número de vectores principales explica 85% (T) y 80%(Cl-a). La obtención clásica de los vectores principales, presenta ciertas similitudes en el caso de temperatura con los modos de resonancia de los niveles de agua en una cuenca rectangular y en el caso de la clorofila-a con los de un canal rectangular.

OCE-20

CIRCULACIÓN SUPERFICIAL EN LA BAHÍA TODOS SANTOS, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO, RADARES DE ALTA FRECUENCIA

Larrañaga Fu Marco¹, Durazo Arvizu Reginaldo¹,
Flores Vidal Xavier² y Castro Valdez Rubén¹

¹Facultad de Ciencias Marinas, UABC

²Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC
larranaga.marco@gmail.com

En este trabajo se presenta y discute la variabilidad estacional de las corrientes superficiales en la Bahía de Todos Santos (BTS) Baja California durante el año 2010, así como sus principales forzantes. Los resultados fueron obtenidos mediante un arreglo de radares de alta frecuencia (25 MHz) con los que se midieron datos horarios de la corriente superficial (# 1 m de profundidad) con una resolución espacial de 1 km. De manera adicional, se presentan datos de re-análisis de temperatura superficial oceánica (producto satelital GHSST-MUR) con una resolución temporal de 1 día y espacial de 1 km, además de datos horarios de una estación meteorológica. Se encontró que en la región expuesta de la bahía el flujo medio anual de las corrientes superficiales fue predominante hacia el interior de la bahía, con corrientes relativamente intensas (25 cm/s) y direcciones bien definidas, mientras que en las zonas cercanas al Puerto de Ensenada (PE) las corrientes fueron más débiles (5 cm/s) y con dirección variable. El comportamiento dinámico de las corrientes fue similar para las diferentes estaciones del año con la excepción del verano, donde se observó la presencia de un remolino ciclónico en la región noreste de la bahía. El análisis espectral mostró que los procesos dominantes tienen periodicidad diurna (24 hrs) y semidiurna (12 y 12.4 hrs). Para evaluar la influencia del viento sobre la circulación superficial de la BTS, se realizó una correlación vectorial entre los datos de viento y la corriente superficial. La mayor correlación (60 %) se presentó en la región noreste de la bahía. El porcentaje de la variabilidad de la circulación superficial explicada por la marea fue mayor (12 %) en las zonas cercanas a la boca del Estero de Punta Banda. Estos escenarios fueron observados junto con temperaturas de # 25 # C en las regiones cercanas al PE durante el verano, mismas que disminuyeron hacia el exterior de la bahía (# 16.5 # C). Se discuten los procesos de convergencia y divergencia y su relación con el transporte de agua.

OCE-21

MODELACIÓN HIDRODINÁMICA DE UNA LAGUNA COSTERA CÁRSTICA Y SOMERA: IMPLEMENTACIÓN, CALIBRACIÓN BAROTRÓPICA Y ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Casares Salazar Rafael y Mariño Tapia Ismael

Departamento de Recursos del Mar, Cinvestav Unidad Mérida
rcasares@mda.cinvestav.mx

En una laguna costera cárstica el aporte de agua dulce puede ocurrir en forma de pequeños pero numerosos y dispersos manantiales submarinos que descargan las aguas subterráneas del acuífero, como ocurre en la zona costera del estado de Yucatán, México. Estos aportes de agua dulce, junto con otros

forzamientos como la marea y atmósfera, pueden ejercer un efecto importante en la circulación y en los tiempos de residencia lagunar.

La presente investigación tiene por objetivo comprender el funcionamiento hidrodinámico barotrópico de una laguna costera cárstica y somera, considerando los forzamientos oceanológicos (mareas y corrientes), meteorológicos (viento y radiación solar) e hidrológicos (descargas de agua), como un preámbulo a la modelación baroclínica.

El estudio incluye el uso de datos recabados en campañas oceanográficas intensivas en las cuales se realizaron: perfiles de CTD; instalación de corrientímetros y CTDs en sitios distribuidos en la laguna; y mediciones topobatómetricas de detalle. Con lo anterior se implementó un modelo numérico de flujo en el código DELFT3D versión open source (de Deltares) para la comprensión barotrópica de los procesos observados en campo.

Se presentarán los resultados de un análisis de sensibilidad de las principales variables involucradas en el modelo, entre ellas: el tamaño de las celdas del grid, time step, profundidad, coeficientes de fricción, condiciones de frontera, implementación del secado e inundación de celdas, viscosidad y difusividad eddy. La modelación hidrodinámica de los cuerpos costeros es una herramienta que permite ampliar el conocimiento científico y tomar mejores decisiones para el uso y manejo sustentable de estos ecosistemas que proveen importantes servicios ambientales. El análisis de sensibilidad permite identificar las variables de mayor influencia en los resultados de simulación para concentrar esfuerzos en su estimación o medición in situ.

OCE-22

ANÁLISIS DE LOS DISTINTOS FORZAMIENTOS DE LA CIRCULACIÓN EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO MEDIANTE OBSERVACIONES Y MODELACIÓN NUMÉRICA

Mateos Jasso Adriana, Zavala Hidalgo Jorge, Romero
Centeno Rosario y Allende Arandia María Eugenia
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
amateos@atmosfera.unam.mx

El Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV) es una zona natural protegida que cubre un área de 400 km² y está localizado sobre la plataforma continental frente a Veracruz, al suroeste del Golfo de México y está formado por dos grandes grupos de arrecifes.

Se estudia la circulación en esta zona utilizando diferentes configuraciones y modelos numéricos, identificando la importancia relativa de los distintos forzamientos, en particular de los vientos locales y como afectan los campos de velocidad, y las masas de agua. Los resultados se evalúan contra observaciones de corrientes, nivel del mar y mediciones hidrográficas, se aplican diferentes métodos de validación.

OCE-23

MASAS DE AGUA SUPERIORES Y CIRCULACIÓN EN EL SISTEMA ARRECIFAL MESOAMERICANO

Carrillo Bibrieza Laura Elena¹, Lavín Miguel² y Ochoa José²

¹Departamento de Ecología y Sistemática Acuática, ECOSUR

²CICESE

lcarrillo@ecosur.mx

El Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM) se encuentra en el Caribe occidental, y representa la segunda mayor barrera de arrecifes de coral y la última parte del sistema de circulación de la gran cuenca del Caribe. Un programa de investigación a gran escala de larvas e hidrografía fue desarrollado para proporcionar un estudio de referencia de la oceanografía pesquera del Caribe occidental durante la temporada invernal de desove de algunas especies como el mero. Durante los inviernos de 2006 y 2007, dos campañas oceanográficas a bordo del barco Gordon Gunter NOAA se realizaron en el SAM. Las estaciones fueron seleccionadas para proporcionar un mapa de distribución de larvas de peces y para resolver las dinámicas características oceanográficas. Durante estas campañas se realizaron observaciones de corrientes por medio de un perfilador acústico de corrientes Doppler (ADCP) (RDI 150 kHz), lances de CTD (conductividad-temperatura-profundidad) y liberación de boyas ARGOS. Se presenta una descripción detallada de la circulación a lo largo del SAM, con énfasis en la distribución de las masas de agua en los primeros 1000 m de profundidad. Una caracterización regional basada en la hidrografía y la circulación se sugiere con importantes implicaciones para la distribución de las larvas de peces, huevos y contaminantes. En general 3 regiones caracterizadas por diferentes regímenes son identificadas, la región del Golfo de Honduras caracterizada por corrientes débiles, la región norte del SAM en identificada por corrientes con magnitudes > 50 cm/s y donde se identifica claramente la Corriente de Yucatán, y una región de transición, caracterizada por la zona arribo de la Corriente Cayman (ZACC). La separación de un régimen con un patrón de corrientes definido al norte del SAM y uno variable y débil al sur del SAM parece ser definido por la ZACC.

OCE-24

ANOMALÍA DE LA ALTURA DEL MAR EN LA COSTA NORTE DEL ESTADO DE VERACRUZ

Gómez Ramírez Mario¹ y Álvarez Román Karina²¹Licenciatura en Geografía, UV²Posgrado de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM
mariogomez@uv.mx

El seguimiento de las mediciones de la altura del nivel de mar es sumamente importante en la dinámica del océano. Llevar a cabo este tipo de registros de los litorales que rodean a la República Mexicana, son un requerimiento que no debe pasarse por alto. En la actualidad los avances tecnológicos de la altimetría satelital, resultan herramientas que se utilizan para llevar a cabo este tipo de mediciones.

El calentamiento global que cada vez más se incrementa, obliga a estar atentos a la circulación del océano como regulador térmico del clima, así como del deshielo de los glaciares, las precipitaciones, el avance del agua marina sobre las zonas costeras bajas, en el desarrollo de los ciclones tropicales, la marea de tormenta que estos fenómenos marinos causan, en combinación con la marea astronómica, el comportamiento de variables como la temperatura superficial del mar, la salinidad, las corrientes, el oleaje; también, en la previsión de eventos como el ENSO y el Viejo, entre otros.

En esta investigación, se realizó un seguimiento diario de la anomalía de la altura del mar durante los meses transcurridos de 2012, que tuvo la costa septentrional veracruzana desde Pánuco hasta Nautla. El trabajo consistió en el análisis e interpretación cartográfica de imágenes satelitales diarias de la zona del Golfo de México disponibles vía internet del Laboratorio Meteorológico y Oceanográfico del Atlántico de la NOAA.

Los resultados obtenidos fueron que unos días después de ocurrir el solsticio de verano de 2012 en el hemisferio norte, se observó una anomalía positiva de la altura del nivel del mar en la zona que comprende Cabo Rojo al este de la laguna de Tamiahua, Ver.

El agua marina desde finales del mes de junio comenzó a incrementar su nivel y entre los días del 28 al 31 de julio alcanzó una elevación positiva de 12.5 cm y así se mantuvo. En la semana de agosto en que impactó el ciclón tropical "Ernesto" sobre el sur del litoral veracruzano, influyó en el ascenso de nivel del agua marina de la zona, sobre la costa de Nautla alcanzó 15 cm y en Pánuco fue menor la elevación.

Esta situación de la altura del nivel del mar en el litoral septentrional veracruzano, contrastó con lo que se presentó desde el inicio del año hasta finales de la primavera de 2012, que en general, registró niveles negativos.

OCE-25

DETECCIÓN DE FENÓMENOS OCEANOGRÁFICOS Y ATMOSFÉRICOS EN EL SUROESTE DEL GOLFO DE MÉXICO

Gómez Soto Diego, Shirasago Germán Bernardo, Obeso Nieblas
Maclovio, García Morales Ricardo, Guevara Guillen Cristóbal,
Pérez Lezama Edgar Leonardo y Rojas Robles Nidia Elisa
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
arawing_02@hotmail.com

Se realizó un estudio con el Radar de Apertura Sintética (SAR) en el suroeste del Golfo de México, en la Bahía de Campeche, un cuerpo de agua de gran relevancia para el país. En ella descargan los ríos más caudalosos de México, el Coatzacoalcos y el Sistema Grijalva-Usumacinta, además de albergar la Sonda de Campeche, zona de alta producción petrolera. El periodo de estudio corresponde a los meses de septiembre y octubre de 1999, época caracterizada por marcadas condiciones adversas, debido a fuertes lluvias y consecuentes descargas de los ríos anteriormente mencionados. Se procesaron 18 imágenes SAR.PRI con programas especializados como BestW (Envisat and ERS Toolbox), ERMMapper, Nest (Next ESA SAR Toolbox) y ENVI (Environment for Visualizing Images). Adicionalmente, en este estudio se analizaron los últimos avances científicos realizados dentro del programa ESA-ERS2, lo cual cubrió aspectos involucrados en el funcionamiento y operación del sensor SAR. En las imágenes SAR se detectaron fenómenos oceanográficos como frentes, remolinos, corrientes litorales así como procesos atmosféricos, como lo son celdas de lluvia, frentes de viento, entre otros.

Palabras clave: SAR, SAR.PRI, ERS2.

OCE-26

ESTUDIO DE LOS FORZAMIENTOS QUE GENERAN LA SURGENCIA DE YUCATÁN USANDO UN MODELO NO HIDROSTÁTICO

Ramos Musalem Ana Karina, Zavala Hidalgo Jorge y Ruiz Angulo Angel
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
anakarinarm@gmail.com

La surgencia de Yucatán ha sido documentada mediante observaciones hidrográficas desde hace más de 50 años; sin embargo, no se ha alcanzado un consenso sobre los procesos físicos que la causan. Algunos estudios previos han utilizando modelos hidrostáticos cuya aproximación presenta limitaciones cuando las velocidades verticales son relativamente grandes. El presente trabajo estudia los mecanismos de la surgencia de Yucatán mediante el modelo de circulación global MITgcm en modo hidrostático y no hidrostático. Se propone como hipótesis que la surgencia es ocasionada por una diferencia de presión entre el Canal de Yucatán y el Banco de Campeche, causada por la acumulación de agua en el oeste del Canal de Yucatán debido a la corriente de Yucatán y la fuerza de Coriolis, y por el viento dominante del este, en el Banco de Campeche.

La configuración utilizada abarca el Golfo de México (98.1W a 80.6W, 18.1N a 31.5N) y consiste en una malla de 352x269x37 nodos, con una resolución horizontal de 1/20°. El modelo es forzado en la superficie con viento, flujos de calor, temperatura del aire, humedad relativa y precipitación, tomados de NCEP/NCAR. Las condiciones iniciales y de frontera abierta se obtuvieron de la salida del modelo HYCOM 1/25° del Golfo de México.

OCE-27

ESTUDIO DEL CICLÓN DEL GOLFO DE CAMPECHE CON BOYAS DE DERIVA 2007-2010

Sandoval Hernández Erika, Peréz Brunius Paula,
Sheinbaum Pardo Julio y Zavala Sansón Luis
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
akiresanher@yahoo.com.mx

En este trabajo se estudia la influencia de la topografía del fondo en la circulación del Golfo de Campeche (localizado en el área comprendida entre las latitudes de 18.5°N a 23°N y las longitudes de 92°O a 97°O) que se caracteriza por la presencia de un ciclón semipermanente. A partir de boyas de deriva superficiales se obtuvo el campo de velocidades del ciclón, para el periodo de septiembre de 2007 a agosto del 2010. Para ello se realizó un cambio de sistema coordenado cuyo origen está dado por el centro del ciclón, eliminando así su movimiento de traslación. El centro se determinó encontrando el mínimo del nivel del mar a partir de datos de altimetría satelital. Se obtuvieron los campos de velocidad y vorticidad para el promedio anual y trimestrales a partir de las trayectorias de las boyas de deriva en el nuevo sistema coordenado. Los resultados muestran que el ciclón permanece en la región profunda, y que su tamaño está determinado por la topografía del fondo marino. Las variaciones observadas en forma, intensidad y posición se deben a la presencia de estructuras de mesoescala que afectan al ciclón.

OCE-28

UNA NUEVA APROXIMACIÓN A LOS BALANCES DE CALOR, SAL Y OXÍGENO DE LAS AGUAS INTERMEDIAS Y PROFUNDAS DEL GOLFO DE MÉXICO

Bernal Franco Gladys¹, Ochoa Jose Luis², Herguera
Juan Carlos², Sheinbaum Julio² y Candela Julio²
¹Facultad de Minas, UNAL
²CICESE
gbernal@unal.edu.co

Las masas de agua en el Golfo de México provienen del Caribe y del océano Atlántico. Hasta 700 - 800 m de profundidad, las aguas entran por el estrecho de Yucatán salen por el estrecho de la Florida, mientras que las aguas más profundas entran y salen del Golfo por el estrecho de Yucatán. Se han hecho varios intentos para entender los tiempos de residencia de las aguas profundas, sus intercambios y explicar sus contenidos de sal y oxígeno, pero los resultados hasta el momento no son concluyentes. En este trabajo se implementó un modelo de cuatro cajas, limitado por isopícnas, utilizando los datos disponibles del World Ocean Database del National Oceanographic Data Center, NODC (<http://www.nodc.noaa.gov/OC5/indprod.html>), complementados con datos de dos campañas oceanográficas recientes, Xiximi 1 y Xiximi 2, realizadas durante el 2010 y 2011 respectivamente. Los transportes en Yucatán fueron obtenidos de la base de datos del programa CANEK. Las cajas superficial e intermedia superior fueron limitadas de acuerdo con procesos biogeoquímicos, mientras que las cajas intermedia inferior y la profunda, con procesos físicos por el principio de conservación de masa. La caja superficial no se resolvió, únicamente se usó para constreñir los intercambios con las otras cajas. Los resultados del balance de calor indicaron que en todas las cajas por debajo

de 160 m el Golfo gana calor y la difusión de calor entre las cajas es siempre desde la superficie hacia el fondo. Los coeficientes de difusión calculados tienen un orden de magnitud de 10-5, similares a los reportados en la literatura. El balance de sal indicó inconsistencias en las difusiones, aunque los órdenes de magnitud de los coeficientes estuvieron dentro de lo esperado. Problema que también encontramos para el balance de oxígeno. Estos resultados delatan la necesidad de un mayor número y precisión de mediciones químicas en las aguas profundas y de los flujos de agua en los canales. En cuanto a los tiempos de residencia, se obtuvieron valores de aproximadamente 45 años para las aguas profundas del Golfo, 7 años para las aguas intermedias profundas y 1.5 años para las intermedias superficiales. Los resultados se comparan con los previamente publicados. En general, se concluye que un modelo de cajas limitado por isopícnas puede representar bastante bien los balances en el GM, pero todavía se requiere mejor información para representar adecuadamente el estado estacionario.

OCE-29

MODELACIÓN NUMÉRICA DEL CICLO ANUAL Y LA VARIABILIDAD INTERANUAL DEL PLANCTON EN EL SUR DEL GOLFO DE MÉXICO

Lagunas Modesto María de la Luz, Zavala Hidalgo Jorge, Allende Arandía María Eugenia y Sanvicente Añorve Laura Elena
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
 mary_clark_02@hotmail.com

Se está desarrollando un modelo biológico a base de nitrógeno para simular el ecosistema del Sur del Golfo de México, en particular la Bahía de Campeche. El modelo biológico incluye dos nutrientes (amonio y nitrato), dos tamaños de fitoplancton, dos tamaños de zooplancton y detritos. También se considera la radiación incidente. El modelo biológico se acopla en una dirección al modelo de circulación oceánica HYbrid Coordinate Ocean Model (HYCOM) del cual se obtienen las corrientes y mezcla vertical para los términos advectivos y convectivos de la concentración de los nutrientes, plancton y zooplancton. En la simulación se consideran las descargas de nutrientes asociadas a los ríos y lagunas principales. El modelo se valida usando datos del color del océano del satélite SeaWiFS.

Los resultados reproducen el ciclo anual de concentración de clorofila-a previamente reportado.

OCE-30

MECANISMOS DE SEPARACIÓN DEL REMOLINO ANTICICLÓNICO DE LA CORRIENTE DE LAZO

García-Jove Navarro Maximo, Sheinbaum Pardo Julio y Jouanno Julien
Oceanografía Física, CICESE
 mjove@cicese.mx

La dinámica de la variabilidad de la Corriente de Lazo (CL) en el Golfo de México (GM) es analizada con cuatro experimentos de simulación de 18 años cada uno (1992-2009) usando el modelo oceanográfico de alta resolución llamado NEMO. La dinámica principal de mesoescala en el GM está dominada por la extensión y la retracción de la CL, el desprendimiento irregular de remolinos anticiclónicos de la Corriente de Lazo de Núcleo Caliente (RCL) y la aparición de frentes de remolinos ciclónicos alrededor de la Corriente de Lazo (FRCL). El primer experimento, llamado REF, sirve para validar la configuración de la simulación, comparándola con datos de satélite y datos de red de anclajes en el GM. El segundo experimento, llamado WIND, usa los forzamientos climatológicos de ERA-interim para entender la influencia del forzamiento estacional del viento sobre la dinámica de la CL. El tercer experimento, llamado FRONT, usa condiciones de fronteras climatológicas para analizar si las perturbaciones originadas en el Caribe y en el Atlántico afectan a la variabilidad de la dinámica de la CL. El cuarto y último experimento, llamado VISCO, estudia con una caja de súper-viscosidad en la zona del Caribe, si la presencia de remolinos ciclónicos en el Caribe (RCC) afecta la dinámica de la CL.

Las condiciones de desprendimiento son favorables en verano y en invierno cuando el viento en el Caribe son más intensos y producen un mayor transporte a través del Canal de Yucatán (CY). Las perturbaciones del Caribe y del Atlántico afectan al número de separaciones del RCL, la ausencia de las perturbaciones disminuyen los eventos de separación y repercuten en la variación estacional del transporte a través del CY. Además la ausencia de los RCC disminuye considerablemente el número de eventos de desprendimiento de los RCL pero no modifica el transporte a través del CY. Por último, se estudiara la influencia de la energía cinética y la vorticidad potencial antes y después de un desprendimiento de un RCL.

OCE-31

RECONSTRUCCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE PETRÓLEO PROVENIENTE DEL DERRAME OCASIONADO POR EL ACCIDENTE DE LA PLATAFORMA DE BRITISH PETROLEUM EN EL GOLFO DE MÉXICO OCURRIDO EN 2010

Zavala Hidalgo Jorge, Romero Centeno Rosario, Osorio Tai María Elena y Arellano Guerrero Fernando
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
 jzavala@atmosfera.unam.mx

Utilizando la información del crudo derramado y su remoción por distintos mecanismos, así como el modelo de circulación oceánica Hybrid Coordinate Ocean Model (HYCOM) y el modelo de circulación atmosférica Weather Research and Forecasting (WRF), se lleva a cabo una reconstrucción de la concentración del petróleo derramado en el Golfo de México por el accidente de la plataforma de la compañía British Petroleum del 20 de abril de 2010. La reconstrucción considera el período del derrame y los meses posteriores a la fecha en que fue controlado hasta el 31 de diciembre de ese año. Para los cálculos de la concentración de petróleo se utilizan los campos de viento y corrientes simulados cada 6 horas a partir de datos horarios del WRF y de datos diarios del HYCOM, respectivamente.

La evolución del petróleo derramado en superficie se simula con tres escenarios, uno en el cual se considera el desplazamiento del petróleo sin decaimiento y en los otros dos se incluye la disminución en su concentración por quema controlada, evaporación, recolección, dispersión natural y dispersión química, con distintas escalas temporales de decaimiento. Los resultados sugieren que el petróleo derramado sólo se transportaría hacia el oeste del Golfo de México en las condiciones de otoño, cuando las condiciones atmosféricas y oceánicas serían favorables para ello. En las simulaciones con decaimiento por biodegradación de 60 días y 15 días, no llega petróleo derramado a las costas mexicanas.

OCE-32

ESTUDIO DE LA DISPERSIÓN DEL DERRAME PETROLERO PROVOCADO POR EL ACCIDENTE EN LA PLATAFORMA USUMACINTA

Zarza Alvarado Miriam Arianna¹ y Zavala Hidalgo Jorge²
¹*Instituto de Geofísica, UNAM*
²*Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM*
 alvarado@geofisica.unam.mx

Este trabajo se enfoca al estudio de dispersión en vertidos de hidrocarburo sobre la superficie del mar. Como tal, la dispersión la defino como el conjunto de partículas que se mueven en una dirección dominante por un medio establecido. Los principales procesos que transportan el petróleo son la advección, difusión y dispersión, siendo el primero el que transporta el hidrocarburo a grandes distancias, aunque en mar abierto los causantes pueden ser: los vientos, corrientes y turbulencia de gran escala. Además de estos procesos el petróleo derramado se ve afectado por procesos de envejecimiento. Visto como un transporte horizontal y vertical; los procesos involucrados en la expansión horizontal de la mancha son la advección, viento y oleaje, así como también, la dispersión y difusión turbulenta. Mientras que en su dispersión vertical participa la difusión turbulenta vertical y la advección por la diferencia de densidades entre el petróleo y el agua, además del oleaje rompiente.

El medio a considerar es la interface mar-aire, el cual es resuelto a partir de los modelos numéricos de circulación oceánica y atmosférica: Navy Coastal Ocean Model (NCOM) y Weather Research and Forecasting (WRF), respectivamente. Estos modelos son capaces de simular la hidrodinámica en la superficie del mar, en este caso para el Golfo de México y los vientos superficiales. Los modelos en conjunto con un modelo lagrangiano de dispersión de partículas nos permiten reproducir la trayectoria del aceite una vez vertido en el mar y representar la mancha de aceite.

También para un vertido de hidrocarburo es primordial considerar las propiedades físico-químicas del crudo derramado para considerar la evaporación, disolución, emulsificación, biodegradación, foto-oxidación y sedimentación, lo cual nos permite comprender el destino del hidrocarburo. Además, de los conocimientos señalados, se emplea Matlab, que es un software matemático, para la manipulación y procesamiento de datos, así como para la representación gráfica de los resultados.

Un objetivo fundamental de este trabajo, es considerar la ubicación del petróleo vertido por la Plataforma Usumacinta, perteneciente a Petróleos Mexicanos (PEMEX), situada al sur del Golfo de México, a 18 km de Frontera, Tabasco. Las coordenadas (18°48'41"N 92°42'26"W) nos permiten colocar el origen del derrame y realizar el ciclo que describe la mancha de petróleo sobre el plano superficial del mar y observar así las diferentes etapas que presenta, a partir de las secuencias de datos oceanográficos y atmosféricos en intervalos de 1 hr. Con los resultados del movimiento de las partículas de petróleo se añade una región de riesgo ambiental. En las conclusiones que proporciona PEMEX en su página de internet (<http://www.pemex.com>); estima un vertido de 422 barriles

diarios, donde 20% asciende a la atmosfera por combustión completa y 40% se evapora por ser un aceite ligero.

OCE-33

DISTRIBUCIÓN DE V, NI, CD, PB Y LAS RELACIONES ISOTÓPICAS DE PB EN GOLFO DE MÉXICO

Lares Reyes María Lucila
División de Oceanología, CICESE
llares@cicese.mx

En este trabajo se presentarán los primeros datos sobre las distribuciones espaciales de los metales V, Ni, Cd, Pb y las relaciones isotópicas 204Pb/206Pb, 207Pb/206Pb, 208Pb/206Pb en la zona profunda del Golfo de México. Las concentraciones medidas fueron similares a las reportadas para el océano Atlántico. La única región que tuvo concentraciones mayores al promedio de los metales Cd, Ni y Pb, se encontró al noroeste de la región estudiada, sobre los 25° N (estación 16), posiblemente debido a un giro en esta zona. Las concentraciones promedio de Cd y Ni de toda la región estudiada, presentaron distribuciones verticales tipo nutriente que son características de estos metales. El Pb presentó una distribución vertical tipo remoción, también característica de ese metal. Por su parte el V, no se relacionó a las distribuciones de los demás metales lo que se explica por su comportamiento cuasi-conservativo. Las relación isotópica 204Pb/206Pb mostró un cambio en la sonda de Campeche a los 50 y 600 m, sin que la concentración de Pb mostrara un incremento. Sin embargo sí coincidió con el aumento en las concentraciones de Pb de la estación 16 a los 10 y 50 m y también con la aparente entrada de una masa de agua proveniente de la zona del Caribe con mayores concentraciones de Pb a los 1500 m. Las relaciones isotópicas del Pb radiogénico (207Pb/206Pb, 208Pb/206Pb) reflejaron aportes posiblemente de la plataforma, como se puede ver en las concentraciones de Pb, principalmente a los 600 m así como una entrada de una masa de agua con concentraciones altas a los 2500 m.

El estudio de estos metales así como de las relaciones isotópicas del Pb nos pueden ayudar a comprender el funcionamiento del Golfo de México así como los aportes debido a contaminantes.

OCE-34

RESPUESTA DEL OCÉANO ANTE EL ESFUERZO DEL VIENTO NORMAL A LA COSTA

Ortiz Bañuelos Alma Delia y Velázquez Muñoz Federico
Departamento de Física, Universidad de Guadalajara
fisicalma@hotmail.com

Utilizamos el modelo numérico POM (Princeton Ocean Model) el cuál se caracteriza por ser tridimensional, hidrostático y resuelve las ecuaciones primitivas, para estudiar la respuesta del océano debido a un flujo de viento normal a la costa. Se considera un océano rectangular con fondo plano, Coriolis constante, estratificación horizontal uniforme, con condición inicial de reposo y es forzado únicamente por un flujo de viento en dirección tierra-mar de corta duración, donde su máxima intensidad define el eje del viento el cuál decae exponencialmente hacia ambos lados y en dirección hacia fuera de la costa.

Se consideran cuatro casos diferentes de viento: 1.- "Normal" (Trayectoria recta perpendicular a la costa); 2.- "Inercial" (Viento afectado por la fuerza de Coriolis con curvatura hacia el lado derecho); 3.- "Abanico" (Trayectoria afectada por un gradiente de presión atmosférica haciendo que se curve hacia ambos lados); 4.- "Realista" (el viento Inercial mas Abanico con una mayor curvatura de un lado).

Los resultados de las simulaciones numericas muestran que en todos los casos se forman dos remolinos que giran en sentido contrario en ambos lados del viento y un enfriamiento de la temperatura superficial por debajo del eje del viento. Respecto al primer caso, cuando el viento es inercial agrega una componentes de asimetría a la respuesta del océano causando notables diferencias en el tamaño e intensidad de los remolinos. En el caso del viento en forma de Abanico, la respuesta del océano sigue siendo similar al caso uno, pero con mayor efecto en la intensidad de los remolinos y el enfriamiento en la temperatura superficial. El caso mas realista, donde el forzamiento por esfuerzo del viento incluye la forma de Abanico y la trayectoria Inercial, es utilizado para explicar la dinámica asimétrica producida por estos tipos de vientos en forma generalizada.

OCE-35

FORZAMIENTOS DE LA SALINIDAD SUPERFICIAL EN LA CUENCA COLOMBIA

Beier Emilio José¹, Bernal Franco Gladys², Ruiz Ochoa Mauricio³ y Barton Eric Desmond⁴

¹CICESE, Unidad La Paz

²Escuela de Geociencias y Medio Ambiente, Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, Colombia

³Departamento de Ingeniería Ambiental, Universidad Popular del Cesar, Colombia

⁴Departamento de Oceanografía, Instituto de Investigaciones Marinas, CSIC, España
ebeier@cicese.mx

El transporte de agua a través del Caribe forma parte de las corrientes de borde occidental del Atlántico Norte. Las aguas superficiales que entran al Caribe tienen baja salinidad debido a la dilución de los ríos Amazona y Orinoco. Aun cuando todo el Caribe es una cuenca de concentración, el incremento de la salinidad no es suficiente para causar convección profunda. Esto podría ser debido a una dilución adicional en las sub-cuencas del Caribe.

En la Cuenca Colombia, el balance de agua entre la evaporación, la precipitación y la descarga ríos muestra condiciones neutras con una ligera tendencia a la dilución. Sin embargo, la región sur de esta sub-cuenca es de una dilución superficial muy intensa, mientras que en la región norte predomina la evaporación por sobre la precipitación más la descarga de ríos. Estas condiciones tienen importantes consecuencias en la variabilidad de sus aguas superficiales tanto en la escala estacional e como en la interanual. La variabilidad temporal de las propiedades de las aguas superficiales son controladas por: la migración de la zona de convergencia intertropical; la descarga de ríos, que contabilizan un 40% de la descarga del río Orinoco; y la variabilidad de los vientos superficiales favorables a las surgencias en la costa de La Guajira.

En resumen, proponemos que la variabilidad interanual de los agentes forzantes de la salinidad superficial en la cuenca Colombia depende del efecto combinado de la variabilidad del Atlántico Tropical, el Pacífico Tropical y los vientos locales. Este proceso es parte de un ciclo en el cual el Atlántico Tropical y el Caribe exportan humedad al Océano Pacífico, el Pacífico a Colombia continental donde por precipitación es llevada por los ríos nuevamente al Caribe. La disminución (incremento) de la descarga de ríos en la Cuenca Colombia durante El Niño (La Niña) controla en gran parte la salinidad superficial de la Cuenca Colombia.

OCE-36

PRELIMINARY RESULTS OF THE 35TH CRUISE OF R/V AKADEMIK IOFFE IN THE ATLANTIC OCEAN

Yutsis Vsevolod¹, Levchenko Oleg², Murdmaa Ivar²,
Ivanova Elena², Mutovkin Alexander² y Marinova Yulia²

¹Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

²P.P.Shirshov Institute of Oceanology, Moscow, Russian Federation
vyutsis@hotmail.com

Akademik Ioffe Cruise AI-35 took place from 23 September to 21 October 2011 beginning from the Halifax, New Scotland (Canada) and finishing offshore Uruguay in the vicinity of the Mar del Plata Canyon. The main devices used included a parametric very high resolution echosounder (SES-2000 deep), high-resolution seismic profiler "Parasound", bathymetric echosounder (Elac), and coring devices. The processing procedure included trace editing, setting up geometry, static corrections, velocity analysis, normal move out corrections, band pass frequency filtering, stacking, and time migration. Sediment cores were taken based on the acoustic results. Below we show the main results of this study.

1. SES-2000-deep records show several acoustic units interpreted as turbidities and/or contoured facies (contourite facies after Stow and Faugères, 2008)

2. Summary logs of the 7-11 m-long sediment cores, combined with interpretation of lithological units from the acoustic records, show different sedimentary facies (gray sandy mud to silty clay and clay carbonates) well correlated with the seismic and Deep Sea Drilling data.

3. There is a strong difference in seismo-acoustic characteristics between different ocean zones: continental slopes of Canada and Brazil, Mid-Oceanic Ridges, and Deep-water Oceanic Planes. Signal penetration as generally was from 30-40 up to 80-100 meters.

We thank the scientists and crew of Akademik Ioffe Cruise AI-35 for their help in collecting the data. Our research was funded by grants of Russian Academy of Sciences and by P.P.Shirshov Institute of Oceanology.

OCE-37 CARTEL

MUESTREOS HIDROGRÁFICOS EN BAHÍA DE CHAMELA, JAL.

Palacios Hernández Emilio¹, Filonov Anatoliy¹, Carrillo
Bibriezca Laura², Millan Villa Abraham¹ y Tereshchenko Iryna¹

¹Universidad de Guadalajara

²ECOSUR

emilio6x111@gmail.com

Se muestran las observaciones directas hidrográficas, tomadas desde 2010 al 2012 en Bahía de Chamela, Jal. sobre un transecto perpendicular a la costa. La bahía se localiza en la zona costera sur de Jalisco, es una bahía somera, en la cual se llevará a cabo un gran desarrollo turístico, por lo que se obtiene la hidrografía antes de la construcción de dicho desarrollo. Los datos muestran, que la capa mezclada abarca los primeros 30 m, y fuera de la bahía se observa estratificación.

OCE-38 CARTEL

VARIACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA BIOMASA Y PRODUCCIÓN FITOPLANCTÓNICAS DE LA REGIÓN CENTRAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Álvarez Borrego Saúl, Álvarez Molina L. Lucero,
Lara Lara J. Rubén y Marinone Moschetto S. Guido

División de Oceanología, CICESE

alvarezb@cicese.mx

La región de las islas grandes del Golfo de California (GC) se caracteriza por corrientes de marea muy fuertes que producen mezcla intensa creando una situación similar a una surgencia constante. Las aguas superficiales de esta región tienen persistentemente las temperaturas (SST) más bajas y las concentraciones más altas de nutrientes de toda el agua superficial del GC. Por ello la producción primaria es alta y esta área tiene abundancias elevadas de aves y mamíferos marinos. El propósito de este trabajo fue el caracterizar la variación espacial y temporal de la SST, la concentración de clorofila (Chl_{sat}) y la producción fitoplanctónica (PP) en un transecto a lo largo del Canal de Ballenas (A), otro entre las dos islas grandes (Ángel de la Guarda y Tiburón) (B), y dos más cruzando la cuenca San Pedro Mártir. Esto se hizo con composiciones mensuales de datos de satélite de SST, Chl_{sat} y luz (PAR) de los años 2005 y 2006. Se analizó el efecto de la turbulencia en la Chl_{sat} y PP. Además, con estos datos se exploraron posibles manifestaciones de la circulación en el Canal de Ballenas y el giro de San Pedro Mártir. En el Canal de Ballenas, SST tuvo en general una distribución espacial uniforme, con excepción de los meses de primavera los cuales tuvieron diferencias entre los valores mínimos y máximos de hasta ~3.5 °C para abril y mayo de 2005. Las SST más bajas se registraron en enero (16.4 °C) de 2005 y en marzo (14.8 °C) de 2006. Las SST más altas se registraron en agosto y septiembre (30.3 °C) de 2005 y en Julio y agosto (30.5 °C) de 2006. En general, Chl_{sat} y PP tuvieron un componente de variación semi-anual con valores mayores para la primavera tardía y la mitad de otoño que para el resto del año. Los extremos de turbulencia y estratificación (muy alta turbulencia en invierno y muy alta estratificación en verano) causaron valores menores de Chl_{sat} y PP que la turbulencia y estratificación intermedias de primavera y otoño. También, Chl_{sat} y PP tuvieron una variación espacial mayor en primavera y otoño que en invierno y verano. Chl_{sat} tuvo un rango de ~1 a ~2 mg Chl m⁻³ en enero y Julio de ambos años; y este rango fue de ~2 a ~5 mg Chl m⁻³ en mayo y octubre. PP fue 1-2 gC m⁻² día⁻¹ en enero, febrero, Julio, agosto y septiembre de 2005 y 2006, y fue hasta >4 gC m⁻² día⁻¹ en mayo y junio de ambos años. Se registró una situación similar para los otros transectos. En el transecto B la distribución espacial de las propiedades del agua fueron en general más uniformes que los del Canal de Ballenas. Esto posiblemente se debe a que la circulación entre las dos islas grandes es relativamente intensa mientras que en el Canal de Ballenas es muy débil y contiene muchos remolinos.

OCE-39 CARTEL

ANÁLISIS DE LAS CORRIENTES GEOSTRÓFICAS EN EL CAÑÓN DE CAMPECHE

Martín Pérez Laura Ivonne y Salas de León David Alberto

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

laimape84@gmail.com

El Cañón de Campeche fue originado por fracturas en el talud de Campeche que se prolongan hasta la plataforma continental de Yucatán. Está situado entre las latitudes 20° 12' a 21° 36' N y longitudes 92° 24' a 93° 24' W, en el sur del Golfo de México, representa una discontinuidad en la forma del talud continental que debe de influir en las corrientes de la región; por lo que, se calcularon las corrientes geostroficas partiendo de una base de datos de temperatura, salinidad y presión obtenidas en las campaña oceanográfica CAÑON 3 y 4 a bordo del B/O "Justo Sierra" de la Universidad Nacional Autónoma de México, llevada a cabo del 1 al 12 de diciembre de 2009 y del 8 al 29 de febrero de 2011. Los resultados muestran valores máximos de la velocidad

relativa al fondo de hasta 1.1 ms⁻¹ a 50 m de profundidad, con formaciones de giros ciclónicos y anticiclónicos debido a la interacción de las corrientes con las paredes del cañón. En especial, las distribuciones de temperatura, salinidad y densidad mostraron la presencia un giro ciclónico y una corriente de intrusión de agua cálida que viene de la plataforma de Yucatán. A 150 m de profundidad las corrientes geostroficas "sienten" la presencia del cañón, ajustando su dirección e intensidad de acuerdo al eje del cañón y formando giros ciclónicos y anticiclónicos para compensar los esfuerzos friccionales mediante vorticidad. A los 452 m de profundidad se presentó un giro ciclónico ubicado al centro y en la parte sur del área analizada, con un diámetro de 21 km. La estructura hidrográfica vertical en el cañón presenta ondulaciones, indicando la posible existencia de ondas internas generadas por estratificación y por cambios bruscos de la batimetría.

OCE-40 CARTEL

CONECTIVIDAD ENTRE LOS ARRECIFES CORAL DEL SUR DEL GOLFO DE MÉXICO

Zavala Hidalgo Jorge¹, Sanvicente Añorve Laura², Allende

Arandía María Eugenia¹ y Hermoso Salazar Margarita²

¹Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

²Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

jzavala@atmosfera.unam.mx

En los océanos, la conectividad juega un papel muy importante en la dinámica de las metapoblaciones y la resiliencia de los ecosistemas. En este estudio se examinó el patrón de conectividad entre siete arrecifes de coral del sur del Golfo de México, localizados en la plataforma de Veracruz y el Banco de Campeche: Lobos, Tuxpan, Veracruz, Arcas, Triángulos, Arenas y Alacranes. Desde cada uno de los arrecifes, se simuló el transporte de larvas tomando 35 días como máximo de duración en el ambiente pelágico. La simulación consistió en liberar 100 partículas diarias desde cada arrecife durante cinco años (2006-2010) y la advección de larvas se basó en el modelo numérico de circulación oceánica HYCOM (Hybrid Coordinate Ocean Model), cuya resolución espacial es de 1/25°. Asimismo, se construyeron matrices de conectividad, anual y mensuales, a fin de dar una estimación del grado de conectividad entre los siete sistemas considerados. Los resultados indicaron que existe una conectividad débil entre los grupos de arrecifes de la plataforma de Veracruz y los del Banco de Campeche. Dentro de cada grupo, la conectividad fue más alta entre los arrecifes veracruzanos (Lobos, Tuxpan y Veracruz) que entre aquellos localizados en la amplia plataforma de Yucatán (Arcas, Triángulos, Arenas y Alacranes). Finalmente, se ilustró esta conectividad con algunos ejemplos biológicos.

OCE-41 CARTEL

SISTEMAS HIDROTÉRMICOS Y DE EMANACIONES FRÍAS DENTRO DE LA CUENCA DE GUAYMAS, GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO

Figuerola Alborno Leonardo José¹, Mortera Gutierrez Carlos
A.², Bandy William Lee², Escobar Briones Elva¹ y Godfrey Anne³

¹Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Laboratoire de Microbiologie des Environnements Extrêmes, IFREMER

leonardo@geofisica.unam.mx

El Golfo de California representa un extraordinario laboratorio para el estudio de la Geología en sus distintas áreas de conocimiento. Siendo posible observar desde los procesos tectónicos que dan origen a un nuevo mar; hasta la actividad hidrotermal y la liberación de emanaciones frías que tienen lugar en las distintas cuencas de este golfo. La Cuenca de Guaymas, localidad de estudio para esta investigación, se ubica en la parte central del Golfo de California frente a la Bahía de Guaymas, ahí dos largos graben en estructura de overlapping que limitan con el sistema transformante dado por la Falla de Guaymas al norte y la Falla del Carmen al sur, producen el adelgazamiento cortical e incipiente generación de corteza oceánica. A mediados de los 80's se dedicaron una serie de cruceros al estudio de esta cuenca, descubriendo la emanación de plumas de burbujas ascendiendo desde el lecho de ambos graben, así como del escarpe de la Falla de Guaymas, como consecuencia de actividad hidrotermal o a emanaciones frías. Sin embargo, no contaban con equipos de navegación o de geofísica marina tan precisos como los disponibles actualmente, lo cual dificultaba las labores de detección y localización, y otorga una gran incertidumbre a los datos reportados, por tratarse de cuerpos de ventilas cuyo diámetro de salida no supera los 30cm.

En nuestra investigación a mediados del 2010 se empleó una nueva tecnología de ecosonda multihaz durante la campaña BIG10, disponible en el NO L'Atalante de la agencia francesa IFREMER. Se trata de la ecosonda EM122, la cual permite visualizar imágenes multihaz de la columna de agua, la cual fue empleada para la localización de las plumas de burbujas y su caracterización morfológica, creando un catálogo de las plumas activas que emergen en la parte norte de la Cuenca de Guaymas. Esta información fue correlacionada con

la carta batimétrica y los 19 perfiles sísmicos de reflexión de alta resolución obtenidos durante la campaña GUAYRIV10 a bordo de BO El Puma. Se determinó la presencia de dos sistemas de plumas dentro de la cuenca, uno asociado al gran escarpe de la F. de Guaymas, donde el plegamiento de la estratigrafía de la Cuenca de Guaymas deja expuesto a la columna de agua un hidrato de metano el cual libera una pluma de burbuja de este hidrocarburo. El otro sistema, se muestra disperso a los márgenes del Rift Norte y no se encuentra reportado hasta el momento, parece estar asociado a la actividad hidrotermal de los procesos de rifting, donde las fallas normales actúan como conductos y mecanismos de liberación. Así mismo, fue imposible de localizar o corroborar la presencia de las ventilas reportadas para el extremo norte del Rift Norte, probablemente debido a que este se encontraba inactivo al momento de nuestra investigación.

OCE-42 CARTEL

DISPERSIÓN DE PROPIEDADES CONSERVATIVAS POR EFECTO DE LAS DESCARGAS PUNTUALES SUBMARINAS DEL ACUÍFERO (DPSA) POR MEDIO DE MODELACION NUMÉRICA

Gallegos Diez Barroso Gabriel
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
 malhaya@gmail.com

A lo largo de las costas de la Península de Yucatán existen un sin número de descargas submarinas del acuífero, estos flujos que van de tierra hacia la zona costera además de ser rutas preferenciales para la intrusión salina en el acuífero y modificar la estructura termohalina, aportan nutrientes y contaminantes al medio marino. En años recientes las zonas costeras a lo largo de esta región se han visto cubiertas de complejos hoteleros y casas de verano, esto se ve acentuado fuertemente en la zona norte, entre Sisal y Dzilam Bravo y la zona oriente desde Cancún hasta Playa del Carmen, además de existir un gran crecimiento en las zonas dedicadas a la ganadería como lo es Tizimin. Estas actividades antrópicas se reflejan en las características del agua que proviene del acuífero hacia la costa e impactan su medio ambiente. Dado que no hay estudios en la zona que establezcan el área de influencia de este fenómeno sobre la zona costera en términos de dispersión de propiedades conservativas, el trabajo que se presenta ha hecho estudios a través de un modelo numérico, DELFT3D-FLOW. El modelo resuelve la hidrodinámica de la zona que es afectada por una descarga puntual del acuífero, que vierte de forma intermitente un flujo de un metro cúbico por segundo aproximadamente en las costas de Dzilam Bravo. Las condiciones de frontera están dadas por corrientes dominantes, viento, temperatura, salinidad y nivel del mar para las condiciones lejos del ojo de agua, así como temperatura, salinidad y velocidades de descarga en el ojo de agua. Para establecer la influencia que este fenómeno tiene en el medio se establecieron distintos escenarios para la modelación que consideran variación estacional y un evento de norte extremo, esto para tomar en cuenta distintos patrones de circulación en la zona de estudio bajo distintos forzamientos abientales. Además en otro grupo de resultados se incluye el aporte de otros ojos de agua de los cuales se tiene la ubicación, esto con propósito de contar con un diagnóstico acercado a la realidad, en la cual hay diversos aportes del acuífero al medio estudiado y que estos aportes abundan en la región costera de toda la península.

OCE-43 CARTEL

ESTIMACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE LA CAPA DE MEZCLA A PARTIR DE DATOS SUPERFICIALES DE SATELITE

Pérez Chavarría Miguel Angel y Martínez Alcalá José Antonio
Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC
 miguel.perez@uabc.edu.mx

La profundidad de la Capa de Mezcla define una región quasi homogénea en donde las variables físicas como densidad, salinidad, temperatura son casi constantes con la profundidad. En general se estima a partir de perfiles de temperatura o densidad medidos in situ. El objetivo de este trabajo, será estimar la profundidad de la capa de mezcla (MLD) a partir de parámetros únicamente superficiales (datos de satélite), aplicando Redes Neuronales Artificiales (RNA), conocidas como Mapas de Kohonen,

Para el entrenamiento de la Red Neuronal, en particular se considerarán los siguientes parámetros superficiales; Temperatura superficial del mar (SST), Esfuerzo del viento (WS), Altura dinámica (DH), e Intercambio de calor (Qnet). Para la validación del algoritmo se usarán datos medidos, provenientes de la base de datos de IMECOCAL durante el periodo de 1997 hasta 2010.

OCE-44 CARTEL

SIMULACIÓN DE LA CIRCULACIÓN EN LA BAHÍA DE LA PAZ

Martínez Mérida Jorge Luis, Monreal Gómez María Adela y Salas de León David
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
 jorgemerida2005@gmail.com

Se planteó un modelo de gravedad reducida para determinar las causas de un giro ciclónico detectado al norte de la Bahía de La Paz, B.C.S. Los mecanismos de forzamiento fueron el flujo a través de las fronteras abiertas (Boca Grande y Canal de San Lorenzo) impuesto con valores de corrientes geostróficas, y el esfuerzo de viento. Los vientos en verano son del sureste con magnitud de 5 m/s, mientras que en invierno llegan a alcanzar los 12 m/s con dirección predominante del noroeste. En el modelo numérico se utilizó un esquema semiimplícito el cual se corrió partiendo del reposo, en una malla espacial y temporalmente uniforme de medio kilómetro de resolución tipo Arakawa-C.

Los resultados muestran que el flujo a través de las fronteras abiertas determina la formación del giro ciclónico.

Sesión Regular

PALEONTOLOGÍA

Organizadores:

Oscar Carranza

Ana Luisa Carreño

PALEO-1

REGISTRO DE UN MEGALONICHIDO (HENFILIANO TEMPRANO), DEL ÁREA DE RÍO VÍRGENES, EN LAS INMEDIACIONES DE LOS ESTADOS DE NUEVO LEÓN Y TAMAULIPAS

Carranza Castañeda Oscar¹, Padilla Gutiérrez José Manuel² y Troncoso Altamirano Hilda¹

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Museo del desierto, Saltillo, Coahuila

carranza@geociencias.unam.mx

Los inmigrantes sudamericanos que se han reportado en los sedimentos del Henfiliano y Blanco (NALMA), del centro de México, han sido considerados por diferentes autores como los precursores del inicio en el gran intercambio biótico entre las Américas (GABI). Hasta ahora están representados los primeros registros de gliptodontes *Glyptotherium*, *milodóntidos*, *Glossotherium*, *Pampatéridos*, *Plaina* y *capibaras* género *Neochoeus*, reportados todos ellos en sedimentos que han sido asignados a la edad del Blanco temprano 3.9 y 3.3 Ma. Estos registros han sido recolectados en estratos con fauna asociada y edades radiométricas, por lo que confirman su importancia de ser los primeros inmigrantes sudamericanos en faunas de Norteamérica.

Los megalonichidos, se han reportado en numerosas faunas del Henfiliano tardío (Hh3), en las faunas de Rancho El Ocote, estado de Guanajuato; La Plegaria en la cuenca de Tepeji Del Río, estado de Hidalgo; La Hacienda en la cuenca de Tecolotlán, Jalisco, y el registro más reciente se colectó en la cuenca de Juchipila, estado de Zacatecas, en sedimentos asignados a la edad de lo más tardío del Henfiliano temprano (Hh2). Sin embargo, estos registros corresponden a elementos aislados: falanges, molares y fragmentos de elementos pos craneales, y en el caso más reciente recolectado en Juchipila un MTIII, que es el registro más antiguo de megalonichidos en México y el más austral de América del Norte.

El fósil de megalonichido más completo que se conoce para México se encuentra en las colecciones del Museo de Historia Natural del Condado de Los Ángeles, este fue recolectado por Wesley Bliss (1931) en la incierta localidad de "Río Virgenes", localizada entre los límites de los estados de Nuevo León y Tamaulipas. El ejemplar consta del cráneo, fragmento de mandíbula, metatarsos, metacarpos y falanges. Fue asignado al género *Pliometanastes* por McDonald (2002). Este género se distribuye en el Henfiliano temprano (Hh1) en Siphon Canal, California. Lamentablemente, la ubicación de la localidad en el Área del Río Virgenes es incierta y este ejemplar está asociado en la misma colección con molares de équidos referidos a *Equus scotti* (= *E. excelsus*), un tapir, un metatarso de posible *Smilodon*, *Odocoileus*, *Camelops* sp., proboscídeos, todos ellos fósiles que denotan la edad de Pleistoceno, sin embargo no existen ninguna evidencia de *Bison* en esta fauna, lo que puede interpretarse como una edad pre Rancholabreano para la localidad.

En el área de Aramberri Nuevo León, se colectaron en el Rancho Lampacitos, molares de équidos de *Equus scotti* con características de fosilización similares a los ejemplares de Río Virgenes, sin embargo la localidad de *Pliometanastes* aún es desconocida. El objetivo inmediato de la investigación, es ubicar este espécimen en su localidad, para obtener información de la fauna asociada y edad donde proviene este espécimen.

PALEO-2

LA PRIMERA FAUNA LOCAL DEL EOCENO EN EL TRÓPICO NORTEAMERICANO CON VERTEBRADOS CONTINENTALES

Jiménez Hidalgo Eduardo¹, Smith Krister T.²,
Guerrero Arenas Rosalía¹ y Alvarado Ortega Jesús³

¹Laboratorio de Paleobiología, Instituto de Recursos, Universidad del Mar

²Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung

³Departamento de Paleontología, Instituto de Geología, UNAM

eduardojh@zicatelamar.mx

El registro de vertebrados terrestres del Eoceno Tardío en Norteamérica se ubica principalmente en el noroeste del Pacífico, la zona de las Grandes Planicies y el sur de la Gran Cuenca de Texas. En México, la única fauna local del Eoceno Tardío conocida hasta ahora era Rancho Gaitán en Chihuahua.

En este trabajo reportamos la primera fauna local con fósiles de vertebrados del Eoceno Tardío en el trópico continental norteamericano. El área de estudio se ubica en la Región de la Mixteca Alta de Oaxaca, en el noroeste del estado.

Los sedimentos portadores afloran en los alrededores de Tlaxiaco; están constituidos por arcillas y limos que representan la parte distal de planicies de inundación con una distribución bimodal de clastos y en las cuales también se desarrollaron paleosuelos.

Hasta ahora se han recolectado más de 800 ejemplares pertenecientes a siete órdenes, 19 familias y al menos 20 géneros de reptiles y mamíferos, tales como escamados, tortugas, roedores geomorfos, sciúridos, caniformes, hienodóntidos, leptoquéridos, tayasuidos, oreodontes, protocerátidos, camélidos, hipertragúlidos, tapiroideos, aminodóntidos y ?calicotéridos. Los artiodáctilos y los roedores son los órdenes más abundantes

y con una mayor riqueza taxonómica, ya que al presente se han identificado cuatro taxa de roedores y seis taxa de artiodáctilos.

También se han identificado galerías de roedores con restos de géomidos asociados a ellas y madrigueras de avispas en diferentes niveles estratigráficos.

La presencia de restos de Tayassuidae, fósil índice del Chadroniano, así como la asociación mastofaunística, indican una NALMA chadroniana para esta fauna, lo cual es consistente con el fechamiento radiométrico de 35.7 ± 1 Ma de una unidad volcánica que sobreyace a los sedimentos portadores.

La comparación taxonómica preliminar de esta nueva fauna local netamente tropical con la de Rancho Gaitán en Chihuahua evidenció una baja similitud mastofaunística, ya que aún cuando en ambas los roedores y los artiodáctilos son los más diversos, los géneros registrados son muy diferentes.

Esta nueva fauna local del Eoceno oaxaqueño es hasta ahora la más diversa para todo el Paleógeno mexicano, su composición taxonómica es ligeramente distinta a la mayoría de las faunas chadronianas de Norteamérica templada y algunas de las especies registradas representan los datos de primera aparición (FAD's) más antiguos para América del Norte, lo cual sugiere que el sur de México funcionó como área de cladogénesis para varios grupos paleogenicos/neogénicos que aparecen posteriormente en Norteamérica templada. El análisis preliminar del material sugiere que varios de los taxones registrados representan nuevas especies, mientras que otras amplían su distribución geográfica en más 1,200 km desde el norte del país hacia la porción sur de Norteamérica.

PALEO-3

¿QUÉ PUDO OCURRIR AL OESTE DE LA ISLA CUBA EN EL TRÁNSITO EOCENO-OLIGOCENO?

Fenero Fanlo Raquel

Instituto de Geofísica, UNAM

rfenero@unizar.es

El Cenozoico medio fue muy activo tectónicamente en el área del Caribe. Esta situación quedó plasmada en la evolución paleogeográfica de la zona. Durante el tránsito Eoceno-Oligoceno se produjo un levantamiento generalizado en todo el dominio caribeño. Sin embargo, en la segunda mitad del Oligoceno inferior se produjo una gran inundación que ocasionó áreas erosionadas y ambientes marinos conectados por canales de aguas profundas y someras.

Un análisis exhaustivo de las asociaciones de los pequeños foraminíferos bentónicos en una sección al oeste de Cuba, denominada sección de Noroña, nos ha permitido reconstruir los cambios paleoambientales ocurridos durante el tránsito Eoceno-Oligoceno (desde la Biozona Globigerinathea index hasta parte de la Biozona Globoturborotalita angulituralis). Este análisis proporciona información sobre el medio de depósito de esta sección, el cual se encontraría en un medio batial medio-inferior, a unos 1000m de profundidad. Durante toda la sección se han encontrado especies típicas de medios sublitorales y de medios batiales, que si lo asociamos con la litología de la sección, una alternancia de niveles lutíticos hemipelágicos y calcareníticos con gran aporte de actividad turbidítica, y con la paleogeografía de la zona, podríamos estar ante una formación de canales de aguas profundas en la parte oeste de la isla de Cuba.

Por otra parte, los foraminíferos bentónicos también pueden ayudar a dilucidar los cambios climáticos ocurridos en el área del Caribe. Tras el análisis cuantitativo de estas asociaciones y observando sus variaciones respecto a la edad establecida por los foraminíferos planctónicos para la sección, podríamos estar identificando dos posibles eventos de glaciación: el evento Oi-1 ocurrido hace 33.9 Ma y el evento Oi-2 ocurrido hace 30.3 Ma.

PALEO-4

MOLUSCOS DULCEACUÍCOLAS Y TERRESTRES DEL PLEISTOCENO TARDÍO EN LOS ALREDEDORES DE COIXTLAHUACA, OAXACA, MÉXICO

Guerrero Arenas Rosalía¹, Jiménez Hidalgo Eduardo¹ y García Barrera Pedro²

¹Laboratorio de Paleobiología, Instituto de Recursos, Universidad del Mar

²Museo de Paleontología, Facultad de Ciencias, UNAM

rosaliaga@zicatelamar.mx

El estudio de las comunidades de invertebrados terrestres y dulceacuícolas durante el Pleistoceno tardío es escaso en las localidades del sur de nuestro país. Esta información puede utilizarse para realizar hipótesis sobre las condiciones ambientales de esta época, las cuales han sido, hasta el momento, elaboradas con base en el conocimiento de datos sedimentológicos y vertebrados mayores.

El objetivo principal de este estudio es la descripción de los moluscos dulceacuícolas y terrestres de dos localidades del Pleistoceno tardío, ubicadas en la parte noroeste de Oaxaca, en el distrito de Coixtlahuaca. En total, se reconocieron once taxones, tanto dulceacuícolas como terrestres. Por las

características sedimentológicas y el conjunto de moluscos, es probable que una de las localidades corresponda a depósitos fluviales de ríos meandriformes con poca vegetación asociada, en tanto que la otra corresponde a una llanura de inundación, con poca vegetación asociada y un sustrato cálcico. En ambas localidades imperaba la estacionalidad, lo cual originaba que las comunidades fueran relativamente efímeras.

Los géneros y especies encontradas representan los registros más sureños de México para el Pleistoceno tardío. Estos géneros y especies no se encuentran actualmente presentes en las comunidades del sitio, por lo que es probable que su desaparición coincida con cambios sufridos en los ecosistemas durante el Holoceno.

PALEO-5

PRIMER REGISTRO DE MASTOFAUNULA DEL CLARENDONIANO TARDÍO-HENFILIANO TEMPRANO (MIOCENO INFERIOR) EN EL CENTRO DE MÉXICO EN EL ÁREA DE NEUTLA-EMPALME DE ESCOBEDO, MUNICIPIO DE COMONFORT, GUANAJUATO

Robles Rivera Jessu Christopher y Carranza Castañeda Oscar
Centro de Geociencias, UNAM
fossiger@gmail.com

En el Mioceno de México son escasos los estudios paleontológicos de mastofaunas. El Mioceno abarca cuatro edades de mamíferos terrestres de Norteamérica (NALMA); para el Hemingfordiano y Barstoviano se tiene un registro de 6 órdenes, para el Clarendoniano no se tiene ningún registro de faunas y para el Henfiliano se tiene un registro de 9 órdenes, todos ellos para el Henfiliano tardío.

En este estudio se describe la mastofauna de dos localidades ubicadas dentro del área de Neutla y Empalme de Escobedo, Municipio de Comonfort, Guanajuato. En la localidad de Palmillas, ubicada dentro del área de Neutla, se colectaron 14 molares superiores y un molar inferior de équidos asignados a la especie *Calippus martini*; dos fragmentos mandibulares y una extremidad posterior articulada asignada al género de antilocápridos *Merycodus* y diverso material en proceso de identificación. Se le asigno una edad de Henfiliano por medio de un fechamiento radiométrico de U-Pb donde se obtuvo una edad de 6.77 ± 0.21 Ma. En la localidad de Escobedo se colectó un molar superior asignado al género *Plihippus* sp. y otro molar superior asignado al género *Hipparion* sp. A esta localidad se le asigna una edad de Clarendoniano debido a que los sedimentos fluviolacustres que contienen los fósiles son cubiertos concordantemente por la andesita Soria, la cual fue fechada radiométricamente en estudios previos, por K-Ar en 9.8 Ma ± 0.4 Ma y por Ar40-Ar39 en 12.2 ± 0.4 Ma y 10.6 ± 0.3 Ma.

El registro de *C. martini* es el primero para México, biogeográficamente se extiende aproximadamente unos 2000 km y 10° de latitud, desde las Grandes Planicies y Planicie Costera del Golfo en Estados Unidos hasta el Centro de México en Guanajuato. El primer registro del género *Merycodus* sp. y del género *Plihippus* son de Oaxaca perteneciente al Barstoviano (15.0 ± 0.8 y 17.4 ± 0.8 Ma), por lo que el material colectado en este estudio serían los registros más jóvenes para México (alrededor de 5 Ma).

El estudio de estas localidades va a ayudar a completar el hiatus de información en México de alrededor de 8 Ma, desde las faunas del Hemingfordiano-Barstoviano hasta las del Henfiliano tardío, sobre todo el registro de los équidos que a pesar de que en Norteamérica durante el Mioceno se presentan la mayor diversidad, la mayoría de los estudios de équidos se enfocan en edades Pliocénicas y Pleistocénicas.

PALEO-6

NUEVOS REGISTROS DE MACROINVERTEBRADOS DE LAS FORMACIONES TEPETATE Y BATEQUE (PALEOCENO – EOCENO), BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Morales Ortega Priscila¹, Nava Sánchez Enrique² y González Barba Gerardo³

¹Departamento de Biología Marina, UABCS

²Centro Interdisciplinario de Ciencias del Mar, IPN

³Universidad Autónoma de Baja California Sur
prisortega@gmail.com

La historia cenozoica de Baja California Sur inicia con el depósito de rocas marinas de las formaciones Tepetate y Bateque, las cuales son importantes en la región del Pacífico de Norteamérica, ya que podrían representar uno de los registros fosilíferos y paleoceanográficos más completos del periodo Paleógeno (65.5 a 23.03 millones de años (Ma)). La Formación (Fm.) Tepetate se encuentra entre los 70 y 150 km al este-noroeste de la ciudad de La Paz; mientras que la Fm. Bateque se ubica en la ribera oriental y occidental de la Cuenca de la Laguna San Ignacio hasta el Arroyo El Mezquite (entre San Juanico y La Purísima). En ambas formaciones se han reportado un sinnúmero de macroinvertebrados, los registros más importantes son de los phyla, Porifera, Cnidaria, Bryozoa, Annelida, Brachiopoda, Mollusca, Arthropoda y Echinodermata. La mayoría de los especímenes son moldes internos, aunque

algunos preservan una concha permineralizada. La secuencia sedimentaria de donde provienen las especies corresponden a ambientes que representan condiciones de talud continental hasta la zona intermareal e indican una biota de aguas cálidas (de tropicales a subtropicales) relacionada con la corriente superficial del océano tropical de Tetis y "pasos" marinos contemporáneos. La gran abundancia y diversidad de especies se debe principalmente a que ésta corriente circum-tropical creó las condiciones para un amplio intercambio biótico entre el Atlántico, el Golfo de México-Caribe y el Pacífico. Todo esto coincidente con una elevación del nivel del mar que se registro globalmente, posiblemente asociada a un efecto de invernadero sin formación permanente de casquetes polares durante la mayor parte del Eoceno.

PALEO-7

LOS ROEDORES (CRICETIDAE, GEOMYIDAE Y SCIURIDAE) DEL CENOZOICO TARDÍO EN LAS CUENCAS DE TECOLOTLÁN, JALISCO Y SAN MIGUEL ALLENDE, GUANAJUATO, MÉXICO

Pacheco Castro Adolfo, Carranza y Castañeda Oscar
Centro de Geociencias, UNAM
apacheco@geociencias.unam.mx

Los roedores son en la actualidad el grupo de mamíferos más exitoso en términos de diversidad y distribución a nivel mundial. Estos han conquistado prácticamente todos los ambientes terrestres y su diversidad de formas representa, en nuestro país, más del 45 % de las especies de mamíferos. Sin embargo, las pistas fosilizadas de su historia, que yacen debajo de nuestros pies, apenas comienzan a ser desenterradas. La colecta, descripción y orden en sucesión faunística de estos fósiles de pequeños vertebrados, nos permitiría comenzar a entender a detalle la evolución de las faunas de mamíferos en el centro de nuestro país, traduciéndose esto en una mejor delimitación de las edades de mamíferos terrestres que han sido propuestas para Norte América.

En este trabajo se reportan 236 fósiles de roedores de las familias Cricetidae, Geomyidae y Sciuridae colectados en 12 localidades del Cenozoico tardío, en las cuencas de Tecolotlán, Jalisco y San Miguel Allende, Guanajuato.

Las localidades: Jal-Teco 26 y Jalteco 8, se ubican en el graben de Tecolotlán, Jalisco. Estas han sido asignadas a la edad de mamíferos terrestres (NALMA) del Henfiliano tardío por la asociación faunística con fósiles de équidos: *Neohipparion eurystile* y *Dinohippus mexicanus*. En ellas se colectaron 110 fósiles de roedores cricétidos (únicamente) principalmente de los géneros *Sigmodon*, *Calomys*, *Baiomys* y *Neotoma* los cuales corresponden a elementos completos o fragmentados de ramas mandibulares, maxilares y molares aislados. Los estratos de sedimentos fluviales donde han sido colectados estos fósiles, se encuentran en concordancia estratigráfica con un estrato de ceniza volcánica, cuya edad radiométrica es de ~ 4.89 Ma, justo en el límite cronológico entre las edades del Henfiliano y Blancano propuestas para el centro de México.

Las otras 10 localidades: GTO 4, GTO 6, GTO 12, GTO 19, GTO 75, GTO 76, GTO 78, GTO 79, GTO 81 y GTO 89 se localizan dentro del graben de San Miguel Allende en el miembro Rancho Viejo, cuyos estratos sedimentarios de origen fluvial han sido asignados por asociación faunística a las edades del Henfiliano, Blancano e Irvingtoniano. Además, estratos de cenizas depositadas en algunas localidades como GTO 6 o GTO 12 presentan fechamientos radiométricos que permitieron correlacionar mejor la estratigrafía con otras localidades del mismo graben. En esta cuenca se han colectado un total de 126 fósiles de roedores sigmodontos, neotominos, geómidos y sciúridos, principalmente de los géneros *Sigmodon*, *Calomys*, *Baiomys*, *Geomys*, *Neotoma*, y *Paenemarmota*.

El estudio bioestratigráfico y taxonómico de estos roedores, permite establecer las bases en la sucesión faunística de este orden durante las edades del Henfiliano, Blancano e Irvingtoniano del Centro de México., un tiempo de gran actividad geológica y biótica, ya que en el centro del País se configuraba la Faja Volcánica Transmexicana al tiempo que se sucedía el Gran Intercambio de Biotas entre las Américas.

PALEO-8

LA UNIDAD CUPIDITO: CORRELACIÓN PALEOAMBIENTAL DE TRES LOCALIDADES EN EL NE DE MÉXICO

Torres De La Cruz Felipe de Jesús y Chacón B. Elizabeth
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
felipetorres87@hotmail.com

La Unidad Cupidito ha sido descrita como una etapa de somerización del nivel marino durante el Cretácico a finales del Aptiano, previo al ahogamiento de la plataforma Cupido en un evento representado por la Formación La Peña en el NE de México. La Unidad Cupidito, parte superior de la Formación Cupido, se caracteriza por contener biota típica de ambientes marinos someros restringidos, inclusive de ambientes subaéreos controlados por cambios en el nivel del mar, asociados en su mayor parte, a variaciones paleoclimáticas y cambios eustáticos locales. Este trabajo pretende correlacionar tres localidades donde se ha documentado la Unidad Cupidito: La Huasteca, García y Puerto

México, en el estado de Nuevo León, esta última ha sido previamente trabajada mediante análisis de microfácies y si bien no se ha descrito al cien por ciento como Unidad Cupidito, presenta características de un ambiente submareal como lo son los Tapetes Microbianos Fósiles mismos que también se encuentran en las dos localidades restantes. Utilizando análisis geoquímicos de isótopos estables, Microscopio de Barrido Electrónico y análisis de microfácies, se pretende entablar relaciones paleoambientales no solo de forma local dentro de la plataforma Cupido sino también con sistemas similares a nivel mundial en un momento donde las plataformas carbonatadas estaban dentro de su mayor desarrollo y distribuidas a lo largo de un mar circunecuatorial (mar de Tetis) controladas, en gran medida, por su localización y las altas temperaturas presentes durante el Cretácico. Con este fin se presentan algunos resultados preliminares de las localidades mencionadas y se añade la posibilidad de una cuarta localidad si el estudio así lo requiere. Finalmente se pretende dar a conocer el rol que jugaron los Tapetes Microbianos en el desarrollo de estos sistemas carbonatados así como su importancia en reconstrucciones y correlaciones paleoambientales.

PALEO-9

ESTUDIO PALEONTOLÓGICO PRELIMINAR DE LAS FORMACIONES QUE CONFORMAN LA PARTE BASAL DEL GRUPO TECOCOYUNCA (FORMACIONES CUARCÍTICA CUALAC, ZORRILLO Y TABERNA) QUE AFLORA EN LA CAÑADA DE ROSARIO NUEVO, OAXACA

Gomez Álvarez Doris karina¹, Rueda Gaxiola Jaime¹ y Villaseñor Martínez Ana Bertha²

¹Instituto Politécnico Nacional

²Universidad Nacional Autónoma de México
krynagoal@hotmail.com

En la Cañada de Rosario Nuevo, en el Municipio de Tezoatlán, Oaxaca, se encuentran expuestas las secuencias sedimentarias que forman el Grupo Tecocoyunca (Formaciones Cuarcítica Cualac, Zorrillo, Taberna, Simón, Otatera y Yucuñuti) sensu Jiménez Rentería, 2004. Se han encontrado fósiles de plantas en las formaciones Cuarcítica Cualac y Zorrillo, y de ammonites y pelecípodos en la Taberna. Las plantas fósiles ya fueron estudiadas por especialistas que las sitúan dentro de la Edad Aalenense, pero los moluscos no habían sido estudiados, porque no habían sido situados con precisión estratigráfica.

Se estudia a semidetalle en su parte inferior de la secuencia del Grupo Tecocoyunca (Fms. Cuarcítica Cualac, Zorrillo y Taberna) para poder relacionar los procesos sedimentarios con los tectónicos y así determinar la historia geológica de la cuenca donde se efectuó el depósito. Sin embargo, aunque ya se ha podido establecer la diferencia de estas unidades litoestratigráficas, no podían situarse en el tiempo por falta de un estudio paleontológico de la fauna de ammonites encontrada en una de ellas. Ésta es de gran importancia porque complementaría los estudios realizados en la parte occidental y central de Oaxaca, por Sandoval y Westermann (1986), quienes realizaron colectas en la región próxima de San Juan Diquiá, complementando de manera extensa la información de los géneros y especies reconocidos en la región por diversos autores, Burkhart (1927), Arkell (1956) y Erben (1956).

Dentro de la fauna fósil colectada en las nuevas localidades se comprobó la asociación fósil de ammonites y bivalvos del género Vaugonias y Trigonias. La especie de ammonites más abundante Parastrenoceras, zapotecum?, de edad bajociana tardía; particularmente en la biozona Subfurcatum. También se identificó a Oppelia, subradiata, registrada para las biozonas Humphriesianum y Subfurcatum. Finalmente, en el contacto discordante angular entre las Formaciones Zorrillo y Taberna se encontraron los especímenes de Duashnoceras floresii, género que comparte afinidad con faunas de las Islas Reinas Charlotte y Columbia Británica en Norteamérica, así como con las del norte de Chile, que han sido datadas como bajocianas.

Con los datos anteriores, se corrobora la conexión marina entre el Pacífico oriental y el Tethys occidental, a través del Corredor Hispánico, tal como lo propuso Rueda Gaxiola, 2010. Además, se puede confirmar la existencia de una paleobahía que ayuda a precisar la reconstrucción paleogeográfica del sur de nuestro país.

Sesión Regular

RIESGOS NATURALES

Organizadores:

Juan Carlos Mora

Víctor Manuel Hernández

César Orlando Flores Sánchez

RN-1

DIAGNÓSTICO DE FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS Y CLIMÁTICOS EN MÉXICO: ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS

Muñoz Arriola Francisco¹, Cavazos Pérez Tereza² y Vázquez Aguirre Jorge³

¹Climate, Atmospheric Sciences and Physical Oceanography, SIO/UCSD

²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

³Servicio Meteorológico Nacional

fmunoza@ucsd.edu

Lo que va del presente siglo ha registrado una serie de eventos hidrometeorológicos que por su impacto bien pueden ser clasificados como extremos. Las sequías del 2009 y 2011-2012 en el Norte del País ocurridas a la par de inundaciones en el sur del territorio nacional dan muestra de la vulnerabilidad a la que se encuentran expuestas las actividades humanas y los ecosistemas. Lo anterior, evidencia la necesidad de avanzar hacia el fortalecimiento de una base científica que permita crear desarrollos tecnológicos más sólidos en materia de diagnosis y pronosis de eventos hidrometeorológicos extremos. En este sentido, la Red de Desastres Hidrometeorológicos y Climáticos (REDESClim; <http://redescim.org.mx/>), una red de reciente creación y apoyada por CONACYT para fomentar la cooperación interinstitucional y multidisciplinaria en áreas estratégicas para el país, tiene entre sus iniciativas integrar grupos interesados en los fenómenos hidrometeorológicos extremos. De manera que el presente trabajo tiene como objetivos: 1) mostrar algunos esfuerzos en materia de diagnóstico, pronóstico y predicción de eventos extremos en México; 2) ilustrar algunos de los esfuerzos actualmente en desarrollo; e 3) identificar posibles líneas de acción en coordinación con REDSClim.

RN-2

MORFOMETRÍA DE LA CUENCA DE EL AHOGADO, AL SUR DE LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA. ANÁLISIS DE LA CONFIGURACIÓN DE SU SISTEMA DE DRENAJE

Díaz Torres José de Jesús y Gallardo Valdez Juan

Tecnología Ambiental, CIATEJ

jdiaz@ciatej.net.mx

El uso de los sistemas de información geográfica se ha vuelto una herramienta fundamental para el análisis de peligros naturales. El análisis morfométrico es una metodología que apoyada en nuevas tecnologías permite identificar con mayor rapidez y efectividad las condiciones que representan un peligro para los asentamientos humanos.

La cuenca de El Ahogado es un sistema hidrológico muy complejo debido a la gran cantidad y variedad de actividades productivas que allí se desarrollan. A consecuencia de esto, se han construido sistemas de infraestructura que responden a las necesidades de abastecimiento y desalojo de agua, así como transporte y comunicaciones, que vienen a obstruir el paso de cauces y a modificar su dirección y área de aporte.

El análisis comparativo entre dos modelos digitales de elevación con diferentes fuentes y escalas permite observar la influencia de los cambios causados por la construcción de infraestructura sobre el sistema de drenaje natural. Por otra parte, El análisis morfométrico exhibe algunas propiedades de la cuenca que son determinantes y factor de gran importancia para identificar áreas potenciales de riesgo.

RN-3

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EVALUAR EL PELIGRO POR INUNDACIÓN EN LAS ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

Valdivia Ornelas Luis y Castillo Aja María del Rocío

Departamento de Geografía y Ordenación Territorial, Universidad de Guadalajara

lvaol2003@yahoo.com.mx

Las inundaciones en la Zona Metropolitana de Guadalajara son un serio problema; cada vez es más común ver que irrumpen fuertes corrientes de agua en las calles y constantes desbordes de los canales y los cauces, así como nuevas corrientes generadas por la insuficiencia en la capacidad de conducción del sistema de colectores.

Los estudio se han enmarcado desde la hidrológica en valles fluviales, pero se considera que responden a un conjunto de variables tanto del punto de vista histórico como urbano, por lo que deberá de abordarse desde una perspectiva territorial y de redes artificiales.

Las variables que determinan el patrón de las inundaciones en zonas urbanas y periurbanas independiente del modo de llover son complejas, corresponde con la funcionalidad global del sistema hidrográfico-hidrológico-hidráulico; esto se refiere a conocer las condiciones propias naturales de las cuencas, la suma de los cambios paulatinos derivados de los impactos producto de la urbanización, por lo que se propone la siguiente metodología:

-Elaboración de cartografía de tipo histórica-geomorfo-hidrográfica para definir el proceso de ocupación de las zonas de alto peligro y documentar los cambios sucedidos en el sistema natural.

-Elaboración de cartografía para definir las condiciones de retención-acumulación a partir de los rasgos micro y mesotopográficos y los asociados con la cuadrícula urbana.

-Evacuación del macroflujo a partir del análisis multicriterio basado en el método de Barros y Vallejo 2007 modificado, las variables consideradas son: evento (registro) de inundaciones históricas y actuales, rasgos geométricos (hidráulicos) y condiciones ambientales del canal, capacidad hidráulica para distintas intensidades de lluvia, con objeto de identificar el grado de insuficiencia en el sistema.

-Microflujo, caracterización del comportamiento hidráulico del agua en la red de calles (sistema artificial) aplicando criterios de Nania (1999) y Nania y Gómez Valentín 2006 con el objeto de identificar la peligrosidad de la escorrentía superficial en la red de calles tanto para vehículos como para peatones.

El proceso de ocupación del territorio por la mancha urbana ha ido desarrollando y consolidando un modelo que ha incrementando de manera paulatina la potenciación de las inundaciones, las condiciones primarias naturales de los sistemas y los cambios ocasionados así como la política de evacuación del agua ha incrementado las respuestas de las cuencas, haciendo que se facilite los procesos de respuesta incrementando el riesgo tanto para los peatones como a los ocupantes de vehículos. El objeto de contar con un diagnóstico adecuado que permitirá elaborar una propuesta de acciones para mitigación, y establecer políticas de protección civil.

RN-4

SIMULACIÓN DE LA INUNDACIÓN POR ROMPIMIENTO DE LA PRESA DE MATA EN LA CIUDAD DE GUANAJUATO, MÉXICO

Pineda Martínez Luis F.¹, Amaro Zavala Dulce María², Dzul García Oscar Antonio³, Hotchkiss Rollin⁴, Mora Rodríguez José de Jesús² y Martínez Arredondo Julio César²

¹Programa de Estudios e Intervención para el Desarrollo Alternativo, UAZ

²Departamento de Ingeniería en Geomática e Hidráulica, UGTO

³Maestría en Ingeniería Aplicada, UAZ

⁴Civil and Environmental Engineering, BYU

luisfpm23@gmail.com

Históricamente la ciudad de Guanajuato ha presentado problemas de inundaciones principalmente por su configuración geográfica. En este trabajo se presentan los resultados de una simulación de la zona de inundación por un posible desbordamiento y ruptura de cortina de la presa de Mata. La presa de Mata se ubica al oriente de la Ciudad de Guanajuato, a 3Km de la mancha urbana (21°01'45"N, 101°13'11"W), se encuentra dentro de la Cuenca del Río Pastita y ésta a su vez dentro de la cuenca alta de la cañada del Río Guanajuato. La presa de Mata está formada por una cortina de enrocamiento, construida a volteo, por debajo de ella existen una serie de vertederos triangulares. La presa tiene una capacidad de 1.2X106 m3 la altura máxima de cortina es de 34m y tiene un área de cuenca de 17.6Km2. Desde 1980 se utiliza para abastecimiento de agua potable. La presa ha llegado a estar a su capacidad máxima al punto de utilizar su vertedor de demasías. Bajo estos antecedentes y como parte de un ensayo académico se realizó la simulación de la inundación causada por el desbordamiento y ruptura de cortina bajo condiciones de una tormenta extraordinaria.

RN-5

PONDERACIÓN DEL PELIGRO POR INUNDACIONES EN EL MUNICIPIO DE TAPACHULA, CHIAPAS

Gil Ríos Alondra y Mora Chaparro Juan Carlos

Instituto de Geofísica, UNAM

ek_balam85@yahoo.com.mx

La acelerada tendencia de urbanización que se observa prácticamente en todo el territorio nacional, implica el surgimiento de peligros que la población no solía encarar, es decir, se incrementa la exposición a nuevas amenazas. Paradójicamente en muchos de los casos se ha revertido el efecto de deforestación porque la masa forestal no sólo retiene el suelo sino que además funciona como barrera rompevientos. En este sentido el fenómeno de la inundación se considera uno de los peligros que ocasiona mayores pérdidas humanas y principalmente económicas. Los criterios de peligro por inundaciones, en su mayoría han sido desarrollados para cuencas hidrográficas y son aplicados en casos de inundaciones provocadas por desbordamiento de ríos.

Con la aparición de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han desarrollado técnicas para el análisis del peligro y en la ponderación de factores combinatorios de distinta naturaleza. El poder de esta herramienta radica en su capacidad para relacionar diferentes tipos de datos como imágenes de satélite, fotografías aéreas, además de diferentes fuentes de datos geográficos,

así como su capacidad para la integración de datos con diferentes escalas. También, los SIG son una herramienta que facilita la toma de decisiones y permiten mostrar estrategias de mitigación.

El objetivo principal del estudio es aplicar una metodología para estimar la peligrosidad pluvial a través de un índice cuantitativo distribuido espacialmente y calculado a partir de análisis multicriterio y de la ponderación de factores que permitan una evaluación objetiva de la zona de estudio mediante la comparación entre áreas críticas y la valoración de escenarios sobre la misma región. Para el caso de estudio, se seleccionó al municipio de Tapachula, en el estado de Chiapas, ubicado en la zona sureste del estado. Considerado como uno de los municipios que cuantiosas ocasiones ha sufrido afectaciones por inundaciones, debido al desbordamiento de ríos o escorrentías provenientes de las partes altas del límite municipal. Existen registros de pérdidas humanas y económicas de significativas dimensiones, por lo cual se considera de gran importancia la realización del estudio.

Este trabajo presenta aportes al método de ponderación para calcular la peligrosidad por inundaciones en zonas urbanas, construyendo el mapa de peligrosidad en un caso de estudio.

RN-6

TRES TOMOS DE LAS INUNDACIONES DE 2010 EN VERACRUZ

Tejeda Martínez Adalberto
Ciencias Atmosféricas, UV
atejeda@uv.mx

La Universidad Veracruzana junto con el Conacyt, dentro de la colección "la ciencia en Veracruz: Biblioteca del especialista" (ISBN 9786079090005), publicó en el año 2012 la obra en tres tomos "Las inundaciones de 2010 en Veracruz". El primer tomo aborda la memoria social y el medio físico; el segundo trata sobre la biosfera y los escenarios futuros, y el tercero, sobre vulnerabilidad y adaptación de la población veracruzana a estos fenómenos recurrentes. Cada tomo consta de siete u ocho capítulos, elaborados por muy diversos especialistas, que lo mismo se ocupan de aspectos históricos, sociales, meteorológicos, hidráulicos, económicos, de la salud humana y de la biodiversidad, ante las inundaciones que año con año afectan a diversos tramos del territorio estatal.

La obra surgió a raíz de un foro de especialistas celebrado en octubre de 2010 tras el paso del huracán Karl por el centro del estado. Las mejores ponencias de ese foro derivaron en los materiales que conforman estos libros. La coordinación de la obra corrió a cargo del autor de esta ponencia, con la colaboración de Liliana Betancourt, Estela Montes, Clorinda Sarabia y Virgilio Arenas. En esta ponencia se presentarán los tres tomos y se discutirán sus aciertos y deficiencias, desde los puntos de vista metodológicos y editoriales.

RN-7

EVALUACIÓN DE LADERAS DE "LAS POZAS JARDÍN ESCULTÓRICO, EDUAR JAMES" Y LOS DAÑOS ESTRUCTURALES EN SUS MONUMENTOS, XILITLA SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Torres Morales Gilbert Francisco¹, Castillo Aguilar Saúl², Dávalos Sotelo Raymundo³, García Martínez Jorge¹, Rodríguez González Miguel⁴, Hernández Juan Francisco¹ y Leonardo Suárez Miguel¹

¹Centro de Ciencias de la Tierra, UV

²Facultad de Ingeniería Civil, Zona Xalapa, UV

³Instituto de Ecología A.C.

⁴Instituto de Ingeniería, UNAM

giltorresmorales@yahoo.com.mx

Como parte de un proyecto de colaboración entre el Centro de Ciencias de la Tierra (CCT), la facultad de Ingeniería Civil Zona Xalapa (FIC) de la Universidad Veracruzana y la Fundación Pedro y Elena Hernández A.C., se realizaron diversos estudios en el "Jardín Escultórico Las Pozas, Xilitla San Luis Potosí, México", con el fin de tener elementos para entender la geodinámica externa e interna que podrían tener un impacto sobre los monumentos y proponer una solución para estabilizar las laderas del parque, en especial donde se ubica el monumento "La casa de tres pisos que puede ser de cinco" el cual presenta daños estructurales causados principalmente por deslizamientos.

La ladera donde se ubica el monumento ha tenido deslizamiento en el pasado, el más significativo fue durante el Huracán Gilberto de 1988, por el cual presentó un deslave que se detuvo en este monumento, colapsando una losa y una trabe en la parte posterior de la casa, esta losa conectaba la entrada de un canal que pasa por debajo de la casa. Este deslizamiento provocó los principales daños estructurales que presenta en la actualidad este monumento. Además, se tienen evidencias de afectaciones por la caída de árboles y por los flujos de agua durante lluvias intensas.

El lugar de evaluación es una enorme masa de suelo, formada por láminas de lajas de diferente espesor intercaladas con arcillas y limos de diferentes espesores y con inclinaciones variables; el agua al pasar por entre las lajas arrastra los limos y las arcillas dejando espacios entre cada estrato, lo que puede

provocar deslizamientos y los movimientos de la masa total del suelo. Además, que los estratos no son horizontales, lo que contribuye a los deslizamientos. El lugar donde está desplantado el monumento, es uno de los de mayor peligro e históricamente es donde los deslizamientos son más evidentes, por lo anterior se propuso la evaluación del fenómeno y proponer una solución para evitar el deslizamiento de la ladera y fallas en la estructura.

Este trabajo presenta los resultados obtenidos de estudios de mecánica de suelos, geofísico en la ladera (SPAC) y de vibración ambiental en la estructura. Los resultados incluyen la solución para la estabilización de la ladera y la reconstrucción del edificio afectado por los movimientos de las masas de suelo, acorde con los estudios y considerando la importancia histórica y artística, realizando una solución integral para minimizar el peligro en la ladera y la vulnerabilidad de los monumentos.

RN-8

CRONOLOGÍA DE LOS FLUJOS DE ESCOMBROS EN LA CUENCA DE MOTOZINTLA, CHIAPAS Y SUS PELIGROS POTENCIALES

Sánchez Núñez Juan Manuel¹, Macías Vázquez José Luis², Zamorano Orozco José Juan³, Saucedo Girón Ricardo⁴, Torres Hernández José Ramón⁴ y Novelo Cazanova David⁵

¹Centro de Medio Ambiente, CIIEMAD

²Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM

³Instituto de Geografía, UNAM

⁴Instituto de Geología, UASLP

⁵Instituto de Geofísica, UNAM

jmsanchezn2004@yahoo.com.mx

Las características geológicas de la cuenca de Motozintla son factores determinantes en la condición de peligro al que está expuesta la población. En la zona de estudio se tienen rocas con edades del Paleozoico al Reciente, están expuestas a un alto grado de intemperización y presentan una topografía escarpada con pendientes dominantes de más de 30°. Estas condiciones se agravan con la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos que generan inestabilidad en las laderas, manifestándose como procesos de remoción de masas en forma de caídas, flujos, avalanchas y deslizamientos. De estos procesos, las caídas de materiales son los más frecuentes (69%), seguidos de los deslizamientos rotacionales y traslacionales con 18%. Los flujos de escombros representan solo el 9% de todos los procesos. Sin embargo, éstos se generan de manera recurrente desde hace 25,000 años AP y constituyen el mayor peligro para la población que habita en la planicie aluvial. De igual forma, Motozintla se localiza en una zona altamente inestable debido al ambiente tectónico activo provocado por el sistema de fallas Polochic-Motagua, el cual presenta un desplazamiento lateral izquierdo generando una intensa deformación del terreno y frecuente sismicidad. Los indicadores geomórficos más desarrollados en la planicie son los abanicos aluviales con 55 estructuras, se reconocieron cinco niveles de terrazas y se identificaron 13 rampas. El objetivo principal de esta investigación fue establecer la cronología de los depósitos a través de la reconstrucción de las columnas estratigráficas en abanicos, donde se reconocieron al menos 13 depósitos, mientras que en las terrazas se identificaron 5 depósitos; todos ellos separados por paleosuelos que fueron fechados con el método de 14C. Una etapa importante para desarrollar la cartografía de esta investigación fue la fotointerpretación de ocho líneas de fotos aéreas con escalas de 1:75,000; 1:37,500 y 1:8,000; utilizando la base topográfica 1:50,000 editada por el INEGI. Toda la información generada se procesó con el Sistema de Información Geográfica ArcGIS.

Palabras clave: Flujo de escombros, planicie aluvial, abanico aluvial, terraza, edad radiométrica.

RN-9

EL DESLIZAMIENTO DE SANTIAGO Y SANTA CRUZ MITLATONGO, NOCHIXTLAN, OAXACA. CORRELACIÓN MORFOESTRUCTURAL

Vera Sánchez Pedro, Guzmán Lopéz Adair,
Salazar Peña Leobardo y Alanís Alcántara Alfredo

Ciencias de la Tierra, ESIA - IPN

pveras@ipn.mx

El desprendimiento de grandes bloques de roca en la ladera sur del Cerro Colorado, después de 6 días de intensas lluvias, se consideró por los pobladores como el inicio de la tragedia que concluiría con el desalojo de toda la comunidad y su posterior reubicación al paraje conocido como Loma de Cacalote en el extremo NW de la localidad. La aparición de grietas a lo largo y ancho de toda la comunidad, con el consecuente hundimiento y derrumbe de casas, es el panorama del otrora creciente poblado de Santiago Mitlatongo. La conjunción de condiciones naturales del suelo en la localidad y la participación de los pobladores en la deforestación, han sido factores importantes en la tragedia que se vive; Desde el punto de vista estructural el área está afectada por un sistema de fallas normales con componente lateral derecha que desplazan pliegues recumbentes. La falla normal que se observa al norte del sitio afectado por el

deslizamiento, parece jugar un papel definitivo en el evento del 5 de septiembre del año pasado, ya que dio origen al rasgo morfológico que define dicho evento.

RN-10

ANÁLISIS DE LA GEOLOGÍA Y DE LOS DESLIZAMIENTOS DE UNA ÁREA DEL SUBAPPENINO DAUNO

Dell'Erba Daniele
Centro de Geociencias, UNAM
danieledellberba@gmail.com

En Italia los deslizamientos son las principales causas de daño para la sociedad civil, después de los terremotos y las inundaciones. En el siglo pasado Italia ha sido el cuarto país en niveles de mortalidad ocasionadas por deslizamientos, con un promedio de 59 víctimas al año, y daños calculados entre 1 y 2 billones de euros al año.

El área de estudio se encuentra en los Subapeninos Daunos, entre Puglia y Molise, en particular en la municipalidad de Carlintino (Foggia). El objetivo ha sido analizar la geología y los deslizamientos de una área montañosa muy afectada por riesgo hidrogeológico.

Este estudio se ha realizado por medio de un levantamiento geológico de escala, análisis e interpretación de fotos aéreas (1954, 1977 y 2003), mapeo con software SIG (GRASS y ArcGis) y producción de perfiles topográficos y lo anterior permitió hacer un análisis detallado de los deslizamientos de la zona y estudiar la evolución de la vertiente occidental, entre Carlintino y el Lago Occhito, en el que se establece el deslizamiento Toppo.

Las unidades tectónicas con estructura monoclinas presentan una vergencia opuesta a la de los Apeninos, y ha sido interpretada como el resultado de un proceso backthrust.

El análisis de relieve y el procesamiento del modelo de elevación digital ha permitido el estudio de la evolución morfológica de la pendiente y, en particular, el balance de los procesos de acumulación y erosión de los materiales.

El análisis de fotografías aéreas resalta algunos cambios importantes en la evolución de los deslizamientos ocurridos en el talud localizado entre el pueblo y la orilla derecha del lago. El tipo de deslizamientos en el área de investigación está compuesto principalmente por flujos de lodo y deslizamientos de tierra complejos.

La comparación entre las fotos de 1954 y 1977 muestra la estabilización de algunos movimientos que bordean el país, sino también la reactivación de algunos deslizamientos de tierra a lo largo de la Carretera Provincial N° 3, al sur-este de la ciudad mientras que la comparación entre las fotos de 1977 y 2003 muestra un equilibrio entre estabilización y reactivación de los movimientos.

Con respecto a la zona afectada por los deslizamiento de tierra Toppo y Giacomo, el análisis de mapas históricos y actuales mostró como parte del derrumbe, en particular el área de acumulación y la rama sur del deslizamiento, ya existía en el siglo XIX y que los deslizamientos de tierra en los siglos XX y XXI representan reactivaciones de estos. Además, los resultados derivados del análisis de mapas, fotos aéreas y datos de monitoreo indican que los dos deslizamientos están conectados de manera que un movimiento más superficial está condicionado por uno más profundo.

La estabilidad de toda la zona se ve afectada por fenómenos gravitativos, complejos y desordenados tales que no se pueden reconocer deslizamientos individuales también a causa de la erosión acelerada.

En conclusión este estudio ha permitido un monitoreo mas detallado del área con la utilidad y la finalidad de disminuir el riesgo hidrogeológico.

RN-11

SISMOLOGÍA APLICADA AL DESLIZAMIENTO TERRESTRE DE SANTIAGO Y SANTA CRUZ MITLATONGO, OAXACA

González López Martina, López Sánchez Ricardo, Romero Pérez Blanca Iris, Hernández Oscoy Ariadna, Gutiérrez Mendiola Uriel, Salazar Peña Leobardo y Vera Sánchez Pedro
Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Ticomán, IPN
margl_mar@hotmail.com

En los meses de septiembre a noviembre del año 2011, se presentó progresivamente un deslizamiento terrestre que abarco las áreas de los poblados de Santiago Mitlatongo y Santa Cruz Mitlatongo, Asunción Nochixtlán Oaxaca. El desarrollo progresivo del deslizamiento brindo la oportunidad de desalojar a los habitantes de los poblados sin contar con alguna víctima.

La geofísica que se aplico en la zona de deslizamiento se oriento para investigar primero la existencia de algún evento sísmico que funcionara como disparador del fenómeno. Para esto se llevo a cabo el registro sísmico con una estación de tres componentes en tres sitios distintos de la zona. En este ejercicio se distinguen tres tipos de eventos sísmicos que se relacionan con tres fenómenos en la zona del deslizamiento. Los registros sísmicos de poca amplitud y corta duración se asociaron con la caída de rocas en una ladera norte. El segundo tipo de evento es microtemor que se relaciona con el movimiento de masa

terrestre. En los tremores los hay muy duraderos que superan los 20 segundos de registro. El tercer tipo de evento es de tipo tectónico, contando con fases sísmicas de onda P y onda S, que permite localizarlos. No obstante este tipo de eventos tectónicos, se tipificaron como microtectónicos debido a que no son originados por un fallamiento tectónico local, sino que son generados por sismicidad inducida similar a la generada por embalse de presa.

Una segunda etapa de aplicación geofísica fue la exploración sísmológica que se realizo utilizando los métodos de refracción y una técnica denominada reflexión diferencial de onda P. Los datos obtenidos en refracción se analizaron, dando como resultado el modelo superficial de velocidades y profundidades que constituyen el subsuelo. Fue posible encontrar la profundidad de la superficie sobre la cual se desliza la masa terrestre. Así mismo se determina sus tendencias de pendiente de la superficie de despegue en los sitios de observación, configurando un mapa de pendientes cualitativas.

Uno de los resultados principales de la exploración sísmológica es la configuración tridimensional de la superficie de despegue. Conjurado con otros elementos del fenómeno deducidos de un estudio geológico, es posible comprender el fenómeno de deslizamiento en la zona.

RN-12

FACTORES Y PARÁMETROS CUANTITATIVOS EN EL FENÓMENO DE AGRIETAMIENTOS EN SAN LORENZO TEZONCO, IZTAPALAPA

Romero Pérez Blanca Iris, Salazar Peña Leobardo y Vera Sánchez Pedro
Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Ticomán, IPN
blanca_arry205@hotmail.com

Los trabajos geológicos-geofísicos llevados a cabo desde el año 2007 hasta el año 2011 en la zona de agrietamientos de San Lorenzo Tezonco, Iztapalapa, han llevado a identificar y comprender factores más importantes que intervienen en el fenómeno. Entre los factores están las características geológicas de la zona representado por arcillas y cenizas, la consistencia mecánica del subsuelo superior y la estructura sísmica de los basaltos subterráneos manejado como paleorelieve.

En este trabajo se relacionan los últimos factores identificados en la zona que influyen en el fenómeno de agrietamientos y se combinan con los factores identificados con anterioridad. Tras un análisis de registros sísmicos, se ha logrado distinguir la existencia de microtemores asociados con pequeños movimientos de masa terrestre superior. El análisis, espectral, se llevó a cabo en registros sísmicos obtenidos en la primera semana del fenómeno (julio de 2007). La existencia de los microtemores, se asocian con los crujiidos subterráneos reportados por los habitantes de la zona durante la manifestación de los agrietamientos.

El fenómeno anterior conlleva a identificar un efecto geohidrológico subterráneo que favorece que la superficie basáltica funcione como superficie de despegue. Según este efecto, el agua de lluvia infiltra a las arcillas y cenizas, pero no al basalto subterráneo impermeable. Ello genera la existencia de agua y humedad en el contacto ceniza-basalto y favorece la existencia de planos de debilidad con lo que se generaron los pequeños movimientos de masa terrestre superior identificados con los microtemores.

La estructura basáltica subterránea es un factor importante en el fenómeno, se calcularon los mapas de pendientes de la profundidad de superficie basáltica. Esto se logró aplicando la derivada en diferencias finitas sobre la malla de profundidades basálticas. El mapa de derivadas obtenidas en dirección Este-Oeste y Norte-Sur de la profundidad basáltica, muestran concordancia con la distribución de agrietamientos en la zona.

RN-13

EL SISTEMA DE BRISAS COMO FACTOR DE RIESGO EN LA DISPERSIÓN DE PEQUEÑOS DERRAMES DE HIDROCARBURO EN EL LITORAL VERACRUZANO

Contreras Hernández Ana Delia y Álvarez Gasca Oscar
Ciencias Atmosféricas, UV
anacontreras@uv.mx

Se pondera el nivel de riesgo asociado al escaso conocimiento de los detalles de la circulación de brisas sobre las zonas litorales y arrecifales del estado de Veracruz. Esto en conexión con los eventos de derrame accidental de hidrocarburo en los ríos y zonas portuarias, por la interacción hidrodinámica con las corrientes marinas de microescala. Tomando como fuente de información las imágenes de satélite, se estudian los patrones hidrológicos y fisiográficos en los que interviene la fase periódica de la turbulencia. Los diagramas de flujo de viento medio muestran puntos críticos en la dispersión del hidrocarburo en los gradientes negativos de presión sobre las zonas costeras cóncavas. Finalmente, se realiza una reflexión sobre la necesidad de realizar un trabajo coordinado para calcular la diferencial de riesgo de una manera más realista y precisa.

RN-14

DOSIS POR GAS RADÓN QUE RECIBEN PERSONAL DE LAS GRUTAS DE NOMBRE DE DIOS CHIHUAHUA, MÉXICO

Villalba María de Lourdes¹, Colmenero Sujo Luis²,
Estrada Gutiérrez Guadalupe¹ y Pinales Munguía Adán¹

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua

²Instituto Tecnológico de Chihuahua II

mvillalb@uach.mx

Las recomendaciones realizadas por la Comisión Internacional de Protección Radiológica en su reporte ICRP 60 (1990), considera a ciertos grupos de personas que elaboran en lugares donde existen la presencia de agentes radiactivos naturales colocando al gas radón como principal fuente de exposición ocupacional. Tales grupos incluyen personas quienes trabajan en balnearios de aguas termales, minas uraníferas, grutas turísticas etc. En la actualidad son pocos los estudios hechos sobre la dosis ocupacional que reciben los empleados de estos lugares.

El objetivo de este trabajo es conocer la concentración de radón en aire presente en las grutas de Nombre de Dios ubicada al norte de la ciudad de Chihuahua y establecer la exposición ocupacional debido al gas radón que reciben las personas que elaboran en este lugar.

El estudio se realizó en las salas de exhibición de las grutas de Nombre de Dios. Se midió el contenido de radón por un periodo de 24 horas continuas en cada una de las salas. Para la determinación de radón se contó con un medidor portátil de radón continuo de la marca Genitron Instruments GmbH. Modelo ALPHAGUARD el cual pertenece al Laboratorio Nacional de Berkeley.

La concentración de radón encontrada en las grutas de Nombre de Dios fue en promedio de 13.27 kBq/m³ con una humedad relativa de 90-98%, presión atmosférica constante de 860 mbar y temperatura de 20-24 °C. La dosis que reciben los guías de estas grutas es de 24.83 mSv por un periodo de seis meses, dosis ocupacional que se encuentra por arriba de lo recomendado por la ICRP 60 por un año, por lo que estas personas pueden presentar en el futuro problemas de salud consecuencia de la exposición.

RN-15

DIAGNÓSTICO Y HOMOGENIZACIÓN DE BASES DE DATOS GEOREFERENCIADAS PARA EL MONITOREO DE RIESGO Y DESASTRES ASOCIADOS A FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS Y CLIMÁTICOS EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

Frausto Martínez Oscar¹, Ihl Thomas², Buatista Zúñiga Francisco², Palacio Aponte Gerardo³ y Vázquez Soca Aide⁴

¹Desarrollo Sustentable, UQROO

²Universidad Nacional Autónoma de México

³Universidad Autónoma de San Luis Potosí

⁴Universidad de Quintana Roo

fraustomartinezoscar@gmail.com

En la región sur sureste se han elaborado estudios sobre riesgos y fenómenos hidrometeorológicos desde 1991, a nivel nacional, y desde 1996 a nivel peninsular, por grupos de trabajo de los estados que integran la región. Así, para los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo, se han desarrollado cartografías temáticas, a diversas escalas, evaluado los riesgos y desastres por fenómenos naturales extremos y donde el factor hidrometeorológico y de cambio climático son predominantes. Sin embargo, el problema central radica en la migración de las bases de datos que son generados por la resolución de los estudios, la clasificación temática de los fenómenos hidrometeorológicos y los conceptos base para lo cual se generaron las bases de información. Lo anterior se ha vuelto la principal limitante para continuar con los estudios regionales de caracterización fina y de modelado. La generación de bases georeferenciadas de información, es el eje común de los equipos de trabajo en el tema de los fenómenos hidrometeorológicos extremos en la península de Yucatán, sin embargo éstas son diversas debido a la génesis de los proyectos, las escalas, clasificaciones y resoluciones de estudio. La migración de información a diversos niveles (locales, municipales, estatales y regionales) es el principal problema al cual nos enfrentamos para la generación de productos temáticos orientados a la disseminación de la información, modelación y análisis de procesos para el desarrollo de diagnósticos de prevención, mitigación y adaptabilidad. La generación de instrumentos (metadatos, bases comunes de información, resoluciones temporales y espaciales, así como conceptualizaciones clave de procesos, amenazas y efectos) es un elemento necesario para potenciar la migración de información entre grupos especializados en el tema. El ejemplo que se presente de la península de Yucatán puede dar pie a la colaboración con otros grupos especializados a nivel regional y nacional. Se agradece el financiamiento de la REDESCLIM por el apoyo al desarrollo de esta investigación.

RN-16

ALTA RADIATIVIDAD NATURAL EN SUELO EN ALDAMA, CHIHUAHUA

Colmenero Sujo Luis¹ y Villalba María de Lourdes²

¹Ciencias Básicas, ITCHII

²Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua
lcolmenero@uach.mx

De acuerdo a la geología circundante será la presencia de elementos en suelo, agua y aire en una zona. Para el estado de Chihuahua donde hay mas de 50 yacimientos de uranio, los radionúclidos naturales ²³⁸U, ²³²Th y ⁴⁰K están presentes en la mayoría de los suelos de las ciudades cercanas a estos sitios uraníferos. La mayoría de ellos y los más importantes se encuentran en la zona central del estado. En la Sierra de Peña Blanca, a 40 km al noreste de la capital del estado grande, Chihuahua, se encuentra una serie de zonas uraníferas, que en conjunto contienen cerca del 60% del total del uranio nacional. Al sur de Peña Blanca, a 25 km, se ubica la ciudad de Aldama, una localidad con alrededor de 20,000 habitantes. Ciudad Aldama también se encuentra rodeado de otros yacimientos uraníferos importantes como los de Sierra de Gómez, El Calvario, Sierra La Gloria, Santa Eulalia y otras. A finales de los 60's la Comisión Nacional de Energía Nuclear (posteriormente URAMEX) instaló una planta de uranio a 400 m al oeste de esta ciudad para procesar el mineral de Peña Blanca, con el fin de obtener molibdeno, además se concentraba el mineral de uranio hasta "torta amarilla". Mediciones de suelo dentro de la ciudad de Aldama, de ²³⁸U, ²³²Th y ⁴⁰K, utilizando espectroscopía gamma, se encontró que estos isótopos radiactivos tenían un promedio de 51.1, 61.1 y 1014.5 Bq/kg, respectivamente. Del frente de la planta concentradora, los valores de ²³⁸U en suelo fueron de 460.5 Bq/kg, con una disminución gradual que llega a 100 Bq/kg en la periferia de la ciudad, esto debido a los polvos emanados por los trabajos en la planta. El promedio de mundial de estos tres radionúclidos naturales son 35.0, 35.0 y 370 Bq/kg respectivamente, por lo que los valores mencionados en ciudad Aldama sobrepasan los promedios. Esta cantidad de radiación provoca una dosis mucho mayor a los promedios recomendados para intervención y llega a equipararse a zonas de altas radiación referenciadas mundialmente.

RN-17

ANÁLISIS PRELIMINAR PARA LA IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN DIFUSAS EN EL AGUA DE LOS RÍOS TUXPAN, CAZONES Y TECOLUTLA EN EL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO: UNA AMENAZA PARA LA SALUD PÚBLICA

Díaz Torres José de Jesús, Dávila Vázquez Gustavo, De Anda Sánchez José, Gallardo Valdez Juan y Marino Marmolejo Erika Nahomy

Tecnología Ambiental, CIATEJ

jdiaz@ciatej.net.mx

Para el presente trabajo, se obtuvieron datos de muestras de agua tomadas en 18 sitios a lo largo del cauce de los Ríos Tuxpan, Cazones y Tecolutla dentro de los límites del estado de Veracruz, durante cuatro campañas entre 2010 y 2011. Con estos datos y empleando el método propuestos por la Fundación Nacional de Saneamiento (National Sanitation Fundation), se calculó el índice de calidad del agua. Este modelo considera 9 de los principales y más comunes parámetros de contaminación del agua.

El análisis espacial y temporal de los resultados de la calidad del agua en las tres cuencas, refleja contrastes significativos que se relacionan con el cambio estacional y su posición a lo largo del cauce de los ríos. Adicionalmente, el análisis de las muestras de agua señalan la presencia de un importante número de colonias de coliformes, Salmonella y E. Coli, así como concentraciones de plaguicidas y metales que exceden los límites permisibles para el consumo de agua potable, establecidos en estándares internacionales y normas oficiales mexicanas. Estas altas concentraciones representan un factor de peligro para la salud de los habitantes en las localidades en la parte media y baja de dichas cuencas dentro del Estado de Veracruz.

Al menos en los últimos diez años, el cambio en la cobertura del suelo es uno de los factores que ha influido significativamente en las condiciones actuales de la calidad del agua en la calidad del agua de los Ríos Tuxpan, Cazones y Tecolutla. El análisis temporal de la cobertura vegetal mediante el uso de imagen satelital Landsat, refleja una tendencia de disminución de las superficies con aptitud de suelo forestal o de selva. La pérdida de estas coberturas es un factor que favorece el deterioro del suelo, y en consecuencia, de la calidad del agua.

La deforestación de superficies de bosque y selva para uso agrícola, o la degradación del suelo, representan fuentes potenciales de contaminación difusa sobre los cuerpos de agua de estos tres ríos. Su uso para consumo humano constituye una amenaza para la salud de los habitantes que se localizan en las parte medias y bajas de las cuencas de estos ríos.

RN-18

**PELIGROS GEOLÓGICOS ORIGINADOS POR
FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS. CASOS
DEL HURACÁN KARL Y LA TORMENTA TROPICAL
MATTHEW EN LOS ESTADOS DE VERACRUZ Y OAXACA**

Rodríguez Elizarrarás Sergio Raúl y Morales Barrera Wendy Vanesa
Instituto de Geología, UNAM
astro.rodriguez@gmail.com

Dentro de la diversidad de amenazas provocadas por fenómenos naturales, las de origen hidrometeorológico son las que más daños causan. Esto se debe a su alta recurrencia, y a que impactan en zonas costeras y serranas del territorio nacional, afectando a comunidades rurales, zonas urbanas, servicios vitales e infraestructura. Estos fenómenos comprenden entre otros: huracanes, tormentas y depresiones tropicales, que a su vez, desencadenan amenazas de tipo geológico como son los procesos de remoción en masa. En este trabajo se describen las afectaciones producidas por la llegada del huracán Karl y la tormenta tropical Matthew en septiembre de 2010 sobre parte de los estados de Veracruz y Oaxaca.

Karl se formó en el océano Atlántico y cruzó la península de Yucatán como tormenta tropical el 15 de septiembre. Al reingresar al Golfo de México se intensificó convirtiéndose en huracán de categoría 3 con vientos de 185 km/hr. Cerca del mediodía del 17 de septiembre impactó la costa de Veracruz en el municipio de Úrsulo Galván. Debido al punto de entrada a tierra y a su trayectoria, por la tarde el huracán chocó contra la sierra formada por los volcanes Cofre de Perote-Pico de Orizaba, en donde la precipitación pluvial superó los 250 mm en 24 horas, descargando una cantidad superior a los 2 km³ de agua que bajó de manera torrencial por las cuencas de los ríos Los Pescados-Antigua y Jamapa-Cotaxtla. Los efectos erosivos de esta inmensa cantidad de agua provocaron la remoción de miles de toneladas de sedimentos, y causaron una enorme destrucción y devastación a su paso. Las pérdidas causadas por Karl fueron cuantiosas, registrándose la muerte de al menos 14 personas y alrededor de 150 mil viviendas afectadas.

La tormenta tropical Matthew se formó en el Mar Caribe el 23 de septiembre de 2010. El 26 a las 04:00 hrs el centro de Matthew se localizó al Sur de Chiapas desplazándose hacia el W-NW, provocando lluvias intensas en Veracruz, Tabasco, Yucatán, Oaxaca y Chiapas. Para el 27, 28 y 29 de septiembre la precipitación pluvial promedio varió entre 100 y 200 mm en 24 horas. En el estado de Oaxaca afectó principalmente la región de la Sierra Juárez, cuyos escurrimientos drenan hacia la cuenca del río Papaloapan, una de las más grandes del país, alimentada por las corrientes de los ríos Grande, Tomellín, Usila, Valle Nacional y Cajonos. Como consecuencia de la alta intensidad de precipitación (en un solo día llovió en promedio lo de 1 mes), aunado a la ya de por sí gran cantidad de lluvia acumulada durante el mes de agosto, una porción importante de la cobertura de suelo llegó a su punto de saturación o muy próximo a ello, con la consecuente aceleración de procesos gravitacionales como asentamientos, deslizamientos de laderas y flujos de lodo, los cuales, al ocurrir en zonas habitadas, afectaron una cantidad considerable de viviendas e infraestructura de servicios vitales en las zonas serranas del estado de Oaxaca y las zonas bajas del estado de Veracruz.

RN-19

**IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS
PROCESOS DE DESLIZAMIENTOS EN EL SECTOR ORIENTE
Y NORORIENTE DE PUERTO VALLARTA, JALISCO**

Delgado Millan Sandra Mónica¹, Plascencia Suárez Carlos² y Núñez Cornu Francisco¹

¹Centro de Sismología y Volcanología de Occidente, SISVOC, UDG

²Departamento de Geografía y Ordenación Territorial/CUCSH/SISVOC, UDG
smdm10@gmail.com

Los deslizamientos son procesos geológicos recurrentes en nuestro país que cada año afectan a diferentes regiones, volviéndose una amenaza para las crecientes localidades y poblaciones que se han asentado en zonas inestables, por ello es necesario llevar a cabo un adecuado análisis de los principales factores que interactúan en la geodinámica de los movimientos desde una perspectiva espacio-temporal.

La zona de Puerto Vallarta cada año se ve afectada por estos procesos geomorfológicos, acrecentándose en la temporada de lluvias y sus consecuencias se hacen visibles a través de continuos deslizamientos y caída de rocas. Una de las zonas que muestran una alta evidencia de estos eventos es el sector oriente y nororiental de Puerto Vallarta, donde se tienen registros históricos de procesos gravitacionales, entre los que se encuentran caída, deslizamientos y flujos. La identificación y análisis de este tipo de procesos permite tener una percepción del peligro que se pudiera hacer susceptible en el futuro cercano en esta área de la ciudad, donde los planes de desarrollo urbano de Vallarta, la señalan como una zona de reserva urbana y urbanización progresiva en el corto plazo, por lo tanto, la importancia de nuestros resultados son proporcionar un escenario de riesgo, que sea la base para normar el

crecimiento urbano, así como el proporcionar medidas de mitigación y reducción del riesgo.

En este sentido, el presente trabajo de investigación se centra en realizar un análisis para determinar las áreas más propensas a deslizamientos y sus zonas de afectación, empleando un Sistema de Información Geográfica, en el cual se usaron datos vectoriales del INEGI, con lo que se generó un Modelo Digital de Elevación, el mapa geomorfológico, el mapa de pendientes, incorporando al análisis multicriterio las imágenes LIDAR (Light Intensity Detection And Raining), así como trabajo de campo que permitió observar las propiedades geomecánicas de los materiales, la litología, la geología estructural y la exposición de la ladera, con estos elementos se construyó el mapa de zonificación del peligro por movimientos de masa y caída de rocas.

RN-20

**PLAN DE OPERACIONES QUE ESTABLECE LA SOCIEDAD Y
GOBIERNO PARA LA DEFENSA DE LOS EFECTOS DE LOS
CICLONES TROPICALES EN PUERTO VALLARTA, JALISCO**

Cornejo López Víctor Manuel, Carrillo González Fatima,
Morales Hernández Julio César y Orozco Orozco Oscar
Centro de Estudios Meteorológicos de la Costa, UDG
vicmancor@hotmail.com

Las zonas costeras del Pacífico medio son recurrente mente afectada de manera indirecta y en algunos casos directamente por ciclones tropicales. Esto constituye un riesgo ante la amenaza de este tipo de sistemas meteorológicos peligrosos, sin embargo, en el propio temporal, otros eventos a escala local se desarrollan y también constituye riesgos que ponen en peligro ciertas zonas también recurrentemente vulnerables. Por tal motivo cada año se propone un plan operativo para ciclones tropicales, el cual es coordinado por la unidad de protección civil municipal y sometido a aprobación en sesión de cabildo con el propósito de optimizar los mecanismos de coordinación y apoyo para auxiliar a la población antes, durante y después de una emergencia generada por un evento hidrometeorológico. Dentro del plan se presentan grupos de trabajos que se agrupan en equipos especializados de acuerdo al ámbito de su competencia y pueden participar los representantes de organismos y dependencias estatales y federales, cuyas funciones estén relacionadas. Cuando un evento meteorológico amenaza la zona, el primer grupo en activarse es el grupo de "investigación científica y monitoreo de fenómenos" coordinado por la unidad de protección civil municipal. En este grupo diversos grupos civiles y militares asesoran para la toma de decisiones de las autoridades.

RN-21

MAPA DE PELIGROS DEL MUNICIPIO DE PANTEPEC, CHIAPAS

López Hernández Venancia y Mora Chaparro Juan Carlos
Instituto de Geofísica, UNAM
venancia_18@hotmail.com

Los desastres asociados a la manifestación de diferentes fenómenos naturales se ha agudizado en el presente, por ello identificar, cartografiar y monitorear localmente, en un mapa municipal, el peligro que representan a la infraestructura como vías de comunicación o zonas habitacionales, entre otras, es una herramienta indispensable para la toma de decisiones de las autoridades estatales, municipales o locales. Contar con un mapa de peligros donde se encuentran localizados puntualmente, permite la toma de decisiones en las construcciones de obras o el desarrollo de programas preventivos con el fin de disminuir los daños que provocan o evitar pérdidas humanas que podrían ocasionar.

El municipio de Pantepec ha presentado muchos problemas con la manifestación de diferentes fenómenos, que incluso ha llegado a ocasionar pérdidas humanas y materiales.

Uno de los principales problemas que presenta el municipio de Pantepec es la presencia de hundimientos, esta problemática afecta a viviendas las cuales presentan grietas en diferentes estructuras. Es probable que en este municipio estos hundimientos se asocien a formación de dolinas, ya que en el año 2003 éste provocó el colapso de 10 viviendas y 6 muertos. Los fenómenos de remoción en masa se localizó manifestándose en deslizamientos y derrumbes específicamente en vías de comunicación, los cuales han dejando incomunicados diferentes comunidades.

Para la elaboración del mapa de peligro se recabaron puntos con navegadores GPS en cada lugar donde se identificó el peligro de cada una de sus 42 localidades. Teniendo el conjunto de puntos georeferenciados se colocaron en un sistema de información geográfica, a los cuales se les asignó su respectivo símbolo para identificar el tipo de fenómeno localizado y de este modo tener como resultado el mapa de peligros, los cuales están ubicados espacialmente y son de fácil manejo para ubicar el peligro en caso de alguna contingencia.

RN-22

RIESGO GEOLOGICO POR PROCESOS DE REMOCION DE MASA DE LA SIERRA DE GUADALUPE EN EL AREA DE LA CUENCA DE CUAUTEPEC

Hernández Ocosco Ariadna y Guzmán Mondragón Rodrigo
Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Ticuán, IPN
ari_herz@hotmail.com

Los procesos de remoción de masa es un fenómeno que se presentan en diversas estructuras geológicas en la Cuenca de México y del interior del país. Tal es el caso de la Sierra de Guadalupe ya que esta sierra presenta características geológicas y morfológicas que favorecen este fenómeno. En ella se guarda un amplio escenario de cerros, colinas, lomas que presentan grandes valles, depresiones, barrancas y por supuesto es un lugar propicio para la captación de agua, donde se puede apreciar pequeños ojos de agua. En la parte sur de la Sierra podemos encontrar una cuenca en forma de cerradura, esta presenta altas depresiones las cuales están pobladas por asentamientos urbanos irregulares.

En este estudio se lleva a cabo primero la recopilación de información geológica disponible de la zona. Esta incluye aspectos tectónicos regionales y locales, cartografía superficial, geología del subsuelo, geología estructural, imágenes de satélite. Esta información se verifica y detalla en recorridos de campo en la zona de estudio. Adicionalmente se recaba la información topográfica, geohidrología como el drenaje local y mapas geomorfológicos. Se han realizado también fichas técnicas y la generación de un catalogo preliminar de la zona en su estado actual.

Con la información recabada disponible en campo se han generado mapas geológicos locales como densidad de drenaje, mapa hipsométrico, mapa grado de erosión fluvial, mapa de lineamientos y fallas. Se lleva a cabo la fase de análisis sobre los datos y mapas generados identificando zonas vulnerables el cual esta la posibilidad de presentar los fenómenos de procesos de remoción de masa y sus respectivas clasificaciones.

Como factor adicional se integran resultados de estudios de sismicidad local, dado que un evento sísmico puede funcionar como efecto disparador del proceso de remoción de masa. En este caso se consideran áreas de peligro sísmico cuantificados por intensidades sísmicas.

Con anterior se nutre progresivamente el catalogo que integra todos los factores relacionados.

RN-23

CUANTIFICACIÓN SOCIAL DE LA PERCEPCIÓN DEL RIESGO POR FENÓMENOS EXTREMOS DE ORIGEN NATURAL EN EL MUNICIPIO DE MOTOZINTLA, CHIAPAS, MÉXICO

Cruz Londoño Sarai¹ y Novelo Casanova David Alberto²

¹División de Ciencias Socioeconómicas, FESA

²Departamento de Sismología, Instituto de Geofísica, UNAM
yerush_lem@hotmail.com

El análisis de la percepción del riesgo supone el estudio de las creencias, actitudes, juicios y sentimientos, así como el de los valores y disposiciones sociales y culturales que las personas adoptan frente a las fuentes de peligro, lo cual es una herramienta fundamental para entender el comportamiento frente a los riesgos de origen natural y antropogénico y las decisiones que una determinada comunidad toma como medidas preventivas. En base a la definición anterior, el objetivo general de este trabajo es presentar los resultados obtenidos en un estudio realizado sobre la percepción del riesgo que los habitantes del municipio de Motozintla, del estado de Chiapas, tienen ante los fenómenos extremos de origen natural que se presentan en la localidad. Debido a su ubicación geográfica, esta comunidad es altamente susceptible a ser afectada por sismos, erupciones volcánicas, procesos de remoción de masa y amenazas hidrometeorológicas (huracanes e inundaciones). Para la estimación de la percepción del riesgo, se utilizaron cuestionarios basados en la escala psicométrica de "Likert", con la cual se especifica el nivel de acuerdo o desacuerdo con una declaración. Las personas entrevistadas fueron seleccionadas aleatoriamente en base a una muestra mínima estadísticamente representativa de la población que habita la cabecera municipal de Motozintla. Los principales rubros que se manejaron en el cuestionario son los siguientes: 1) La percepción del significado de un desastre natural; 2) Percepción del riesgo según fenómeno natural; 3) La percepción de la confianza en las instituciones gubernamentales responsables de la gestión del riesgo por fenómenos naturales. Los resultados indican que el 94% de la población considera que un fenómeno natural extremo siempre se convierte en un desastre prácticamente inevitable que afecta a un gran número de personas y el 27% de los encuestados piensa que pudo haber sido un castigo divino. El 64% de la población no se siente preparada para protegerse ante los peligros de un volcán; el 64% manifestó saber qué hacer en caso de una inundación; el 52% indicó tener conocimiento de cómo actuar en caso de la ocurrencia de un proceso de remoción de masa y el 42% señaló saber cómo actuar en caso de sismo. También, el 34% de los entrevistados contestaron no confiar en el apoyo de los miembros de su comunidad en caso de presentarse un

desastre. En general, la percepción del riesgo local es adecuada con respecto a los riesgos existentes. Sin embargo, consideran que un fenómeno natural extremo siempre generará un desastre. Por estos motivos, es importante que las autoridades de Protección Civil implementen programas explicando que el riesgo está relacionado con las condiciones socio-económicas y de vulnerabilidad existentes. Por otro lado, es importante que considerando la percepción local del riesgo, las autoridades de protección civil, conjuntamente con representantes claves de la comunidad, desarrollen planes de prevención, mitigación y respuesta en situaciones de emergencia.

RN-24

ANÁLISIS DE LOS EVENTOS SÍSMICOS EN EL ESTADO DE CHIAPAS REPORTADOS DESDE EL AÑO 2006 AL 2012

Garrido Hernández Marybeth, Mora Chaparro Juan Carlos y Martínez Yáñez Mario
Departamento de Vulcanología, Instituto de Geofísica, UNAM
molisha_gh@hotmail.com

El Estado de Chiapas es considerado a nivel nacional, como una región sísmicamente activa, en un sistema tectónico complejo, debido a la interacción de tres placas: la placa de Cocos, la placa Norteamericana y la placa del Caribe. Como consecuencia de la interacción entre estas placas se tienen dos límites tectónicos: uno de subducción entre la placa de Cocos y la placa Norteamericana; y el otro transformante entre la placa del Caribe y la placa Norteamericana, donde se desarrollaron varios sistemas de fallas.

El análisis de la sismicidad se llevó a cabo tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Análisis estadístico (la moda) para identificar la profundidad.
- Localización geográfica de cada uno de los eventos sísmicos.
- Definición de la tendencia o patrón específico de la ocurrencia.

Durante el estudio se observó que la profundidad de los sismos aumenta siendo perpendicular a la trinchera, en dirección de la subducción de la placa de Cocos delimitando de manera bien definida la discontinuidad de Mohorovicic, en esa zona.

Con respecto al mapa de magnitud, se observa que la mayoría de los sismos de una magnitud igual o mayor a 5, ocurren a lo largo de las costas del estado de Chiapas y de Guatemala a profundidades de 200 km, asociados al cambio abrupto del ángulo de inclinación de la misma. Otros sismos se localizan por debajo y a lo largo del macizo granítico de Chiapas, alineados paralelamente a la trinchera a una profundidad de entre 100 y 150 km.

El resto de los sismos que están entre magnitudes de 2.5 y 4.9 se distribuyen con una mayor uniformidad desde macizo granítico a la línea de costa y a la zona de esfuerzos corticales. De estos se distingue su mayor concentración en la zona de la plataforma marina presentándose, en su mayoría, entre los 10 y 20 km de profundidad, entre la trinchera y la línea de costa y en especial se dibuja un alineamiento perpendicular a la trinchera en dirección al punto donde deja de ser visible la falla Polochic.

Los sismos mayores a 40 km de profundidad se encuentran localizados bajo la zona del macizo granítico de Chiapas, lo cual nos indica la inclinación que toma la placa oceánica de Cocos que entra por debajo de la placa Norteamericana, siendo la zona donde se localizan la mayoría de los epicentros de los sismos reportados. Estos eventos corticales pueden llegar a delimitar zonas de esfuerzos mayores, como fracturas en la superficie o zonas de fallas activas.

RN-25

ESTUDIOS SISMOLÓGICOS Y DE PELIGRO SÍSMICO PARA EL DESARROLLO DE LAS NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO POR SISMO DE LA CIUDAD DE TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

Ordóñez Alfaro J. Alejandro, Lermo Samaniego Javier y Martínez González José
Instituto de Ingeniería, UNAM
jordoneza@iingen.unam.mx

El estado de Chiapas se localiza en una zona altamente sísmica en México. La alta sismicidad en esta zona se debe a la interacción de las tres placas tectónicas, la placa oceánica de Cocos se mueve en dirección de convergencia frontal con las placas de Norteamérica y del Caribe. Debido a que el movimiento convergente es constante y el contacto entre las placas impide que se deslicen, se producen deformaciones debido a la acumulación de esfuerzos. Cada año se acumulan más de 7 cm de deslizamiento relativo a lo largo de la superficie de contacto entre las placas los cuales son expresados en energía liberada en forma de temblores, debido a esta fuente sismogénica iniciando el siglo XX se produjeron tres grandes sismos superficiales en las costas de Chiapas y Guatemala, el primero el 19 de Abril de 1902 (M 7.5); el segundo el 23 de Septiembre de 1902 (M 7.7) y el tercero el 14 de Enero de 1903 (M 7.6). La segunda fuente sismogénica está constituida por la deformación interna de la placa subducida, lo cual, produce sismos profundos o de mediana profundidad (desde 80 hasta 200km.), como el sismo de Villaflores del 21 de octubre de

1995 (M 7.2). Una tercera fuente corresponde a la deformación cortical debida a sistemas de fallas superficiales que originan temblores de pequeña profundidad (menores a 40 km) presentes en el estado. Esta fuente origina sismos de magnitud moderada que producen daños locales, ejemplo de esta fuente son los enjambres de sismos originados en Chiapa de Corzo entre julio y octubre de 1975. Por estos antecedentes, se trabajó en la microzonificación sísmica de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez. Entre abril y junio de 2012 se emprendió una campaña de medición de microtemblores en 120 sitios de la ciudad, con sismógrafos de banda ancha Guralp. En este trabajo se presenta una propuesta de mapa de isoperiodos elaborado con 220 datos. Además de un mapa preliminar de la zonificación sísmica de la ciudad y finalmente un escenario sísmico para un sismo de intraplaca como el de Villaflores de 1995.

RN-26

ESTUDIOS SISMOLÓGICOS Y DE PELIGRO SÍSMICO PARA EL DESARROLLO DE LAS NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO POR SISMO DEL ESTADO DE TLAXCALA

Lermo Samaniego Javier Francisco, Martínez González José, Angulo Carrillo Joel y Ismael Hernández Eduardo
Instituto de Ingeniería, UNAM
lermo@inti.iingen.unam.mx

En los últimos años se ha presentado un aumento en la actividad sísmica, sobre todo en la parte sur del país. Los sismos más significativos ocurrieron el 10 de diciembre de 2011 (Mw6.5) con epicentro en Guerrero, y el del 20 de marzo de 2012 (Mw7.4), con epicentro en Ometepe, Gro, siendo el de mayor relevancia por su intensidad y daños provocados en la región epicentral, el sismo de Ometepe. Sin embargo es necesario considerar que además de este tipo de régimen, se encuentran los sismos corticales que por su localización presentan características diferentes, llegando a ocasionar daños más devastadores. Una muestra de ello son los sismos del 06 de abril de 1959 con epicentro en Lara Grajales, Puebla, y del 15 de junio de 1999 con epicentro en Tehuacán, Puebla. Si bien el manual de CFE considera los efectos generados por los sismos de subducción e intraplaca, este no contempla a los sismos de origen cortical.

Por ello, entre los años 2010 y 2012, en el estado de Tlaxcala se trabajó en la microzonificación de las 5 ciudades más importantes del estado entre ellas: Tlaxcala, Apizaco, Huamantla, Chiautempan y Zacatelco. De este trabajo se desarrolló una nueva metodología para la microzonificación que consiste sistemáticamente en el análisis e integración de información geológica, geomorfológica y de análisis de cuencas, así como la toma de mediciones con sensores de banda ancha basándose en la teoría de Sánchez-Sesma et al., 2011. Además se proponen escenarios sísmicos que pudieran representar daños importantes por las zonas en estudio.

Como resultado se obtuvieron para cada una de las ciudades, los mapas de zonificación sísmica, mapa de isoperiodos, así como mapas de escenarios sísmicos para dos sismos de origen cortical, anteriormente mencionados.

Además se instaló una red sísmica permanente dentro del estado, conformada por 6 estaciones con equipos de banda ancha. La información registrada por las estaciones es transmitida y visualizada en las instalaciones de Protección Civil Estatal, en donde está localizada la estación central TX01. A corto plazo, se planea reenviar la información en tiempo real de esta red sísmológica al Servicio Sismológico Nacional.

La información que se continúe recopilando por medio de las estaciones sísmicas, permitirá detallar con mayor precisión las zonas con mayor potencial sísmico dentro del estado de Tlaxcala.

RN-27

AVANCES DE LA RED DE DESASTRES ASOCIADOS A FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS Y CLIMÁTICOS (REDESCLIM)

Cavazos Pérez María Tereza¹, Sánchez Rodríguez Roberto², Ocampo Torres Francisco J.¹, Brito Castillo Luis³, Conde Cecilia⁴, Fernández Agustín⁴, Salinas José Antonio⁵, Montero Martín⁶, Farfán Luis M.⁷ y Rodríguez Esteves Juan Manuel²

¹CICESE²COLEF³CIBNOR⁴UNAM⁵IMTA⁶SMN⁷CICESE-La Paz

tcavazos@cicese.mx

La Red de Desastres Asociados a Fenómenos Hidrometeorológicos y Climáticos (REDESClim) es una red temática CONACYT de investigación que se formó en 2011; busca conjuntar la colaboración de investigadores, tecnólogos, empresarios, políticos y la sociedad para impulsar soluciones al problema de los desastres en México. Actualmente la red cuenta con 63 miembros.

Los desastres asociados a fenómenos naturales más frecuentes en México y en el mundo son los de origen hidrometeorológico; su impacto es generalmente agravado por la recurrente vulnerabilidad de algunos ecosistemas y sectores de la sociedad. Entre 1980 y 2011, los huracanes, las inundaciones y las sequías fueron los fenómenos hidrometeorológicos que se asociaron a mayores daños económicos, sociales y ambientales en México, limitando las oportunidades de desarrollo local, estatal y nacional. Por lo tanto, para fortalecer las estrategias de reducción de riesgo de desastres, es fundamental apoyar el monitoreo continuo, predecir adecuadamente los fenómenos naturales y entender las causas físicas de los fenómenos naturales y la vulnerabilidad regional.

Por esta razón los objetivos de REDESClim son:

- Apoyar la investigación y la evaluación interdisciplinaria de los fenómenos físicos naturales y los procesos sociales que se asocian a desastres en México para mejorar el conocimiento de sus causas e impactos.
- Promover la colaboración de la red con instituciones y redes interdisciplinarias que trabajan en investigación, prevención, mitigación de desastres y desarrollo urbano a nivel nacional e internacional.
- Fomentar el monitoreo continuo de eventos hidrometeorológicos y climáticos.
- Mejorar el diagnóstico, pronóstico, alertas tempranas y la modelación de los fenómenos naturales asociados a desastres.
- Promover el desarrollo de capacidad humana mediante cursos, talleres, posgrados interdisciplinarios y estancias académicas.
- Impulsar estrategias de prevención, adaptación y atención de los desastres, en especial los de importancia estratégica para México (huracanes, inundaciones, sequías, incendios y heladas).

Para lograr estos objetivos REDESClim coordina 5 Líneas Temáticas (LT): LT1) Bases de datos y disseminación de información, LT2) Diagnóstico y análisis de procesos, LT3) Pronóstico meteorológico y prevención, LT4) Modelación climática y análisis de procesos físicos y LT5) Políticas públicas y estrategias de comunicación.

A un año de la creación de REDESClim estamos apoyando la colaboración interdisciplinaria de sus miembros con otros grupos a través de proyectos semilla, talleres la investigación, estancias académicas, vinculación y becas. Tenemos planeada una reunión estratégica anual este año y la publicación de un libro del estado del arte del conocimiento científico de las causas de los desastres asociados a fenómenos hidrometeorológicos y climáticos en México.

REDESClim es un esfuerzo de la comunidad académica que procura entender las causas de los desastres y desarrollar o mejorar las estrategias de prevención, adaptación y reducción de riesgo con la finalidad de optimizar la capacidad de respuesta de México ante tales eventos. Te invitamos a que visites nuestra página y a que colabores con nosotros: <http://redescim.org.mx>.

RN-28 CARTEL

APLICACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA ESTIMACIÓN DE RIESGO SÍSMICO. CASO DE ESTUDIO: SANTA MARÍA TIXMADEJÉ, ACAMBAY EDO. DE MÉXICO.

Juárez Sánchez Andrea¹ y Novelo Casanova David Alberto²

¹Colegio de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM²Departamento de Sismología, Instituto de Geofísica, UNAM
andjs_2304@hotmail.com

México cuenta con importante actividad tectónica debido a su ubicación geográfica, sismos de grandes magnitudes han afectado gran parte del país. Por estos motivos, el tema de riesgo sísmico es de importancia en nuestro país, no únicamente por el daño a la infraestructura sino también para mitigar el impacto de los desastres causados por este fenómeno natural. Aunque un sismo no se puede predecir en tiempo y forma exacta, la vulnerabilidad de poblaciones asentadas en zonas susceptibles ante tales procesos, puede ser reducida con información y herramientas suficientes que permitan preparar a las poblaciones expuestas ante este tipo de evento. Es decir, se reduce el riesgo y por tanto la probabilidad de desastre. Uno de los avances tecnológicos más utilizados para entender el tema de riesgo sísmico son los Sistemas de Información Geográfica, éstos permiten entender espacialmente con mayor facilidad, la interacción hombre-naturaleza plasmando la dinámica de una determinada zona, observando y analizando los diferentes actores y factores que la conforman. En este estudio se analiza el caso del poblado de Santa María Tixmadejé en el Estado de México, que tiene la particularidad de estar asentado a corta distancia de la falla activa denominada Acambay-Tixmadejé y que lo hace una zona altamente expuesta al impacto de un sismo. En el trabajo se utiliza la metodología de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) de los Estados Unidos. Con esta metodología, como primer paso se identifica el nivel de amenaza, posteriormente, se realiza un análisis estructural, social, económico y ambiental, para finalmente emitir recomendaciones para acciones de mitigación en la zona de estudio. La comunidad de Santa María Tixmadejé se caracterizó estimando los niveles de vulnerabilidad socio-económica y la amenaza sísmica. Los resultados fueron interpretados utilizando un Sistema de Información Geográfica, técnicas de interpolación, métodos estadísticos y sobreposición de capas. Nuestro análisis

indica que los niveles de las distintas vulnerabilidades evaluadas varían entre medio y alto, siendo la vulnerabilidad social y la vulnerabilidad educacional, las que alcanzaron el nivel más alto, seguidas de la vulnerabilidad económica. Espacialmente la vulnerabilidad total descende a medida que el asentamiento de las viviendas se va alejando de la traza de la falla Acambay-Tixmadejé. Por lo anterior, en términos generales la comunidad de Santa María Tixmadejé tiene un riesgo sísmico medio alto, sin embargo, al haberse identificado las vulnerabilidades principales que determinan el nivel de riesgo, la población puede implementar acciones para reducir esta vulnerabilidad y por tanto disminuir la posibilidad de un desastre en caso de la ocurrencia de un sismo de magnitud considerable. Los resultados obtenidos permitirán apoyar la toma de decisiones para la reducción del riesgo sísmico en Santa María Tixmadejé. Conocer cuales son las debilidades de una comunidad al enfrentarse a un fenómeno natural, es tan solo el primer paso para iniciar el proceso de mitigación del impacto socio-económico ante la ocurrencia de un sismo.

RN-29 CARTEL

FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA LA REUBICACIÓN DEL PARQUE LADRILLERO EN LA TENENCIA DE JICALÁN, DEL MUNICIPIO DE URUAPAN, MICHOACÁN

Garduño Mendoza Erika¹, Ortiz Paniagua Carlos Francisco² y Gaitán Morado Eden Vladimir³

¹Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

²ININEE, UMSNH

³Facultad de Biología, UMSNH
egm.ama@gmail.com

La comunidad de Jicalán se localiza, a 130 kilómetros de la ciudad de Morelia. La actividad económica que desarrolla, consiste en la fabricación de ladrillo de barro rojo y es comercializado por toda la región. La zona ladrillera se ubica a bordo de carretera. Existen aproximadamente 50 hornos ladrilleros, en un área aproximada de 40 hectáreas. A partir del año 2000, con la demanda de espacios para vivienda, la mancha urbana se ha extendido hacia esta Tenencia, convirtiendo esta zona en un área de alto riesgo para las personas que viven y transitan por esta zona. Se ha generado un riesgo constante a la salud de la población, por la fabricación de los ladrillos; principalmente por la instalación de los hornos de cocción. Se utilizan llantas de carros, desperdicios de hule de huaraches, aceites, pedacearía de telas y aserrín; material altamente contaminante y tóxico que con el humo que se desprende, es precursor de enfermedades que se han desarrollado en los pobladores de la comunidad de Jicalán y transeúnte de la zona. Para describir la problemática del sitio y analizarla, el área se dividirá en tres zona: la primera parte es la zona más afectada, presenta un alto índice de explotación, esta área comprende una superficie de 28 hectáreas y el daño causado al suelo es significativo, ya no cuenta con material que pueda ser extraído económicamente, por lo que el barro es transportado de otros sitios. La segunda zona corresponde a una afectación media, presenta una explotación reducida, con instalación reciente de hornos, la afectación al suelo es moderada y recuperable. En general esta área tiene un régimen de pequeña propiedad por lo que podría ser recuperada para la edificación; con una extensión de siete hectáreas aproximadamente. La tercera zona corresponde al banco de materiales del que se abastecen actualmente la mayoría de los productores, la zona corresponde a propiedad privada, son 2.3 hectáreas aproximadamente.

Sin embargo la fabricación del ladrillo, se ha convertido en un problema de tipo ecológico, económico y de salud pública:

- a).-Emisión de humo tóxico de los hornos de cocción del ladrillo, por la quema de combustibles inapropiados, tales como aserrín, llantas, tela, desperdicios de hules
- b). Problemas de vías respiratorias
- c).- Degradación y pérdida de los Recursos Naturales (suelos, agua, madera etc.)

En el presente trabajo se analiza la problemática presente en la región y propone posibles alternativas para mejorar la calidad de vida de los pobladores de esta región. Demostrando que: 1.- Los hornos de cocción tienen un impacto negativo en el ecosistema terrestre y en la salud de los pobladores de la zona de Jicalán y comunidades aledañas. 2.- El beneficio económico de la producción de ladrillo es inferior al costo social de la producción, incluyendo las externalidades.

RN-30 CARTEL

ZONIFICACIÓN DE PELIGROS POR MOVIMIENTO DE TERRENO (PRM) UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, EN EL MUNICIPIO DE MONTE CRISTO DE GUERRERO, CHIAPAS, MÉXICO

Cruz Mateo María Rosaira y Mora Chaparro Juan Carlos
Instituto de Geofísica, UNAM
sharycruz@hotmail.com

Los Procesos de Remoción en Masa (PRM), constituyen uno de los procesos geológicos más frecuentes que han afectado la superficie de la Tierra y se han convertido en una amenaza que en la actualidad han incrementado su presencia dentro del territorio nacional mexicano.

Los procesos de remoción en masa afectan obras civiles y en particular a la actividad económicas y sociales en muchos estados, causando muertes y daños cuyo costo limita su desarrollo. No obstante existe muy poca sensibilización y mucho menos cultura acerca de este fenómeno y como controlarlo. Una gran cantidad de pérdidas por fenómenos de remoción en masa se pueden evitar si el problema se identifica con anterioridad y se toman medidas adecuadas.

Una de las estrategias para reducir los efectos causados por los procesos de remoción es la cartografía a detalle en campo para generar mapas con los inventarios de los puntos de peligro, posteriormente estos puntos se llevan a imágenes de satélite para su zonificación y subirlos en proyectos SIG.

La zonificación del peligro corresponde al tiempo presente y la dimensión de su manifestación, incluso puede prever la magnitud de su inestabilidad y la posible área de afectación. Estos mapas han resultado de gran utilidad para las autoridades en la toma de decisiones y la programación de obras preventivas necesarias.

El Municipio Montecristo de Guerrero se ubica en los límites de la Sierra Madre de Chiapas, sus coordenadas geográficas son 15°41' N y 92°37' W. Colinda al norte y sur con el municipio de Ángel Albino Corzo, al este con Chicomuselo y al oeste con Mapastepec.

En el Municipio se han registrado fenómenos de remoción en masa que han determinado a este municipio con alto peligro. Estos fenómenos se asocian principalmente con el relieve accidentado de la región y en la mayor parte de ellos han sido acelerados por el cambio de uso de suelo, ya que se han eliminado la mayoría de las zonas selváticas y han pasado a ser zonas de cultivos y pastizales.

Durante el desarrollo de este trabajo se identificaron muchas laderas del municipio en condiciones de inestabilidad por el cambio de uso de suelo y principalmente por la apertura de caminos y carreteras. Esto ha provocado una mayor inestabilidad de los terrenos, los cuales aceleran su movimiento con mucha facilidad en la temporada de lluvias.

RN-31 CARTEL

DETERMINACIÓN DE ZONAS DE RIESGO A DESLIZAMIENTOS EN LA SIERRA NORTE DE OAXACA

Belmonte Jiménez Salvador Isidro¹, Campos Enriquez José Oscar² y Navarro Mendoza Susana M.¹

¹CIIDIR, Unidad Oaxaca, IPN

²Instituto de Geofísica, UNAM
sbelmont@prodigy.net.mx

Entre los peligros naturales más destructivos de la Tierra están los problemas de inestabilidad de laderas o taludes, y representan una de las mayores amenazas para la vida y patrimonio de la población. Deslizamientos, derrumbes, flujos y movimientos complejos ocurren todos los días en nuestro planeta ocasionando numerosas víctimas, heridos, damnificados y cuantiosas pérdidas económicas. El impacto que este tipo de peligros ocasiona, es de mayor magnitud en países pobres debido a su alto grado de vulnerabilidad.

Se presentan avances de la evaluación del riesgo geológico debido a deslizamientos en una zona de la Sierra Norte de Oaxaca, considerando como unidad de estudio la subcuenca utilizando como material de apoyo imágenes de satélite de satélite y modelos digitales de elevación (MDE). El análisis se desarrolla aplicando la metodología de Mora-Vahrsen (1992), modelo que utiliza cinco factores para evaluar la susceptibilidad: relieve (pendiente), litología, humedad del suelo, sismicidad, y lluvia, otorgándole a cada factor un índice. Los cinco factores involucrados en metodologías de susceptibilidad de deslizamientos se dividen en factores intrínsecos (Susceptibilidad), y factores externos (sismos, eventos hidrometeorológicos extremos). Se utilizó una base topográfica de un MED de resolución 30 m, verificando en campo a partir de las alturas obtenidas por GPS. La combinación de los factores y parámetros se realiza considerando que los deslizamientos ocurren cuando en una ladera, compuesta por una litología determinada, con cierto grado de pendiente, se alcanza un grado de susceptibilidad (elementos pasivos). Bajo estas condiciones, los factores externos y dinámicos, como son la sismicidad y las lluvias actúan como factores detonantes que perturban el equilibrio que se mantiene en la ladera. Es así como se considera que el grado de susceptibilidad

al deslizamiento es el producto de los elementos pasivos y de la acción de los factores detonantes o disparadores. El análisis de esta información se integra en un sistema de información geográfica, donde se indican las áreas de mayor riesgo a deslizamientos para proponer medidas de mitigación y/o adaptación, o bien, proponer sitios para la reubicación de la población.

RN-32 CARTEL

ESTUDIO GEOLÓGICO DEL VOLCÁN SAN MARTÍN TUXTLA

Sieron Katrin¹, Rodríguez Elizarrarás Sergio², Córdoba Montiel Francisco¹, Alarcón Ferreira Ana María¹, Mora González Ignacio¹ y Torres Morales Gilbert¹

¹Centro de Ciencias de la Tierra, UV

²Instituto de Geología, UNAM

ksieron@gmail.com

En el marco del proyecto "Estudio Geológico del volcán San Martín Tuxtla, Veracruz. Equipamiento, Instrumentación y Monitoreo con fines de prevención de desastres" cofinanciado por el Fondo de Prevención de Desastres Naturales (FOPREDEN) y la Secretaría de Protección Civil del estado de Veracruz, se desarrolló en el Centro de Ciencias de la Tierra de la Universidad Veracruzana (CCTUV) el estudio geológico propuesto en dicho proyecto.

El área comprendida de este trabajo cubre alrededor de 1900 km², abarcando parte de la Cuenca de Veracruz y está conformada predominantemente por sedimentos Terciarios y el macizo del Campo Volcánico de Los Tuxtlas (CVT). Además del volcán San Martín Tuxtla, la zona incluye más de 250 conos de escoria y un número mayor a 30 cráteres de explosión.

Para la realización del estudio geológico del volcán San Martín Tuxtla, se empleó información que incluye la cartografía digital del INEGI, bases de datos del Air Resources Laboratory y de la CONAGUA; se analizaron fotos aéreas y además se llevó a cabo trabajo de campo. Toda esta información se integró a un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Los productos obtenidos de este estudio incluyen mapas de peligros volcánicos de la región del Campo Volcánico de Los Tuxtlas (CVT), mismos que se obtuvieron utilizando software especializado, entre los que se incluyen los programas LAHARZ y HAZMAP.

RN-33 CARTEL

ELABORACIÓN DE ATLAS DE PELIGRO COMO MÉTODO DE PREVENCIÓN ANTE LOS FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS (INUNDACIONES) EN EL MUNICIPIO DE SUCHIATE CHIAPAS

Pérez Escobar Mayerly Crysmi y Mora Chaparro Juan Carlos

Instituto de Geofísica, UNAM

mayerly_escobar@hotmail.com

Los fenómenos hidrometeorológicos son eventos atmosféricos con un elevado potencial energético, frecuencia, intensidad y aleatoriedad que en la actualidad representan un peligro y debido a la falta de educación y sensibilización la sociedad año con año es muy vulnerable, por lo que vivimos en un riesgo muy alto de sufrir daños. El principal riesgo es a las inundaciones, las cuales son las de mayor importancia en México, porque han provocado enormes pérdidas humanas y miles de millones de pesos en daños a infraestructura y vivienda.

Los fenómenos hidrometeorológicos como las lluvias intensas y las consecuentes inundaciones se presentan principalmente en la temporada de ciclones, huracanes y tormentas, aunque también en la época de frentes fríos. Es importante señalar que en este trabajo consideramos como una inundación, a la acumulación de agua provocada por el desbordamiento de un río y por escorrentía superficial, u otro que afecta y paraliza la actividad económica y social del lugar donde se presenta.

EL municipio de Suchiate se encuentra ubicado en una zona de planicies y elevaciones bajas en el rango de los 0 a los 40 msnm en promedio. Al encontrarse geográficamente ubicado en una zona que colinda en orientación sur con el Océano Pacífico y aunado a esto la presencia de tres ríos principales dentro de la zona, Suchiate, Cosalapa y Cahocacán, históricamente es un municipio que cada año presenta afectaciones fuertes asociadas a inundaciones. De los ríos anteriormente mencionados, el Suchiate es el que anualmente durante la temporada de lluvias y ciclones ha ocasionado la mayor cantidad de daños a la población del municipio que ha sido afectada año con año. La elaboración del atlas de peligro tiene como principal función el convertirse en una herramienta dirigente para especificar acciones programáticas y presupuestales enfocadas a guiar el desarrollo territorial en espacios seguros, ordenados y habitables o en su momento idear los planes de contingencia necesarios al encontrarse un sitio determinado bajo un riesgo elevado al darse a conocer las características, y ubicación de las afectaciones, así como su probable alcance reduciendo de esta forma la vulnerabilidad de la población de Suchiate, CHIAPAS.

RN-34 CARTEL

ELABORACIÓN DE ATLAS DE RIESGO DE INCENDIOS FORESTALES APLICANDO SENSORES REMOTOS Y SIG

Martínez Ramírez Angeles¹, Carrera Hernández Jaime² y Carbajal Pérez Noel¹

¹División de Geociencias Aplicadas, IPICYT

²Centro de Geociencias, UNAM

angeles.martinez@ipicyt.edu.mx

El papel que juegan los incendios forestales en la vegetación es ambivalente, en algunos ecosistemas éste es vital para mantener la dinámica del ecosistema, su biodiversidad e inclusive su productividad. Sin embargo, los incendios forestales son también grandes fuentes de emisión de contaminantes en la atmósfera, además de destruir millones de hectáreas forestales, pastizales o de cualquier tipo de vegetación, solamente en el año 2002 en los Estados Unidos de Norte América se destruyeron 1.7 millones de hectáreas forestales. Aunado a esto las propiedades químicas, físicas, biológicas y minerales del suelo pueden también ser afectadas por incendios forestales además de las pérdidas de seres vivos (humanos y animales) y las pérdidas económicas.

El Fire Potential Index (FPI) es el modelo desarrollado y aplicado en los Estados Unidos de Norteamérica para determinar zonas susceptibles a incendiarse, éste puede ser aplicado a escala local o nacional con una resolución de 1 km utilizando un sistema de información geográfica.

La finalidad del atlas de riesgo es determinar las zonas susceptibles al proceso de ignición en México y con ello elaborar posibles planes de contingencia, evacuación o en su defecto mitigación del incendio forestal.

RN-35 CARTEL

LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y SU IMPORTANCIA EN LA DETERMINACIÓN DE LOS PELIGROS Y RIESGOS GEOLÓGICOS. CASO VERACRUZ

Morales Barrera Wendy Vanesa y Rodríguez Elizarrarás Sergio

Instituto de Geología, UNAM

geologamorales@gmail.com

La nueva visión de la Protección Civil esta encaminada al proceso de la Gestión Integral de Riesgos de Desastres, esto es: identificación y análisis de riesgos, prevención, reducción y mitigación del riesgo; transferencia de riesgos, respuesta a la emergencia o desastre y reconstrucción. Por lo anterior es indispensable desarrollar sistemas organizados, actualizados y dinámicos de información, que permitan con la mayor precisión y oportunidad ubicar, visualizar y medir el riesgo. Para ello es de vital importancia contar con una herramienta computacional que permita elaborar mapas y bases de datos que ayuden al análisis y simulación de los diferentes escenarios de peligros, además que proporcione información en forma expedita y precisa para la toma de decisiones que ayuden a salvaguardar la vida de las personas, los bienes, la infraestructura y su entorno.

Dadas sus características de integración y manipulación de grandes cantidades de datos espaciales y alfanuméricos, los Sistemas de Información Geográfica (SIG), son las herramientas de soporte que más se ajustan al enfoque sistémico en la toma de decisiones para adoptar medidas de prevención, o incluso durante la misma emergencia o desastre.

Además los SIG están transformando los métodos tradicionales en la elaboración de mapas de peligros, ya que sus herramientas permiten incorporar una serie de aspectos innovadores que contienen series cartográficas completas con sus correspondientes bases de datos asociadas. De esta manera los mapas generados podrán realizarse de acuerdo a las necesidades de las administraciones y usuarios finales a diferentes escalas e imprimirse al instante.

En este trabajo se presentan algunos ejemplos de mapas de peligros naturales realizados en el estado de Veracruz utilizando los SIG.

RN-36 CARTEL

INTEGRACIÓN DE RESULTADOS DE INTERFEROMETRÍA SAR CON IMÁGENES ENVISAT Y TERRASAR-X CON DATOS GEODÉSICOS PARA UN MODELO DE HUNDIMIENTOS POR SUBSIDENCIA

Esquivel Ramírez Rubén

Dirección General de Geografía y Medio Ambiente, INEGI

ruben.esquivel@inegi.org.mx

Se describe la elaboración de un modelo detallado de desplazamientos en el tiempo con base en el aprovechamiento de imágenes de Radar de Apertura Sintética de Envisat de archivo y nuevas adquisiciones TerraSAR-X, contando además con el soporte de información geodésica recabada durante varios años para la aplicación de la técnica de Interferometría Diferencial SAR (DInSAR).

Además de su aprovechamiento para estudios geológicos y elaboración de atlas de riesgos. Se describe la utilidad geodésica de estos modelos para la actualización y mantenimiento del Marco de Referencia oficial.

Sesión Regular

SEDIMENTOLOGÍA Y ESTRATIGRAFÍA

Organizadores:

José Manuel Grajales Nishimura
Gustavo Murillo Muñeton
Armando Altamira Areyán

SED-1

ESTRATIGRAFÍA Y MODELO DE FACIES DE LA CUENCA CRETÁCICO-TERCIARIA DE VIZCAÍNO, BAJA CALIFORNIA: INTERPRETACIÓN DE REGISTROS DE POZOS Y SÍSMICA DE REFLEXIÓN

García Serratos Nancy Elizabeth, Martín Barajas Arturo, Helenes Escamilla Javier, González Escobar Mario y Pacheco Martín

División de Ciencias de la Tierra, CICESE
ngarcia@cicese.edu.mx

El margen continental del Pacífico de Baja California contiene cuencas cretácico-terciarias desarrolladas en un ambiente de antearco durante la subducción de la placa Farallón que culminó en el Mioceno medio. En los años 70's PEMEX realizó exploración sísmica de reflexión y perforó cuatro pozos exploratorios marinos. Un convenio de colaboración PEMEX-CICESE permitió efectuar el análisis de secuencias sismoestratigráficas además de interpretar la litoestratigrafía, las facies sísmicas y electrofacies para definir la evolución de la cuenca Vizcaíno y sus ambientes sedimentarios. Esta cuenca se extiende en dirección NNW desde el alto estructural de Lagunitas, al sur de Guerrero Negro, B.C.S., hasta la latitud 29° N en el margen continental. La porción marina tiene un ancho de ~60 km y 250 km de largo. En esta porción se identificaron cuatro unidades o secuencias sedimentarias principales separadas por 3 discordancias mayores. La unidad 1 sobreyace al basamento volcánico-plutónico y contiene facies de conglomerado con arenisca, lutita y caliza subordinadas. La unidad 2 es la de mayor espesor alcanza 1900 m en el depocentro, y forma una cuña sedimentaria de areniscas arcillosas y lutitas con algunas intercalaciones de conglomerado. Los intervalos gruesos de arenisca en la base de la unidad 2 se distinguen por presentar apilamientos de electrofacies de bloques separados por intervalos delgados de lutita arenosa. La unidad 3 esta separada por una discordancia regional pero litológicamente es similar a la unidad 2 con predominancia de depósitos terrígenos de grano fino, con secuencias granodrecientes (campana) y granocrecientes (embudo). La unidad 4 tiene ~350 m de espesor y engrosa hacia el oeste. Esta unidad se distingue por la presencia de reflectores horizontales y por un cambio litológico que incluye arenisca, arenisca arcillosa y lutita subordinada. En la región sur de la cuenca se observaron pliegues amplios de ~6-7 km de ancho y ~0.2 segundos (tdv) de amplitud, con ejes de orientación NNW-SSE que afectan a las unidades 2 y 3 y controlan localmente su espesor. En contraste, al norte de la Isla de Cedros la secuencia estratigráfica 4 no presenta plegamiento, aunque si está cortadas por las fallas neogénicas en el borde de la plataforma continental.

El análisis de facies sísmicas muestra clinoformas distribuidas en intervalos discretos en las unidades 2, 3 y 4 que progradan hacia el oeste. Interpretamos que las unidades 2 y 3 construyeron en gran medida la plataforma continental al oriente del frente de cabalgaduras del prisma acrecional durante el Cretácico Tardío y el Paleógeno. La unidad 4 constituye una secuencia sobre la plataforma continental que registra la disminución de la subsidencia al término de la subducción.

SED-2

INTERPRETACIÓN SEDIMENTOLÓGICA DE LA FORMACIÓN FALOMIR, CERRO CARRIZALILLO, CHIHUAHUA, MÉXICO

Reyes Cortés Ignacio Alfonso, Reyes Cortés Manuel,
Oviedo García Angélica y Franco Rubio Miguel
Universidad Autónoma de Chihuahua
irreyes@uach.mx

La interpretación obtenida a partir de las estructuras sedimentarias primarias, su litología asociada y la bioturbación mostrada por algunos horizontes, da en términos generales un ambiente marino somero transgresivo que invadió paulatinamente terrenos de bajo relieve. Este ambiente de planicie costera reúne las condiciones necesarias para suministrar este tipo de arena rica en cuarzo. El clima imperante durante la transgresión fue caliente y húmedo. Las profundidades del mar, fueron muy someras y se puede deducir que fluctuaron entre los 0 y 20 m. La dirección de las corrientes en promedio son hacia el S y SE, entendiéndose que estas direcciones corresponden o muestran la dirección de la pendiente durante su depósito. En términos generales se puede decir que la vida fue abundante, aunque no se pudieron identificar fósiles, solo ichnofósiles. Se interpreta que tiempos relativamente cortos se depositaron lodos calcáreos arenosos casi negros y homogéneos, que en algunos niveles están totalmente mezclados por la bioturbación. La arenisca Falomir es muy parecida en cuanto a su litología a la Formación Bliss de las Montañas Franklin de El Paso Texas y Nuevo México. Si se compara el modelo de sedimentación que se tiene para la sección de las Montañas Franklin hacia el poniente. El espesor se incrementa rápidamente hacia el oeste en dirección a Nuevo México, Arizona y Sonora (Thompson y Potter, 1980). Este modelo forma el margen pasivo Cámbrico-Ordovícico de la plataforma que bordea el oeste de Norteamérica. Ahora, si tomamos como eje las Montañas de Franklin y reflejamos este modelo hacia el oriente, como un espejo, tendremos el margen pasivo Cámbrico-Ordovícico de la plataforma, pero hacia el este, en el lado de México o sureste de Norteamérica, pero sepultado por la gruesa secuencia mesozoica. Esta interpretación esta en función del espesor medido en el Cerro de Carrizalillo.

SED-3

MARCO DE ESTRATIGRAFÍA DE SECUENCIAS DE UN SISTEMA MIXTO CARBONATADO-TERRÍGENO DEL JURÁSICO SUPERIOR (KIMMERIDGIANO) EN EL BLOQUE AKAL DEL CAMPO CANTARELL (REGIÓN MARINA)

Murillo Muñetón Gustavo¹, Velasquillo Martínez Luis G.², Grajales Nishimura José Manuel², García Hernández Jesús³, Aguirre Cerda Eduardo³ y Bustos Vázquez Arturo³

¹*Dirección de Investigación y Posgrado, IMP*

²*Instituto Mexicano del Petróleo*

³*Pemex Exploración y Producción*
gmurill@imp.mx

Un estudio integral del Kimmeridgiano en el Bloque Akal del Campo Cantarell en la Bahía de Campeche (Región Marina) utilizando información sísmica, descripción y petrografía de núcleos y registros geofísicos indica que ese horizonte estratigráfico corresponde a un sistema sedimentario mixto terrígeno-carbonatado. El principal objetivo del trabajo fue documentar la arquitectura estratigráfica de esa unidad para definir las dimensiones y geometrías de los cuerpos carbonatados dominados por ooides, ya que son un play petrolero importante en el campo. Esta unidad alcanza un espesor de aproximadamente 550 m. Las facies sedimentarias terrígenas consisten de lutitas grises verdosas, arcas blancas y lutitas café rojizas; cuyos ambientes de depósito se interpretan como plataforma externa (costafuera), marino someros ("laguna" y sublitoral o shoreface) y posiblemente aluvial, respectivamente. Por otro lado, las facies sedimentarias carbonatadas, las cuales están casi completamente dolomitizadas, incluyen: mudstone limo-arcilloso, mudstone, wackestone de bioclastos limoso, mudstone/wackestone, packstone de oncoides-bioclastos y grainstone de ooides. Estas facies fueron depositadas en ambientes marinos que varían de aguas tranquilas (plataforma externa y "laguna") a alta energía (submarea somera). Típicamente, las facies se apilan formando ciclos terrígenos-carbonatados que equivalen a parasecuencias dentro de la nomenclatura de Estratigrafía de Secuencias. Estos ciclos de menor jerarquía a su vez también se apilan formando ciclos de mayor jerarquía equivalentes a secuencias depositacionales posiblemente de 3er orden. Al menos tres secuencias fueron reconocidas y denominadas informalmente 1, 2 y 3 (de la más antigua a la más joven); cuyos espesores varían de 71 a 114 m, 80 a 137 m y 60 a 119 m, respectivamente. Estas secuencias depositacionales consisten de una parte transgresiva (transgressive systems tract) constituida por ciclos mixtos de facies arcillosas con algunas arcasas y facies carbonatadas principalmente de aguas profundas y una parte regresiva (highstand systems tract) compuesta también por ciclos mixtos pero dominados por facies carbonatadas de aguas someras. Mapas de isopacas y secciones de correlación estratigráfica sugieren que las facies carbonatadas corresponden a sistemas de rampas carbonatadas homoclinales que se desarrollaron preferencialmente hacia la parte NW y centro del Campo Cantarell. Estas plataformas se establecían y eventualmente eran colapsadas como consecuencia de los cambios del nivel relativo del mar (espacio de acomodo) y el incremento en el aporte de terrígenos principalmente finos. Por otro lado, información sísmica regional y local ha permitido documentar un evento tectónico extensivo que ocurrió del Jurásico al Cretácico Temprano, probablemente inducido por tectónica salina. Este evento asociado a los cambios eustáticos controló de manera importante las variaciones del nivel relativo del mar y como consecuencia la arquitectura estratigráfica del Kimmeridgiano en el Bloque Akal.

SED-4

PETROLOGÍA, GEOQUÍMICA Y GEOCRONOLOGÍA U-PB EN CIRCÓN PARA TOBAS ALTERADAS DE LA FORMACIÓN SAN FELIPE EN LA LOCALIDAD CERRO DE LABRADORES (GALEANA, N.L.)

Martínez Paco Margarita¹, Velasco Tapia Fernando¹,
Guerrero Suastegui Martín² y Iriando Alexander³

¹*Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL*

²*Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, UAGro*

³*Centro de Geociencias, UNAM*
mtz_mago@hotmail.com

La Formación San Felipe es una unidad litológica perteneciente a la Sierra Madre Oriental que consiste de una alternancia rítmica de lutita, arenisca de grano fino-medio, caliza con textura wackestone de foraminíferos bentónicos o bentónicos y planctónicos y tobas de lapilli/cenizas. Durante el presente estudio, se han colectado los estratos de tobas que ocurren en un perfil de la Formación San Felipe ubicado en Cerro de Labradores (Galeana, N.L.). Se ha aplicado un programa analítico, que incluyó petrografía, geoquímica de mayores y traza, así como geocronología U-Pb en circón, a fin de establecer la naturaleza, la procedencia y la edad del depósito vulcano-sedimentario. Las tobas se caracterizan por texturas porfídicas inequigranulares con una matriz vítreo-arcillosa, en la que se encuentran constituidas por fenocristales de cuarzo, feldespatos- K, plagioclasa y fragmentos líticos volcánicos; la petrografía de las tobas permitió diferenciar tres petrofacies: (i) Criptocristalina (PFCC), (ii) toba cristalina (PFC) y (iii) toba litocristalina (PFLC). Las muestras

exhiben relaciones de Zr/TiO₂ – Nb/Y típicas de rocas volcánicas ácidas (riolita, riodacita, comendita-pantellerita, traquiandesita y traquita). Sus patrones de lantánidos, normalizados a condrita, indican: (a) un enriquecimiento en ligeros con respecto a pesados, (b) una anomalía negativa de Eu; y (c) un patrón plano de pesados. Estas son características que han sido reportadas ampliamente para rocas volcánicas de composición félsica. Diversos diagramas de procedencia indican que las tobas alteradas de la Formación San Felipe presentan relaciones de elementos inmóviles comparables a las observadas en rocas volcánicas félsicas con afinidad a un ambiente tectónico de arco continental. Esta procedencia ha sido también corroborada por medio de la química de circones separados de las rocas. Por ejemplo, los patrones de lantánidos en circones normalizados a condrita muestran: (a) empobrecimiento en ligeros con respecto a los pesados; (b) una marcada anomalía positiva de Ce y una negativa de Eu y (c) patrones planos para pesados. Se propone que el origen de las cenizas alteradas está relacionado con la intensa actividad magmática (dominantemente félsica) que ocurrió en la costa W de Norteamérica y México durante el Cretácico tardío, y que está relacionada a la subducción de la placa Farallón. Finalmente, la geocronología U-Pb en circones detríticos ha revelado que el depósito de las tobas en la localidad Cerro Labradores puede acotarse entre 83.7 ± 2.1 Ma ($n = 26$) en su base, 75.8 ± 5.6 Ma ($n=23$) en su parte media y 75.5 ± 7.9 Ma ($n = 21$) en su techo (Campaniano-Santoniano).

SED-5

EDADES U-PB, DISTRIBUCIÓN DE FACIES Y PROCEDENCIA DEL CONGLOMERADO ZACATECAS

Escalona Alcázar Felipe de Jesús¹, Carrillo Castillo Carlos¹,
García y Barragán Juan Carlos², Solari Luigi³, García Sandoval
Perla¹, Núñez Peña Ernesto Patricio¹ y Blum Gutiérrez Jorge¹

¹Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, UAZ

²Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM

³Centro de Geociencias, UNAM
fescalona@hotmail.com

El Conglomerado Zacatecas aflora en la parte central del estado del mismo nombre. Los estudios previos del denominado Conglomerado Rojo de Zacatecas habían sido de reconocimiento general y a partir de una edad isotópica por ⁴⁰Ar/³⁹Ar y por correlación se había definido que su edad es del Paleoceno-Eoceno.

En este trabajo se presentan por primera vez la cartografía de las facies que componen el Conglomerado Zacatecas, así como edades U-Pb de circones detríticos y magmáticos de algunas de estas facies, en areniscas y tobas.

El Conglomerado Zacatecas está soportado por clastos que son de basalto, diorita, riolita, granitoide, wacka y cuarzo lechoso, en ese orden de abundancia; aunque, localmente, dependiendo de la posición estratigráfica localmente el porcentaje puede variar. La forma de los clastos varía de subangular a subredondeada, excepto en los de granitoide que son de forma subredondeada a redondeada. Los clastos de wacka normalmente son angulares. El tamaño promedio de los clastos varía de 3 a 4 cm, aunque puede haber de 20 cm y escasos de hasta 70 cm.

Con base en el tipo de clastos y en su trama, el Conglomerado Zacatecas está formado por cinco facies que de la base a la cima son: 1) "Conglomerado masivo y arenisca" cuya edad máxima de depósito es de ca. 73 Ma; 2) "Clastos de granitoide" con edad de 49.3 ± 0.7 Ma y edad máxima de depósito de ca. 43 Ma; 3) "Tobas pumiciticas" en donde dos tobas ubicadas en diferentes niveles estratigráficos son de edad 38.5 ± 1.5 Ma y 41.1 ± 0.7 Ma; 4) "Clastos de basalto y riolita" que está al mismo nivel estratigráfico que la de las Facies "Arenosas" cuya edad máxima de depósito es de ca. 33 Ma y ca. 31.5 Ma, respectivamente. Los conglomerados tienen clastos de granitoide cuyas edades varían de 135 ± 1 Ma a 140 ± 1 Ma. La distribución de edades U-Pb obtenidas en los circones detríticos muestra tres grupos de edades bien definidos que son: 1) Campaniano-Maastrichtiano; 2) Eoceno Medio-Tardío y 3) Oligoceno Temprano.

A partir de los datos de petrografía las areniscas fueron clasificadas como litarenita, arcosa y sublitarenita, en ese orden de abundancia. La procedencia de las muestras es principalmente de un orógeno reciclado y en menor proporción de un arco volcánico, es decir, hay mezcla de sedimentos. Con los resultados de la petrografía y de la distribución de edades U-Pb se observa que durante el depósito del Conglomerado Zacatecas no hubo un cambio significativo en la fuente de los sedimentos que lo componen. Las fuentes de los sedimentos debieron de ser una local, el Grupo Zacatecas, y otra lejana, posiblemente ubicada al noroeste, occidente y/o sureste del área de estudio. Debido a que no se tiene registro del Pérmico-Triásico se descarta que los sedimentos hubieran derivado de fuentes ubicadas al norte, noreste y oriente ya que ahí afloran el arco Nazas del Jurásico, la Formación La Ballena del Triásico Superior y el cinturón del granitoides del Pérmico-Triásico.

SED-6

CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN TETELCINGO

Martínez Paco Margarita¹, Guerrero Suastegui Martín² y Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto³

¹Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

²Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero

³Facultad de Ingeniería, UASLP
mtz_mago@hotmail.com

El presente trabajo caracteriza y detalla la Estratigrafía de rocas del Cenozoico Temprano (formaciones Tetelcingo, Oapan y Balsas), analizadas en las inmediaciones de los poblados de Mexcala, San Juan Tetelcingo y San Francisco Ozomatlán en el Estado de Guerrero, donde aflora una secuencia de rocas volcánicas y sedimentarias con edades que varían del Mesozoico Tardío al Cenozoico Temprano, elaborándose la caracterización estratigráfica a semidetalle.

La parte mas inferior de la sucesión de interés esta formada por rocas volcanoclasticas constituidas por brechas piroclásticas, conglomerados epiclasticos y tobas de composición andesítica, así como la interacción de lavas de andesita basáltica. Los estratos son tabulares, el contacto entre los estratos es recto, la estratificación varía de 0.10 a 16 m. interpretados como depósitos resultado de eventos magmáticos y erosivos pertenecientes a la Formación Tetelcingo, misma que se encuentra en discordancia angular y tectónica con las Formaciones Morelos y Mexcala. En el límite superior de esta secuencia se observa una sucesión conglomerática con clastos volcánicos de composición riolítica, andesítica y dacítica, que muestran forma de estratos acuñados horizontales, una gran concentración de depósitos de canales, la estratificación varía de 0.5 a 5m de espesor donde se pueden observar gradación normal, inversa con pequeños lentes de conglomerados gravosos, los contactos son erosivos, se interpreta como depósitos fluviales y aluviales característicos de la Formación Balsas, dicha formación se presenta en cambio de facies lateral con la Formación Oapan que está caracterizada por una sucesión de areniscas tobaceas y epiclasticas, y evaporitas, ambas sobreyacen de manera angular a la Formación Tetelcingo. Cubriendo a las formaciones descritas previamente, se presenta la unidad nombrada en este trabajo como Plioceno-Pleistoceno representada por un domo o conjunto de domos andesíticos con depósitos de talud andesíticos no compactos, además de depósitos de lahares con una matriz arenosa que varía de fina a media con fragmentos de las rocas mas antiguas y productos de escoria, productos piroclásticos de cenizas y rocas clásticas.

El presente trabajo aporta datos estratigráficos, cartografía a semi-detalle del área de estudio, además de una diferenciación litológica dentro de las formaciones Tetelcingo y Oapan.

SED-7

CARACTERIZACIÓN LITOESTRATIGRÁFICA DE LA SUCESIÓN CLÁSTICA PRE-OXFORDIANO DE LA CUENCA DE AYUQUILA, TEXCALAPA, PUEBLA-HUAJUAPAN DE LEÓN, OAXACA

Campos Madrigal Emiliano¹, Mendoza Rosales
Claudia¹, Silva Romo Gilberto¹ y Centeno García Elena²

¹Facultad de Ingeniería, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM

camposm@unam.mx

Con base en el reconocimiento de dos discordancias angulares mayores, análisis de facies de seis columnas estratigráficas y el fechamiento de circones detríticos y magmáticos, proponemos dividir la sucesión clástica Pre-Oxfordiano que se encuentran en la Cuenca de Ayuquila en la región de Texcalapa, Puebla-Huajuapán de León, Oaxaca en tres unidades litoestratigráficas Formaciones La Mora, Ayuquila y Tecmazúchil que tradicionalmente se ha considerado como Formación Tecmazúchil. Se documenta que la sucesión se acumuló mediante sistemas fluviales de planicies aluviales y sistemas trenzados con drenaje principal hacia el sur, bajo un clima inicialmente semiárido durante el Bajociano-Batoniano y que se tornó más húmedo en el Calloviano, tal vez como respuesta del desplazamiento de la región meridional de México a una posición más ecuatorial. La discordancia más antigua se encuentra en el límite de la Formación La Mora y la Formación Ayuquila, y la más joven en el límite entre las Formaciones Ayuquila y Tecmazúchil. El límite entre la Formaciones Tecmazúchil y Chimeco que le sobreyace es transicional. La Formación Ayuquila consiste de conglomerado monomítico con clastos de roca metamórfica y areniscas, grauvacas líticas y feldespáticas; esta formación es la portadora de la flora fósil reportada en la región. El depósito de la Formación Ayuquila ocurrió durante el Bajociano-Batoniano y durante su evolución hubo el desarrollo de pequeños embalses.

Proponemos como localidad tipo de la Formación Ayuquila a la sucesión expuesta al norte del poblado de Santiago Chilixtlahuaca, Puebla; y conservar el nombre de Formación Tecmazúchil para la sucesión originalmente definida en el Arroyo Tecmazúchil, al norte de Texcalapa. La Formación Tecmazúchil consiste en una sucesión de sublitarenitas y subarcosas con lentes de

conglomerado de cuarzo, la cual decrece de abajo hacia arriba, tanto en el espesor de los estratos como en la granulometría de sus componentes.

Los circones magmáticos en los intrusivos emplazados en la Formación Ayuquila tienen edades de 164.3 ± 3.6 y 156.9 ± 3.5 Ma. Los circones detríticos en las formaciones Ayuquila y Tecmazúchil tienen un rango entre 1464 y 174 Ma; edades compatibles con una procedencia en los terrenos metamórficos y magmáticos del Sur de México. Se reconoce que los circones detríticos con edades del Permo-Triásico pueden tener como fuente el retrabajo de la formación La Mora. El círculo más joven en la Formación Tecmazúchil tiene una edad de 174 Ma y su fuente más probable es a partir de la erosión de los intrusivos San Miguel, emplazados en el Litodema Chazumba metamorfoseado (Migmatita Magdalena); lo cual constriñe la exhumación del Complejo Ayú a tiempos previos al Oxfordiano. La dislocación producida por la Falla Petlalcingo-Huajuapán condicionó la formación de la cuenca Ayuquila, de tal forma la falla tiene una edad Jurásico Medio.

SED-8

EL LÍMITE JURÁSICO/CRETÁCICO EN UNA SECCIÓN DE MAZATEPEC, PUEBLA

López Martínez Rafael Antonio y Barragán Manzo Ricardo
Instituto de Geología, UNAM
rafaelopez283@hotmail.com

Se presentan los resultados principales de la delimitación del límite Jurásico/Cretácico en una sección en Mazatepec, Puebla. Se realizó un estudio de microfacies y bioestratigrafía de calpionélidos llegándose a los siguientes resultados. El Tithoniano Superior está representado por la Zona de Crassicollaria y una asociación compuesta por Crassicollaria parvula Remane, Crassicollaria massutiniana (Colom), Crassicollaria brevis Remane, Crassicollaria colomi Doben, Calpionella alpina Lorenz, Calpionella ellipticalpina Nagy, Tintinnopsella remanei (Borza) y Tintinnopsella carpathica (Murgeanu and Filipescu). El límite Jurásico-Cretácico se detectó por el acme de Calpionella alpina Lorenz en su variedad esférica en el nivel MZT-45 cercano a la transición entre las formaciones Pimienta y Tamaulipas Inferior. El límite se compone por una asociación casi mono-específica de Calpionella alpina Lorenz y escasos ejemplares de Crassicollaria parvula Remane. Las características en cuanto a microfacies de la sección de estudio, permiten la delimitación del límite Jurásico/Cretácico mediante el uso de calpionélidos. Sin embargo, esto es solo posible si se realizan muestreos detallados.

SED-9

ANÁLISIS MICROFACIAL DE UNA SECUENCIA MARGOSA-CALCÁREA DE UNA ZONA DE TRANSICIÓN PLATAFORMA-CUENCA DEL CRETÁCICO SUPERIOR

Zavala Arriaga María Mercedes y López Doncel Rubén
Instituto de Geología, UASLP
zamary92@hotmail.com

En el límite entre la Plataforma Valle San Luis (PVSLP) y la Cuenca Mesozoica del Centro de México (CMCM) se midió un perfil estratigráfico del Cretácico tardío en secuencias margoso-calcáreas. A finales del Cretácico la inestabilidad tectónica se incrementó, con numerosas etapas transgresivas separadas por regresiones relativas que provocaron el que casi un 40% de los continentes quedara bajo el mar. Debido a esto se desarrollaron importantes plataformas de aguas someras donde se produjeron enormes depósitos calcáreos muy importantes. La gran transgresión mundial cretácica también causó que las cuencas se hicieran igualmente mas profundas, propiciando con esto depósitos pelágicos incluso anóxicos. Tales condiciones sucedían a finales del Cretácico entre la bien desarrollada PVSLP y la CMCM. Las condiciones en el tipo de sedimentación cambio a finales del Maastrichtiano cuando la porción occidental de México era levantada debido a la orogenia Laramide, con lo que material detrítico fue incorporado gradualmente hasta ser el material dominante. Los cinturones faciales que se encontraban entre la aún existente PVSLP y la CMCM exhiben interesantes intercalaciones de sedimentos mixtos arcillosos – calcáreos. La zona de estudio se encuentra al noreste de la capital de San Luis Potosí perteneciente al Municipio de Villa Hidalgo S.L.P. donde se encuentra una sección estratigráfica medida y descrita litológicamente denominada sección Arroyo Grande de 100 m de espesor. La sección está compuesta por sedimentos marinos que incluyen sedimentos arcillosos, arenosos y calcáreo margosos, calizas y lutitas que se definen como la parte superior de La Formación Tamabra del borde oriental de la PVSLP.

Las sucesiones de facies que se encuentran descritas en la sección medida incluyen turbiditas que contienen areniscas, de estratificación gradada grano decreciente y con estratificación cruzada y presencia de marcas de carga.

Dentro de este estudio fue posible estudiar estas rocas clásticas y determinar su procedencia y ambiente de deposición por medio del método de conteo de puntos y en base a los diagramas de Dickinson y Suczek (1979) y Dickinson (1986). La capas calcáreas muestran texturas que incluyen mudstones, wackstones, packstone y grainstones y los componentes

principales son bioclastos alóctonos provenientes de la plataforma, así como algunos foraminíferos pelágicos. Con el aumento del material arcilloso las calizas pasan gradual o repentinamente a margas e incluso lutitas. La sección medida permite identificar eventos u "oleadas" de material clástico continental en fragmentos que van desde la arena hasta la arcilla y que se mezclan o sustituyen a la sedimentación carbonatada. El análisis facial y microfacial de estos depósitos ayudará a identificar y determinar los eventos que provocaron el ocaso y culminación de la sedimentación carbonatada que mas tarde terminaría colmatando a la CMCM y cubriendo a la PVSLP.

SED-10

PROPUESTA NOMENCLATURAL DE LOS MIEMBROS TIERRAS BLANCAS Y MIEMBRO RANCHO VIEJO DE LA FORMACIÓN CARACOL (TURONIANO-CAMPANIANO TEMPRANO), NE DE ZACATECAS, SIERRA MADRE ORIENTAL

Pinzón Sotelo Marisol Polet¹, Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto², Ramírez Díaz Ariel¹, Guerrero Suastegui Martín² y Chávez Cabello Gabriel³

¹Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

²Facultad de Ingeniería, UASLP

³Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero
poletpinzon@gmail.com

El Artículo 25 del Código Estratigráfico de Norteamérica establece que "se reconoce al miembro como una entidad con nombre dentro de una formación, debido a que posee características que lo distinguen de las partes adyacentes de la formación. Cabe señalar que la división de la formación en miembros, debe tener un propósito con fines prácticos", por tal motivo se propone informalmente la división en dos miembros: Miembro Tierra Blancas (ambiente deposicional somero; Turoniano) y Miembro Rancho Viejo (ambiente deposicional profundo; Campaniano Temprano) de la Formación Caracol, en la región norte del estado de Zacatecas.

El Miembro Tierras Blancas consiste de una secuencia estrato y grano-decrecientes compuestas por una alternancia rítmica de lutita y arenisca, de color gris oscuro que intertemperiza a café claro. Las lutitas se encuentran en capas que varían entre 0.5 a 2cm de espesor, y se presentan altamente fracturada. Las areniscas son generalmente de grano fino a medio, los estratos varían de delgados a medianos, presentan como estructuras de carácter interno gradación normal, laminación paralela, rizaduras asimétricas, laminación cruzada recta y tangencial, estratificación cruzada tipo Hummocky y estructuras de carácter externo, tales como marcas de arrastre y saltación de partículas y turboglifos. El contenido paleontológico consiste de impresiones, de fragmentos de Inoceramus labiatus. Los índices de bioturbación varían de ausente a común (BI0-4) representado por icnogéneros característicos de la icnofacies de Cruziana y Skolithos (e.g., Thallasinoides sp., entre otros).

El Miembro Rancho Viejo presenta secuencias tanto estrato y grano-decrecientes, como estrato y grano-crecientes, conformadas predominantemente por arenisca media a gruesa de estratificación delgada a muy gruesa. El tamaño de grano varía de conglomerado de guija a lutita. Los estratos de arenisca son de color gris claro que altera a café claro, con espesores de 0.7 a 1.5m. Frecuentemente, los estratos de arenisca se encuentran separados por niveles de lutitas de 2 -10cm de espesor y algunas veces se presentan amalgamados. Las estructuras sedimentarias internas consisten en gradación normal e inversa, laminación paralela, laminación convoluta, rizaduras escalonadas, laminación cruzada de tipo recta, clastos flotados, mientras que las estructuras sedimentarias externas están representadas por moldes de carga y surcos de erosión. Ocasionalmente, algunos estratos contienen gránulos y guijas hacia la base. Los conglomerados de guijas se encuentran soportados grano a grano, son de composición monomítica y están conformados por clastos subredondeados de caliza con textura mudstone a wackestone. El contenido paleontológico consiste de impresiones de amonites del género Texanite sp. El índice de bioturbación oscila entre ausente y abundante (BI0-5) y esta representado por los icnogéneros que conforma la icnofacies de Zoophycus (e.g., Zoophycus sp.).

La propuesta informal de sección y localidad tipo de referencia para cada ambos miembros, se propone en el Arroyo Tierras Blancas, situado al noreste de la Sierra La Caja, a 1.96Km de la Localidad Novillos, Mazapil, Zacatecas (Miembro Tierras Blancas) y Arroyo Rancho Viejo, situado al norte de la Sierra La Caja a 1.63 Km del Poblado de Novillos, Mazapil, Zacatecas (Miembro Rancho Viejo).

SED-11

ANÁLISIS SEDIMENTOLÓGICO E ICNOLÓGICO PRELIMINAR DE LA FORMACIÓN CARACOL (CRETÁCICO TARDÍO), EN LA PARTE NORTE DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ

Torres Martínez Miguel Ángel¹, Gutiérrez González Araceli¹, Espinosa Guevara Edgar Alejandro¹, Martínez Martínez Mayra Dolores², López Martínez Martha Elizabeth¹, Aragón Escoto Juan Gerardo¹, Torres Cervantes Vania Nayely¹, Martínez Hernández Karla¹, Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto³, Pinzón Sotelo Marisol Polet³, Barboza Gudiño José Rafael⁴, Guerrero Suastegui Martín⁵, Duarte Sauna Miguel¹ y Martínez Paco Margarita³

¹Área de Ciencias de la Tierra, UASLP

²Facultad de Ciencias Marinas, UABC

³Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

⁴Instituto de Geología, UASLP

⁵Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, UAGro
negro_hk@hotmail.com

La secuencia rítmica de lutitas y areniscas de la Formación Caracol en la región norte del estado de San Luis Potosí, tradicionalmente ha sido interpretada como un depósito de tipo flysch, relacionados con ambientes marino marginales y profundos (turbiditas), siendo muy escasos los trabajos que documenten las características deposicionales y ambientales de dicha formación.

El presente trabajo basado en el análisis de 15 perfiles sedimentológico-estratigráficos, permite documentar 14 facies (cf., Pickering et al., 1989), cinco asociaciones de facies (AF) y cinco subambientes sedimentarios relacionados con depósitos de abanicos submarinos dentro de un ambiente deposicional de abanico medio y abanico externo más proximal. Las asociaciones de facies son características de: (1) canales deposicionales rellenos por areniscas amalgamadas (AF2), que exhiben secuencias grano y estrato decrecientes, gradación normal, contactos basales erosivos, acunamiento lateral de los estratos, estratificación cruzada de gran escala e índices de bioturbación bajo; (2) incipiente transición lóbulo canal "AF 2", conformado por areniscas amalgamadas con gradación normal, lodos entrampados de lutitas (>10 cm), clastos flotados e índices de bioturbación bajos a nulos (3) lóbulos deposicionales "AF 3", conformados por secuencias de los tipo grano y estrato decrecientes y caóticas, presencia completa o parcial de la secuencia Bouma, ciclos de compensación menores a 20 estratos de areniscas, e índices de bioturbación de bajos a medio; (4) overbank confinado "AF 4" que muestran secuencias grano y estrato decrecientes con poco desarrollo de la familia de turbiditas "CCC", escasos clastos flotados, e índices de bioturbación bajos; y (5) overbank no confinado "AF 5" caracterizado por desarrollo completo de las turbiditas "CCC", ocasionalmente estratificación convoluta (#2m) e icnofósiles de moderados. Es necesario mencionar que los icnofósiles reconocidos forman parte de la icnofacies de Nereites y Zoophycus.

SED-12

ANÁLISIS SEDIMENTOLÓGICO E ICNOLÓGICO DE LA FORMACIÓN CARACOL (TURONIANO-CAMPANIANO TEMPRANO), NE DE ZACATECAS, SIERRA MADRE ORIENTAL

Pinzón Sotelo Marisol Polet¹ y Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto²

¹Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

²Facultad de Ingeniería, UASLP

poletpinzon@gmail.com

La Formación Caracol (Turoniano-Campaniano Inferior) en el noreste de México consiste de una alternancia rítmica de areniscas y lutitas depositadas dentro de una antigua línea de costa de tipo deltaica asociada con la introducción de flujos hiperpicnales que favorecieron el depósito de abanicos submarinos.

El presente trabajo mediante el levantamiento de 15 perfiles sedimentológicos detallados documenta once facies, nueve subfacies y diez asociaciones de facies, aunado a la interpretación ambiental soportada por la caracterización icnofaunística.

El Miembro Somero Tierras Blancas (cf., Pinzón-Sotelo et al., 2012) se caracteriza por la presencia de secuencias del tipo estrato y grano-crecientes, con granulometría de arenas medias a arenas finas, gradación normal, laminación paralela, laminación cruzada tipo tangencial, rizaduras asimétricas, rizaduras escalonadas, estratificación cruzada tipo Hummocky y Swaley. Los índices de bioturbación del miembro Salaverna varían de ausente a común (BI 0-4) y están representados por los icnogéneros de Thallasinoides sp., Ophiomorpha sp., Palaeophycus sp., Chondrites sp. y Skolithos sp.

El Miembro Profundo Rancho Viejo (cf., Pinzón-Sotelo et al., 2012) se caracteriza por secuencias estrato y grano-decrecientes, como estrato y grano-crecientes, con granulometría que varía entre arenas medias y gránulos. Las estructuras sedimentarias consisten de gradación normal e inversa, laminación paralela, laminación cruzada tipo tangencial, rizaduras asimétricas, rizaduras escalonadas, laminación convoluta y clastos flotados. El índice de bioturbación oscila entre ausente y abundante (BI 0-5), representado por los icnogéneros de Zoophycus sp., Scoliccia stronzi, Megagraptus

submontanum., Palaeophycus tubularis., Cosmophora sinuosa., Demograptus dertonensis., Helminthopsis abeli., Strobilorhaphis glandifer., Paleomeandron robustum., y Protapaleodictyon spinela.

Las asociaciones de facies y la caracterización de fósiles traza del miembro somero Tierras Blancas permiten interpretarlo como secuencias de frentes deltaicos influenciados/dominados por oleaje y por ríos, montes de barras distributarias y prodeltas. En tanto que las asociaciones de facies y el contenido icnológico del miembro profundo Rancho Viejo, permiten documentar secuencias de canales submarinos de tipo mixtos, y deposicionales, overbank no confinados, transición lóbulo canal, lóbulo y slumps.

SED-13

REINTERPRETACIÓN SEDIMENTOLÓGICA DE LA FORMACIÓN LA CASITA (JURÁSICO TARDÍO-CRETÁCICO TEMPRANO), FOSA DE MONTERREY, NE DE MÉXICO

Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto

Área de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ingeniería, UASLP

yamzul.ocampo@uaslp.mx

Tradicionalmente, la Formación La Casita en la Fosa de Monterrey ha sido interpretada como la progradación de una plataforma profunda a depósitos fan-deltaicos procedentes del sur del Bloque de Coahuila. El presente estudio documenta las características sedimentológicas e icnológicas de la Formación La Casita para determinar los ambientes sedimentarios, las condiciones paleoecológicas-paleoambientales y la evolución deposicional. La Formación La Casita muestra diez asociaciones de facies interpretadas como ambientes costeros, canales distributarios y rellenos de canal, depósitos de shoerfaces influenciado/dominado por oleaje, montes de barras deltaicas, bahías interdistributarias/lagunas, frentes deltaicos dominados/influenciados por ríos, mareas o re-trabajados por oleaje, prodelta, plataforma y cuenca profunda depositados en una paleo-línea de costa deltaica que bordeaba al Bloque de Coahuila y Archipiélago de Tamaulipas con una dirección NW 15° – SE 10°.

Las suite de icnofósiles representativos de cada ambiente corrobora la interpretación ambiental, mostrando que: (i) los depósitos de la línea de costa desarrollada en la Fosa de Monterrey tiene firmas icnofaunísticas dependientes de la predominancia relativa de los procesos de oleaje, tormentas, mareas y fluviales; (ii) los depósitos influenciados/dominados por oleaje ligados con eventos de tormenta presentan la mayor diversidad de fósiles trazas (BI 1 – 5), ligados con la colonización de organismos resistentes al oleaje, bajo condiciones óptimas en la distribución de oxígeno, alimentos, salinidad, temperatura y materia orgánica; (iii) los intervalos dominados/influenciados por ríos, presentan icnotaxas moderadas (BI 0 – 3), reflejando cambios en los tiempos de sedimentación y estrés concernidos con periodos de alta turbulencia en las cercanías de los montes distributarios; y (iv) los depósitos influenciados/dominados por mareas, contienen icnofósiles característicos de ambientes altamente estresantes (BI 0–2), relacionados con cambios de salinidad y sustrato cambiante con la periodicidad de las mareas que causan ambientes muy hostiles y poco favorables para la colonización.

La morfología de línea de costa y distribución de los sub-ambientes fueron controlados por la reactivación de las fallas de basamento que propiciaron la exhumación del Bloque de Coahuila y Archipiélago de Tamaulipas. La continua exhumación de estos bloques, favoreció el (i) desarrollo de fallamiento normal buzante hacia el oeste ocurriendo la subsidencia hacia el estado de Zacatecas; (ii) la reactivación de los sistemas fluvio-deltaicos; y (iii) la migración de los sistemas fluviales del ~SW 60° a ~SW 10°, que ayudaron a la migración del lóbulo deltaico y la depositación del Lente San Juan.

Los cambios relativos del nivel del mar relacionados con procesos de tectónica extensional favorecieron a los procesos intra-cuencales que modularon y controlaron la morfología de la línea de costa deltaica, (e.g., oleaje). Los procesos fluviales transportaron el sedimento hacia el depocentro de la cuenca, situado al oeste del Archipiélago de Tamaulipas, y al suroeste del Bloque de Coahuila. Los procesos maréales y del oleaje, controlaron la dispersión y agradación de los sedimentos en frente deltaico, cordones de arenas, shoreface y bahías interdistributarias/lagunas. Entre tanto, las corrientes oceánicas, favorecieron la migración de los depósitos de shoreface y cordones de arenas del centro al sur de la cuenca.

SED-14

ASOCIACIÓN DE FACIES E INTERPRETACIÓN AMBIENTAL DE LA FORMACIÓN LA COMPAÑÍA. UNIDAD ESTRATIGRÁFICA NUEVA EN CALTEPEC, SUR DE PUEBLA, MÉXICO.

Mendoza Rosales Claudia¹, Silva Romo Gilberto¹,
Ramírez Vargas David¹ y Centeno García Elena²

¹Facultad de Ingeniería, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM
claus@unam.mx

Proponemos se denomine formación La Compañía a la sucesión de areniscas, conglomerados y calizas que afloran en la región de La Compañía-Los Reyes Metzontla, Puebla.

Identificamos tres asociaciones de facies principales:

a) Depósitos costeros (foreshore): Arenisca y grauvaca lítica de grano fino a medio en estratos tabulares de 15 a 30 cm, color gris; con abundantes fragmentos de concha (pelecípodos, gasterópodos, equinodermos), intraclastos, cuarzo mono y policristalino, feldespato. Es común observar laminación paralela y cóncava, estratificación cruzada y rizaduras de oleaje. Se encuentra bioturbada con algunos niveles con abundantes thalassinoides, hay niveles con raíces carbonizadas e impresiones de troncos; es frecuente encontrar ejemplares completos de, gasterópodos, equinodermos y pelecípodos; así como numerosos niveles con foraminíferos bentónicos y algas.

b) Depósitos de laguna: Intercalación de estratos no paralelos de caliza wackestone/packstone con lutita, de 15 a 40 cm que se acúñan lateralmente; la caliza se caracteriza por la presencia de cortoides, peloides, ooides e intraclastos (con briozoarios, equinodermos, y foraminíferos bentónicos mezclados con ostrácodos), soportados en un lodo calcáreo y con abundante bioturbación así como actividad endolítica en los bioclastos; se encuentran estromatolitos, equinodermos y gasterópodos. La lutita está finamente laminada y en ocasiones presenta una delicada gradación grano decreciente.

c) Biohermas: Caliza bindstone, rudstone y framestone de color gris medio intercalados con grainstone; frecuentemente presentan un aspecto nodular, que semeja un conglomerado; se presenta en estratos lenticulares desde unos cuantos metros hasta decenas de metros de extensión y con espesores de más de 1 m; los estratos más delgados de caliza, varían de wackestone a grainstone de entre 15 a 30 cm, se trata en su mayoría de bioesparitas, con gran abundancia de biomorfos y bioclastos de corales, equinodermos, pelecípodos, esponjas y gasterópodos, foraminíferos y algas, en posición de vida; abundan los estromatolitos.

Estas asociaciones de facies se encuentran interdigitadas tanto lateral como verticalmente. Las asociaciones de facies nos permiten interpretar depósitos costeros asociados a un sistema de barras y lagunas con una fuerte influencia tanto de oleaje como de mareas, formando un sistema complejo. En la región, se observan crecimientos arrecifales como pequeños montículos, parches o lentes, contruidos por corales, estromatolitos y equinodermos principalmente. El desarrollo de los mismos se daba en ausencia de corrientes u oleaje fuerte. Las colonias de corales observadas indican una batimetría baja (menos de 50 metros), aunque el nivel batimétrico pudo variar en función de la turbiedad del agua, la cual sería mayor conforme el sedimento era más fino, por lo que la profundidad podría haber sido menor. Estos depósitos cambian a facies más someras, de tal modo que en este sector se puede bosquejar una especie de bahía, cuya línea de costa se encontraba al sur entre Metzontla y La Compañía. Su contenido fósil nos indica un sistema de lagunas costeras, las cuales se desarrollaron durante el Barremiano.

SED-15

ANÁLISIS ESTRATIGRÁFICO DE LAS SECUENCIAS JURÁSICAS DE LA REGIÓN TECOCUYUNCA-TECOMATLÁN EN PUEBLA

Hernández Vulpes Rosalinda María¹, Rodríguez Calderón Marlene¹, Arcos Hernández José Luis¹, Arellano Gil Javier¹ y Velasco de León María Patricia²

¹Facultad de Ingeniería, UNAM

²Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM
vulpes.roshe@live.com

La zona de estudio se ubica en las inmediaciones de Tecomatlán, en el suroeste del Estado de Puebla, donde aflora un basamento metamórfico (Complejo Acatlán), cubierto de manera discordante por rocas sedimentarias marinas Paleozoicas (Formación Cuxtepeque) y secuencias Jurásicas continentales (Conglomerado Peña Colorada y Formación Tecamazuchil). La cima de la columna corresponde a rocas Cenozoicas (Formación Huajuapán).

El Conglomerado Peña Colorada está constituido en la parte basal por fragmentos de cuarzos y esquistos provenientes del Complejo Acatlán, que se depositaron en un abanico aluvial en su parte proximal; la parte superior se compone de clastos de cuarzo, esquistos y gneiss, algunos de estos están retrabajados con matriz arcillosa. La secuencia fue depositada por flujos de

escombros provenientes de zonas de altas pendientes y con saturación de agua. Su contacto inferior es discordante con el Complejo Acatlán o con la Formación Cuxtepeque, mientras su contacto superior se infiere concordante y transicional con la Formación Tecamazuchil. El registro fósil reportado son pertenecientes a las Bennettiales, además de Mexiglosa varia, Helechos y Coníferas de tipo Elatocladus. Se infiere para esta unidad una edad del Jurásico Inferior y Medio.

La Formación Tecamazuchil consiste de una secuencia de conglomerados, areniscas, limolitas y lutitas de origen continental. La parte basal corresponde a un conglomerado polimítico con matriz arenosa intercalada con capas gruesas de conglomerado con clastos de cuarzo y esquisto. La parte media está constituida por una secuencia terrígena arrítmica de capas de areniscas y areniscas conglomeráticas, con cuerpos lenticulares de conglomerados arenoso, estructuras de flutecast y bioturbación. La cima consiste en una intercalación de arenisca fina con conglomerado grueso a medio, con horizontes de lutita carbonosa y carbón, seguido por una alternancia de limolitas verdes y rojas con arenisca conglomerática, con algunas costras de fierro. Las diferentes asociaciones de litofacies dentro de la Formación Tecamazuchil, indican que existió un sistema fluvial de tipo río meándrico a lo largo de un graben. En el paleo-río ocurrieron periodos de alta energía con la correspondiente acumulación de sedimentación, lo que originó la migración del cauce, teniendo como resultado un conjunto de canales abandonados donde se formaron pantanos de reducidas dimensiones, que dio lugar al carbón. Las evidencias fósiles se encuentran en 2 niveles, el primero, hacia la base pertenecen al grupo de las Bennettiales de género Zamites, Otozamites, Ptilophyllum y Pterophyllum; además de Helechos, Equisetum, Mexiglosa varia, conos del género Williamsonia y Coniferales. El segundo nivel se tiene en la cima de la unidad, donde predominan las Bennettiales de género Otozamites, Zamites, Ptilophyllum, además de Brachyphyllum. Su contacto inferior es discordante con el Complejo Acatlán, mientras que su contacto superior es también discordante con la Formación Huajuapán. Con base en el contenido paleontológico se infiere que esta unidad es del Jurásico Medio. Los tipos y variaciones de plantas fósiles identificadas indican condiciones climáticas iniciales cálidas y húmedas, que posteriormente evolucionaron a un clima semicálido a subhúmedo.

SED-16

ESTUDIO ESTRATIGRÁFICO A SEMIDETALLE DE LAS FORMACIONES CUARCÍTICA CUALAC, ZORRILLO Y TABERNA DEL GRUPO TECOCUYUNCA EN LA CAÑADA DE ROSARIO NUEVO, OAXACA

Vite del Angel Alberto Osmar y Rueda Gaxiola Jaime

Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Ticomán, IPN
quetzal_144@hotmail.com

Los grupos Consuelo y Tecocoyunca, propuestos por Erben 1956, han sufrido cambios estratigráficos en su organización y nomenclatura, así como redefinido sus características litológicas. Jiménez Rentería, J. propuso cambios, en 2004, a los grupos Consuelo (formaciones Rosario y Conglomerado Cualac) y Tecocoyunca (formaciones Zorrillo, Taberna, Simón, Otatera y Yucufñuti), colocando al Conglomerado Cualac como la parte inferior del Grupo Tecocoyunca y cambiando su nombre a Cuarcítica Cualac; por lo tanto, el Grupo Consuelo está constituido ahora por las formaciones Rosario and Conglomerado Prieto; ésta última es considerada como un cambio lateral de facies de la Formación Rosario. En 2008, De Anda García, A., utilizando el Método de Miall, 1985, estudió a detalle al Grupo Consuelo y encontró que no es continental, como se había considerado, sino que incluye una secuencia transgresiva en su base y otra regresiva hacia su cima, separadas por un ambiente estuarino.

Posteriormente, Osorio Nicolas, M., en 2009, efectuó el estudio petrográfico de la Formación Cuarcítica Cualac como base del Grupo Tecocoyunca, encontrando que está constituida principalmente por cuarzo y clastos de rocas metamórficas, depositados en un ambiente continental que gradualmente cambió a otro marino transicional correspondiente a las formaciones Zorrillo y Taberna. Éstas han sido estudiadas de manera general, pero no estudiadas con mayor detalle. La primera representa ambientes transicionales donde se formaron ciclotemas con capas de carbón de hasta 2m de espesor y ambientes marinos representados por lutitas, areniscas y nódulos de hematita. La segunda presenta condiciones más marinas, representadas por una más definida y uniforme estratificación, así como por la presencia de amonites y algunos pelecípodos.

En este estudio se presentan los resultados preliminares del estudio estratigráfico a semidetalle de estas tres unidades del Grupo Tecocoyunca, aplicando el Método Arquitectónico de Análisis de Facies propuesto por Miall, A.D., que puede aplicarse para determinar condiciones fluviales y marginales con influencia marina (ambientes transicionales). Este estudio de campo ha permitido saber que las unidades representan secuencias que definen ambientes regresivos y/o transgresivos separados por discordancias. El análisis petrográfico de las formaciones y de los datos paleontológicos ayudarán a crear un modelo paleogeográfico con más detalle para el Jurásico Temprano y Medio de esta región del país.

SED-17 CARTEL

HISTORIA GEOLÓGICA DEL BLOQUE DE OAXACA, APLICANDO EL MÉTODO MORFO-TECTÓNICO-ESTRATIGRÁFICO

Zárate Santiago Arnulfo y Rueda Gaxiola Jaime

*Ciencias de la Tierra, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Ticomán, IPN
azaratestgo@gmail.com*

El bloque que conforma el Estado de Oaxaca, ha sido ampliamente estudiado debido a las características geológicas particulares que lo conforman. Estos estudios han estado enfocados en diversas temáticas, desde las que tratan de cuantificar sus posibilidades mineras, petroleras e hidrológicas, hasta los que lo han estudiado, de forma científica, para conocer su diversidad petrológica, paleontológica y tectónica.

El presente trabajo, se realizó con la finalidad de aportar nuevos conocimientos sobre la evolución geológica del Bloque de Oaxaca (sensu Rueda-Gaxiola, J., 1999) aplicando una metodología diferente a las ya conocidas y aplicadas para estudios a nivel regional, denominada "Morfo-Tectónica-Estratigráfica", la cual trata de conjuntar y desarrollar ciertas hipótesis a partir de la información que proporcionan columnas geológicas completas del área o región estudiada.

Para desarrollar este trabajo, se realizó una recopilación, análisis y actualización de la información conocida sobre el Estado de Oaxaca, obtenida de tesis y diversos estudios científicos. Se seleccionaron 12 columnas geológicas, con basamento metamórfico o cristalino, para elaborar dos secciones, una Norte y otra Sur. Posteriormente, ambas secciones fueron sometidas a dos procesos de análisis. El primero de éstas, con base en el límite K-T, permitió conocer la evolución de las cuencas y el comportamiento de los depósitos sedimentarios. La segunda de ellas, permitió conocer, con base en su posición topográfica actual, los diversos movimientos verticales

que han sufrido cada uno de los sub-bloques en los cuales se dividió al Bloque de Oaxaca para su estudio y comprensión. De esta forma, se analizaron 4 secciones: una topográfica Norte, una topográfica Sur, una límite K-T Norte y una límite K-T Sur.

Debido a que, hasta nuestros días no se tiene bien establecida la historia evolutiva de la parte basal de todo el Bloque de Oaxaca, se decidió establecer una nueva hipótesis basada en los avances científicos conocidos. Por lo anterior, se elaboró un modelo que trata de explicar a partir de la hipótesis planteada, la estrecha relación entre los Complejos Oaxaqueños y Acatlán.

Del análisis de las secciones, la evolución histórica y la paleogeografía, se llegó a las siguientes conclusiones: 1) Se pudieron definir los límites tectónicos del Bloque de Oaxaca 2) Los complejos Oaxaqueños y Acatlán poseen un origen común. 3) Las rocas Jurásicas se depositaron en el demi-graben de Tlaxiaco-Real de Catorce y constituyen una secuencia continua que muestra la constante subsidencia de la cuenca, que se ubica en el Noroeste del bloque, comunicada durante el Liásico con el Portal del Balsas. 4) Durante la Edad Bathonense dio comienzo el movimiento al SE del Bloque de Chiapas-Yucatán en la porción Noreste del área estudiada. Este movimiento originó el inicio de la apertura del Golfo de México. 5) Se pudieron identificar diversas transgresiones, regresiones mesozoicas y su procedencia. 6) Las secuencias tipo flysh, están relacionadas con el movimiento aparente del Bloque de Chortis hacia el E y aparecen en los sub-bloques Valle Nacional (durante el Período Terciario) y Sola de Vega (durante las edades Coniaciense-Maastrichtense).

SED-18 CARTEL

INTERPRETACIÓN PALEOAMBIENTAL Y PALEOCLIMÁTICA DE LA SECUENCIA SEDIMENTARIA CONTINENTAL DEL JURÁSICO MEDIO EN EL TERRENO MIXTECOArellano Gil Javier¹, Velasco De León Patricia², Yussim Guarneros Sergio³ y Arcos Hernández José Luis¹¹Facultad de Ingeniería, UNAM²Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM³Colegio de Geografía, UNAM

arellano@unam.mx

Con la finalidad de conocer las características sedimentológicas, estratigráficas y paleontológicas de la cubierta sedimentaria jurásica que se sobrepone discordantemente a las rocas metamórficas del Complejo Acatlán, en el Terreno Mixteco, se estudiaron afloramientos de las secuencias clásticas continentales en las localidades oaxaqueñas de Ayuquila-Santiago Chilixtlahuaca, Río Numí-Tlaxiaco y Tlanguistengo; de Puebla, Tecamatlán, Peña Colorada y Santa Cruz Nuevo, y de Guerrero Cuicatlán-Olinálá; donde están expuestas las Formaciones Tecamazúchil, Zorrillo-Taberna, Numí, Otlattepec y Cuicatlán, del Jurásico Medio, las cuales presentan espesores entre 420 y 826 m. Analizando las litologías, las estructuras sedimentarias, las litofacies y biofacies, se interpretó que el depósito de las unidades antes mencionadas, ocurrió en un ambiente sedimentario continental en un sistema fluvial asociado a un conjunto de abanicos aluviales, flujos de escombros, llanuras de inundación y lagos aislados, en cuyo entorno hubo abundante desarrollo vegetal en condiciones

que favorecieron la conservación de numerosas especies de plantas (troncos, ramas, hojas y corteza). Las depresiones en donde ocurrió la sedimentación fue consecuencia del desplazamiento de bloques por fallas normales, que formaron un sistema de horst y grabens orientados aproximadamente NW 25° SE, cuyo origen se asocia a un proceso sin rift en la etapa inicial de apertura del Golfo de México en el Jurásico Medio, sin que se llegara a formar corteza oceánica; las fallas normales originaron continua subsidencia y el desarrollo de amplios valles (fosas tectónicas), en cuyas partes centrales fluían paleo-ríos como el Tecamazúchil, los cuales eran alimentados por afluentes secundarios que contribuían con sedimentos de las partes elevadas (pilares tectónicos); las características morfológicas, la altitud y el clima influyeron en la abundancia y fisonomía de las comunidades vegetales y animales. Las facies conglomeráticas se ubican principalmente en la base de las columnas estratigráficas o como rellenos de canal, en las que se desarrolló una comunidad vegetal caracterizada por Anomozamites Schimper, Otozamites hespera Wieland, Zamites tribulosus (Wieland) Pearson, Delevoryas y Pseudoctenis Seward. Las facies arenosas son las más abundantes, corresponden a los depósitos de un sistema fluvial meándrico con sistemas de barras, canales y zonas de desbordamiento, en donde están presentes Ptillophyllum cutchense Morris, Mexiglossa varia Delevoryas y Pearson, Williamsonia oaxacensis Wieland, Equisetum sp, filicales y ramas de Brachyphyllum Brongniart que proceden de comunidades de bosques. Las facies limosas y arcillosas se acumularon en las amplias llanuras de inundación en temporadas de máxima precipitación pluvial y en lagos aislados donde hubo abundante desarrollo de pelecípodos y gasterópodos dulceacuícolas identificados como Unio ogamigoensis Kobayashi y Pila nipponica; además de la presencia de delgadas capas de carbón que se formaron en pantanos de reducidas dimensiones. Considerando los tipos de plantas fósiles, sus dimensiones, su área foliar y la litología en la que se encuentran, se interpreta que en el Jurásico Medio predominó un clima semicálido-subhúmedo, que evolucionó a cálido húmedo (tropical), a partir de donde se tiene mayor abundancia de carbón.

SED-19 CARTEL

EVOLUCIÓN SEDIMENTARIA DEL SECTOR ORIENTE DEL GRABEN DE ACAMBAY Y SU INFLUENCIA CON LA ACTIVIDAD VOLCÁNICAHernández Olivares Rene¹, Israde Alcántara Isabel¹, Garduño Monroy Victor Hugo¹, Rodríguez Pascua Miguel Ángel², Pérez López Raúl² y Macías Vázquez José Luis³¹Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH²Instituto Geológico y Minero de España, España³Instituto de Geofísica, UNAM
hero_8585@hotmail.com

Se realizó un análisis biostratigráfico al oriente del graben de Acambay correlacionando 21 columnas en dos paleolagos limítrofes, el de Tierras Blancas, que corresponde a un paleolago Pleistoceno y el del Valle de los Espejos, donde aflora el Holoceno. Las columnas sedimentarias están afectadas por el intenso fallamiento, que permite reconocer las fluctuaciones paleoambientales y los eventos volcánicos.

En el paleolago de Tierras Blancas, se observa un basamento volcánico sobreyacido por una secuencia lacustre caracterizada por diatomeas de condiciones salinas, cuyas valvas están fracturadas, precedida por una facie de S. subtransilvanicus var. minutula como especie dominante al inicio del paleolago. A todo lo largo del Pleistoceno, hacia la cima de la secuencia, pasa transicionalmente a un lago profundo donde las diatomeas planctónicas continúan dominando incluyendo Stephanodiscus excentricus, esta tendencia a la profundización se mantiene. En la cima de la columna estratigráfica fechada en 1.20 ± 0.13 Ma (Mercer; et al. 2010), se presenta una secuencia regresiva evidenciada por diatomeas epifitas, que son cubiertas por una sucesión volcánica.

La secuencia Holocénica aflora en la región del Valle de los Espejos donde dominan depósitos fluvio-lacustres que se intercalan con eventos volcánicos. La especie de diatomea dominante es Cyclotella meneghiniana, Cocconeis placentula.

En esta zona sísmica activa la licuefacción y los fenómenos de deslizamientos sin sedimentarios son comunes (Rodríguez-Pascua, et al., 2010), este fenómeno fragmenta las diatomeas, sobre todo en el centro de la sucesión pleistocénica.

La actividad volcánica en la zona fue intensa en el Pleistoceno, haciéndose menos frecuente en el Holoceno, las erupciones volcánicas fueron de tipo explosivo cuyos productos fueron depositados in situ, evidenciados en su granulometría.

Las facies distales presentaron fases de somerización y entradas fluviales de baja energía adquiriendo una textura limo-arenosa en los sedimentos a causa de la poca energía en el oleaje del litoral.

Palabras clave: Pleistoceno, Holoceno, Paleolago, Acambay, Tierras Blancas, Valle de los Espejos, diatomeas.

SED-20 CARTEL

**PETROGRAFÍA, GEOQUÍMICA Y ESTRUCTURAS
PRIMARIAS DE LA FORMACIÓN LOSERO EN EL DISTRITO
MINERO DE GUANAJUATO: IMPLICACIONES SOBRE
SU ORIGEN, PROVENIENCIA Y AMBIENTE TECTÓNICO**

Puy Alquiza María Jesús, Miranda Avilés Raúl y Cruz Cruz Maricela
División de Ingenierías, Universidad de Guanajuato
yosune@ugto.mx

La Formación Losero aflora en el Distrito Minero de Guanajuato y ha sido considerada como la base de la cubierta volcánica del Oligoceno. Sobreyace concordantemente al conglomerado Guanajuato y poco se ha discutido sobre evidencias sedimentológicas, petrográficas y geoquímicas que soporten un origen puramente sedimentario o volcánico. En este trabajo se presenta la petrografía, geoquímica y análisis de estructuras primarias de la Formación Losero, que evidencian un ambiente de sedimentación fluvial con condiciones de agua somera y profunda. Desde el punto de vista sedimentológico las areniscas de la Formación Losero varían de color café a rojo en roca sana y verde en roca intemperizada, muestran tamaño de grano de arena gruesa a fina, con granos generalmente sub-redondeados a angulares, mal seleccionados. Las estructuras primarias que presentan son ondulitas, antidunas, acanaladuras y ranuras (flute y groove casts), laminación cruzada, laminación paralela, grietas de desecación y estructuras de deformación plástica. Lo que evidencia flujos supercríticos y subcríticos, unidireccionales dentro de canales y barras correspondientes a un sistema fluvial. Mineralógicamente las areniscas de la Formación Losero se encuentran constituidas principalmente por cuarzo, plagioclasas, líticos volcánicos y metamórficos. En las 50 láminas delgadas analizadas, no se encontraron fragmentos juveniles, ni vidrio volcánico. La matriz es microcristalina con cemento limo-arcilloso. Con base en el análisis petrográfico y geoquímica, las areniscas de la Formación Losero son clasificadas como arcosa-lítica y litarenita. Las diferencias geoquímicas entre Th y La han sido usadas para discriminar entre una proveniencia félsica o máfica. Los bajos contenidos de Sc, Fe, Cr, y Co y las altas concentraciones en Th, Hf, La/Sc; Th/Sc; La/Cr; Th/Cr and Ba/Sc de las areniscas de la Formación Losero indican que estas fueron derivadas de una fuente félsica. Los valores de Th/Sc y Hf muestran un proceso de reciclado intenso del sedimento. Usando los diagramas ternarios QtFL y QmFLt, las areniscas de la Formación Losero fueron depositadas en un margen continental activo. El análisis modal de las muestras indica una proveniencia de arco transicional y arco disectado. Con base en estos datos y las observaciones de campo, la Formación Losero forma parte de las facies distales del Conglomerado Guanajuato.

SED-21 CARTEL

**NUEVOS DATOS SOBRE LA SEDIMENTOLOGÍA DE LA CALIZA LA
PERLITA (APTIANO-ALBIANO): IMPLICACIONES EN EL CIERRE
DE LA CUENCA ARPEROS DE LA SIERRA DE GUANAJUATO**

Miranda Avilés Raúl, Puy Alquiza María Jesús, Bustos Bautista
Norma Angelica, Aguirre Rocha Laura y Verdin Muñoz Rodrigo
División de Ingenierías, Universidad de Guanajuato
rmiranda@ugto.mx

La evolución geológica de la Sierra de Guanajuato se relaciona a la formación de una cuenca Mesozoica marina denominada "Cuenca Arperos", que evolucionó del Jurásico superior al Cretácico inferior, concluyendo con su cierre en el Cretácico inferior. La edad del cierre de la cuenca Arperos ha sido poco documentada, pero es considerada pre-Berriasiano tomando en cuenta que sobre sus sedimentos se depositó de forma discordante la Caliza La Perlita del Aptiano-Albiano. Al extremo noroeste de la Sierra de Guanajuato (Bernalejo y Cerro Blanco) aflora la Caliza La Perlita del Aptiano-Albiano que fue descrita de forma general por Chiodi et al. (1988) y Quintero-Legorreta (1992). Estas rocas descansan discordantemente sobre los sedimentos de la Cuenca Arperos y a diferencia de estos se encuentran menos deformados. La Caliza La Perlita está constituida en su base por 30m de calizas neríticas que subyacen una secuencia de entre 30 a 60 m de margas y litarenitas depositadas por corrientes de turbidez (turbiditas). La secuencia de calizas y areniscas se depositaron en un ambiente que va de plataforma a talud (Wackestones, Packestones de intraclastos y litarenitas). Las litarenitas presentan hasta un 60% de líticos sedimentarios con un 30 a 40% de cuarzo sub-angular a sub-redondeado; lo que nos sugiere un aporte de sedimentos continentales recicladas del Macizo continental Mexicano. Se realizó la datación U-Pb de una muestra de zircones detríticos y de acuerdo a una revisión preliminar las turbiditas fueron abastecidas por sedimentos continentales con zircones Albianos y zircones con una firma comparable a las edades publicadas del Abanico Potosí. Lo anterior viene a corroborar una edad pre-Albiana para el cierre de la Cuenca Arperos y la continuación de la sedimentación marina (Caliza La Perlita) de forma discordante sobre los sedimentos deformados. Las turbiditas depositadas en la parte superior de la secuencia Caliza La Perlita pueden ser interpretadas como evidencia de inestabilidades generadas por pulsos tectónicos posteriores al cierre de la cuenca Arperos y/o por el aporte de sedimentos de altos topográficos ubicados al norte o al este de la Sierra de Guanajuato.

Sesión Regular

SISMOLOGÍA

Organizadores:

Carlos Huerta

Juan Carlos Montalvo

Allen Husker

Ramón Zúñiga

SIS-1

DETERMINACIÓN DE MECANISMOS FOCALES EN EL BLOQUE DE JALISCO

Robles Castillo Francisco Javier, Escudero Christian R. y Núñez Cornú Francisco Javier
Centro Universitario de la Costa, UDG
fco_robles86@hotmail.com

El estudio de mecanismos focales de los terremotos consiste en determinar los eventos físicos que han tenido lugar en el foco del terremoto y permite obtener el estado de esfuerzos en la región focal. La zona de estudio está localizada en la costa occidental de México en el Bloque de Jalisco, colindando con la Trinchera Mesoamericana, la Placa Rivera, el Graben de Colima, Graben Tepic-Zacoalco y el Graben de Chapala. Se utilizó datos obtenidos de RESAJ (Red Sismométrica, Acelerométrica de Jalisco) del departamento de Vulcanología de Occidente de la Universidad de Guadalajara, en el Centro Universitario de la Costa, Puerto Vallarta, Jalisco que cuenta con 15 estaciones así mismo se utilizó la red MARS para un mejor análisis. Para determinar los mecanismos focales o estimar el desplazamiento en el plano de fractura se considera la polaridad del primer impulso de la onda P. Se utilizó el programa HASH (Hardebeck y Shearer, 2002) el cual considera el hipocentro del evento, ubicación de la estación, polaridad de la onda P, un modelo de velocidad sísmica, azimut, ángulo de despegue y magnitud. Visualmente se determinan las polaridades del primer arribo y se les asigna un peso basado en la calidad del picking a juicio del analista. Se estima el mecanismo focal de cada estación y se determina aquella solución que minimice el error con respecto de las polaridades. Si hay varios mecanismos que se ajusten a todas las polaridades impulsivas, el subconjunto que también minimiza el número de polaridades emergentes erróneas se seleccionan. Debido a la posibilidad de los errores de polaridad, los mecanismos con polaridades erróneas adicionales son también incluidos en el conjunto de mecanismos aceptables. Para todas las estaciones que registraron el evento se calcula el ángulo de despegue, azimut, buzamiento y desplazamiento, se compila el conjunto de todos los mecanismos aceptables encontrados, después se eliminan los valores extremos y se promedian los restantes para obtener la solución preferente. Una vez obtenidos los mecanismos focales se utilizarán para interpretar el régimen tectónico del área de estudio, con pelotas de playa, delimitaciones de los diferentes graben, zonas de fallas, todo ilustrado en un mapa.

SIS-2

EL MUNICIPIO DE JÁLTIPAN DE MORELOS, VERACRUZ COMO SITIO DE REFERENCIA EN LA LOCALIZACIÓN DE EPICENTROS EN EL ISTMO SEPTENTRIONAL

Gómez Ramírez Mario
Licenciatura en Geografía, UV
mariogomez@uv.mx

El municipio de Jáltipan de Morelos se localiza en el sur del estado de Veracruz en las coordenadas geográficas extremas de:

17.7# a 18.033# latitud norte y 94.63# a 94.8# longitud oeste en la zona del Istmo septentrional.

La capa de la litosfera que ocupa Xalli-Pan (lugar sobre la arena en náhuatl), es una zona sísmica, al igual que los municipios vecinos con los que forma colindancias. Uno de los sucesos históricos más lamentables que vivieron los moradores jaltipenses hace 53 años, fue la destrucción casi total de su municipio, debido al sismo que ocurrió en la madrugada del 26 de agosto de 1959. El fenómeno sísmico tuvo su epicentro en las coordenadas de 17.9675# latitud norte y 94.7133# longitud oeste, con una magnitud de 6.8 grados en la escala de Richter y se registró a una profundidad de 35 km. Los daños económicos que causó este seísmo, se han considerado como el más costoso del estado de Veracruz.

Al analizar el archivo del Servicio Sismológico Nacional del Instituto de Geofísica, UNAM a partir de 2006 al 2012, destaca que comúnmente toman como referencia al municipio de Jáltipan, para localizar los epicentros que acontecen en la zona. La impresión que causa esta referencia a primera vista, es que la actividad sísmica en el municipio continúa muy activa. Esta situación motivó a encausar la presente investigación, a través de cartografiar todos los epicentros registrados que hacen referencia a Jáltipan en el periodo arriba señalado a nivel municipal obteniéndose lo siguiente:

Los sismos registrados fueron en total 26 que hacen referencia al municipio de Jáltipan de Morelos. Solamente uno de los movimientos, tuvo su epicentro en dicho municipio el cual ocurrió el 11 de febrero de 2011 a una profundidad de 156 km, su magnitud fue de 4 grados Richter y se presentó muy cercano al lugar en el que ocurrió el de 1959; cuatro de los epicentros se originaron en el vecino municipio de Texistepec localizado al poniente; 19 se registraron en la parte occidental del entorno de Hidalgotitlán que se localiza al sur de Jáltipan y con el que tiene límites y solamente dos sismos más, se registraron sus epicentros entre los límites de los municipios de Hidalgotitlán y Jesús Carranza.

La mayoría de los epicentros tuvieron una profundidad mayor a 100 km, pero el último registrado el día 22 de junio de 2012, aconteció a los 33 km de profundidad.

Se concluye que el municipio de Jáltipan de Morelos ha tenido un escaso número de epicentros en su subsuelo entre 2006 al 2012, comparado con su vecino del sur el municipio de Hidalgotitlán en el cual se registraron 19 eventos telúricos. Esta situación marca una mayor actividad sísmica en el municipio de Hidalgotitlán lo cual se sugiere al localizar los epicentros que ocurran en la zona y tomarlo en consideración, para destacar su relevancia en cuanto a la actividad.

* Se agradece la información proporcionada y la hospitalidad de los habitantes de Jáltipan de Morelos, en especial a la familia Pérez Sánchez.

SIS-3

RED DE MONITOREO SÍSMICO DEL VOLCÁN SAN MARTÍN TUXTLA, VERACRUZ

Córdoba Montiel Francisco¹, Valdés González Carlos², Estrada Castillo Jorge Alberto², Singh Singh Shri Krishna³, Iglesias Mendoza Arturo³, Guevara Ortiz Enrique⁴, Sieron Katrin¹, Mendoza Carvajal Antonio de Jesús¹, Alarcón Ferreira Ana María¹ y Mora González Ignacio¹

¹Centro de Ciencias de la Tierra, UV

²Servicio Sismológico Nacional

³Instituto de Geofísica, UNAM

⁴Centro Nacional de Prevención de Desastres

fcordoba@uv.mx

El volcán San Martín Tuxtla (18° 38' N y 95° 10' W, 1659 m.s.n.m.) se encuentra en la Costa del Golfo de México, al sur del estado de Veracruz. Forma parte del Campo Volcánico de Los Tuxtlas (CVT) en el que también se encuentran cientos de pequeños conos de escoria y cráteres de explosión. El cráter del San Martín es de forma aproximadamente circular, tiene un diámetro de alrededor de 1 km y en su interior se encuentran dos pequeños conos de escoria. Es importante el estudio en particular de este volcán, ya que su actividad data desde finales del Mioceno y ha continuado hasta épocas recientes. Sus últimas erupciones tuvieron lugar en 1664 y en 1793 durante el período novohispano del país.

En este trabajo se describen los trabajos realizados en el marco del proyecto cofinanciado por el Fondo de Prevención de Desastres Naturales (FOPREDEN) y la Secretaría de Protección Civil del estado de Veracruz denominado "ESTUDIO GEOLÓGICO DEL VOLCÁN SAN MARTÍN TUXTLA, VERACRUZ. EQUIPAMIENTO, INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO CON FINES DE PREVENCIÓN DE DESASTRES", enfocados a la instalación y puesta en marcha de la red de monitoreo sísmico para este otro volcán activo de Veracruz. La finalidad es contar con una red de vigilancia permanente con la capacidad de adquirir información y enviarla a los centros de registro en tiempo real. Por su irregular topología y difícil acceso, una de las complicaciones más fuertes en el diseño de esta red, además de atender los criterios relacionados a una cobertura azimutal adecuada, ha sido el diseño de un esquema de comunicaciones eficiente.

En lo que respecta a la instrumentación empleada, las estaciones ubicadas en los flancos Norte y Oeste están conformadas por sensores de velocidad marca GURALP modelo CMG-6TD que operan en flotación con batería y panel solar. La estación que se localiza en la cara suroeste, por las características particulares de la región de los Tuxtlas, se colocó estratégicamente en un sitio donde contribuirá además de la vigilancia de la actividad sísmica del volcán, al estudio e interpretación de la tectónica de la región. Esta estación (PMIG, ubicada en la localidad de la Perla de San Martín del Municipio de Catemaco), consta de un sensor de velocidad de banda ancha GURALP CMG-3T, acelerómetro GURALP CMG-5T y se integra a la red de estaciones del Servicio Sismológico Nacional, por lo que los datos serán transmitidos vía satélite a las instalaciones del SSN y reenviados a través de internet a los puestos de registro del CCT en Xalapa, Veracruz y del Centro Nacional de Prevención de Desastres. Los datos de las otras estaciones serán centralizados en la estación repetidora ubicada en el Cerro del Vigía y de ahí transmitidos a las instalaciones del SSN para su distribución a los otros Puestos de Registro.

SIS-4

EVENTOS SÍSMICOS PECULIARES EN EL TERRITORIO MEXICANO Y ZONAS ADYACENTES - PRUEBAS Y RESULTADOS

Solano Hernández Ericka Alinne y Hjörleifsdóttir Vala
Instituto de Geofísica, UNAM
alierika@gmail.com

Existen sismos que al carecer de ondas impulsivas P, las cuales son empleadas por los métodos tradicionales de detección, no fueron inicialmente identificados por las redes globales de detección ni el SSN. Estos eventos son originados, por ejemplo, por actividad volcánica, deslaves y eventos glaciares, con la suficiente energía para ser registrados por varios sismómetros alrededor del mundo. La metodología empleada en la detección y localización de sismos no impulsivos

a escala global (Ekström, 2006), está limitada a temblores con magnitudes mayores a 5. En México han sido detectados cuatro eventos sísmicos no impulsivos, de magnitud ~5, por los estudios de Ekström (www.globalcmt.org).

Proponemos un nuevo método de búsqueda de eventos no impulsivos que emplea sismogramas sintéticos 3D para que los eventos buscados no se limiten a escalas mayores a 5, como es el caso de Ekström. Para tal propósito, se recurre a un método adjunto en cuál se inyecta una fuerza en la ubicación de cada una de las estaciones en forma de la historia temporal de los sismogramas con tiempo invertido. Se usa un método de elementos espectrales (SEM, Komatitsch y Tromp, 1999) para propagar las ondas hacia la fuente donde la superposición constructiva de energía coherente es máxima o bien, la deformación sea mayor.

En este trabajo, presentaremos los resultados que hasta ahora hemos obtenido con la metodología propuesta y los pasos a seguir para una implementación más general como método de búsqueda continuo en el SSN.

SIS-5

PATRONES SÍSMICOS EN LA ZONA DE CABO CORRIENTES, JALISCO

Córdoba Camargo Ana Alejandra, Tinoco Villa Mónica, Rodríguez Rosales Pedro, Núñez Cornú Francisco J. y Escudero Ayala Christian R.
UdG, SisVOc, CUC, Vallarta
alejandrac47@hotmail.com

La región de Bahía de Banderas en la costa norte de Jalisco, México se encuentra en la convergencia de tres estructuras tectónicas (Placa de Rivera, Bloque de Jalisco y la Placa de Norteamérica). Esta Región además de ser actualmente un GAP sísmico relacionado con los terremotos de 1932, presenta un alto nivel de sismicidad. Datos de estudios previos realizados por diferentes proyectos con equipos portátiles y semipermanentes de 1996 a 2003 indican la existencia de controles estructurales de la sismicidad en la corteza continental. En particular, se estudió la zona de Cabo Corrientes, la parte sur de Bahía de Banderas donde fue posible identificar 14 familias de sismos utilizando técnicas de correlación cruzada. Los sismos de estas familias se relocalizaron y se pudieron asociar a rasgos morfoestructurales. Aquí presentamos una revisión de estos resultados utilizando datos del proyecto MARS y los generados este año por la Red Sísmica Acelerométrica de Jalisco (RESAJ).

SIS-6

ACTIVE SEGMENT OF THE 12 NOVEMBER 2003 MW 5.6 EARTHQUAKE AT SALSIPUEDES OCEANIC BASIN, GULF OF CALIFORNIA, MEXICO

López Pineda Leobardo¹, Quintanar Robles Luis²,
 Huerta López Carlos I.³ y Rodríguez Lozoya Héctor E.⁴

¹Unidad Académica Hermosillo/Geociencias, CESUES

²Instituto de Geofísica, UNAM

³División de Ciencias de la Tierra, CICESE

⁴Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Autónoma de Sinaloa
odraboe@yahoo.com

Analizamos el registro de ocho estaciones autónomas con sismógrafos de banda ancha de la red conjunta entre la Universidad de Utrecht, Instituto Tecnológico de California y Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, del sismo Mw. 5.6, que ocurrió el 12 de Noviembre de 2003, en la cuenca oceánica Salsipuedes en la parte media del Golfo de California, a 2 km al oeste de la isla Ángel de la Guarda. Este evento se localizó en las coordenadas geográficas 29.16°N y 113.37°O a 30 kilómetros al noreste de Bahía de los Ángeles, además un precursor y cientos de réplicas se registraron en las 48 horas siguientes de su tiempo origen. Con la localización de 29 sismos identificamos el segmento activo, perpendicular a la principal falla transformante NW SE del Canal de Ballenas que representa el límite transtensional entre las placas del Pacífico y Norte Americana. La dirección de la falla activa descrita es congruente con el mecanismo de falla normal propuesto por el catálogo mundial de Soluciones al Tensor Momento CMT dada por un rumbo de 39°, echado de 34° y deslizamiento de -44°.

Con el análisis de la magnitud duración de 456 réplicas, calculamos un valor de $b = 1.14 \pm 0.28$. Además determinamos un momento sísmico de $(3.5 \pm 3.3) \times 10^{24}$ dinas-cm, el radio de fuente fue de 5.35 ± 2.63 km y la caída de esfuerzos estática fue de 3.75 ± 1.15 Mp (37.5 ± 11.5 bar.).

Palabras clave: Parámetros de fuente, sismotectónica, Golfo de California.

SIS-7

ESTUDIO DE RÉPLICAS DEL SISMO DEL 4 DE ABRIL DEL 2010 (MW 7.2), EL MAYOR-CUCAPAH (BAJA CALIFORNIA, MÉXICO) CON DATOS LOCALES Y REGIONALES

Frez Cárdenas José, Acosta Chang José, Munguía Orozco Luis, Nava Pichardo Alejandro, Carlos Villegas Jaime, García Arthur Rosalía, Arellano Zepeda Gustavo y Ruiz Cruz Euclides
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
jofrez@cicese.mx

El sismo El Mayor-Cucapah del 4 de abril del 2010 es el de mayor magnitud que ha ocurrido en Baja California desde 1934. Una red local de 32 estaciones (Reftek RT130, 3 componentes L-28, períodos cortos, prestadas por IRIS-PASSCAL) operó desde el 6 de abril hasta el 14 de mayo de 2010. Este trabajo presenta más de 400 determinaciones hipocentrales de las réplicas ($MW > 3.0$), registradas local y regionalmente, además de unos 150 mecanismos focales. Para su presentación, las réplicas se separan por regiones que distinguen las ramas de fallas, concatenadas y paralelas, activadas por el sismo principal. Los mecanismos focales son fundamentalmente de rumbo con un número menor de soluciones normales. En el caso de mecanismos focales de rumbo, distinguimos el plano de falla utilizando el efecto Doppler.

SIS-8

SISMICIDAD EN LA CORTEZA OCEÁNICA AL SUR DE LAS ISLAS MARIAS FRENTE A BAHÍA DE BANDERAS

Tinoco Villa Mónica Emilia, Rodríguez Rosales Pedro, Córdoba Camargo Alejandra, Núñez Cornú Francisco Javier y Escudero Ayala Christian Renne
Centro de Sismicidad y Vulcanología de Occidente, SisVOc
tinocofisica@hotmail.com

La Fosa de Barra de Navidad, generada por la subducción de la Placa de Rivera bajo el Bloque de Jalisco, inicia al sur de las Islas Marias frente a Bahía de Banderas en una zona ($21^{\circ}.20', -106^{\circ}.80'$; $20^{\circ}.26', -106^{\circ}.05'$) cuya geometría no está claramente definida aún. Si bien la sismicidad reportada por los catálogos mundiales y nacionales para esta zona es escasa, esto se ha debido principalmente a la falta de cobertura de estaciones sísmicas en la región. Sin embargo, el 3 de diciembre de 1948 ocurrió un terremoto en área de las Islas Marias ($M = 7.0$), que destruyó prácticamente la colonia penal. Estudios previos realizados en la región entre 1996 y 2003 no mostraron un nivel de sismicidad relevante en la zona. El 14 de Febrero de 2010 a las 23:31 ocurrió en la zona un sismo con $Mw=5.6$, seguido por otro $Mw=4.9$ el día 1 a las 12:29. Estos eventos y 27 más fueron registrados y localizados entre el 14 y 15 de Febrero por las primeras estaciones de la Red Sísmica Acelerométrica de Jalisco (RESAJ). Observaciones posteriores realizadas con los datos de la RESAJ muestran que la sismicidad en zona, aunque de baja magnitud, ocurre por enjambres. Aquí presentamos un estudio preliminar de la sismicidad en la zona usando datos de la RESAJ y el proyecto MARS.

SIS-9

INTERFEROMETRÍA DIFERENCIAL DEL RADAR APLICADA AL ESTUDIO DE DEFORMACIONES DEL TERRENO CAUSADAS POR LOS SISMOS DE MAGNITUD MODERADA EN EL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MEXICO

Sarychikhina Olga, Glowacka Ewa, Suárez Vidal Francisco y Hinojosa Corona Alejandro
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
osarytch@cicese.mx

La técnica de Interferometría Diferencial del Radar de Apertura Sintética (DInSAR) es una potente herramienta para la identificación y cuantificación de deformaciones de la superficie terrestre. Esta técnica se ha empleado con éxito para el estudio de las deformaciones del terreno causadas por los sismos fuertes ($M \geq 6$) (e.g. Simons et al., 1992; Massonnet et al., 1993; Stramondo et al., 2005; Chini et al., 2010). El uso de DInSAR para detección de las deformaciones del terreno causadas por los sismos de magnitudes pequeñas y moderadas ($M < 6$) puede ser un serio desafío (Earle y Cogbill, 2002; Mellors et al., 2004). Sin embargo, en algunos casos, como por ejemplo el caso de unas réplicas de $M=5.0$ del sismo de Landers (Massonnet et al., 1994), la alta precisión de la técnica ha permitido detectar las deformaciones cosísmicas causadas por los sismos moderados. El presente estudio intenta contribuir al conocimiento del potencial de la técnica de DInSAR para medir la deformación de la superficie terrestre causada por unos sismos de magnitud moderada ($4 < M < 6$). En este trabajo se aplicó la técnica de DInSAR para detectar las deformaciones del terreno causadas por cuatro secuencias sísmicas en el Valle de Mexicali en el periodo de 2006-2009 utilizando las imágenes de ASAR del satélite ENVISAT de la Agencia Espacial Europea.

El Valle de Mexicali, ubicado en el noreste de la península de Baja California, se localiza dentro de una zona tectónicamente muy activa, en la parte sur de la cuenca Saltón, en el límite entre las placas Pacífico y Norteamérica. Esta

zona está caracterizada por alto nivel de sismicidad, volcanismo, fenómenos geotérmicos y deformaciones de superficie (cf. Lomnitz et al., 1970; Albores et al., 1980; Elders et al., 1984; Frez and González, 1991; Glowacka et al., 1999, 2005; Suárez et al., 2008).

Una de las dificultades en aplicar la técnica de DInSAR en el Valle de Mexicali es la complejidad del campo de deformación observado que esta reflejando dos fuentes de deformación: tectónica (sísmica) y antropogénica. Se estimó la tasa de deformación antropogénica utilizando la técnica de DInSAR y las imágenes tomadas en los periodos sin sismicidad importante, para poder eliminarla de la deformación total. Los mapas de DInSAR de las deformaciones del terreno relacionadas con los sismos proporcionan información importante sobre la localización de las fallas fuentes, su geometría y desplazamiento cosísmico. También permiten detectar el desplazamiento disparado por los sismos en las fallas cercanas a las fallas fuentes. Se realizó un análisis comparativo de los disponibles datos geológicos, simológicos y de LIDAR con los resultados de DInSAR.

SIS-10

ESTUDIO COMPARATIVO DE VELOCIDADES DE ONDAS S ESTIMADAS A PARTIR DE SÍSMICA DE DISPERSIÓN DE ONDAS SUPERFICIALES Y ENSAYE CROSS-HOLE

Cruz Hernández Favio¹, Pita de la Paz Carlos²,
Rodríguez González Miguel³ y Ulises Valencia Anibal²

¹División de Ciencias de la Tierra, CICESE

²GEOTEM

³Instituto de Ingeniería, UNAM

fcruz@cicese.mx, olivaf82@yahoo.com.mx

A modo de comparación, se presentan los detalles de adquisición, así como los resultados de dos técnicas utilizadas para estimar velocidades de onda S en un sitio en la ciudad de Coatzacoalcos, Veracruz. La primera alternativa consiste en medir en superficie ondas superficiales Rayleigh a partir del registro de ruido sísmico ambiental o de fuente controlada; ésta técnica en una primera etapa, construye la curva de dispersión para estimar la velocidad (Vs) a través de resolver el problema inverso no-lineal. La segunda, es a través de ensayos de pozo, como lo es la técnica cross-hole. Ésta consiste en introducir a una misma profundidad una fuente sísmica y un geófono de tres componentes en un segundo pozo, el procedimiento se repite a diferentes profundidades. La interpretación de los datos es directa, ya que al identificar los primeros arribos de ondas P y S, además de conocer la distancia entre pozos, sólo se calcula la velocidad de propagación de ondas de cuerpo.

SIS-11

MODELO DE ESTRUCTURA DE VELOCIDADES DE CORTEZA PARA EL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA

Ramírez Ramos Erik E., Vidal Villegas J. Antonio,
Orozco León Luis Raúl y Gálvez Valdez Jesús Oscar

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

eramirez@cicese.edu.mx

Instalamos 16 estaciones de periodo corto de 3 componentes y una de banda ancha (separadas aproximadamente 16 km) a lo largo de un perfil de refracción para grabar una explosión en el sur de California, cercana a la frontera de Arizona y Sonora, México. Esta información es usada para determinar el modelo de estructura de velocidades para el Valle de Mexicali. El perfil de 117 km va de San Luis Río Colorado (SLRC), Sonora a la parte central de la Sierra Juárez, Baja California. Para la sección de 47 km (entre SLRC y Sierra el Mayor) se utilizó como tiro inverso una replica (M3.2) del sismo El Mayor-Cuapah (M7.2). los sismogramas muestran arribos impulsivos P para estaciones cercanas, ondas superficiales significativas y codas de larga duración. Las fases observadas en la componente vertical del registro es interpretada en términos del tiempo de arribo y las amplitudes relativas para generar el modelo. Se partió del modelo propuesto por McMechan and Money para el Valle Imperial (7 capas horizontales y el Moho a 20 km).

SIS-12

TOMOGRFÍA TELESÍSMICA DE LA ONDA-P A NIVEL DE MANTO SUPERIOR EN EL ÁREA DEL BLOQUE DE JALISCO, MÉXICO

Pérez Ramírez Oscar Gustavo¹, Escudero Ayala
Christian Rene² y Núñez Cornú Francisco Javier²

¹Centro de Sismología y Volcanología de Occidente, SISVOC, UDG

²Centro Universitario de la Costa, UDG

oscarperrez.1985@yahoo.com.mx

Conocer la trayectoria real de las ondas y realizar una mejor localización de eventos son dos problemas básicos de la sismología, la técnica utilizada

para resolver ambos es la tomografía sísmica. El presente estudio tiene como objetivo estimar de manera precisa la distribución de velocidades de la onda-P a nivel de manto superior en el área del Bloque de Jalisco, los resultados obtenidos permiten delimitar litósferas de diferente composición e identificar remanentes de material subducido. El área de estudio se localiza en el oeste-central mexicano y se caracteriza por la fragmentación de la placa de Norteamérica así como la subducción de las placas Cocos y Rivera, la subducción de esta última deriva en una importante actividad sísmica de esta región del país. Utilizando un método iterativo de rastreo de frente de ondas denominado Fast Marching Teleseismic Tomography (FMTT), implementado por N. Rawlinson y otros (2006a), se genera un conjunto de modelos tomográficos a diversas profundidades como en cortes NS y EO que permiten representar la estructura interna de velocidades de ondas P a profundidades de ~50 km – 350 km. Para la inversión se utiliza un conjunto de 150 eventos telesísmicos con buena relación señal-ruido y magnitudes # 5.3, registrados por la red temporal MARS (Mapping the Rivera Subduction Zone) y la red local RESAJ (Red Sismológica y Acelerométrica de Jalisco). El conjunto de residuales relativos de tiempos de arribo extraídos de los sismogramas se obtiene con el método semi-automático Multi-Channel Cross-Correlation de VanDecar y Crosson (1990), dichos residuales se presentan como anomalías tridimensionales de la estructura de velocidades de la onda-P con referencia al modelo ak135. La calidad de la solución se verifica con la reconstrucción de pruebas sintéticas tipo checkerboard, además se realiza un análisis de tipo trade-off para determinar los factores más adecuados de amortiguamiento y suavizado mediante la generación de curvas-L, utilizadas para tratar el problema de solución no única. Modelos tomográficos preliminares en la dirección NS generados con 58 eventos, muestran anomalías de alta velocidad con una geometría similar a la de una litósfera en subducción a lo largo de las longitudes -103.5° y -105.5°.

SIS-13

ESTUDIO SÍSMICO DE LA ESTRUCTURA CORTICAL EN EL BLOQUE DE JALISCO A PARTIR DE REGISTROS LOCALES DEL PROYECTO MARS

Martínez López María del Rosario¹, Gómez González Juan Martín¹,
Guzmán Speziale Marco¹, Gardine Matt² y Mendoza Carlos¹

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Geophysical Institute, UAF, Estados Unidos

rosariomar55@hotmail.com

Se presentan los resultados de un análisis de datos locales y regionales registrados en el Bloque de Jalisco durante el despliegue de la red sísmica temporal MARS (Mapping the Rivera Subduction Zone) compuesta por 50 sismógrafos digitales de banda ancha, que operó de enero de 2006 a junio de 2007. La sismicidad registrada se localizó inicialmente con el programa CODEX, de cuyo catálogo seleccionamos y relocalizamos 114 eventos mayoritariamente corticales, cuyas magnitudes varían de pequeñas a moderadas (1.8 # ML # 5.5), los errores de localización fueron menores a 10 km. De estos eventos revisamos más de 10,000 sismogramas para construir 84 mecanismos focales, con base en los primeros arribos de ondas P. La mayor parte de ellos muestran geometrías principalmente de falla normal, los cuales son consistentes con la tectónica extensional causada por el rift de Colima. Los mecanismos se integraron junto con la sismicidad para construir nueve perfiles perpendiculares a la trinchera mesoamericana y visualizar la distribución de ésta e identificar algunos patrones. En dichos perfiles se graficaron también localizaciones de hipocentros confiables los cuales nos permiten comparar nuestros resultados para tratar de definir lo mejor posible la geometría de las placas de Rivera y Cocos. Del mismo modo, en los perfiles se observa una disminución de la sismicidad hacia el oeste del rift de Colima, la cual contrasta con el alto nivel de sismicidad interplaca, donde han ocurrido los sismos de subducción más grandes de México. La mayoría de los eventos de la placa de Cocos, a una profundidad aproximadamente de 50 km, tienen una geometría de falla normal que coincide con los reportes acerca de un régimen de esfuerzo tensional. Por otro lado, nuestros mecanismos focales muestran orientaciones muy variadas, en contraste con los reportados por el USGS, obtenidos a distancias regionales y telesísmicas, lo que sugiere un estado de esfuerzos "aparentemente" más homogéneo para los sismos de mayor magnitud y mayoritariamente de subducción. La heterogeneidad de nuestras soluciones puede estar asociada a una amplia variedad de estructuras corticales que aún no han sido cartografiadas. Para corroborar su existencia recurrimos a una correlación visual de la sismicidad con datos aeromagnéticos y rasgos topográficos. Las semejanzas nos permiten proponer la ubicación espacial de estructuras de las que poco se conoce y que son potencialmente activas.

SIS-14

VELOCIDAD DE LA ONDA P EN LA CORTEZA PARA LA REGIÓN CENTRAL OCCIDENTAL DE MÉXICO

Ochoa Chávez Juan Alejandro, Escudero Ayala Christian Rene,
Pérez Ramírez Oscar Gustavo y Núñez Cornú Francisco Javier
Centro Universitario de la Costa, UDG
alej8a@gmail.com

Muchos estudios requieren de un modelo de velocidades tridimensional con el fin de obtener resultados precisos, además, estos modelos nos pueden dar información sobre la estructura tectónica del área de estudio. En consecuencia, en este estudio calculamos un modelo de velocidad tridimensional de la onda P para el Bloque de Jalisco, localizado en la región central occidental de México.

En el Bloque de Jalisco subducen la placa de Cocos y la de Rivera, por el lado este lo limitan los grabens de Tepic-Zacoalcos y de Colima, y el Cinturón Volcánico Trans-Mexicano, mientras que por el lado oeste lo limita la Trinchera Mesoamericana.

Para obtener el modelo de velocidades, usamos eventos que ocurrieron dentro de los límites del volumen de litósfera estudiado. Los eventos fueron registrados por el experimento Mapping the Rivera Subduction Zone(MARS) y por la Red Sísmica y Acelerométrica de Jalisco (RESAJ). El experimento MARS consistió de 51 estaciones de banda ancha activas de enero de 2006 a junio de 2007, mientras que RESAJ consiste de nueve estaciones activas, sin embargo se instalarán más estaciones hasta llegar a 30.

El modelo de velocidades se calculó con el programa Fast Marching Tomography (FMTOMO). El FMTOMO usa el Fast Marching Method (FMM) para resolver el problema directo, el FMM es un algoritmo numérico que rastrea la evolución de interfaces a lo largo de una banda angosta de nodos, y los tiempos de viaje son actualizados resolviendo la ecuación eikonal. Finalmente, el problema inverso se trata sobre ajustar los parámetros del modelo (profundidad de la interface, velocidad, localización del hipocentro) para poder satisfacer los datos observados (tiempos de viaje).

Con las pruebas de resolución encontramos buenos resultados hasta una profundidad de 60 km. Presentamos un modelo 3D de velocidades de la onda P, comparamos los resultados con estudios previos para profundidades más grandes, aproximadamente el manto superior, finalmente presentamos resultados para la parte norte del Bloque de Jalisco usando los datos de RESAJ.

SIS-15

PARÁMETROS DE FUENTE DERIVADOS DEL ESPETRO SÍSMICO EN EL BLOQUE JALISCO

Gutiérrez Peña Quiriat Jearim, Escudero Ayala Christian y Núñez Cornú Francisco Javier
SISVOC, CUC, UDG
dontolas@hotmail.com

La medición directa de las dimensiones de la falla de un terremoto representa una complicada tarea sin embargo una mejor aproximación es usando el espectro de las ondas. Con este método podemos estimar las dimensiones de la falla, la caída de esfuerzo y el momento sísmico. El área de estudio comprende la compleja configuración tectónica del bloque jalisco y la subducción de la placa Rivera debajo de la placa norte americana; esto causa que ocurran en Jalisco algunos de los más perjudiciales terremotos y otros desastres naturales relacionados. En consecuencia es importante monitorear y llevar a cabo estudios que ayuden a comprender la física del mecanismo de ruptura de un terremoto en el área. La principal propuesta de este estudio es estimar los parámetros de la fuente sísmica. Los datos fueron grabados por la red MARS (Mapping the Rivera Subduction Zone) y la red RESAJ. MARS tenía 51 estaciones y se estableció en el bloque Jalisco, este está delimitado por la trinchera mesoamericana al oeste, el graben de Colima al sur, y el graben de Tepic-Zacoalco al norte, por un período de tiempo de enero del 2006 hasta diciembre del 2007, de esta red fueron tomados 104 eventos, el rango de magnitudes de estos se encontraba entre 3 a 6.5 MB. RESAJ tenía 10 estaciones y se localiza dentro del bloque Jalisco, comenzó a grabar desde octubre del 2011 y continúa grabando. Nosotros primero removimos la respuesta del instrumento, y manualmente elegimos la onda S, después usamos el método multitaper para obtener el espectro de esta onda y así estimar la frecuencia de esquina y el nivel del espectro. Sustituimos lo obtenido en las ecuaciones del modelo de Brune para calcular los parámetros de fuente.

Haciendo esto obtuvimos los siguientes resultados, el radio de la fuente estaba entre .1 a 2 km, la caída de esfuerzo estaba entre .1 a 2 MPa

SIS-16

MODELADO DE LA FUENTE DEL SISMO DE 1995, JALISCO, A PARTIR DE LA INVERSIÓN DE DATOS SÍSMICOS Y GEODÉSICOS

Sánchez Reyes Hugo Samuel¹, Hjörleifsdóttir Vala², Singh Shri Krishna² y Ji Chen³

¹Facultad de Ingeniería, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Department of Earth Science, UCSB
hugo.geofisica@gmail.com

El trabajo presente muestra resultados preliminares del modelado cinemático de la fuente del sismo de Jalisco del 9 de octubre de 1995 (Mw=8). El temblor generó aceleraciones pico pequeñas en relación con su magnitud. El cociente de energía y momento, E0/M0, es 4.2e-6 (Pérez-Campos, Singh y Beroza, 2003). Este valor es bajo comparado con otros eventos de convergencia en la región. El temblor también muestra la más grande disparidad entre (Ms-Mw) a lo largo de la zona de subducción mexicana, 7.4 frente a 8.0. El evento produjo un tsunami relativamente grande. Por el contrario, el temblor del 3 de junio 1932 (Ms=8.2, Mw=8.0), que se cree que rompió el mismo segmento de la zona de subducción, parece ser "normal". Con base en la evidencia disponible, se puede concluir que el evento 1932 rompió un parche más profundo de la interfaz de la placa en relación con el evento de 1995.

En este trabajo se realiza el modelado de la fuente del evento 1995 usando la técnica de falla finita e inversión de registros telesísmicos, acelerográficos y registros GPS de forma conjunta. El método de inversión (Ji, 2002) implementa funciones objetivo en el dominio de las ondículas de un modo eficiente para los datos sísmicos y normas L1 y L2 para los datos geodésicos, además de ocupar la cristalización simulada como algoritmo de inversión. La inclusión de los registros GPS en la inversión añade la componente del desplazamiento estático a nuestro modelo. El método mejora la recuperación de la información del patrón de deslizamiento a gran escala, en comparación con métodos tradicionales de inversión de registros telesísmicos.

Los resultados preliminares de la inversión de datos telesísmicos indican que la zona de mayor desplazamiento se encuentra muy próxima a la trinchera, lo que coincide con lo descrito por Zobin (1997), Mendoza y Hartzell (1999), y Mendoza et al. (2011).

SIS-17

ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS DE FUENTE SÍSMICA EN EL BLOQUE DE JALISCO PARA DATOS DE LA RED RESAJ DE MOVIMIENTOS FUERTES UTILIZANDO EL MÉTODO DE INVERSIÓN GENERALIZADA

Pinzón López Juan Ignacio y Escudero Ayala Christian
Ciencias Exactas, SISVOC
johnndavid_927_9@hotmail.com

El objetivo de esta investigación es tener una valoración del riesgo sísmico en el Bloque de Jalisco, y consiste en estimar los parámetros de fuente sísmica con acelerogramas de la red sísmica y acelerométrica telemétrica de Jalisco (RESAJ). Estos parámetros de la fuente son de gran importancia debido a que representan importantes procesos dinámicos. El conocimiento de los efectos de propagación nos permite limitar la física de los procesos de la fuente. La región del bloque de Jalisco, es una zona de alto riesgo sísmico, debido a la separación de la placa norteamericana a consecuencia de la subducción de la placa de Rivera sobre la placa Norteamericana. Este proceso de subducción es lo que genera los grandes terremotos en esta región. En el último siglo han ocurrido tres grandes y destructivos terremotos, el 3 y el 18 de junio de 1932 de Ms 8.2, I=VI y Ms 7.8, I=VI respectivamente y el 9 de octubre de 1995 de Mw 8, I=VI. Los acelerogramas se obtuvieron de RESAJ red ubicada en la población de Puerto Vallarta, cada estación de la red está equipada con Kinematics EpiSensor Model FBA ES-T con GPS, hasta el momento están funcionando 10 estaciones y se están analizando los datos de los terremotos. En el presente estudio se utilizó el método de Inversión Generalizada de movimientos fuertes de la onda S de datos de RESAJ en el bloque de Jalisco para estimar los parámetros simultáneos de la fuente, es decir, el momento sísmico (Mo), la energía sísmica (Es), la frecuencia de esquina (fc), el esfuerzo aparente $\#A = \mu \times E_s / M_0$ y la caída de esfuerzos de Brune $\#B = (7M_0/16\pi^3) \times 10^{-6}$ para cada evento utilizado de esta red. Se realiza un análisis sobre estos parámetros calculados. Este trabajo de investigación ayudará a futuros trabajos de valoración de riesgo sísmico para el bloque de Jalisco ya que esta zona hay muy pocos estudios utilizando redes de datos de movimientos fuertes. Al final se pretenden presentar gráficas del momento sísmico contra el radio de la fuente para observar entre que rangos de caídas de esfuerzos caen nuestros eventos y la otra es la energía contra el momento sísmico y observar la relación Es/ Mo.

SIS-18

ANALYSIS OF TWO DISTINCT GROUPS OF NON-VOLCANIC TREMOR (NVT) IN MEXICO

Husker Allen¹, Kostoglodov Vladimir¹, Cruz Aienza Victor¹,
Legrand Denis², Shapiro Nikolai² y Campillo Michel³

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Institut de Physique du Globe de Paris

³ISTerre, Université Joseph Fourier

allen@geofisica.unam.mx

Previous studies in Mexico show that two distinct groups of NVT exist there. There are low energy NVT that are found ~150 km to ~180 km from the trench associated with large, long-term slow slip events (SSE's) (Husker et al., 2012). There are also high energy NVT that are found ~180 km to ~220 km from the trench that are associated with smaller short term SSE's. Similar patterns are seen in Japan where there are fewer updip NVT associated with the large, long term SSE than the abundant downdip small, short term SSE. It is now largely accepted in the seismological community in Cascadia and Japan that the NVT's are the result of plate movement during the SSE's. This would suggest that larger SSE's have more NVT's and smaller SSE's have fewer NVT's, but the reverse is true. Moreover, in Mexico the NVT zone does not fully overlap with the large SSE zone suggesting that beyond the larger strains that occur during the large SSE's, other conditions (e.g. temperature, pressure, fluid content, viscosity, etc.) are required which limit the NVT's to a specific zone. Here we analyze the differences between the two groups of NVT's. The group of NVT's closer to the trench is lower energy and is dominated by the E-W component during the peak of the 2006 large SSE (July, August). During this time the GPS stations at Mezcala and Iguala have opposite polarity E-W displacements from the coastal stations closer to the coast (Vergnolle, et al., 2010). After mid-October the low energy NVT's nearly disappear and all of the GPS stations have the same E-W polarity. The NVT's further from the trench, in addition to be higher energy, are always dominated by the N-S component. This may suggest that the low energy NVT's are generated by rotational displacement exhibited during the peak of the 2006 SSE, whereas the high energy NVT's are generated by small SSE which are triggered by the large SSE.

SIS-19

MIDDLE CRUST TECTONIC TREMOR DRIVEN BY SILENT-EARTHQUAKES WATER PUMPING AND NONLINEAR STRAIN

Cruz Aienza Víctor M.¹, Rivet Diane², Husker Allen¹,
Campillo Michel³, Legrand Denis¹ y Kostoglodov Vladimir¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²IPGP, Institut de Physique du Globe, Paris, Francia

³ISTerre, Institut des Sciences de la Terre, Francia

cruz@geofisica.unam.mx

Recent seismological observations in the Guerrero province, Mexico, include the detection of an ultra-slow velocity layer confined to the uppermost part of the slab where silent earthquakes take place (Pérez-Campos et al., 2008; Song et al., 2009), high Poisson's and Vp/Vs ratios within a large slab segment (Kim et al., 2010) suggesting pore fluids under near lithostatic pressure (Peacock et al., 2011), and transient reduction of surface waves velocity in the middle crust of about 0.2% due to the quasi-static silent-slip process (Rivet et al., 2011, 2012).

Tectonic tremor (NVT) locations are difficult to achieve. The most relevant reason is because NVTs are sustained high-frequency signals subject to multiscatter diffractions and anelastic attenuation. Since waveform patterns recognition in this kind of signals is seldom possible, we designed a location technique based on NVT energy-like measurements in the three ground motion components. By means of a source-scanning grid search, and a large database of both synthetic seismograms and theoretical arrival times computed with ray tracing, the algorithm looks for the hypocentral locations that minimize an error function between observed and synthetic energy-like spatial distributions. Preliminary locations of the whole NVT catalogue (more than 250 events) by Husker et al. (2010) for the Guerrero province confirmed the north-south NVT segmentation previously reported during the 2006 SSE (Payero et al., 2008; Husker et al., 2012). Moreover, the depth of the NVT activity primarily corresponds to the middle crust (i.e. between 5 and 30 km depth, with maximum concentration between 12 to 15 km depth), definitively above the plate interface (~40 km depth).

On the other hand, we input the slip history of the 2006 and 2010 Guerrero SSEs (Radigue et al., 2010, 2012) into a 3D viscoelastic finite difference code by assuming a sealed interface along the continental Moho where the SSE occurred. To approximate the pore pressure (Pp) evolution within the subducting slab we solve the fluid diffusion equation in the model and find that the time-dependent migration (velocity) of confined fluids in the slab ultra-slow layer is first upward everywhere, and then reorganizes by pointing two 'attraction' poles (i.e. low-pressure slab segments), the first one 80-90 km and the second one around 150 km away from the coast. This pattern is driven by both the slab geometry and the northernmost edge of the silent slip.

By superimposing the NVT hypocentral locations over the evolving Pp crustal cross-section, a surprisingly good spatial correlation appears between the slab 'attraction' poles and the north-south NVT segmentation. Besides, since the transient wave-velocity change observed around 20 km depth during the SSEs is temporarily correlated with the crustal strain rate and the NVT activity (Rivet et al. 2012), then a transient nonlinear quasi-static softening of the middle crust (enhanced by low effective pressures; Johnson et al., 2005) seems to take place during the SSEs (Johnson et al., 2012), being responsible of both the tectonic tremor triggering and the wave-speed reduction.

SIS-20

TREMORES NO VOLCÁNICOS (TNV) EN EL "GAP" DE GUERRERO

González Molina Guillermo y Husker Allen

Instituto de Geofísica, UNAM

william_wg7bamu@hotmail.com

Los TNVs se encuentran comúnmente en el rango de 1-10 Hertz con un perfil de onda aparentemente azarosa oculta en el ruido blanco de fondo, a diferencia de los episodios sísmicos comunes, no se les puede identificar con claridad las ondas P y S, lo que conlleva a no poderlos ubicar con claridad en el espacio.

La detección automática de tremores es una parte esencial en el estudio de este fenómeno. La detección automática provee un catálogo regional, el cual se puede tratar estadísticamente y comparar con la actividad de sismos lentos. La inversión provee una visión más amplia en cuanto que nos revela las zonas donde estos eventos son originados, y posiblemente sea la clave de inferir los mecanismos físicos que hay detrás.

SIS-21

SIMULACIÓN DE UN ESCENARIO SÍSMICO EN LA CIUDAD DE TAPACHULA, CHIAPAS, USANDO EL MÉTODO DE FUNCIÓN DE GREEN EMPÍRICA

Acosta Pérez Miguel¹, Aguirre González Jorge¹,
Valderrama Membrillo Sergio² y Solano Bahena René²

¹Instituto de Ingeniería, UNAM

²Facultad de Ingeniería, UNAM

acostitas30@hotmail.com

Considerando la alta peligrosidad sísmica a la que está expuesta la ciudad de Tapachula, en el estado de Chiapas, originada en su mayoría por el proceso de subducción que ocurre frente a las costas de esta entidad, este trabajo pretende generar un escenario sísmico bien justificado en dicha ciudad mediante el modelado de una fuente sísmica de magnitud considerable por el método de la función empírica de Green. De esta aplicación, se obtienen registros sísmicos sintéticos que pueden ser utilizados para la estimación de parámetros de movimientos fuertes, aplicables al diseño estructural.

Para evaluar dicho riesgo sísmico con este método, se utilizó como sismo a modelar el ocurrido en octubre de 1993 de Mw = 7.2. La función empírica de Green fue elegida de entre una serie de 26 eventos, registrados en el Catálogo de Registros Sísmicos de la Red Temporal de Tapachula, Chiapas, del Instituto de Ingeniería de la UNAM, grabados del 15 de Junio al 29 de Julio de 2011. Para dicha elección, se realizó una caracterización de cada uno de estos eventos, todos con Mw calculada menor a 5.5, para encontrar el más similar en geometría y localización al objetivo de 1993, necesario para el estudio. Para la fuente del sismo mayor se evaluaron dos métodos en términos de las aceleraciones máximas y de los espectros de los acelerogramas sintéticos obtenidos: el de función empírica de Green original propuesto por Irikura (1986), y el modificado de Irikura y Kamae (1994). Con la conjunción de los distintos sismos pequeños que se encontraron como posibles funciones empíricas y los dos métodos evaluados para la construcción de la fuente modelo, se generaron diversos caminos factibles para la construcción del escenario, por lo que previamente se trazó el esquema a seguir para encontrar el escenario más violento posible, y así poder evaluar sus parámetros de movimientos fuertes.

Con este trabajo, se obtendrán acelerogramas sintéticos producidos por un sismo de estas características en seis localizaciones distintas de la zona urbana de Tapachula. Esto permitirá el análisis de aceleraciones máximas en el terreno, espectros de respuesta, e intensidades de Mercalli modificadas, aunadas al análisis del contenido espectral de dichas trazas sísmicas.

Este trabajo constituye la culminación de un análisis sísmico de la zona, que inició con la localización y caracterización de sismos, para después extrapolar la información obtenida a un análisis de fuente tridimensional, y finalmente, la obtención de acelerogramas sintéticos que permiten evaluar el riesgo sísmico en términos de la sismología de movimientos fuertes.

SIS-22

COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS DE ELEMENTOS ESPECTRALES Y DIFERENCIAS FINITAS PARA PROPAGACIÓN DE ONDAS EN MODELOS ELASTO-ACÚSTICOS

De Basabe Delgado Jonas de Dios¹ y Sen Mrinal²¹División de Ciencias de la Tierra, CICESE²CSIR National Geophysical Research Institute, India
jonas@cicese.mx

La simulación numérica de propagación de ondas elásticas en medios que incluyen una capa líquida es una parte esencial en el procesamiento de datos sísmicos en ambientes marinos. Los métodos convencionales de elementos finitos y diferencias finitas basados en la ecuación de onda de segundo orden requieren un manejo especial de la interfaz elasto-acústica y por esta razón gozan de una popularidad limitada en este tipo de aplicaciones. Por otro lado, el método de diferencias finitas con mallaado intercalado, basado en una forma de primer orden de la ecuación de onda en velocidad y esfuerzos, es el método más popular en exploración sísmica dado que no necesita un manejo especial de la interfaz entre los dos tipos de medios.

Hemos hecho un análisis teórico y numérico de diversos métodos numéricos para propagación de ondas para comparar su precisión en la presencia de una interfaz elasto-acústica. Los métodos analizados incluyen: el método clásico de diferencias finitas basado en la ecuación de onda de segundo orden (DFDM, por sus siglas en inglés), el método de diferencias finitas con mallaado intercalado basado en la forma de la ecuación de onda en velocidad y esfuerzos (SGFDM), el método de diferencias finitas con mallaado estándar basado en la forma de la ecuación de onda en velocidad y esfuerzos (VSFDM), y el método de elementos espectrales (SEM). Al comparar estos métodos se observó que DFDM y SEM de primer orden introducen considerable dispersión y anisotropía numérica en la región acústica por lo que no son útiles en la práctica para este tipo de simulaciones. Los métodos de SGFDM y VSFDM arrojan una precisión aceptable en las regiones elástica y acústica, y la onda de Scholte en la interfaz puede ser simulada correctamente si se utiliza un número suficiente de nodos por longitud de onda, con lo cual se demuestra que no es estrictamente necesario utilizar mallaado intercalado. Finalmente, observamos que SEM de orden superior arroja resultados más precisos, introduce un mínimo de anisotropía numérica y puede simular correctamente la onda de Scholte.

SIS-23

GENERACIÓN DE ONDAS SUPERFICIALES EN MODELOS PLANOS SIMPLIFICADOS CON IRREGULARIDADES LATERALES

Molina Villegas Juan Camilo y Sánchez Sesma Francisco José

Instituto de Ingeniería, UNAM

jcmovi7@gmail.com

Existe abundante información experimental (p.ej. Uebayashi, 2003) y teórica (p.ej. Matsushima et al., 2011) acerca de la gran importancia que tienen las ondas superficiales en la respuesta dinámica de depósitos de suelo blando durante eventos sísmicos, en especial en aquellos con fuertes irregularidades laterales.

En esta comunicación se estudia la naturaleza y tipología de las ondas superficiales generadas durante la respuesta dinámica de algunas configuraciones bidimensionales formadas por un estrato con irregularidad lateral. Se consideran los casos de movimiento fuera-del-plano (o SH) y en-el-plano (o P-SV) en relación con los siguientes problemas: (1) estrato con base y pared vertical rígida, (2) estrato confinado con base y paredes verticales rígidas, (3) estrato con base inclinada rígida o cuña y (4) estrato con base y pared inclinada rígidas. En los cuatro problemas se considera el movimiento prescrito de la base pues se caracterizarán las ondas superficiales producidas.

Para el caso escalar SH se tienen soluciones analíticas para todos los problemas en estudio mientras que para el caso P-SV se requiere resolver el problema matemático de valores en la frontera. Para ello se empleará el método indirecto de elementos de frontera (IBEM) (Sánchez-Sesma et al. 1993).

Se realizará un análisis paramétrico para definir la firma espectral de las ondas generadas y su dependencia tanto de la geometría como de la atenuación de tipo histerético.

SIS-24

MODELING EARTHQUAKE DYNAMICS IN REALISTIC 3D MEDIA WITH AN HP-ADAPTIVE DISCONTINUOUS GALERKIN METHOD: TOWARD PHYSICS BASED SEISMIC HAZARD ASSESSMENT

Tago Josué¹, Cruz Atienza Víctor M.¹, Chaljub Emmanuel², Etienne Vincent³, Day Steven⁴, Virieux Jean² y Sánchez Sesma Francisco⁵¹Instituto de Geofísica, UNAM²ISTerre, Université Joseph Fourier, Francia³Géoazur, Université de Nice Sophia-Antipolis, Francia⁴Department of Geological Sciences, SDSU, EUA⁵Instituto de Ingeniería, UNAM

josue.tago@gmail.com

We introduce a novel scheme, DGCrack (Tago et al., JGR, 2012), to simulate dynamic rupture of earthquakes in three-dimensional visco-elastic media based on an hp-adaptive discontinuous Galerkin method. We solve the velocity-stress weak formulation of elastodynamic viscous equations on an unstructured tetrahedral mesh with arbitrary refinements (h-adaptivity) and local approximation orders (p-adaptivity). Our scheme uses a generalized Maxwell body to incorporate the anelastic attenuation of seismic waves through the specification of Q , the rock quality factor, with any frequency dependency. For modeling the dynamic source we consider second-order fault elements (P2) where dynamic-rupture boundary conditions are enforced through ad hoc fluxes across the fault. To model the Coulomb slip-dependent friction law, we introduce a predictor corrector scheme for estimating shear fault tractions, in addition to a special treatment of the normal tractions that guarantees the continuity of fault normal velocities. We verify the DGCrack by comparison with several methods (e.g. spectral elements, boundary integrals and finite differences) for spontaneous rupture tests (i.e. SCEC code-verification problems) and visco-elastic wave propagation in complex 3D basin models (i.e. Euroseistest in Volvi, Greece), finding excellent agreement. The DGCrack method reveals convergence rates close to those of well-established methods and a numerical efficiency significantly higher than that of similar discontinuous Galerkin approaches. The effect of mesh-refinement rates and unstructured meshes are quantified and analyzed carefully. We apply the method to the 1992 Landers earthquake fault system in a layered medium, considering heterogeneous initial stress conditions and mesh adaptivities. Our results show that previously proposed dynamic models for the Landers earthquake require a reevaluation in terms of the initial stress conditions that take account of the intricate fault geometry. Other interesting simulation results are presented for rupture scenarios close to 3D heterogeneous basin models with extreme velocity contrasts and attenuation properties.

SIS-25

MÉTODO INDIRECTO DE ELEMENTOS DE FRONTERA ASINTOTICO (A-IBEM): CASO ANTIPLANO

Chávez Zamorate Nayeli, Baena Rivera Marcela E., Molina Villegas Juan Camilo y Sánchez Sesma Francisco J.

Instituto de Ingeniería, UNAM

nayelic@gmail.com

Debido a la complejidad matemática que representa la solución analítica de la ecuación de onda para configuraciones realistas (p.ej. Trifunac 1971; Sánchez-Sesma et al. 1993) y al incremento en la capacidad computacional de las máquinas en la actualidad, los métodos numéricos se han convertido en la principal herramienta para su solución. Entre estos se encuentra el método indirecto de elementos de frontera (IBEM) (Sánchez-Sesma y Campillo, 1991; Sánchez-Sesma et al., 1993), el cual se basa en la discretización sólo de la frontera del medio en estudio.

El IBEM ha sido empleado en la solución de gran cantidad de problemas de elastodinámica tanto bidimensionales [SH-Love y P-SV-Rayleigh (Sánchez-Sesma et al. 1993)] como tridimensionales (Sánchez-Sesma et al. 1995) tanto para problemas de amplificación topográfica como de cuencas sedimentarias.

Al igual que todos los métodos numéricos, el IBEM se ve afectado por problemas de redondeo numérico como de truncamiento de su frontera (de dominio para los métodos de dominio) debido a que la mayoría de medios en estudio tienen fronteras de superficie infinita. Es en este último campo donde el A-IBEM presenta sus ventajas pues emplea soluciones asintóticas analíticas para las porciones de la frontera sin discretizar, lo cual no solo repercute en un incremento en la exactitud del método sino en una reducción en el tiempo de cómputo.

Como casos de estudio se analizarán modelos antiplanos de valles con forma de escalón para los cuales es posible obtener fácilmente las soluciones asintóticas necesarias para la formulación del A-IBEM. De dichas configuraciones se realizarán análisis paramétricos de sus desplazamientos en la superficie y se realizan comparaciones de su eficacia computacional con otros métodos numéricos.

SIS-26

EFFECTIVE PERMITTIVITY OF A FIBER-REINFORCED COMPOSITE WITH TRANSVERSELY ISOTROPIC CONSTITUENTS

Sabina Císcar Federico J.¹, López López Eduardo¹, Guinovart Díaz Raul², Bravo Castillero Reinaldo² y Rodríguez Ramos Reinaldo²

¹Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM

²Facultad de Matemática y Computación, Universidad de La Habana, Cuba
fjs@mym.iimas.unam.mx

Simple closed-form expressions for effective permittivity of fiber-reinforced composites with transversely isotropic constituents are found using asymptotic homogenization. Circular cylindrical fibers are distributed in a square array. The analysis considers four orientations of constituents transverse symmetry axis relative to fibers direction. Local problems defined on a periodic square unit cell are solved by means of complex potential theory using Weierstrassian and Natanzon's functions, assuming that the contrast of permittivities is small. Derived closed-form formulae are compared with finite element calculations and, in the isotropic case, with standard mixture rules and classical bounds, obtaining excellent results even when contrast is large.

SIS-27

LA TRANSFORMADA INTERSECTIVA DE HOUGH Y UNA APLICACIÓN SISMOLÓGICA

Nava Pichardo Fidencio Alejandro
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
fnava@cicese.mx

La transformada de Hough es una herramienta ampliamente usada para identificar alineamientos, sin embargo, el método usual que determina las características de éstos, mediante "votación" por curvas que representan en el espacio de Hough a puntos en el espacio normal, es poco eficiente, particularmente cuando los alineamientos buscados no son perfectos. Se presenta un nuevo método para hacer la transformada de Hough, que utiliza votación por intersecciones solamente, lo que permite identificar alineamientos inexactos e, inclusive, prescindir de la discretización del espacio de Hough y trabajar directamente a partir de agrupamientos (clusters) de intersecciones.

SIS-28

MODELACIÓN DE PROCESOS DE GENERACIÓN DE RÉPLICAS

Zúñiga Davila-Madrid Francisco Ramón¹ y Figueroa Soto Angel²

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM
ramon@geociencias.unam.mx

La ocurrencia de secuencias de réplicas es uno de los patrones generales más observados en sismicidad. Varios mecanismos han sido propuestos para explicar la generación de secuencias de réplicas, estos modelos incluyen procesos de relajación viso-elástica (Dieterich, 1972; Hainzl et al., 1999), fortalecimiento de fallas o debilitamiento después del deslizamiento del bloque (Ito y Matsuzaki, 1990), flujos de fluidos de poro (Nur y Broker, 1972), tasa de fricción (Dieterich, 1994) y reología de daño (Ben-Zion y Lyakhovsky, 2003; Shcherbakov y Turcotte, 2004).

Algunos de los modelos propuestos son conceptuales y permanece una pregunta abierta: si los mecanismos pueden explicar detalladamente las observaciones espacio temporales de enjambres en sistemas de fallas naturales. Por otro lado, dos de las observaciones aún sin una descripción objetiva corresponden a la duración de las réplicas y su distribución espacial (Michael, 2012).

Presentamos un modelo, basado en la tasa de fricción de Dieterich (Dieterich, 1994; Dieterich et al., 2000) que trata de explicar procesos de generación de réplicas y describe la duración de los mismos. Este modelo esta fundamentado por medio de observaciones espacio temporales de secuencias de réplicas reales, así como de una caracterización utilizando estadística no lineal que nos permitió identificar etapas durante el proceso de réplicas.

Los procesos identificados fueron modelados por medio de la determinación de la variación de la tasa de sismicidad y su correspondiente tasa de esfuerzo. Nuestros resultados concuerdan con el comportamiento temporal de secuencias reales y el modelo nos refleja la dependencia de la duración de las réplicas con la tasa de sismicidad de fondo.

SIS-29

ANÁLISIS DE CATÁLOGO SÍSMICO DEL BLOQUE DE JALISCO

Pacheco Andrade Húlces Ernesto, Escudero Ayala Christian Rene y Núñez Cornú Francisco Javier
Centro Universitario de la Costa, UDG
hcmat@hotmail.com

Un catálogo sísmico representa la cúspide del trabajo de recolección, almacenamiento y análisis de registros sísmicos. Este agrupa información fundamental de terremotos ocurridos en cierta área como el epicentro, la magnitud y la profundidad. Mediante el análisis estadístico del catálogo es posible obtener información adicional como que tan completo es el catálogo, uniformidad en los datos, identificación de zonas con magnitud sísmica similares, la frecuencia sísmica en relación a la magnitud, la función cumulativa de los sismos en función del tiempo que puede servirnos para la estimación de posibles asperezas localizadas en el área de las costas de Jalisco con la finalidad de estudiar los sismos característicos y el periodo de retorno asociado al que estamos expuestos.

Trabajamos con el catalogo sísmico obtenido del IRIS (Incorporated Research Institutions for Seismology) en su base de datos ISC (International Seismological Center) correspondientes a nuestra región entre inicios de 1998 y finales de 2008 que contiene 17574 eventos, generando a su vez un subcatalogo con 174 eventos sucedidos en las costas de Jalisco, actualmente nos encontramos trabajando con un catálogo más completo fruto del análisis de los datos obtenidos en el proyecto MARS (MApping the Rivera Subduction Zone) Y CODEX.

Nos enfocamos en este caso al cálculo de los valores a y b de la ley de Gutenberg-Richter (frecuencia-magnitud) ya que pueden usarse para la localización de asperezas, pues valores bajos para b representan mayores magnitudes y el valor a determina alta sismicidad local, además se mostraran las diferentes características, en este caso locales, que se pueden inferir de dicho catalogo al ser analizado mediante la obtención de gráficos e histogramas en relación a la cantidad de eventos, su magnitud, profundidad y hora.

Resultados

Presentamos varios gráficos e histogramas en relación a la cantidad de eventos, su magnitud, profundidad y hora de los eventos, los cuales pueden ser utilizados para interpretar la calidad y consistencia del catálogo así como obtener los valores a y b correspondientes a la ley de Gutenberg-Richter (frecuencia-magnitud) para calcular el periodo de retorno.

SIS-30

ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD DEL VALOR B PARA REGIONES SISMOTECTÓNICAS DE MÉXICO

Mendoza Ponce Avith del Refugio y Zúñiga Dávila-Madrid Ramón
Centro de Geociencias, UNAM
avith3@geociencias.unam.mx

Con el propósito de encontrar parámetros confiables para la evaluación del peligro sísmico, que conforma la base de los cálculos del riesgo sísmico y por ende de las recomendaciones que se hacen en los manuales de construcción, se calcularon valores b de la relación Gutenberg-Richter. Los cálculos del valor b se hicieron para las 19 regiones en que fue dividido México según la regionalización sismotectónica propuesta por Zúñiga et al. (1997). Los valores aportados proporcionan resultados mucho más confiables ya que no se consideran las variaciones en tiempo de este parámetro sísmico. Así, el principal objetivo de la investigación desarrollada en este trabajo fue obtener un conocimiento más preciso del valor b para diferentes regiones de México.

El catálogo sísmico utilizado corresponde a eventos que ocurrieron en México durante el periodo de 1970-2007, que además fue homogeneizado en la magnitud de ondas superficiales (MS). La metodología utilizada para obtener el valor b para cada región consistió primeramente en calcular la magnitud de completitud (Mc) con los métodos de máxima curvatura (MAXC) y mejor combinación (MC). Enseguida, se estimó el valor b mediante máxima verosimilitud. Se graficó el valor b contra el tiempo para estudiar la variabilidad que este presentaba. Estas gráficas se construyeron aumentando el catálogo en un año a partir de la fecha más reciente, con el propósito de asegurar la menor incertidumbre en la estimación del valor b en cada zona. La variabilidad, en el sentido estadístico, se utilizó para conocer periodos de estabilización en el tiempo y poder tener más confianza en la evaluación de dicho valor.

Basados en los resultados obtenidos, concluimos que la metodología empleada en este estudio funcionó apropiadamente, sobre todo en las zonas con gran cantidad de eventos sísmicos (zona de subducción), mostrando que esta nueva técnica es adecuada. Con nuestros resultados, esperamos proveer una estrategia adicional, que ayude a mejorar la calidad de los manuales de construcción, además de proveer algunas bases para estudios posteriores.

SIS-31

MULTIFRACTALIDAD DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA SISMICIDAD PREVIA AL SISMO DE LANDERS USA, DE 1992 MW7.3

Márquez Ramírez Víctor H. y Nava Pichardo F. Alejandro
Ciencias de la Tierra, CICESE
vmarquez@cicese.edu.mx

Analizamos las propiedades multifractales (Dq), de la distribución espacial de sismicidad previa al sismo Landers USA, de 1992 Mw 7.3, con el objetivo de explorar la posibilidad de obtener información premonitora de las características fractales de la sismicidad antes del gran sismo. Se estudió el comportamiento de un estimador de a fractalidad (f) que permite comparar cuantitativamente la fractalidad de distintas muestras. También se exploró la relación entre Dq y el valor b (Gutenberg-Richter), esta relación ha sido explorada en trabajos previos, destacando las relaciones propuestas por Aki, $D0=2b$, e Hirata, $D2 = 2.3-0.73b$.

La dimensión fractal y la a fractalidad presentan variaciones con respecto al tiempo y muestran comportamiento distintivo asociado con preeventos (foreshocks) y eventos principales, sugiriendo la posibilidad de identificar preeventos a priori. Una combinación entre la dimensión fractal y la a fractalidad en tiempo podría ser de ayuda en estudios de premonitores de grandes sismos. No se encontró relación significativa entre la dimensión Dq y el valor b.

SIS-32

LA MICROZONACIÓN SÍSMICA Y SU IMPORTANCIA EN LOS REGLAMENTOS DE CONSTRUCCIÓN SISMORRESISTENTES, RELACIONADA A SU GEOLOGÍA SUPERFICIAL

Ibarra Torúa Gema Karina¹ y López Pineda Leobardo²
¹Instituto de Ingeniería, UABC
²CESUES
gkibarra@dicym.uson.mx

Los movimientos sísmicos que han dañado más a las obras ingenieriles a lo largo de los años, son en mayor medida, cuando el período fundamental del edificio o la estructura es igual, o muy cercano, al período dominante del movimiento del suelo donde se encuentra desplantada, esto debido a que la estructura probablemente entre en resonancia con el movimiento del suelo. En la actualidad existen varias ciudades alrededor del mundo que no cuentan con códigos o reglamentos de construcción que correlacionen las características físicas del suelo con el diseño de estructuras civiles.

Para incrementar la seguridad de los diseños antisísmicos de estructuras nuevas o de los reforzamientos de estructuras ya existentes, resulta primordial la elaboración de mapas de microzonación del período dominante, tanto dentro de las manchas urbanas, como en aquellas áreas con altas posibilidades de desarrollo urbano futuro. La microzonación sísmica de una región es un proyecto que involucra una amplia variedad de datos y métodos de análisis e interpretación.

En estudios de sismología aplicada a la ingeniería, es común observar la aplicación de la técnica de cocientes espectrales de las componentes horizontal y vertical, reconocida como Técnica de Nakamura, la cual sirve para describir los parámetros cuantitativos que caracterizan la respuesta sísmica de los suelos, tales como la frecuencia dominante del movimiento de los suelos y el factor de amplificación relativa.

En este trabajo se realizó una recopilación de varios autores donde plasman valores de frecuencias dominantes del suelo en ciudades diferentes, tratando de correlacionarlas a la geología superficial del sitio de medición. Esto genera la creación de una tabla con un nuevo parámetro físico del movimiento del suelo asociado al tipo de material, que sería de uso práctico y directo en el ámbito de la ingeniería.

SIS-33

ON THE BEHAVIOR OF SITE EFFECTS IN CENTRAL MEXICO (THE MEXICAN VOLCANIC BELT - MVB), BASED ON RECORDS OF SHALLOW EARTHQUAKES THAT OCCURRED IN THE ZONE BETWEEN 1998 AND 2011

Clemente Chávez Alejandro¹, Lermo Javier², Valdés Carlos³, Arroyo Contreras Moisés¹, Figueroa Soto Ángel⁴, Zúñiga Dávila-Madrid Francisco Ramón⁴, Montiel Ortega Marco Antonio¹ y Chávez Omar¹

¹División de Investigación y Posgrado, Facultad de Ingeniería, UAQ

²Instituto de Ingeniería, UNAM

³Instituto de Geofísica, UNAM

⁴Centro de Geociencias, UNAM
ing_accch@hotmail.com

After the 1985 earthquake (EQ) in Michoacán, ground amplification due to seismic waves within and around the Valley of Mexico City (VMC) has become

the focus of several studies. The VMC is located within the seismogenic zone known as the Mexican Volcanic Belt (MVB) which is a volcanic chain linked to the subduction regime. This amplification suggests an exhaustive revision of records obtained within the MVB prior to estimating parameters of seismic attenuation. The seismic hazard due to this seismogenic zone has been little-studied, except for what regards to Mexico City. This is principally due to the scarcity of seismicity data within the MVB, which is caused by low frequency of occurrence. However, it is known that there are precedents of large EQs (magnitude Mw up to 7.0) occurring in this zone. In order to better understand of the propagation of the seismic signal in the MVB the following methodology was employed:

A regional evaluation of site effect and Fourier Acceleration Spectrum (FAS) shape were estimated based on 80 records of 22 shallow EQs within the MVB zone. A total of 25 station sites were analyzed. The site effect was estimated by using the Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio (HVSr) methodology. The results of this study show that seismic waves are less amplified in the northeastern sites of the MVB with respect to the rest of the zone. Two groups of stations were classified as follows; 1) stations with Negligible Site Amplification (NSA) and 2) stations with Significant Site Amplification (SSA). Most of the sites in the first group showed small (< 3) amplifications. The second group showed amplifications ranging from 4 to 6.5 at frequencies of about 0.35, 0.75, 1.5 and 2.3 Hz. With this classification it is possible to begin the estimation of seismic attenuation parameters for this zone. The decay of the FAS shapes showed that they are comparable at similar epicentral distances. Also, average levels of amplification, caused by the two different seismogenic sources, were contrasted for the first time in this study (subduction zone versus MVB zone). Finally, some site effect variations were found when compared to previous studies that were based on different seismicity types. These variations were attributed to the location of the source and to the typical behaviour of the zone.

SIS-34

EFFECTO DE SITIO DE LA CIUDAD DE TULA DE ALLENDE, HGO Y SUS ALREDEDORES. POR MEDIO DE LOS MÉTODOS H/V Y SPAC.

Robles Mendoza Alejandra, Aguirre González Jorge,
Vázquez Rosas Ricardo y Mijares Arellano Horacio
Instituto de Ingeniería, UNAM
robles_peque@yahoo.com.mx

Este trabajo busca evaluar el peligro sísmico de los alrededores de la ciudad de Tula de Allende, Hgo. Con el objetivo de determinar si, en caso de presentarse un evento sísmico de magnitud considerable, que generaría el rompimiento de la cortina de la Presa Requena, existiendo la posibilidad de riesgo de inundación para la ciudad y más aún, la afectación en la infraestructura de la Refinería "Miguel Hidalgo" que pondría en peligro a la población y la eminente contaminación del lugar.

Para estimar el peligro sísmico de esta área se usaron técnicas de análisis de vibración natural que permiten la definición de la respuesta del sitio. Tales métodos fueron:

El método H/V-Nakamura, aplicado a registros de ruido ambiental y a eventos sísmicos. Para este método fue necesario tomar el registro de 36 puntos de ruido ambiental que fueron distribuidos en los alrededores de la Presa Endhó, la Requena y la ciudad de Tula con un rango de distancia entre los 4.9-0.350 km. entre un punto a otro, esto dependió de lo accesible del lugar o si a simple vista se observó un cambio de litología. Con los períodos naturales que se obtuvieron se construyó las curvas de isoperíodos, siendo el mayor período dominante de 4.096 s. y el menor alrededor de 0.055 s. También se adquirió el período natural del sitio por medio de eventos sísmicos que se detectaron con la ayuda de dos estaciones acelerográficas que estuvieron en funcionamiento alrededor de 50 días. Una de estas estaciones se instaló dentro del inmueble del club náutico que se encuentra a las orillas de la Presa Requena y la segunda estación fue instalada cerca de la cortina de la Presa Endhó. El período fundamental tanto de los eventos sísmicos como del registro de ruido ambiental en el mismo punto es muy semejante. Por ejemplo para sismos registrados en la presa Requena y el punto H/V se obtuvo un período fundamental de 0.58 s. y 0.62 s. respectivamente, esto nos dice que el lugar es zona de transición.

Otro de los métodos aplicados fue SPAC (Spatial Autocorrelations Method). Con este método podemos determinar un modelo de velocidades para las capas más superficiales por medio de la obtención de la curva de dispersión. Y de esta manera tener un panorama más amplio de los cambios litológicos laterales que pudieran existir. En este trabajo se realizaron arreglos SPAC triangulares de tamaños 5, 15, 30, 40, 50, 75, 100 y 200 m. en dos lugares, uno cerca de la cortina de la presa Endhó y el otro a un costado de la Refinería de PEMEX, consiguiendo la velocidad de la capa mas superficial entre los 300 y 400 m/s.

Con los resultados obtenidos en este trabajo puede servir como punto de partida para la realización de simulaciones de escenarios sísmicos en esta área o tomarlo como ejemplo para llevarlo a zonas urbanas con gran vulnerabilidad ante un evento sísmico.

SIS-35

CARACTERIZACIÓN SÍSMICA DE UN SITIO AL NORTE DEL VALLE DE MÉXICO

Iglesias Mendoza Arturo¹, Quintanar Robles Luis¹, Singh Shri Krishna¹,
Legrand Denis¹, Real Pérez Jorge Arturo² y Pérez-Campos Xyoli¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Programa de Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM
arturo@geofisica.unam.mx

Se instalaron 3 estaciones sísmicas de banda ancha en un sitio al norte de la sierra de Guadalupe en el municipio de Tultitlán, Mex. Las estaciones estuvieron operando aproximadamente 2 meses y fueron dispuestas en un arreglo triangular de ~50m de largo.

Con efecto de analizar el nivel de ruido en el sitio, se calcularon probabilidades de densidad de potencia espectral y se compararon con las curvas de referencia para estaciones sísmica en el mundo (Peterson, 1993). Los resultados muestran niveles de ruido alto para frecuencias $1.0 < f < 10$ Hz.

En el tiempo del experimento fue registrado un sismo de M-5.1 en el estado de Michoacán. Con los registros de este sismo en el sitio y en la estación CUIG (Ciudad Universitaria, DF) se calcularon cocientes espectrales utilizando la estación CUIG como estación de referencia. Los espectros muestran ligera deamplificación para frecuencias menores a 2 Hz y cierta amplificación para frecuencias mayores a 2 Hz.

Por otro lado, fueron calculados cocientes espectrales H/V para el sismo mencionado y para 30 ventanas de ruido sísmico. Los resultados muestran máximos en frecuencias ~1, 2, 8 y 20Hz.

Utilizando el método SPAC se obtuvo la curva de dispersión de velocidad de fase y ésta fue invertida para obtener un modelo de capas planas para los primeros 500m. Los resultados de esta inversión son interpretados con ayuda de la geología superficial reportada previamente.

SIS-36

ESTUDIOS PRELIMINARES DE PELIGRO SÍSMICO EN EL NORTE DE BAJA CALIFORNIA

Monzón Cárdenas Amalia de Jesús y Munguía Orozco Luis
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
amalia0686@hotmail.com

El Norte de Baja California (BC) es una zona sísmicamente activa, debido a que el proceso de separación de la península respecto de Norte América, es aún activo a lo largo del sistema de fallas conocidas como San Andrés-Golfo de California. Cabe mencionar que península de Baja California es parte de la Placa del Pacífico, que es una de las placas principales que conforman el sistema de placas a nivel global.

Considerando los antecedentes de sismicidad expuestos y el gran crecimiento en los últimos años en los municipios del estado en cuanto a población, construcción de grandes obras de ingeniería y en general de la infraestructura productiva. Y así como también de las consecuencias producidas por el temblor en el Valle de Mexicali del 4 de Abril de 2010 (Mw 7.2), resulta de considerable interés evaluar el peligro sísmico al que está expuesta la región.

Se evaluará el peligro sísmico con base en datos sísmicos acumulados durante los últimos 30 años. En este estudio se efectuará un análisis probabilístico de peligro sísmico (PSHA, por sus siglas en inglés) que afecta a la zona.

Nuestros estudios de peligro sísmico se basan en el método propuesto por Cornell (1968), en el cual las probabilidades de excedencia de diferentes niveles de movimiento del terreno se calculan a partir de razones de ocurrencia sísmica y en modelos de atenuación de movimientos obtenidos recientemente en la región (Martínez, 2007; Munguía y otros, 2011). Teniendo como resultado curvas de peligro sísmico, en la cual se determinan las zonas que potencialmente pudiesen sufrir grandes daños producto de los distintos tipos de sismos que afectan o podrían afectar la zona de Baja California.

SIS-37

SEISMIC HAZARD FROM A DENSE NETWORK IN LONG BEACH, CA

Clayton Robert, Lin Fan-Chi, Li Dunzhu y Schmandt Brandon
Seismological Laboratory, Caltech
clay@gps.caltech.edu

We show results from a 5200-station network deployed in Long Beach, CA in 2011 applied to the problem of seismic hazard estimation. The temporary network was installed and used with active source for the purposes of better delineating an oil field. In this study, however, small earthquakes and ambient noise correlation are used to map zones of anomalous ground motion amplification in order to generate a detailed micro-zonation map for the region.

The results show that there is considerable lateral variation in expected ground acceleration, even in areas with similar VS30 designations.

SIS-38

EL DESPLIEGUE DE LA RED DE ATRAPA SISMOS Y LA PRUEBA DE TERREMOTOS GRANDES EN MÉXICO

Husker Allen¹, Domínguez Ramírez Luis Antonio¹, Lawrence Jessee²,
Cruz Atienza Víctor¹, Valdés González Carlos¹ y Cochran Elizabeth³

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Stanford

³USGS

allen@geofisica.unam.mx

La Red de Atrapa Sismos (RAS) es un experimento sísmico diseñado para mejorar el monitoreo de los sismos y la cobertura sísmica en todo el mundo usando los nuevos acelerómetros de estado sólido. A diferencia de los arreglos sísmicos tradicionales, la RAS aprovecha sensores MEMS de bajo costo y la conectividad a Internet para una instalación rápida y la recuperación rápida de datos. La eficacia de este experimento se ha probado en pruebas de movilización rápida para medir réplicas después del terremoto de M7.2 Darfield, Nueva Zelanda de 2020 y del terremoto de M8.8 de Maule, Chile de 2010. Aquí, se informa de los recientes avances de la implementación de la RAS en México. La cobertura de la red se ha ampliado gradualmente a lo largo de la costa del Pacífico con más de 15 sensores instalados desde Acapulco hasta Salina Cruz.

El reciente terremoto M7.4 de Oaxaca ocurrido a lo largo de la zona de subducción mexicana fue la primera prueba del sistema y de sus algoritmos para el caso de un terremoto de gran magnitud. Dentro de un minuto del inicio del terremoto el sistema de la RAS reportó un sismo de M7.6, cuyo epicentro (16.6621°, -98.1879°) se encuentra a 33 kilómetros del epicentro reportado por el Servicio Sismológico Nacional (SSN) (16.42°, -98.36°). El mayor retraso en la medición se debió a los 45 segundos del tiempo de viaje de la onda S desde el epicentro hasta Acapulco, donde se han instalado la mayoría de los sensores que detectan el terremoto. Las primeras mediciones de magnitud del USGS y el SSN fueron M7.9 y M7.8, respectivamente, y ambos tomaron varios minutos en calcularse. Con el fin de probar los algoritmos de detección, se generaron sismogramas sintéticos. Las formas de onda sintéticas permiten cualquier distribución de sensores así como una amplia gama de tamaños y distribuciones de ruptura del terremoto. Varias pruebas de determinación de la ubicación y magnitud se llevaron a cabo para un terremoto sintético de M8 en la cercanía de Acapulco. Los algoritmos de detección rápida son capaces de determinar el epicentro a una distancia de 18 km - 35 km del epicentro real con magnitudes que van desde la M7.5 hasta M8.4 en función de la configuración de las estaciones.

SIS-39

ANÁLISIS SÍSMICO CON ANTELOPE 5.1

Cruz Kim Luis Humberto, Escudero Ayala Christian Rene y Núñez Cornú Francisco Javier
Centro Universitario de la Costa, UDG
lcruzkim@yahoo.com.br

En la actualidad el desarrollo de avances tecnológicos han hecho la vida más práctica y simple, el campo de la sismología no puede ser la excepción, ya que con el desarrollo de software tales como el Antelope 5.1, nos permite analizar datos sísmicos de una manera más rápida y exacta. El análisis de datos se enfoca en el bloque de Jalisco, el cual está delimitado por la Trinchera Mesoamericana hacia occidente, la zona del graben de Colima en la parte meridional y la zona del graben de Tepic-Zacoalco en la parte oriental, mientras que el borde septentrional no ha sido delimitado con precisión. Actualmente estamos enfocados en el análisis de datos sísmicos producidos por tres redes: Mapping the Riviera Subduction Zone (MARS), Colima Volcano Deep Seismic Experiment (CODEX), los cuales fueron descargados de IRIS (Incorporated Research Institutions for Seismology), de igual manera los datos de la Red Sismológica Telemétrica de Jalisco (RESAJ) que incluye la red temporal del volcán de Ceboruco. Antelope 5.1 es un software para la adquisición, transmisión, distribución y procesamiento de datos sismológicos en tiempo real. Así como para el análisis posterior de los datos sísmicos. Lo principal es la creación de una base de datos, ya que esta contiene toda la información de los registros que son analizados, tales como información de las estaciones, su ubicación, tipo de DAS (Direct Attached Storage) y sensores. Posteriormente se vincula la base de datos con los registros de las estaciones. ANTELOPE tiene una serie de programas y subrutinas que permiten aplicar algoritmos de detección de fases, cálculo de magnitudes, localización, de los eventos, además cuenta con poderosas herramientas de visualización. Actualmente nos encontramos enfocados en el análisis de los datos de la red RESAJ, los resultados que podemos obtener son: mapas de epicentros, catálogo de eventos, registros diarios tales como los helicorders.

SIS-40

DISEÑO E INTEGRACIÓN DE UN MÓDULO TRANSRECEPTOR INALÁMBRICO EN BANDA LIBRE DE BAJO COSTO PARA EL SISMÓMETRO GURALP CMG-6TD

Pretelin Canela Jacinto Enrique¹, Gasca Herrera Ángel Eduardo¹, Torres Morales Gilbert Francisco², García Santiago Griselda^{1 y 2} y Castillo Aguilar Saúl

¹Facultad de Instrumentación Electrónica, UV

²Centro de Ciencias de la Tierra, UV

pretelinc@hotmail.com

El CMG-6TD es un Sismómetro de banda ancha que tiene registros de almacenamiento interno (data logger) de 2 GB de capacidad de almacenamiento de datos. Los datos almacenados se pueden acceder y visualizar en una PC mediante un software de visualización llamado Scream!, para ello se utiliza un cable serial DB9 que se comunica a la PC mediante el protocolo de comunicación RS232. Debido a que el instrumento se deja en un sitio remoto por un periodo de tiempo, para realizar el estudio del comportamiento sísmico de la zona en cuestión, se puede presentar el caso de que se agote la batería o se desconecte y haya pérdida de datos almacenados. También puede presentarse el caso de que se requiera ver los datos de manera inmediata ante la presencia de un sismo y al encontrarse el equipo en una zona remota sea imposible hacerlo. En virtud de esta situación, se diseñó e implementó un Sistema de Telemetría a bajo costo, el cual consiste de un módulo electrónico inalámbrico Xbee, que opera a una frecuencia de 2.4Ghz (en banda libre). Los módulos se comunican con dispositivos RS232 a niveles TTL y ofrecen una velocidad de comunicación desde 1200 hasta 115200 baudios, pasando por todos los valores convencionales, también disponen de varias I/O (Entradas/Salidas) que pueden ser configuradas para diferentes funciones como el interconectarlos en red para lograr un mayor alcance de comunicaciones. Las pruebas que se realizaron en el laboratorio fueron bastantes satisfactorias ya que se logró una comunicación de tipo semiduplex en tiempo real con el Sismómetro, obteniendo el estatus y registros de su actividad sísmica, pudiéndose adaptar los módulos en ambiente Windows, Mac y Linux.

SIS-41 CARTEL

ACTUALIZACIÓN Y APORTACIONES DE LA RED SÍSMICA DEL NOROESTE DE MÉXICO (RESNOM)

Díaz de Cossio Batani Guillermo, Arregui Ojeda Sergio, Wong Ortega Víctor Manuel, Méndez Figueroa Ignacio, Orozco León Luis, Galvez Valdez Oscar, Farfán Sánchez Francisco y López Lara Alejandro

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

gbatani@cicese.mx

Motivados por la necesidad de abrir la base de dato de la Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM) para el intercambio de las señales sísmicas con el Servicio Sismológico Nacional (SSN) y la Red Sísmica del Sur de California (SCSN), se instaló el software modular Earthworm. Los módulos de transmisión y recepción de datos de Earthworm se utilizan para intercambiar la señal de alguna de nuestras estaciones con SCSN-CALTECH, Pasadena y con el SSN en la Ciudad de México. En el 2010, a raíz del sismo de magnitud 7.2 del 4 de abril del 2010, el CONACYT apoyo al CICESE para comprar 14 equipos sismológicos velocidad de banda ancha y 14 acelerógrafos para ampliar la cobertura geográfica de RESNOM y los medios necesarios para transmitir la señal de las estaciones vía internet al servidor central en CICESE. Además de Earthworm se sigue utilizando el programa SEISAN de Haskov y Ottemoller (1999) por el operador de la red para supervisar la calidad de localización epicentral, para el cálculo de la magnitud local y para actualizar la base de datos. Las localizaciones automáticas hechas por Earthworm se muestran cada 15 minutos en la página WEB de RESNOM y las localizaciones supervisadas por el operador, se actualizan cada 30 minutos. La divulgación de la información sísmica registrada por RESNOM se ha extendió a los usuarios de TWITTER y FACEBOOK, con el propósito de notificar a los usuarios de estos grupos de redes sociales sobre los eventos sísmicos que ocurren en la región noroeste de México. Otros medios usados para la divulgación de los sismos registrados por RESNOM es por vía de mensajes SMS, aplicaciones para Smartphone de Apple y Android, así como el correo electrónico. Otra de las nuevas actualizaciones en RESNOM es la de almacenar la información generada por Earthworm los procesos descritos anteriormente, en un formato único (MSEED) que sea de fácil acceso y manejo por los usuarios. Esto, nos permitirá ofrecer un servicio en línea para la búsqueda de los tiempos de arribo a las estaciones y de las series de tiempo de los eventos. El trabajo a futuro es terminar de afinar los módulos que ya se tienen operando como la de detección automática, cálculo de magnitud local e implementar aquellos módulos de Earthworm que interactúan con una base de datos relacional.

SIS-42 CARTEL

TOMOGRAFIA DEL VOLCAN DE COLIMA USANDO RUIDO AMBIENTAL

Domínguez Reyes Tonatiuh¹, Rodríguez González Miguel² y West Michael³

¹Observatorio Vulcanológico, UCOL

²Instituto de Ingeniería, UNAM

³University of Alaska, Fairbanks

tonatiuh@ucol.mx

Mediante el uso de la correlación cruzada de ruido sísmico registrado por 20 estaciones instaladas alrededor del volcán de Colima por 2 años, obtuvimos las funciones de Green de ondas Rayleigh.

Calculamos las curvas de dispersión de velocidades de grupo para periodos entre 1 y 10 segundos para 190 trayectorias entre estaciones con distancias que van de 9 a 46 km.

Dividimos el área de estudio en celdas de 5x5 km e invertimos las curvas de dispersión para obtener mapas de distribución horizontal de velocidades por periodo.

Con estos mapas, construimos nuevas curvas de dispersión pero esta vez para cada celda y volvimos a invertir para obtener un modelo 3D de velocidades de cortante para los 10 primeros km de profundidad.

Los resultados muestran una clara anomalía de baja velocidad en las partes norte, oeste y sur del volcán que se extiende desde los 5 hasta los 9 km de profundidad debajo del cráter. La profundidad y extensión de esta anomalía coincide con la extensión de profundidades para las que se ha reportado en diversas ocasiones, ha habido ausencia de eventos sísmicos. En esta zona se especula la existencia de una cámara magmática somera.

SIS-43 CARTEL

TIEMPOS DE ARRIBO DE TSUNAMIS PARA ZONAS COSTERAS DEL OCEANO PACÍFICO

Fuentes Villagómez Nayeli del Carmen, Cabrera

Navarrete Emmanuel del Angel y Salazar Peña Leobardo

Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Ticomán, IPN

nayeli.fuentes@hotmail.com

En este trabajo propone generar cuantificaciones relacionadas con tiempos de llegada de los Tsunamis, contemplando la distribución de distancias epicentrales y distribución de profundidades en el Océano Pacífico. Para ello se toma en cuenta la ubicación del epicentro, la distancia epicentral como se considera en localización de terremotos, para los casos de sismos locales, regionales y telesismos. Se consideran también la distribución de profundidades del océano, así como la velocidad de propagación del tsunami. En la velocidad se considera un valor promedio y aquella que dependa de la distribución de profundidades del océano. Lo anterior lleva a calcular los tiempos de arribo en modelos de integrales de camino-tiempo. Los tiempos de arribo del tsunami se calculan para los casos de costas de América del Norte, América Central y América del Sur. Puesto que un tsunami tarda varias horas en llegar a una costa, el tiempo de arribo del tsunami puede utilizarse como un tiempo de alertamiento.

Los resultados se representan inicialmente en mapas de tiempos de llegada en tiempo de propagación, a lo que se le denomina mapas de arribo en tiempo absoluto. Es necesario convertir el tiempo absoluto a tiempos horarios locales según la zona de arribo del tsunami. Los tiempos horarios se consideran muy importantes, pues la sociedad no está acostumbrada a un tiempo de propagación absoluto como regularmente se divulga en el medio científico. Lo que deseamos lograr es una implementación de alertas de Tsunamis en la costa de América del Norte, América Central y América del Sur.

SIS-44 CARTEL

ESTIMACIÓN DE EFECTOS DE SITIO MEDIANTE VIBRACIÓN AMBIENTAL EN MARAVATIO MICHOACÁN

Vázquez Rosas Ricardo, Aguirre González Jorge y Mijares Arellano Horacio

Instituto de Ingeniería, UNAM

rivastro22@hotmail.com

El método SPAC (por su nombre en inglés (Spatial Autocorrelations Method), fue propuesto por Aki (1957), y tiene el propósito de obtener el modelo estructural del subsuelo a partir de registros simultáneos de microtemores en un arreglo de estaciones. Para el presente trabajo aplicaremos el método SPAC a los datos de microtemores para obtener la curva de dispersión de ondas Rayleigh para estimar un modelo de velocidades, para cada arreglo y poder así, estimar los espectros de respuesta de los diferentes sitios de estudio e integrarlos para obtener una distribución de las aceleraciones pico.

En el presente trabajo se aplica el método SPAC, basado en 7 arreglos instrumentales en forma de triángulos equiláteros, (algunos de 900m y otros de 1000m) con grabaciones continuas de 30 minutos y 6 arreglos de menor

abertura (10, 30, 45, 50, 60, 80) En los arreglos grandes se utilizaron sismógrafos de banda ancha Guralp CMG-T40 (de 40s periodo) y en los arreglos pequeños se utilizaron sensores de velocidad de 5s marca kinematics congravaciones de 15minutos, todos los arreglos quedaron distribuidos en toda la mancha urbana de la ciudad de Maravatio. Los registros simultáneos de microtemores en estos arreglos nos permitieron estimar la estructura de velocidades. Se obtuvieron velocidades de ondas S entre de 750 y 2090 m/s para la capa superficial con profundidades de exploración que van desde los 650m hasta 970m.

SIS-45 CARTEL

CÁLCULO DE MAGNITUD MOMENTO DE DATOS DE MOVIMIENTOS FUERTES REGISTRADOS EN EL NORTE DE BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Munguía Orozco Luis
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
lmunguia@cicese.mx

Ha quedado establecido que la escala de magnitud momento, Mw, mitiga eficientemente el efecto de saturación observado usualmente en la escala de Richter para grandes sismos. Como Mw mide la energía liberada durante los sismos, en la actualidad esta magnitud se prefiere no solo para medir y comparar los sismos de grandes proporciones sino también para tener homogeneidad en la magnitud de las bases de datos de movimientos fuertes en formación. En este trabajo se presentan algunos resultados preliminares que se obtuvieron utilizando dos métodos espectrales para calcular magnitudes momento. La base de datos utilizada consiste en datos de aceleración registrados en el norte de Baja California para sismos con magnitudes entre 3.0 y 5.5. Para el uso del primer método se requiere conocer la respuesta lineal promedio (función de amplificación) de los sitios de registro ante sismos pequeños. Contando con esto, para un sismo dado los espectros de Fourier de los movimientos horizontales se corrigen por las correspondientes funciones de amplificación, y de los espectros corregidos se calcula el momento sísmico (Brune, 1970) en cada sitio. Este parámetro se traduce a magnitud momento según la definición de Hanks y Kanamori (1979). En el segundo método se utilizan los espectros de respuesta calculados de las componentes de movimiento vertical (Sa, 5% amortiguamiento) registrados en varias estaciones. A diferencia de los movimientos horizontales, que resultan mayormente afectados según las condiciones geológicas bajo los sitios de registro, los movimientos verticales son afectados en un menor grado. Con base en esto, la magnitud momento se determina utilizando el concepto de atenuación de la amplitud espectral (a 1 Hertz) de las componentes de movimiento vertical registradas en varias estaciones.

SIS-46 CARTEL

SIMULATION OF STRONG GROUND MOTION BASED ON CONVENTIONAL EMPIRICAL GREEN'S FUNCTIONS IN THE MICHOACÁN STATE, MEXICO

Vázquez Rosas Ricardo, Aguirre González Jorge y Mijares Arellano Horacio
Instituto de Ingeniería, UNAM
rivasro22@hotmail.com

In the present work, we study the state of Michoacán, one of the most important seismogenic zones in Mexico. Three kinds of sources exist in the state, producing tectonic earthquakes, volcanic earthquakes, and events due to local faults in the region. For this reason, it is of vital importance the study of source parameters in the Michoacán state. In this work in particular we applied the simulation of strong ground motions by the conventional empirical Green's functions proposed by Irikura (1986). We installed a temporary network consisting of 6 accelerograph stations across the state, at the following locations: Faro de Brucerías, Aguililla, Apatzingán, Pátzcuaro, Morelia, and Maravatio. The stations form a line that is perpendicular to the coastline and has a total length of 366 km, while the distance between neighboring stations varies from 60 to 80 km.

Among all the seismic events recorded at this temporary network, we select 2 events originated along the coastline of Michoacán (May the 2007), with moment magnitudes of 4.3 and 5.1 Mw. In order to calibrate the model, the earthquake of May 31, 2007 (M 5.1) was simulated using the aftershock of May 27 of that year (M 4.3) with satisfactory results, following the same method and considering the #2 spectral model with constant stress drop. Later, we calculated six scenarios for a postulate earthquake of M 7.4. From the six scenarios the largest peak ground accelerations for each station were, 83 cm/s² in Faro de Brucerías, 15.4 cm/s² in Apatzingán, 23 cm/s² in Pátzcuaro, 3.7 cm/s² in Morelia and Maravatio con 3.0 cm/s².

To improve these simulations it is necessary to have more information about rupture processes of the recorded earthquakes. And likewise, information of future earthquakes in the region is needed in order to improve prediction models as the one presented in this work. That information will be useful to minimize uncertainty and to better understand the parameters involved in the strong-motion simulations.

SIS-47 CARTEL

LOCAL PEAK GROUND ACCELERATION RESPONSE OF THREE RECENT EARTHQUAKES OF MAGNITUDES 5.3, 5.5, AND 5.8 AND THEIR IMPLICATION TO LOCAL SITE EFFECTS AND INSTRUMENTAL INTENSITY IN THE PUERTO RICO ISLAND

Huerta López Carlos Isidro¹, Upegui Botero Fabio Mauricio²,
Martínez Cruzado José Antonio², Suárez Colche Luis E.², De
Basabe Delgado Jonas De Dios¹ y Castro Escamilla Raúl Ramón¹

¹División de Ciencias de la Tierra, CICESE

²University of Puerto Rico

huerta@cicese.mx

Strong-motion accelerograms recorded by stations of the Puerto Rico Strong Motion Program (PRSM) were processed to estimate the Peak ground accelerations (PGA's) in order to study the PGA's distribution due to three earthquakes of magnitudes ranging from 5.3 to 5.8, occurred recently in 2010 and 2011, in La Mona Passage, and in the northwest and northeast region of Puerto Rico Island. An analysis and discussion is presented with the aim to explain the anomalous distribution of peak ground motions, which may be associated not only by local site effects due to the presence of soft soils.

We adopted the standard procedure for processing strong-motion accelerograms which includes volume- I, II, and III (V-I, V-II, and V-III). V-I mainly performs elementary corrections for time and fixed base line, and to scale the raw acceleration data to seconds and the acceleration in g's (or cm/s/s). V-II performs instrument and base line corrections and calculates ground velocity and displacement. V-III calculate true velocity spectra, Fourier amplitude and pseudo-velocity spectra.

For the earthquake of magnitude 5.8, the PGA's were: (i) 0.0651 of g at Añasco (AÑS1, station at an epicentral distance of 15 km in alluvial soil), and (ii) 0.2301 of g at station UTD2, at an epicentral distance of 45 km on rock. The instrumental intensity (MMI) estimated with Wald et al., (1999) relationship was V and VII, respectively for these two previously described sites.

These earthquakes were widely felt in Puerto Rico, the eastern Dominican Republic, and The Virgin Islands. The 5.8 magnitude earthquake, according to the USGS Centroid Moment Tensor solution, occurred at focal depth of 113 Km in an inclined seismic zone that dips south from the Puerto Rico Trench and that consists of sub-ducted lithosphere of the North America plate. Earthquakes that have focal-depths between 70 and 300 km, are commonly termed "intermediate-depth" earthquakes and typically cause less damage on the ground surface above their foci than is the case with similar magnitude shallow-focus earthquakes. Large intermediate-depth earthquakes may be felt at great distance from their epicenters.

SIS-48 CARTEL

ESTUDIO DE SISMOS DE BAJA MAGNITUD FRENTE A LAS COSTAS DE CHIAPAS: UN ACERCAMIENTO A LA CONSTRUCCIÓN DE UN ESCENARIO SÍSMICO

Acosta Pérez Miguel¹, Aguirre González Jorge¹,
Solano Bahen René² y Valderrama Membrillo Sergio³

¹Instituto de Ingeniería, UNAM

²Facultad de Ingeniería, UNAM

³Facultad de Ingeniería, UNAM

acostitas30@hotmail.com

La actividad sísmica frente a las costas del estado de Chiapas, asociada en su mayoría a la zona de subducción de la Trinchera Mesoamericana, genera que una extensa zona de esta entidad presente alta peligrosidad sísmica. Debido a la ocurrencia no tan frecuente, pero sí factible, de sismos con Mw >7, una forma de estudiarla para eventuales caracterizaciones del riesgo sísmico es considerando los sismos como fuentes puntuales. Mediante este trabajo, se pretende describir con diversos parámetros dichos eventos puntuales, y obtener información relevante para la aplicación en procesos posteriores de análisis del riesgo sísmico.

Para esto, se eligieron 26 eventos obtenidos del Catálogo de Registros Sísmicos de la Red Temporal de Tapachula, Chiapas, del Instituto de Ingeniería de la UNAM, grabados del 15 de Junio al 29 de Julio de 2011. A estas señales se les realizó un tratamiento adecuado para poder calcular localizaciones propias. Luego se calcularon sus mecanismos focales mediante dos métodos distintos: Polaridad de onda P y Cálculo del Tensor de Momento Sísmico. Por un lado, se pudo comparar ambas metodologías y evaluar si su funcionamiento es adecuado en aplicaciones similares a la hecha en este trabajo. También se pudo cuantificar, mediante el segundo método, su momento sísmico escalar y su magnitud Mw, lo que permite, junto con la geometría aportada por los mecanismos, una mejor caracterización de la fuente.

Derivado de estos análisis, se pudo dividir la región de alcance de la red en cuatro zonas sismogénicamente diferentes, donde se puede apreciar una transición de sismos someros y de deslizamiento oblicuo en los primeros

kilómetros de la trinchera, a sismos profundos de componente puramente inversa y de echados pronunciados bajo la zona continental del estado de Chiapas. Como una zona adicional, se encontró una serie de sismos intraplaca, someros y de componente lateral que podrían ser asociados al sistema transcurrente Motagua – Polochic, traza principal del contacto de las placas Norteamericana y del Caribe.

El desarrollo de este trabajo no sólo nos permitió caracterizar con diversos parámetros el comportamiento de la actividad sísmica frente a las costas chiapanecas en el intervalo de tiempo de grabación, que es un punto importante del trabajo. Además, se pudo evaluar el desempeño de ambos métodos en la caracterización de mecanismos focales para arreglos de grabación similares al nuestro. Pero lo aún más relevante es que toda la información obtenida de las fuentes puntuales se utilizó para la construcción de un escenario sísmico en la ciudad de Tapachula Chiapas, mediante el método de la función de Green empírica.

SIS-49 CARTEL

CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL TERRENO UTILIZANDO EL MÉTODO DE AUTOCORRELACIÓN ESPACIAL SPAC Y COCIENTES ESPECTRALES ENTRE LAS COMPONENTES HORIZONTAL Y VERTICAL H/V EN UNA REFINERÍA EN EL ESTADO DE HIDALGO

Prado Morales Luis Eduardo Alberto¹, Almaraz Espejo Martha Mariana², Contreras Ruiz Esparza Moisés Gerardo³ y Aguirre González Jorge³

¹División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, UNAM

²Facultad de Ingeniería, UNAM

³Instituto de Ingeniería, UNAM
raziel_kain47@hotmail.com

Presentamos un estudio de los efectos de sitio para un área de una refinería en el estado de Hidalgo, en el que comparamos los resultados obtenidos de la aplicación del método SPAC y del de cocientes espectrales H/V. Estudios previos han demostrado la importancia de una correcta caracterización de los estratos superficiales de la corteza terrestre en la predicción de movimientos fuertes del terreno para mitigar y prevenir desastres ocasionados por temblores.

Con el fin de obtener las propiedades de los estratos someros en dicha refinería, empleamos los métodos de cocientes espectrales H/V y SPAC.

Recientemente, se ha mostrado (e.g., Sato, 2010, Sánchez-Sesma et al. 2008, Chávez-García y Luzón 2005) la capacidad del método de cocientes espectrales H/V como una herramienta de inversión para obtener las velocidades de propagación de ondas en estratos someros, aplicando los conceptos de campos difusos (Weaver 1982) para analizar registros sísmicos de lugares donde sus efectos pueden ser descritos usando un modelo 1D.

El método SPAC (Aki, 1957, Chávez-García y Aguirre, 2012), usualmente empleado en muchos estudios de caracterización de sitios, utiliza registros de microtemblores para obtener, al igual que los cocientes espectrales H/V, las velocidades de propagación en el sitio de interés. En el presente estudio comparamos y analizamos las características de los resultados estimados con ambos métodos para una misma área de estudio en la refinería en cuestión. Se analizan tres arreglos SPAC con aberturas de 5 a 100 metros dentro del área, también realizamos mediciones de ruido ambiental en 70 puntos en la misma área con duración de 3 minutos para la aplicación del método de cocientes espectrales; el análisis de los datos se realizó con el software Geopsy, de los datos obtenidos por los arreglos SPAC se estimó, mediante una inversión, la curva de dispersión de velocidad de fase y se determinó la estructura de velocidades de propagación para el sitio en estudio. Con estas velocidades se calcularon las curvas de elipticidad de las ondas de Rayleigh y funciones de transferencia 1D que sirvieron para caracterizar los estratos someros del área en estudio.

Con los datos de ruido ambiental, utilizando el método H/V y los conceptos de campo difuso, obtuvimos los periodos dominantes, las curvas de elipticidad de ondas Raleigh y mediante una inversión con un modelo 1D se estimaron las velocidades de los estratos para el área de la Refinería.

En este estudio implementamos estos dos métodos para obtener una mejor caracterización del terreno, y así poder comparar los resultados a partir de las curvas de elipticidad y las velocidades estimadas.

Las diferencias que observamos al comparar dichos métodos de esta forma, nos permitieron entender mejor la incertidumbre asociada a cada uno de ellos.

SIS-50 CARTEL

ESTUDIO DE PROBABILIDAD DE CONCATENACIÓN DE RUPTURAS EN SEGMENTOS DE UNA ZONA DE SUBDUCCIÓN

López Briceño Ernesto Guadalupe y Zúñiga Dávila-Madrid Francisco Ramón

Centro de Geociencias, UNAM

elopez@geociencias.unam.mx

La corteza terrestre se comporta mecánicamente como un material frágil que se rompe por la acción de fuerzas externas que sobrepasan la resistencia de ésta. Cuando placas tectónicas o bloques de corteza se encuentran en contacto, se produce fricción entre ellas, hasta que el esfuerzo acumulado es superior a la resistencia del material, lo cual produce que éste se rompa y genere lo que es conocido por los sismólogos como zonas de ruptura.

Wells y Coppersmith (1994), observan que existe una relación empírica entre la longitud de la ruptura y la magnitud de Momento (Mw). Esta relación predice que un sismo mayor a 7 grados requiere una ruptura de aproximadamente 50 km de largo, mientras que para uno mayor a 8 grados se requieren rupturas de más de 200 km. Sin embargo, existen lugares en el mundo donde diversas rupturas se han unido para formar una zona de más de 1000 km de largo, generando megasismos (Japón, 2010, Mw=9.0). Esto lleva a pensar sobre la posibilidad de que suceda algo similar en la zona de subducción mexicana, ya que existen condiciones semejantes, en cuanto al tamaño de rupturas y tiempos de recurrencia, a lo sucedido en Japón.

En este trabajo se plantea una metodología para estimar la probabilidad de que suceda uno o más eventos en rupturas adyacentes para periodo de tiempo dado, asignándole un criterio de tolerancia. La probabilidad es calculada utilizando la Ley de Poisson, la cual estima a partir de una frecuencia de ocurrencia media, la probabilidad de que sucedan un determinado número de eventos en cierto periodo de tiempo.

El procedimiento empleado es mediante un algoritmo que genera simulaciones estocásticas de eventos sísmicos en el tiempo por medio de un proceso Monte Carlo y con una distribución de Weibull adecuada para cada zona. Éste identifica y muestra de forma visual eventos concurrentes en zonas adyacentes. A partir del tiempo interevento entre las concatenaciones de zonas adyacentes, se estima una ocurrencia media para usarse en la Ley de Poisson. Se itera 1000 veces o más y se estima la probabilidad en un periodo de tiempo de 100 años. Los resultados preliminares muestran una probabilidad del 20% de que sucedan eventos concurrentes en zonas de ruptura adyacentes en un periodo menor a 100 años, lo cual da un límite inferior a la probabilidad de ocurrencia de un mega-sismo en la zona de subducción de México, ya que para una estimación completa, se requiere añadir posibles interacciones entre segmentos adyacentes.

SIS-51 CARTEL

ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS TEMPORALES ENTRE EVENTOS SÍSMICOS UTILIZANDO LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD WEIBULL

Valverde Esparza Sharon Magali¹, Flores Márquez E. Leticia¹ y Ramírez Rojas Alejandro²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma Metropolitana
shari_klk@hotmail.com

Con la finalidad de analizar las características temporales entre eventos sísmicos, para obtener la probabilidad de existencia de un evento, para una magnitud dada, en un intervalo de tiempo, mayor a un valor prefijado (umbral), se aplicó la distribución Weibull a la sismicidad registrada desde 1988 a 2010 a lo largo de la Costa del Pacífico en México. Se analizaron cuatro regiones caracterizadas por diferentes patrones de subducción, bajo el supuesto de que estos patrones pueden estar asociados a una distribución con diferentes parámetros estadísticos. Nuestros resultados muestran que los parámetros estadísticos están más relacionados a las magnitudes que a la ubicación de los eventos.

SIS-52 CARTEL

ESTIMACIÓN DEL LA ECUACIÓN DE MOVIMIENTO DEL TERRENO EN EL ESTADO DE MICHOACÁN

Vázquez Rosas Ricardo, Aguirre González Jorge y Mijares Arellano Horacio

Instituto de Ingeniería, UNAM

rivasro22@hotmail.com

Varias relaciones de atenuación se han desarrollado en México, sobre todo después del 19 de septiembre terremoto de 1985 esto se ha vuelto muy relevante en los últimos años en el desarrollo de la ingeniería sísmica mexicana. Desde 1985, el número de estaciones sísmicas ha aumentado significativamente, especialmente entre la costa de Guerrero y la Ciudad de México debido a las ampliaciones de gran tamaño que han ocurrido en la zona de lago y los sitios de difícil terreno en la ciudad de México. Algunos estudios

han analizado cómo las ondas sísmicas se atenúan o se amplifican de la costa del Pacífico hacia el centro del país.

En este estudio se utilizaron 7 eventos sísmicos localizados en la costa de Michoacán, de 4.1 hasta 5.1 Mw. Mediante estos se estimó la ecuación del movimiento $Q(106.215 f^{0.74})$, después se calculó la función de atenuación para frecuencias comprendidas entre 0.1 y 10 Hz. Los resultados muestran una atenuación mucho mayor en comparación con las ecuaciones de movimiento del terreno de los estados de Guerrero y Colima. Es importante señalar que todas estas relaciones sólo cubren a una parte de la zona de subducción mexicana, y para algunos tipos de fuentes sísmicas que pueden no ser adecuados para estudiar el riesgo de terremotos en otras regiones de México.

SIS-53 CARTEL

COMPARACIÓN DE CINCO TÉCNICAS INTERFEROMÉTRICAS A PARTIR DE REGISTROS ULTRASÓNICOS

Pech Pérez Andrés, Ignacio Caballero Filiberto,
Jiménez González Carlos O. y Martínez Cruz Zeferino
Instituto Politécnico Nacional, IPN
andrespech@yahoo.com

Se comparan cinco técnicas interferométricas: Correlación, convolución, coherencia, deconvolución, y deconvolución normalizada (deconvolución sobre el módulo de la deconvolución). Las comparaciones se realizan utilizando ondas ultrasónicas registradas en modelos físicos (construidos con acrílico). Las ondas ultrasónicas, se generan mediante un pulser modelo 5058PR, fabricado por Olympus, estas ondas se ingresan a los modelos mediante un sensor Panametrics de 50 KHz, y son detectadas por otro sensor, el cual se conecta a un osciloscopio Tektronix.

El ruido en los datos ultrasónicos, se elimina mediante filtros F-K. Una vez aplicados estos filtros, se utilizan las técnicas interferométricas para construir "gatherers" denominados "Common Midpoint".

En los "gatherers" obtenidos con las técnicas interferométricas coherencia y deconvolución normalizada, se observan con una mejor definición los arribos correspondientes a las reflexiones.

SIS-54 CARTEL

ESTRUCTURA SÍSMICA DEBAJO DE LA ESTACIÓN SISMOLÓGICA TEMPORAL EN TUXTEPEC, OAXACA, MEDIANTE FUNCIONES DE RECEPTOR

Rodríguez Domínguez Miguel Ángel y Pérez-Campos Xyoli
Instituto de Geofísica, UNAM
miguel561a@hotmail.com

La estación TUXT formó parte de proyecto VEOX (Veracruz-Oaxaca) caracterizado como un arreglo de estaciones sismológicas que cubrió un perfil a lo largo del Istmo de Tehuantepec. La estación estuvo en operación desde agosto de 2007 hasta agosto de 2010. Los niveles de ruido se encuentran dentro las curvas de ruido de bajo y alto propuestas por Peterson (1993), mostrando una tendencia hacia la curva de ruido bajo.

La densidad de estaciones dentro de México se encuentra principalmente distribuida a lo largo de las costas del Pacífico, lo anterior implica la existencia de lugares poco estudiados fuera de esa región. La ubicación de TUXT presenta esta característica y estudios previos del área circundante indican una transición en la forma en que subduce la placa de Cocos, entre Tehuacán, Puebla y la frontera de Veracruz y Oaxaca con Chiapas.

Con 46 funciones de receptor de onda P y 63 de onda S se determinó la estructura sísmica debajo de TUXT localizando la discontinuidad de Mohorovičič (Moho) a 30 km, esto es consistente con los estudios realizados por Melgar (2009) y Espíndola-Castro (2009). La placa de Cocos subducida se encuentra a una profundidad diferente dependiendo del azimut. También identificamos la frontera litósfera-asténósfera (LAB).

SIS-55 CARTEL

3D SHEAR VELOCITY MODEL OF THE SOUTHERN PART OF THE NORTH AMERICA AND THE CARIBBEAN PLATES FROM NOISE AND EARTHQUAKE'S TOMOGRAPHY

Gaite Beatriz¹, Iglesias Arturo², Villaseñor Antonio¹ y Herraiz Miguel^{3 y 4}
¹Instituto de Ciencias de la Tierra Jaime Almera, CSIC, España
²Instituto de Geofísica, UNAM
³Universidad Complutense de Madrid, España
⁴Instituto de Geociencias, CSIC, España
bgaite@ictja.csic.es

We use group and phase velocities from ambient noise tomography (ANT) together with group velocities from earthquake tomography of Rayleigh waves

to image the 3D crustal and upper mantle velocity structure in the southern part of the North America (NAM) plate and in the Caribbean (CAR) plate. Simultaneous inversion of periods from group (~10-100 s) and phase (~10-50 s) velocities allows imaging the structure from the shallow crust (~5 km) to the upper mantle (~80 km) in greater detail than previous regional studies. The lateral resolution of the shear velocity model is 250 km inland and 500 km offshore, and the minimum layer thickness sensitivity is 5 km. Our results show shear-wave velocity lateral heterogeneity in the crust and the shallowest mantle that reveals different tectonic domains. The lowest crustal velocities correspond to sedimentary basins, reaching depths of 12 km on the Mississippi embayment and the Veracruz basin. The highest inland crustal velocities correlate with Precambrian rocks. Our model shows crustal thickness variations below the different tectonic provinces. Especially noticeable are the thin crust across the Gulf of California and the Gulf Extensional province, in contrast with the thick crust below the Trans-Mexican Volcanic Belt. The model also shows upper mantle velocities below the American craton higher than those below the tectonically active western part of the North America and Caribbean plates.

SIS-56 CARTEL

VALIDACIÓN DE UN MODELO CORTICAL DE VELOCIDADES PARA LA PARTE CENTRAL DE MÉXICO

Rocher Ana, Cruz Atienza Víctor M., Hjörleifsdóttir Vala y Iglesias Mendoza Arturo
Instituto de Geofísica, UNAM
annroch07@gmail.com

En este trabajo se evalúa la calidad de un modelo cortical de velocidad para el centro de la República Mexicana determinado tomográficamente por Iglesias et al. (2010). Dicha evaluación se basa en la comparación cuantitativa de sismogramas sintéticos y sismogramas observados registrados en la red del Servicio Sismológico Nacional (SSN) y a lo largo del arreglo MASE (Pérez-Campos et al., 2008). Los sismogramas observados corresponden a sismos moderados cuya solución para el Tensor de Momentos Sísmicos y localización fueron determinados previamente por otros autores (Pacheco y Singh, 2010). Los sismogramas sintéticos son calculados empleando un método numérico en Diferencias Finitas (FD) 3D en paralelo para la propagación de ondas visco-elásticas en medios arbitrariamente heterogéneos (Olsen et al., GRL, 2010). La comparación cuantitativa entre los sismogramas observados y sintéticos se realiza empleando una técnica de medición por multi-taper (Zhou, 2004; Hjörleifsdóttir, 2007) que permite analizar las diferencias en fase y amplitud de las señales comparadas en función de la frecuencia.

Nuestro análisis espectral revela que los errores tanto en fase como amplitud para períodos menores a 5 s son positivos en tres regiones relativamente circunscritas: los primeros 100 km de la costa, el arco volcánico entre 225 y 275 km, y partes del trasarco para distancias mayores a 320 km. El que ambas métricas sean positivas implica que el modelo predice tiempos de arribo y amplitudes menores a las observadas. Dado que las ondas superficiales a dichos períodos son primordialmente sensibles a la geología superficial (i.e. profundidades menores a 10 km), estos errores pueden atribuirse a la ausencia de estructuras someras de baja velocidad en el modelo tomográfico (i.e. efectos de sitio), como son cuencas sedimentarias profundas o bien la fusión parcial y la presencia de fluidos asociados al vulcanismo activo.

Se observa asimismo una región del antearco entre la costa y los 200 km para períodos entre 7 y 15 s donde las amplitudes predichas son menores a las observadas. Las ondas entre el foco y las estaciones en Guerrero para uno de los eventos estudiados viajan predominantemente a través de la corteza oceánica subducida, que posee una zona de baja velocidad horizontal en dicha región. Esto sugiere que la discrepancia de amplitud en esa gran región esté asociada a la ausencia de la placa de Cocos (i.e. zona de baja velocidad) en el modelo tomográfico.

Con base en esta evaluación cuantitativa del modelo cortical es posible perturbar las velocidades del modelo en función de los desajustes medidos en fase y amplitud. En este trabajo se discuten algunas estrategias posibles para mejorar el modelo de velocidades de la parte central de México.

SIS-57 CARTEL

ESTIMACIÓN DEL DESLIZAMIENTO EN LA FALLA DURANTE UN TEMBLOR HIPOTÉTICO EN LAS COSTAS DE GUERRERO, MÉXICO

Martínez Peláez Liliana¹ y Hjörleifsdóttir Vala²
¹Facultad de Ingeniería, UNAM
²Instituto de Geofísica, UNAM
lilimart0808@gmail.com

En la zona de subducción del Pacífico se encuentra la brecha sísmica de Guerrero, región en la cual no se ha presentado un sismo de magnitud considerable durante los últimos ~100 años. En esta zona, la distancia entre la trinchera y la costa es más corta que en muchas otras zonas de subducción, permitiendo monitorear mucho más de cerca el área en la cual se presenta el mayor deslizamiento durante la ocurrencia de un temblor grande.

El suelo sobre el cual yace la Ciudad de México permite la amplificación de las ondas que arriban a esta zona generando grandes daños en las construcciones. Por ello, el valle de México se vería afectado si llegara a ocurrir un temblor fuerte en la costa guerrerense, razón por la cual se encuentra monitoreada constantemente. Basado en lo anterior, un grupo de investigadores y estudiantes del departamento de Sismología del Instituto de Geofísica, UNAM han creado un proyecto para estimar la preparación de la comunidad científica ante la ocurrencia de un temblor de magnitud grande en la brecha sísmica de Guerrero. Este grupo generó un sismo hipotético de Mw 8.2 con epicentro en la brecha de Guerrero. A partir de este sismo simulamos los movimientos esperados tanto en la zona cercana a la fuente como a distancias telesísmicas.

En este trabajo hemos analizado al conjunto de sismogramas sintéticos con el objetivo de invertirlos y así obtener las características de la fuente. Se realizarán diversas inversiones perturbando a estos datos ideales (agregándoles ruido, rango dinámico, efecto de sitio, respuesta instrumental). Teniendo varios resultados a partir de dichas inversiones, es posible comparar el deslizamiento obtenido en cada inversión con el deslizamiento del sismo hipotético utilizado para calcular los sismogramas sintéticos. Con los resultados esperamos verificar si la instrumentación puede ser mejorada y si es así, de qué manera realizarlo.

SIS-58 CARTEL

DETECCIÓN DE CONSOLIDACIÓN EN EL VALLE DE MÉXICO MEDIANTE INTERFEROMETRÍA SÍSMICA

Pech Pérez Andrés¹, Montalvo Arrieta Juan C.², Jiménez González Carlos O.¹, Ignacio Caballero Filiberto¹ y Martínez Cruz Zeferino¹

¹Instituto Politécnico Nacional, IPN

²Universidad Autónoma de Nuevo León, UANL
andrespech@yahoo.com

Se presentan e interpretan interferogramas obtenidos a partir de sismos registrados en la estación Roma que forma parte de la red acelerométrica del Valle de México. En esta estación están instalados acelerómetros triaxiales en superficie, 30 m, y 102 m de profundidad. El suelo en este lugar está compuesto principalmente de arcilla. En estos estratos, se han medido velocidades de propagación de ondas SH que oscilan entre 50 y 300 m/s.

Se utilizan sismos registrados de 1990 a 1999 (obtenidos de la Base Mexicana de Sismos Fuertes), y se procesan usando cuatro técnicas interferométricas: Correlación, deconvolución, deconvolución normalizada (deconvolución sobre el módulo de la deconvolución), y coherencia. Se utilizan únicamente ondas SH registradas en la componente NS y EW. En todos los casos, se considera como movimiento de referencia, el movimiento detectado en la superficie. En los interferogramas, se pueden identificar claramente: una onda ascendente, una descendente, y ondas reflejadas. Los tiempos de arribo correspondientes a la onda ascendente decrecen de 1990 a 1999, esta reducción en el tiempo de arribo, se debe principalmente a la consolidación que acontece en los estratos de arcilla.

La consolidación es un proceso que involucra una disminución en la cantidad de agua que la arcilla contiene. La reducción de agua, se puede deber principalmente a la extracción de la misma y al peso de las edificaciones. Se considera relevante mencionar que la deconvolución normalizada y la coherencia son las técnicas interferométricas que permiten identificar con mayor facilidad cambios en los tiempos de arribo.

SIS-59 CARTEL

SISMICIDAD PROFUNDA EN MÉXICO

Espíndola Castro Víctor Hugo, Rodríguez Rasilla Ivan y Valdés González Carlos
Instituto de Geofísica, UNAM
victore@sismologico.unam.mx

El proceso sísmico que tiene más implicaciones sociales, por sus efectos en la población es, sin lugar a dudas, aquel que ocurre en la zona de contacto entre la placa Cocos y la Norteamericana, sin embargo los sismos profundos en México además de su interés tectónico, tiene importancia también desde el punto de vista de riesgo sísmico, en este trabajo se muestra esta sismicidad profunda asociada a la placa subducida. Sismos profundos ocurridos en el slab, muestran aceleraciones grandes, que pueden provocar daños severos en poblaciones cercanas.

SIS-60 CARTEL

LOS SISMOS DEL GOLFO DE MÉXICO Y LA TRANSMISIÓN DE LAS ONDAS SÍSMICA

Ruiz Carrasco Victor Hugo
Instituto de Geofísica, UNAM
hugov823@gmail.com

Las tasas de decaimiento de la coda de la componente vertical de 5 temblores registrados en 20 estaciones son utilizadas para encontrar el factor de calidad Q que caracteriza la zona de la cuenca y la costa del Golfo de México. Los registros son seleccionados de las estaciones de la Incorporated Research and Institute for Seismology (IRIS) y del Servicio Sismológico Nacional (SSN). Las magnitudes Mw de los temblores utilizados están en el rango 5.6 < Mw < 7.0 y las distancias epicentrales van de 80 a 3000 Km.

Asumiendo que la dependencia con la frecuencia se ajusta a la relación Las estimaciones de coda Q fueron obtenidas en el rango de frecuencias de 0.3 a 4 Hz. con base al método de apilamiento de la razón espectral desarrollado por Xie and Nuttli (1988), Xie et al (1993).

Sesión Regular

VULCANOLOGÍA

Organizadores:

José Luis Macías

Ricardo Saucedo

Marie Noelle Guilbaud

Sergio Rodríguez Elizarraras

VUL-1

LA ACTIVIDAD RECIENTE DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL... ¿QUÉ PODEMOS ESPERAR?

De la Cruz Reyna Servando
Instituto de Geofísica, UNAM
sdelacrr@geofisica.unam.mx

El volcán Popocatepetl inició un episodio de actividad en diciembre de 1994, que continúa hasta el presente. El pronóstico de cuál será la evolución de esa actividad hacia el futuro representa un reto que puede ser abordado en diferentes escalas de tiempo. En el largo plazo, es necesario aplicar criterios estadísticos que permitan determinar al comportamiento más probable del volcán en la escala de años a décadas. Bajo el supuesto de que la actividad futura será en alguna forma compleja un reflejo de la actividad pasada, es posible obtener probabilidades para cada uno de los escenarios eruptivos posibles. La calidad de esas estadísticas depende en gran medida de la cantidad, calidad y precisión de los datos de campo que permiten reconstruir la historia eruptiva. Las medidas de reducción del riesgo en esta escala de tiempo corresponden principalmente a la definición de criterios de uso del suelo. En el mediano plazo, el pronóstico del desarrollo de la actividad en la escala de semanas a meses se basa en la interpretación, también de carácter principalmente estadístico, de los datos de monitoreo volcánico. Uno de los problemas centrales en este campo es la definición de criterios de aceptación del riesgo que permitan la toma de decisiones de protección a la población sobre esa escala de tiempo. En el corto plazo, de horas a días es necesario contar con modelos y metodologías deterministas que permitan interpretar los datos del monitoreo volcánico en forma de predicciones precisas y confiables de eventos eruptivos específicos y sus impactos. Uno de los problemas de mayor interés en este aspecto es la relación entre la confiabilidad de la predicción y el tiempo disponible para la toma de decisiones y la aplicación de medidas preventivas. Se presentan aquí algunas generalidades sobre el estado de avance en cada uno de estos tres aspectos.

VUL-2

MEDIDAS GEOFÍSICAS 2011-2012 EN EL FLANCO SURESTE DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL

Victoriano Dionicio Juan Carlos, Bañuelos Mendoza Rosa Lidia, Monsalvo Uribe Lizette, Elizalde Toledo Scherezada Esther, López Mendoza Ana Laura y Salazar Peña Leobardo
Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Ticomán, IPN
geojc_23@hotmail.com

Las erupciones volcánicas se encuentran entre los desastres naturales más temidos, responsables de grandes pérdidas económicas y de vidas humanas debido a los efectos cataclísmicos. Mucha gente piensa que las erupciones volcánicas son fenómenos que ocurren solo en lugares distantes y remotos.

En este trabajo se llevaron a cabo medidas magnéticas, gravimétricas y registro sísmico. Las medidas magnéticas y gravimétricas se han realizado desde el año 2011 y han continuado durante este año 2012. Estas medidas se utilizan por un lado, para comparar los perfiles obtenidos en cada año y cuantificar o acotar sus variaciones, o pueden interpretarse para deducir la estructura interna del volcán, particularmente en el flanco sureste. Todo lo anterior en las cercanías del poblado San Pedro Benito Juárez.

El registro sísmico a partir de una estación establecida temporalmente, busca analizar las diferentes variaciones de la actividad sísmica del volcán tras la reactivación del Volcán en este año 2012. Para este ejercicio es de interés el origen de los eventos sísmicos que pudieran ubicarse en el enjambre de sismicidad debajo del cráter o en su caso, en el enjambre de sismicidad debajo del flanco sureste.

Se destaca la necesidad de mantener un monitoreo continuo de la actividad sísmica del volcán en el flanco sureste, para entender si su comportamiento es estable o si representa el preámbulo de un comportamiento de tipo eruptivo en esta zona sureste.

VUL-3

ESTUDIOS SÍSMICOS PRELIMINARES EN EL VOLCÁN CEBORUCO

Escudero Ayala Christian Rene¹, Cornú Núñez Francisco Javier²,
Ochoa Chávez Juan Alejandro² y Robles Castillo Francisco Javier²

¹Centro de Sismología y Vulcanología de Occidente, SISVOC, UDG

²Centro Universitario de la Costa, UDG

escudero.sisvoc@gmail.com

Muchas sociedades y sus economías enfrentan desastrosas consecuencias de erupciones volcánicas destructivas. El estratovolcán Ceboruco está localizado en el occidente del cinturón volcánico mexicano a 21.125° N, 76 km de la costa del pacífico y con una altitud de 2,280 metros sobre el nivel del mar. Este volcán tiene una recurrencia eruptiva de 200 años y su última actividad fue en 1875. Este peligro natural puede afectar más de ocho comunidades

e importantes vías de comunicación. El conocimiento científico constituye la única forma de evitar o al menos mitigar los efectos negativos de un eventual evento eruptivo, de tal forma el objetivo principal de este proyecto es monitorear y analizar los efectos del potencial destructivo del volcán Ceboruco. Estudios sísmicos empezaron en 2003 con la instalación de una estación MARS Lite equipada con un sensor LE3d (1Hz). Esta estación trabajó hasta 2009 y permitió identificar y caracterizar la actividad sísmica asociada al volcán. En marzo de 2012 se instalaron cuatro estaciones sísmicas, cada una incluye un sistema de adquisición de datos TAURUS de Nanometrics y un sensor Lennartz 3D lite. Las baterías son cambiadas y los datos recuperados mensualmente. Estos datos son utilizados para establecer la actividad sísmica promedio, también se pretende corroborar estudios previos que muestran cuatro familias de eventos sísmicos, además se pretenden hacer localizaciones de dichos eventos.

VUL-4

SISMICIDAD EN EL COMPLEJO VOLCÁNICO DE LAS TRES VÍRGENES, B. C. S.

Soto Peredo Jorge y Lorenzo Pulido Cecilia Dolores
Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos/Subgerencia de Estudios, CFE
jorge.soto04@cfе.gob.mx

El monitoreo de la actividad microsísmica pasiva en el Campo Geotérmico de Las Tres Vírgenes, B. C. S., tiene como propósito identificar zonas fracturadas o permeables en el subsuelo, que puedan estar relacionadas con el yacimiento geotérmico. Estas zonas pueden manifestarse propiamente debido a la ocurrencia de eventos sísmicos muy pequeños, denominados microsismos, los cuales se originan debido al movimiento de los fluidos geotérmicos o la reactivación de sistemas de fallas preexistentes.

En el Campo Geotérmico de Las Tres Vírgenes, se han instalado redes sísmicas en diferentes periodos de tiempo, lo que ha permitido, mediante el análisis de los datos sísmicos registrados, poder relacionar la microsismicidad con un sistema hidrotermal de alta temperatura, teniendo como referencia la geología del subsuelo proporcionada por los pozos.

Esta actividad microsísmica, sugiere en general, que pudiera estar relacionada con sistemas de fallas activas y/o con el movimiento de fluidos dentro del yacimiento geotérmico.

Las configuraciones de la sismicidad; parecen sugerir la presencia de la fuente de calor del sistema geotérmico, asociado probablemente a la cámara volcánica del complejo volcánico de Las Tres Vírgenes. Ubicada probablemente por debajo de los 5500 mbnm, asociada a una brecha de eventos sísmicos. La sismicidad registrada a la actualidad podría estar relacionada con los sistemas estructurales activos de la zona, así como al sistema geotérmico actualmente en explotación.

EL monitoreo de la sismicidad pasiva en el Campo Geotérmico de Las Tres Vírgenes es importante para el aprovechamiento del recurso geotérmico, así como para la vigilancia del complejo volcánico.

VUL-5

SURFACE WAVES CALCULATED FROM SEISMIC NOISE AND VERY SHALLOW SEISMICITY OF THE LASTARRIA VOLCANIC ANOMALY, CHILE

Spica Zack¹, Legrand Denis¹, Iglesias Mendoza Arturo¹, Dahm Torsten²,
Walter Thomas², Heimann Sebastian², Froger Jean-Luc³ y Rémy D.

¹UNAM

²Deutsches GeoForschungsZentrum

³Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand

zackspica@gmail.com

Several 1D velocity tomographies below the Lazufre deformation anomaly (northern Andes, Chile), including the Lastarria volcano, have been performed using cross-correlation of the ambient seismic noise between pairs of Broad Band seismological stations for two months of data. We retrieve the Green's functions (i.e the elastic properties of the medium) between each pair of stations, after pre-processing the seismic ambient noise. The corresponding signals are then cross-correlated and in favorable cases, Green's functions can be retrieved after only one hour of recordings while in less favorable cases, they appear after approximately one day. The main waves that are extracted are surface waves and corresponding dispersion curves are computed using the multiple filter technique. Results show enough energy at periods between 0.5 s and 60 s. Finally these dispersion curves are inverted in order to obtain velocity models. These models may help us to interpret the very shallow earthquake's swarms located at the top of the Lastarria anomaly.

VUL-6

VOLCÁN DE FUEGO (COLIMA): REVISIÓN DE DATOS PARA EVALUAR LA POSIBILIDAD DE UN FUTURO COLAPSO DEL SECTOR SW

Borselli Lorenzo y Sarocchi Damiano
Instituto de Geología, UASLP
 lborselli@gmail.com

Una técnica desarrollada recientemente hacia el análisis aplicado a los estratovolcanes por Borselli et al., (2011) y Borselli y Sarocchi (2012), ofrece nuevas perspectivas para la evaluación del grado de inestabilidad del colapso en los flancos de los edificios volcánicos.

La nueva técnica combina tres metodologías: 1) análisis de la relación masa/volumen del déficit en la estructura del volcán, en la cual se hizo uso del nuevo software VOLCANOFIT 2.0 (Borselli et al., 2011); 2) estabilidad de taludes por medio del análisis de equilibrio límite (LEM) en múltiples sectores en el volcán con SSAP 4.0 (software de análisis de estabilidad de taludes, Borselli, 2012) que considera la sobrepresión interna del fluido, la disipación (Borselli et al., 2011) y los criterios de roca de alta resistencia (Hoek et al., 2002); 3) el análisis estadístico de las fechas de los colapsos del sector ocurridos en los últimos 10.000 BP, determinados por los métodos llamados de "aritmética estocástica" (Vignes, 1993).

Estas técnicas aplicadas al Volcán de Colima indican al cuadrante SW como el sector potencialmente más inestable del edificio, en una amplia gama de escenarios. El intervalo de recurrencia de los eventos más importantes de los colapsos de los últimos 10.000 BP años, el cálculo usando el enfoque estocástico, da como resultado un intervalo de recurrencia media de 2,698 años, con un margen de incertidumbre de 180 años. El análisis anterior (Borselli et al., 2011; Borselli y Sarocchi, 2012) genera una probabilidad de colapso del sector en el intervalo entre -110 años y +345 años en comparación con la fecha actual. Esto genera una serie de escenarios que van desde optimistas, considerando un colapso en los próximos 345 años, a pesimista, derivado del retardo -110 años en comparación con la fecha actual. Sin embargo debido a nuevos fechamientos más precisos de los depósitos de avalanchas existentes (Cortes et al., 2010) es posible obtener una evaluación con una sensible reducción de incertidumbre y así obtener una evaluación más precisa del nivel de peligro debido al colapso de edificio. El nuevo enfoque propuesto puede ser aplicado a cualquier estratovolcán para la evaluación del colapso potencial de algún sector de éstos.

VUL-7

MEDICIÓN E INTERPRETACIÓN DE EMISIONES DE GAS DIFUSO EN VOLCANES ACTIVOS Y ESTRUCTURAS TECTÓNICAS ASOCIADAS: EL CASO DE LOS VOLCANES ESTRÓMBOLI Y FUEGO DE COLIMA

Jácome Paz Mariana Patricia¹, Inguaggiato Salvatore² y Delgado Granados Hugo¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Sesión de Palermo, INGV, Italia
 mapajapaz@hotmail.com

Se presenta el estudio de las emisiones difusas de CO₂ y H₂S de dos volcanes: Estrómboli (Islas Eolias, Italia) y Volcán de Fuego de Colima (México), para el cual se aplicó la técnica de medición basada en el principio de cámara de acumulación. Se midieron emisiones difusas de CO₂ y H₂S (g m⁻² d⁻¹) en un volcán ampliamente monitoreado, como lo es el volcán Estrómboli, donde se reconocieron las magnitudes de los flujos de CO₂ anómalos y ordinarios y se obtuvieron valores para el H₂S como parte de una primera exploración con este gas. Como parte final del trabajo se hicieron mediciones de emisiones difusas de CO₂ y H₂S en las faldas del volcán de Fuego de Colima con el fin de encontrar una zona de desgasificación anómala y confirmar la actividad de la falla Tamazula.

En Estrómboli se obtuvo un valor promedio de 117.9 ± 3.50 g m⁻² d⁻¹ para el flujo de CO₂, valores mínimos menores a 1 g m⁻² d⁻¹ y un valor máximo de 5050 ± 150 g m⁻² d⁻¹ cerca del campo fumarólico en la cima del volcán. Para el flujo de H₂S se obtuvo un valor promedio de 0.0046 ± 0.00030 g m⁻² d⁻¹, valores mínimo alrededor de 0.0001 g m⁻² d⁻¹ y un valor máximo de 0.025 ± 0.0125 g m⁻² d⁻¹.

En el parte suroeste del Volcán de Fuego de Colima se obtuvieron flujos bajos de CO₂ con un valor promedio de 15.7 ± 0.5 g m⁻² d⁻¹ para el flujo de CO₂, valores mínimos menores a 1 g m⁻² d⁻¹ y un valor máximo de 640 ± 32 g m⁻² d⁻¹ en el área de Barranca La Lumbre, cerca de un manantial termal. Para el flujo de H₂S se obtuvo un valor promedio de 0.00619 ± 0.00030 g m⁻² d⁻¹, valores mínimos de 0.0001 g m⁻² d⁻¹ y un valor máximo de 0.28 ± 0.014 g m⁻² d⁻¹. No se encontraron las anomalías de emisión de gas en la zona supuesta de la falla Tamazula.

Se presentan interpretaciones de los resultados obtenidos.

VUL-8

DATACIÓN DE CONOS CINERÍTICOS DEL CUATERNARIO EN EL CAMPO VOLCÁNICO LA OLIVINA, CAMARGO, CHIHUAHUA

Gallegos Aragón Martha Ivette y Espejel García Vanessa V.
Ingeniería Geológica, UACH
 marthitaiga@gmail.com

El campo volcánico La Olivina (CVO) ubicado en la porción sureste del estado de Chihuahua dentro del municipio de Camargo forma parte de la provincia Fisiográfica de Sierras y Cuencas. Compuesto por derrames y aproximadamente 300 conos cineríticos de composición basáltica de edad Terciaria, se le asigna un rango de edad que oscila entre los 4.5 y 0.09 M.a. utilizando el método 40Ar/39Ar. Estudios preliminares en conos cineríticos relativamente jóvenes en localidades con tasas de erosión bajas, han demostrado una relación entre el ángulo de pendiente y la edad de los conos; dicha relación es utilizada como un método alternativo para datación.

Utilizando el software Global Mapper, modelos de elevación digital (DEMs) y mapas topográficos digitales se midieron 30 conos del CVO. En cada cono se llevaron a cabo 6 mediciones equivalentes cada una de ellas a un perfil topográfico del cual se obtuvieron diámetro y alturas que fueron promediados; aplicando la fórmula $\theta = \tan^{-1}(h/r)$ se calcularon las pendientes con rangos entre los 4 y 15 grados que corresponden a edades entre los 215 y 82 ka. Las edades calculadas coinciden con las dataciones llevadas a cabo con métodos de isótopos radioactivos. Posteriormente se pretende continuar con la medición de conos en el CVO con la finalidad no sólo de darle mayor validez a la técnica, sino también determinar el error generado al utilizar métodos digitales.

VUL-9

PETROGRAFÍA Y GEOQUÍMICA DE LOS VOLCANES EN LA REGIÓN DE TACÁMBARO, MICHOACÁN

Guilbaud Marie-Noëlle, Siebe Claus y Salinas Salinas Sergio
Instituto de Geofísica, UNAM
 m.guilbaud@geofisica.unam.mx

La región de Tacámbaro en el estado de Michoacán se caracteriza por una intensa actividad volcánica de tipo monogenético en el Cuaternario con un mínimo de 13 erupciones en el Holoceno. Aquí presentamos los primeros resultados del análisis geoquímico (elementos mayores, menores y trazas; isótopos Sr, Nd, Pb) de los productos volcánicos en esta zona. Las rocas cubren un amplio rango de composición, desde basaltos hasta dacitas, con afinidad mayoritariamente calco-alcalina, aunque también existen rocas alcalinas. En el Cuaternario, dominan las composiciones basalto-andesíticas a andesíticas de tendencia calco-alcalina. Basaltos, dacitas, shoshonitas y otras rocas ricas en álcalis son escasas. Petrográficamente, las rocas son típicamente pobres en fenocristales, los cuales constan de olivinos, piroxenos y/o plagioclasas. Microlitos de plagioclase dominan en la matriz. Algunos productos contienen hornblendas y la flogopita ocurre abundantemente en las lavas de un sólo volcán. Estos datos se suman a un extenso trabajo previo de cartografía y fechamiento radiométrico de más de 100 volcanes, lo que permitirá descubrir patrones de distribución geográfica, tasas de emisión y su variación temporal, así como debatir los procesos que controlan la petrogénesis de los magmas en esta zona.

VUL-10

ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN MAGMÁTICA DEL COMPLEJO VOLCÁNICO CERRO PRIETO, B.C.N.

García Sánchez Laura¹, Macías Vázquez José Luis², Arce Saldaña José Luis³, Garduño Monroy Victor Hugo¹, Saucedo Giron Ricardo⁴, Layer Paul⁵ y Santiago Rocha Victor⁶

¹Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Instituto de Geología, UNAM

⁴Instituto de Geología, UASLP

⁵Geochronology Laboratory, UAF, Alaska

⁶Departamento de Geología, CFE
 monte_olimp27@yahoo.com.mx

El complejo volcánico Cerro Prieto (115° 19' W, 32° 25' N; 220 m.s.n.m.) se localiza en el extremo norte del estado de Baja California Norte, a aproximadamente 30 km al sureste de la ciudad de Mexicali y al oeste del Campo Geotérmico Cerro Prieto, el cual consta de más de 300 pozos exploratorios que producen 720 MW.

La región está dominada por fallas NW-SE con componente lateral derecha pertenecientes al sistema de fallas de San Andrés, como son Algodones, Imperial, Cucapá y Cerro Prieto. El complejo volcánico se encuentra emplazado sobre ésta última falla, de la cual se despliegan fallas secundarias con dirección NE-SW. De acuerdo a la información obtenida de los pozos exploratorios, la estratigrafía de la región consiste de las rocas más antiguas

a las más jóvenes de metasedimentos del Pérmico-Jurásico, tonalitas del Jurásico-Cretácico, granitos-granodioritas del Cretácico Superior, lutitas y limolitas con intercalaciones de arenisca del Terciario que rellenaron una cuenca "pull apart" formada por las fallas Cerro Prieto e Imperial, sedimentos clásticos no consolidados y flujos de lava del complejo volcánico Cerro Prieto del Cuaternario. Fechamientos de $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ en un par de flujos de lava del volcán indican que éste se formó hace aproximadamente 80, 000 años.

El estudio geológico estratigráfico de Cerro Prieto indica que se trata de un complejo volcánico constituido por un cono de lava, tres domos y una lava fisural. La base del complejo volcánico está formada por una lava brechada y una lava masiva de color gris oscuro con xenolitos de arenisca. Sobreyaciendo se encuentra el cono de lava que forma el edificio principal del conjunto, el cual es de color gris oscuro alterando a rojo y posee un cráter de 337 m por 387 m de diámetro y de 40 m de profundidad. Tanto los domos como la lava fisural sobrayacen y afloran al SW del cono de lava, estos están conformados por lavas en bloque de color gris oscuro que altera a rojo, son poco vesiculares y presentan grietas de enfriamiento y esterulitas.

Petrográficamente, las rocas de este complejo volcánico están constituidas por fenocristales de plg + opx + qz + anf embebidos en una matriz microlítica de plg y vidrio. La composición química de los productos del volcán es dacítica (67 a 69 % en peso de sílice).

VUL-11

ESTRATIGRAFIA, GEOMORFOLOGÍA, GEOQUÍMICA E IMPLICACIONES AL PELIGRO DEL CAMPO VOLCANICO NEJAPA, OCCIDENTE DE MANAGUA, NICARAGUA

Avellán Denis Ramón¹, Macías José Luis¹, Pardo Natalia², Scolamacchia Teresa³ y Rodríguez Dionisio⁴

¹Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM

²Institute of Natural Resources, Massey University, New Zealand

³Department of Earth and Environmental Sciences, Ludwig Maximilians Universität, Germany

⁴Instituto de Geología y Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Nicaragua
denisavellan@gmail.com

El Campo Volcánico de Nejapa (CVN) se encuentra ubicado en la parte occidental de la ciudad de Managua, Nicaragua. Este campo consiste en treinta estructuras volcánicas emplazadas a lo largo de la Falla Nejapa, en el borde occidental del Graben de Managua. La zona de estudio se centró en la porción central y sur del campo volcánico, en donde se describieron 19 estructuras monogenéticas (conos de toba, maares y conos de escoria). Las estructuras estudiadas son los volcanes Ticomo (A, B, C, D y E), Altos de Ticomo, Nejapa, San Patricio, Nejapa-Norte, Motastepe, El Hormigón, La Embajada, Asoscosca, Satélite, Refinería y Cuesta El Plomo (A y B). Se identificaron 23 erupciones en la región originadas durante los últimos ~34,000 años, 16 de las cuales, ocurrieron en el mismo campo volcánico. Los magmas emitidos tienen una composición basáltica (45.98 - 49.63 % en peso), de afinidad toleítica característico de arcos volcánicos inmaduros y afectados intensamente por fluidos provenientes de la Placa Cocos en subducción. Las 16 erupciones del CVN ocurrieron entre ~28,500 y 2,130 años AP, con una amplia recurrencia que varía de 400 a 7,000 años. La historia eruptiva en el occidente de Managua indica que en tiempos históricos, han ocurrido erupciones con un índice de explosividad volcánica (IEV) = 2, siendo las erupciones freatomagmáticas las más frecuentes, seguidas por las erupciones estrombolianas y fisurales, sin una migración preferencial. Esto sugiere que una erupción futura, podría ser de tipo freatomagmático, la cual podría afectar a mas de 500, 000 habitantes de los alrededores.

VUL-12

REVISIÓN DE LA GEOLOGÍA Y ESTRATIGRAFÍA DE LA SIERRA DE MIL CUMBRES

Gómez Vasconcelos Martha Gabriela¹, Garduño Monroy Víctor Hugo¹, Macías Vázquez José Luis² y Layer Paul W.³

¹Departamento de Geología y Mineralogía, Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

²Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM

³Geophysical Institute, University of Alaska Fairbanks, Fairbanks, AK, USA
ga8ygomez@yahoo.com

La Sierra de Mil Cumbres (SMC) está compuesta por cuatro estructuras volcánicas independientes: la Caldera de Atécuaro (CA), la Caldera La Escalera (CLE), el Complejo Volcánico Indaparapeo (CVI) y el Complejo Volcánico Garnica (CVG). Se trata de una sierra en el nororiente del estado de Michoacán orientada en dirección NE-SO, ubicada en la intersección de la porción centro-sur del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano (CVTM) y en el extremo sur de la Sierra Madre Occidental (SMO). Esta Sierra es una secuencia volcánica compleja que se originó en el Mioceno temprano, entre 23 y 13 Ma, mide ~60 km de largo por ~18 km de ancho y cubre un área de

~870 km²; está conformada principalmente por lavas andesíticas y dacíticas interestratificadas con abundantes flujos piroclásticos riolíticos y rio-dacíticos, todos de tipo calcoalcalino. Su emplazamiento fue controlado por la tectónica regional y posteriormente los depósitos volcánicos fueron cortados por los sistemas de fallas más importantes de la región (NNO-SSE, NE-SO y E-O); además representa un hiatus de actividad volcánica reciente y constituye un límite morfológico entre la cuenca del Río Lerma al N y la cuenca del Río Balsas-Cutzamala al S.

Palabras clave: Vulcanismo de Michoacán, estratigrafía volcánica, caldera, Atécuaro, La Escalera, Indaparapeo, Garnica.

VUL-13

THE OLIGOCENE SUCCESSION OF GUANAJUATO, MEXICO: A REVIEW FROM A VOLCANOLOGICAL APPROACH

Aguirre Díaz Gerardo de Jesús¹, Tristán González Margarito², Martí Molist Joan³, Martínez Reyes Juan José⁴, Labarthe Hernández Guillermo² y Sánchez Aguilar Daniel⁴

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Instituto de Geología, UASLP

³Instituto de Ciencias de la Tierra "Jaume Almera", Centro Superior de Investigaciones Científicas, España

⁴Escuela de Minas, Universidad Autónoma de Guanajuato
ger@geociencias.unam.mx

Guanajuato is well known by the gold and silver mines that have been exploited since the 16th century until now. Due to this economic benefit, geologic studies have been carried out in this place since decades ago, and it is one of the best known mining districts, with several mining operations, such as La Valenciana, Rayas, Cata, La Luz, El Cubo, Torres, Villalpando, and many more. Stratigraphy and main structures are well established, and major faults and vein systems are precisely known, in particular Veta Madre fault. Stratigraphy include a Mesozoic metamorphosed volcano-sedimentary sequence that has been interpreted as a tectonically accreted terrane; a >1000 m thick red beds sequence, apparently Eocene, interpreted as a post-orogenic continental molasse; and a mid-Tertiary volcanoclastic sequence. The pyroclastic rocks in particular have been not studied with a volcanological approach and have been misinterpreted as sedimentary deposits in classic works, such as Loseros and Calderones Formations, or rhyolitic lavas, such as Bufa rhyolite. Randall (1994) recognized these units as pyroclastic rocks and has suggested a caldera source. Our studies show that these units correspond to two main pyroclastic flow sequences, one formed by the Loseros-Bufa units, and the other by the Calderones unit. The former is rhyolitic and the later andesitic-dacitic. Loseros is composed of a series of thin-bedded to laminated pyroclastic surge deposits in continuous and concordant contact with overlying Bufa massive ignimbrite. Calderones is composed of a series of thin-bedded and lithics-rich pyroclastic surge deposits and thin ignimbrites that changes upward to more massive and thicker ignimbrites. These upper ignimbrites include heterolithic co-ignimbrite lithic lag breccias at near vent sites. On the basis of the distribution and volcanic stratigraphy observed in these pyroclastic units, it is evident that these series are products of a caldera located next to the City of Guanajuato and within the mineral district.

VUL-14

EL GRABEN DE SANTA ROSA, GTO., Y SU RELACIÓN CON EL GRABEN DE VILLA DE REYES, S.L.P.

Torres Hernández José Ramón¹ y Montoya Castillo Luis Alberto²

¹Instituto de Geología, UASLP

²Facultad de Ingeniería, UASLP
jrtorres@uaslp.mx

El Graben de Santa Rosa (GSR) está ubicado al SE del poblado de Villa de Reyes, S.L.P., tiene una orientación aproximada N45°W, con 20 Km de largo y solo 5 Km de ancho. La falla norte que limita al GSR tiene una orientación N48°W; 75°SW. La falla sur, antitética a la anterior, tiene una orientación N56°W; 60°NE. La falla sur solo presenta definición morfológica en su mitad SE, y se infiere que está sepultada su parte NW. Otras fallas menores semiparalelas a las principales, están escalonadas hacia el centro del graben. El bloque levantado del norte presenta la unidad denominada Traquita Ojo Caliente (Toc) y remanentes de la denominada Ignimbrita Santa María (Tis), la cual constituye el piso del GSR. El bloque levantado sur presenta lavas riolíticas de la denominada Riolita San Miguelito, de amplia distribución en la sierra de San Miguelito al NW del Poblado de Villa de Reyes, S.L.P. Dentro del graben, fallas de orientación N46-48°E (casi ortogonales con respecto a las principales) con inclinaciones de 70°NW y 70°SE, escalonan internamente las unidades antes mencionadas, formando fosas y pilares con saltos verticales de centímetros a escasos metros (<10 m). El graben de Villa de Reyes (GVR) cuya orientación general es N35°E trunca en su parte oeste al GSR.

El relleno del Graben de Santa Rosa (<200 m) es principalmente volcánico, pero tiene intercalados algunos depósitos de material epiclástico. Una columna

compuesta del relleno del graben es como sigue: en la mitad inferior está constituida por depósitos de flujos piroclásticos sin soldar, e interstratificados. No se observa entre estos a depósitos piroclásticos de caída. En la mitad superior presenta dos horizontes con coladas de basalto que se intercalan con depósitos epiclásticos (ceniza removilizada y clastos) poco consolidados y débilmente cementados, y con depósitos de flujos piroclásticos sin soldar, algunos de los cuales son ricos en líticos. En esta mitad superior si presenta depósitos piroclásticos de caída aérea, dentro de los que destaca un horizonte de ceniza blanca de granulometría fina (del tamaño de arena fina). La secuencia culmina con una ignimbrita de alto grado de soldamiento de amplia distribución regional, denominada Ignimbrita Panalillo.

La secuencia expuesta por erosión en el GSR está sepultada en el GVR, y ha sido cortada parcialmente por pozos perforados para agua, evidenciando que el primer graben está levantado respecto del segundo. Así mismo, las fallas escalonadas de orientación N69°E, 66°NW en la margen este del GVR, en el frente de la sierra de Galera (al este Villa de Reyes, S.L.P.), evidencian que el desarrollo del GVR fue posterior al GSR, porque corta y baja estructuralmente a las secuencias expuestas en el.

VUL-15

MODELADO NUMÉRICO DE LA ERUPCIÓN PLINIANA QUE DIO ORIGEN A LA PÓMEZ TOLUCA INFERIOR EN EL VOLCÁN NEVADO DE TOLUCA

Aparicio Juárez Rosa María, Bonasia Rosanna y Capra Lucia

Centro de Geociencias, UNAM

romapju@geociencias.unam.mx

El Nevado de Toluca se sitúa en el límite entre el sector central y oriental del Cinturón Volcánico Trans Mexicano (CVTM), es un estratovolcán de composición andesítico-dacítica considerado como un volcán activo en estado de quietud. A partir de los últimos 42 mil años el volcán ha sufrido cinco colapsos de domos y cuatro erupciones plinianas. En particular, las erupciones ocurridas hace 24.500 años AP (Pómez Toluca Inferior) y 10.500 años AP (Pómez Toluca Superior) originaron depósitos de caída de gran volumen y extensión, cuyas isopacas muestran un eje de dispersión hacia el NE.

El presente trabajo se enfoca en el modelado numérico de la erupción pliniana que dio origen al depósito de caída 'Pómez Toluca Inferior'. A partir de las características del depósito, se obtuvieron los parámetros y características de la columna eruptiva por medio de un método de inversión numérica. Con estos parámetros se llevó a cabo el modelado numérico utilizando el código HAZMAP, basado en una solución de la ecuación semi-analítica Advección Difusión Sedimentación (ADS). En particular, se obtuvieron los mapas de isopacas y de probabilidad utilizando los parámetros de entrada obtenidos por el método de inversión (masa total, volumen, altura de la columna y coeficiente de difusión). Los perfiles de vientos utilizados para los mapas de probabilidad se obtuvieron de la base de datos de re análisis NCEP/NCAR (desde 2000 al 2010). Los resultados muestran que un escenario parecido a la PTI, afectaría a zonas aledañas al volcán como algunos pueblos y a la ciudad de Toluca, las cuales suman un total aproximado de 1,124,883 habitantes así como también provocar daños a infraestructura, la pérdida de la cosecha, la interrupción y cierre de carreteras y aeropuertos, específicamente cuando se supera los 10 cm de acumulación de ceniza (correspondiente al umbral de carga de 100 kg/m² con una probabilidad del 10%). Este trabajo representa una contribución útil en el desarrollo de mapas de riesgos para un escenario de erupción con las características de la PTI.

VUL-16

SIMULACIÓN MEDIANTE LAHARZ, DE UN LAHAR VOLUMINOSO EN EL VOLCÁN SAN MARTÍN TUXTLA, VERACRUZ

Sieron Katrin¹ y Rodríguez Elizarrarás Sergio²

¹Centro de Ciencias de la Tierra, UV

²Instituto de Geología, UNAM

ksieron@gmail.com

El volcán San Martín (VSM) se localiza en el Campo Volcánico de Los Tuxtlas, en las coordenadas geográficas 18°33' latitud norte y 95°12' longitud oeste en el Estado de Veracruz, México. El volcán tiene forma de escudo, una altura de 1650 m s.n.m., un cráter con un diámetro de aproximadamente 1 km y está cubierto por un bosque tropical.

Aunque el cono principal del San Martín se compone predominantemente de lavas basálticas, el volcán ha experimentado episodios de erupciones explosivas como las ocurridas durante fases iniciales de la última erupción histórica en 1793.

Los diferentes tipos de peligros asociados a la actividad del VSM incluyen los relacionados con los flujos de lava, la caída de ceniza, así como lahares primarios y secundarios.

El clima de la región varía entre tropical y subtropical-húmedo debido al rango amplio de altitud. La precipitación anual es alta, alrededor de 4500 mm de

acuerdo con datos obtenidos de la Estación Biológica Tropical. La mayoría de la precipitación cae en la temporada de lluvias entre junio y febrero. Estas condiciones climáticas favorecen todo tipo de procesos de remoción en masa, incluyendo los lahares.

En este trabajo se presentan los resultados de un estudio sobre la ocurrencia de lahares en los flancos del VSM y las áreas afectadas en caso de una nueva actividad volcánica.

Debido a las características topográficas de las laderas del VSM, la mayoría de los depósitos de lahar y flujos hiperconcentrados se encuentran en los flancos SW y N. Cartografiar estos depósitos en muchas ocasiones es difícil debido a su escasa conservación, ya que los intensos procesos erosivos que ahí ocurren dejan solo bloques y algunos afloramientos aislados.

Los depósitos distales de uno de los lahares más voluminosos del VSM se encuentran distribuidos en el flanco SW. Un paleosuelo que subyace al depósito de lahar ha sido fechado por el método de ¹⁴C en 1,180 ± 35 años AP. Las características del depósito sugieren un emplazamiento como flujo hiperconcentrado que relleno un paleo-valle con material de grano fino, cuyo espesor máximo supera los 2 m. El volumen del depósito se estimó en 6.3 x 10⁶ m³ y se usó para simular un lahar de estas dimensiones con la topografía actual usando LAHARZ.

Los resultados de esta simulación indican que un lahar de estas dimensiones en la actualidad, afectaría varias ciudades y pueblos de la región, incluyendo a Santiago Tuxtla. La ocurrencia de lahares de volúmenes similares se esperaría después de una reactivación del volcán San Martín.

VUL-17 CARTEL

ANÁLISIS PRELIMINAR DE LA SISMICIDAD DEL AÑO 2010 DEL VOLCÁN SAN MARTÍN TUXTLA, VERACRUZ

Espíndola Castro Juan Manuel¹, Álvarez del Castillo de Pina Enrique² y Zamora Camacho Araceli¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Facultad de Ciencias, UNAM

jmec@unam.mx

El volcán San Martín Tuxtla –perteneciente al Campo Volcánico de Los Tuxtlas en el sureste del estado de Veracruz-ha tenido dos erupciones históricas en 1664 y en 1793, ambas representando un severo riesgo para la población. Se ha afirmado que su huella geoquímica lo excluye –junto al resto de los edificios de origen volcánico pertenecientes a la sierra de Los Tuxtlas- del Eje Neovolcánico Transversal. A lo largo de los últimos diez años se ha instalado en los alrededores del volcán una red sísmica para poder monitorear cualquier actividad presente en la región, sea de origen tectónico, volcánico o tectono-volcánico. Durante el periodo que comprende este estudio –año 2010- se contó con tres estaciones GURALP CMG 6TD a 20mps.

Las estaciones operaron durante todo el año, para elegir los eventos se necesita que estén presentes en las tres estaciones y que la diferencia entre los arribos de las ondas P y S es menor o igual a los 3 segundos. Después de haber seleccionado los eventos, se localizaron y se calculó la magnitud.

Este trabajo representa un primer paso en el cálculo de la distribución estadística de sismos volcánicos para el caso del San Martín Tuxtla durante el 2010. Los datos recabados serán utilizados posteriormente para una estimación del valor del parámetro b ampliamente utilizado en sismología para determinar las implicaciones que este tiene en la distribución de magnitudes sísmicas y en el peligro volcánico. Se tiene registro que en la erupción de 1793 hubo una nube de cenizas tal que a mediodía se tuvieron que encender velas dada la falta de luminosidad. El valor de b nos describiría la morfología de la litósfera debajo del edificio volcánico en cuestión así como del estado de esfuerzos presente en esta.

VUL-18 CARTEL

INSTALACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE BANDA ANCHA PARA LA RED DE MONITOREO SÍSMICO DEL VOLCÁN PICO DE ORIZABA

Córdoba Montiel Francisco¹, Valdés González Carlos², Estrada Castillo Jorge Alberto², Guevara Ortiz Enrique³, Mendoza Carvajal Antonio de Jesús¹, Alarcón Ferreira Ana María¹ y Mora González Ignacio¹

¹Centro de Ciencias de la Tierra, UV

²Servicio Sismológico Nacional

³Centro Nacional de Prevención de Desastres

fcordoba@uv.mx

El 29 de agosto de 2003 se instaló en el flanco este del volcán Pico de Orizaba la tercera caseta de telemetría sísmica (19°02'17.4" Norte y 97°14'18.5" Oeste, a una altitud de 4100 msnm) denominada Cabaña de Manuel (POM) y con la que se conformó la red básica de monitoreo de este volcán en conjunto con sus predecesoras: la estación de componente vertical Halcón (POHV) en la cara norte y la estación triaxial de periodo corto Chipe (POC) ubicada al sur del

edificio volcánico. La estación POM constó de un sismómetro vertical de periodo corto y equipo de telemetría analógica con subportadora de audio de 1360 Hz, radio calidad de voz con portadora de 412.000 MHz y antena unidireccional de alta ganancia. Por la ubicación de esta estación, la recepción continua de datos se ha realizado en el Centro de Ciencias de la Tierra de la Universidad Veracruzana (CCTUV) en la ciudad de Xalapa, Veracruz. La red de monitoreo sísmico del volcán Pico de Orizaba actualmente se encuentra a cargo del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y el CCTUV.

En este trabajo se presentan las actividades realizadas como parte del reforzamiento de la instrumentación para el monitoreo sísmico del volcán Pico de Orizaba en las que participan el CENAPRED, el Servicio Sismológico Nacional (SSN) y el CCTUV con el apoyo de la Secretaría de Protección Civil del estado de Veracruz; que forman parte del plan preventivo que se lleva a cabo en esta entidad enfocado a la vigilancia permanente de los dos volcanes activos localizados en el territorio veracruzano: el Pico de Orizaba y volcán San Martín Tuxtla. En el caso del primero, dada su importancia y antecedentes, entre las medidas adoptadas, se propuso realizar el reemplazo del sensor de periodo corto instalado originalmente por un sismómetro de banda ancha GURALP CMG-6TD. Este cambio de sensor tuvo también como consecuencia la sustitución de la telemetría analógica por radios digitales de acuerdo con el formato de los datos empleado por el nuevo sismómetro. El esquema de comunicaciones se mantiene idéntico en cuanto a la recepción directa de los datos en el Puesto Central de Registro del CCTUV.

Es importante destacar que por la relevancia de los datos para el monitoreo y estudio del volcán, así como la tectónica y la sismicidad local y regional, los datos se transmitirán vía internet en tiempo real al CENAPRED y al SSN.

VUL-19 CARTEL

TILT CHANGES DURING THE 2004-2007 SEQUENCE OF EXTRUSIVE-EXPLOSIVE EPISODES AT VOLCÁN DE COLIMA, MEXICO

Ramírez Ruíz Juan José, Santiago Jiménez Hydyn,
Alatorre Chávez Eliseo y Breton González Mauricio
Observatorio Vulcanológico, UCOL
ramirez@ucol.mx

Measurements of deformation tilt changes during the period 2004-2010 at Volcán de Colima (Mexico) was carried out to determine the origin of the activity during this period that is characterized by a sequence of effusive-explosive episodes. These sequences occurred on October 2004 and February 2007 was registered by sequences of inflation-deflation principally on two tilt sensors deployed around the volcano edifice. The tiltmeter net used in this study is composed of 5 sensors deployed around the volcano edifice at altitudes of 3060 masl (COIA), 3200 masl (PCJ1), 2590 masl (PC02), 2200 masl (EHJ1) and 2070 masl (PC01). The tilt net is deployed since 1999 until 2004. Due to the reliability of registers we selected the more stable sensors registers (COIA and EHJ1) to determine the tilt changes. The activity of the Volcán de Colima during this period 2004-2010 can be summarized by the occurrence of two lava extrusions in October 2004 and February 2007, and explosive activity sequences in year 2005. After the extrusion on February 2007 a deflation phase is registered with the tilt sensors

VUL-20 CARTEL

DINÁMICA ERUPTIVA DEL MAAR JOYA HONDA, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Saucedo Girón Ricardo¹, Torres Hernández José Ramón¹,
Macías Vázquez José Luis², Gómez Villa Wilfredo¹, Sarocchi
Damino¹, Carrasco Núñez Gerardo¹ y Castro Govea Renato³

¹Universidad Autónoma de San Luis Potosí

²Universidad Nacional Autónoma de México

³Instituto Mexicano del Petróleo
rgiron@uaslp.mx

El mar Joya Honda (JH), se localiza en el centro de México, 35 km al N-NE de la Ciudad de San Luis Potosí, forma parte del vulcanismo alcalino monogenético del campo volcánico cuaternario denominado Ventura-Espíritu Santo. El cráter Joya Honda, contrasta radicalmente con la morfología local formada por lomas bajas y redondeadas constituidas por calizas fuertemente plegadas. El cráter es de forma elíptica con un eje mayor de ~1300 m orientado al NE-SW y un eje menor de ~880 m, con una profundidad máxima de ~270 m. Los depósitos proclásticos de JH se encuentran distribuidos principalmente hacia el NW-NE, a más de 7km de la fuente, cubriendo discordantemente a las calizas cretácicas que afloran en área. De la misma forma, sobre el borde del cráter los espesores son claramente más gruesos en los flancos NE-NW (>80 a ~60 m), que en los flancos SW y SE (1 a 15 m).

Un análisis estratigráfico-textural de los productos piroclásticos proximales y distales del maar JH (densidad, vesicularidad, granulometría, análisis de componentes, y morfológico con SEM), mostró claras discordancias verticales y laterales en los depósitos que conforman las diferentes fases eruptivas.

Los líticos juveniles en los depósitos presentan una amplia dispersión en vesicularidad, densidad y morfología, así como en parámetros granulométricos y de componentes, lo que en algunos casos no permiten definir con certeza el mecanismo eruptivo que los generó, lo que a su vez expone la complejidad de la actividad eruptiva que formó esta estructura volcánica.

Las evidencias hacen concluir que el proceso de formación del maar Joya Honda fue el producto de una serie de episodios magmática y freatomagmáticas que al inicio funcionaron de forma alterna y al final posiblemente de forma simultánea. Los cambios en la dinámica eruptiva del maar Joya Honda, seguramente responden a variaciones espacio temporales en el valor de la relación agua-magma, lo que al mismo tiempo debió estar subordinado a factores tales como; la velocidad de ascenso del magma, razón de descarga del magma y volumen de agua disponible en el subsuelo, así como a las características geológico estructurales del entorno y morfológica del sistema de conductos. La distribución y característica texturales de los depósitos, solo se entiende en la lógica de una serie de conductos separados operando de forma alternada o simultáneamente, en este último caso posiblemente a lo largo de una fisura.

VUL-21 CARTEL

UN VISTAZO AL CONO CITLALTÉPETL Y SU ESTADO ACTUAL

Mendo Pérez Gerardo Manuel¹ y Arciniega Ceballos Alejandra²

¹Facultad de Ingeniería, BUAP

²Departamento de Vulcanología, Instituto de Geofísica, UNAM
gerardomendo@gmail.com

El Pico de Orizaba o Citlaltépetl ("Montaña de la Estrella" en náhuatl) es un estratovolcán perteneciente al Cinturón Volcánico Mexicano, siendo la montaña más alta de México tiene una altura de 5685 m.s.n.m., y se localiza en el límite entre los estados de Puebla al este y de Veracruz al oeste, cerca de la ciudad de Orizaba. Durante mucho tiempo este volcán ha permanecido en estado de reposo sin actividad significativa, sin embargo esto no significa que no haya tenido actividad alguna. Desde su formación hasta el día de hoy, el Pico de Orizaba ha sufrido diferentes fases de construcción y colapso, que van desde derrames de lava hasta explosiones de gran magnitud; dichos eventos conforman tres etapas principales de formación de la estructura actual: la formación de los conos Torrecillas, el Espolón de Oro y Citlaltépetl con edades de formación de 1, 000, 000 años, 100, 000 años y 19, 000 años, respectivamente (Carrasco y Ban, 1994; Carrasco, 2000).

En el presente trabajo se describe la actividad eruptiva asociada con la estructura volcánica a partir de la formación del cono Citlaltépetl. Esta actividad se deduce de la formación estratigráfica de los eventos que dieron origen a la Ignimbrita Citlaltépetl (Carrasco y Rose, 1995) y a la denominada Pómez Citlaltépetl (Carrasco y Rossotti, 2005).

La Ignimbrita Citlaltépetl se conforma por un miembro inferior que se compone de al menos cuatro unidades de flujo piroclástico, un lahar y un paleosuelo; un miembro superior compuesto por capas de escorias y pómez redondeadas que presentan menor cantidad de vesículas en comparación a las de los miembros suprayacentes; estos dos miembros se encuentran separados por un depósito de caída en la parte central. La Pómez Citlaltépetl se compone por una secuencia alternante de pómez y flujo piroclástico que varía en espesor desde pocos centímetros hasta algunos metros. La última actividad de gran actividad se presentó en el año de 1687 (Mooser, et. al., 1958; Ordoñez, 1984), después la actividad disminuyó. Fue hasta el año de 1937 (Marden, 1940), que presentó expulsión de material incandescente y temblores. A partir de esa fecha y hasta el día de hoy el Pico de Orizaba se ha mantenido en relativo reposo con ocasionales eventos sísmicos de baja magnitud asociados con actividad fumarólica con olor a azufre (Waitz, 1910; 1911). Actualmente cuenta con estaciones de registro sísmico y geodésico, operadas por el CENAPRED y el Instituto de Geofísica, UNAM. La sismicidad es registrada por dos estaciones de periodo corto; la estación Halcón y la estación Chipe localizadas en los flancos Norte y Oeste respectivamente.

VUL-22 CARTEL

ESTUDIO VULCANOLÓGICO DEL FLUJO DE PÓMEZ CUAUHTÉMOC EN EL SECTOR SE DEL COMPLEJO VOLCÁNICO TLÁLOC-TELAPÓN

Reyes Agustín Gabriela¹, García Tenorio Felipe² y Macías José Luis³

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Ticomán, IPN

³Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM
super_gaby_02@hotmail.com

El volcán Tláloc es un estratovolcán de 4,120 msnm de altura, situado en la parte centro-oriental del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano, al norte de la Sierra Nevada, forma parte del Complejo Volcánico Tláloc-Telapón. El volcán Tláloc ha tenido erupciones piroclásticas importantes en el Pleistoceno tardío. Uno de los eventos piroclásticos más recientes lo constituye la secuencia eruptiva Flujo de Pómez Cuauhtémoc (FPC). Fechamientos de radiocarbono, indican

que esta erupción tuvo lugar entre 21,000 y 25,000 años AP. La secuencia eruptiva FPC, consistió de tres fases: 1. El establecimiento de una columna de erupción, que dispersó depósitos de caída de pómez alternados con explosiones freatomagmáticas, 2. Colapso de la columna eruptiva con emplazamiento de dos flujos piroclásticos (Flujo de Pómez Cuauhtémoc) en dos diferentes vertientes del volcán y 3. Culminación de la erupción con el emplazamiento de una columna de erupción, depositando pómez de caída con alternancia de oleadas piroclásticas. Los tres eventos eruptivos se localizan hacia el sur-sureste del volcán, en la parte noroeste de la Cuenca de Puebla. Los depósitos de caída consisten de pómez vesicular, color gris claro a gris oscuro, de lapillis y cenizas gruesas y finas de composición riolítica (71.68 a 74.23%, en peso de sílice). La asociación mineralógica de la pómez, consta de plagioclasas, biotita, cuarzo, feldespato potásico y piroxenos. Es probable que los principales procesos de evolución magmática de este evento, hayan sido por cristalización fraccionada y mezcla de magmas.

VUL-23 CARTEL

ESTUDIO VULCANOLÓGICO DE LOS DEPÓSITOS DE FLUJOS DE BLOQUES Y CENIZAS "SAN FRANCISCO" Y "CHICOLAPAN" DEL SECTOR SUR-OESTE DEL COMPLEJO VOLCÁNICO TLÁLOC-TELAPÓN

López Pizaña Fabiola¹, García Tenorio Felipe² y Macías José Luis³¹Ciencias de la Tierra, ESIA²Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Ticomán, IPN³Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM

flopez_072@hotmail.com

El complejo Volcánico Tláloc-Telapón, localizado en la parte centro-oriental de la Faja Volcánica Trans-Mexicana (FVTM), en la Sierra Nevada, comprende dos estratovolcanes principales orientados NNW-SSE, Tláloc al norte y Telapón al sur. El estratovolcán Telapón ha tenido diferentes fases de actividad volcánica, tanto efusiva como explosiva durante el Pleistoceno, está conformado por lavas que varían de andesitas-dacitas porfídicas a andesitas-dacitas vitrofídicas. Una de sus fases eruptivas más importantes ocurrió durante el Pleistoceno Temprano (hace > 1 y 0.9 Ma), con actividad efusiva, y emplazando una serie de domos en su parte noroeste, conformando así los Domos Yeloxóchitl. La evolución de estos domos, dieron origen a dos diferentes erupciones piroclásticas: a) Flujo de Bloques y Cenizas San Francisco (FBC SF), datado en >1 Ma (Ar/Ar), se extendió más de 15 km de la fuente (Domos Yeloxóchitl), formó extensos abanicos piroclásticos, que alcanzaron espesores de 15 m, hacia la vertiente oeste, hacia la cuenca de México. La erupción estuvo acompañada por oleadas piroclásticas y lahares, los cuales se depositaron en la cima de la secuencia piroclástica. Después de un periodo de reposo de 0.1 Ma se emplazaron los b) Flujos de Bloques y Cenizas Chicoloapan (FBC CH) fechados en aproximadamente 0.9 Ma (Ar/Ar), se movilaron en dos secuencias principales a distancias de más de 15 km de la fuente, alcanzando espesores de hasta 9 m, recubriendo al FBC SF y fueron acompañados por oleadas piroclásticas. El evento eruptivo de FBC SF inició con un magma de composición dacítica (67.09 % en peso de SiO₂) y cambió a una composición riolítica (70.16 % en peso SiO₂). Los FBC CH, iniciaron con un magma de composición dacítica (65-66 % de SiO₂) y finalizaron con una composición andesítica (62.68 % de SiO₂). Procesos como cristalización fraccionada fueron importantes en la evolución de estos magmas. Por su parte, asociación de fenocristales en desequilibrio en las rocas, sugieren que la evolución magmática de los eventos San Francisco y Chicoloapan pudo haber sido desencadenada por una mezcla de magmas.

VUL-24 CARTEL

ESTUDIO VULCANOLÓGICO DEL SECTOR OESTE DE LA SIERRA DE TLAXCO, CENTRO DE MÉXICO

García Tenorio Felipe, Camargo Espinoza Zury,
Eliás García Elizabeth y Ledesma Herrera KarinaEscuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Ciencias de la Tierra, Unidad Ticomán, IPN
felizta@hotmail.com

La Sierra de Tlaxco situada en la parte central este del Cinturón Volcánico Transmexicano, al norte del estado de Tlaxcala, comprende a una zona volcánica con magmatismo dacítico y basáltico poco estudiada en el centro de México. El sector oeste de la Sierra de Tlaxco está comprendido por un vulcanismo poligenético de complejos dómicos con edades del Mioceno Medio y por un vulcanismo monogenético de conos de escorias, lavas fisurales y conos de lavas de edades del Pleistoceno. El vulcanismo del Mioceno Medio esta conformado por dos estructuras volcánicas principales: A) Las Águilas-Capitzo- La Peñuela y por B) Peñas Coloradas-El Mirador, con al menos 16 domos laterales para la primera estructura volcánica y 10 domos laterales para la segunda. El vulcanismo del Pleistoceno esta comprendido por alrededor de 62 aparatos volcánicos monogenéticos parásitos a las estructuras volcánicas del Mioceno Medio. La composición de las rocas del Mioceno Medio varían de andesitas (60.5 % SiO₂) a dacitas (68.29% de SiO₂) de anfíbol, y las rocas del Pleistoceno varían de basaltos de olivino a andesitas-basálticas. El magmatismo del Mioceno Medio esta controlado estructuralmente por fallas

normales NW-SE y NE-SW, y el magmatismo del Pleistoceno por fallas normales NE-SW. La Sierra de Tlaxco es un área volcánica poco estudiada de los estados de Tlaxcala y Puebla, en el presente trabajo se presenta una contribución a la geología del sector oeste de la Sierra de Tlaxco, la cual presenta una alta densidad de vulcanismo con 88 centros eruptivos, por medio de cartografía volcánica a detalle y datos petrológicos.

VUL-25 CARTEL

CAMBIOS MINERALÓGICOS Y COMPOSICIONALES EN LAS ERUPCIONES QUE FORMARON EL VOLCÁN EL ESTRIBO Y SUS IMPLICACIONES EN EL CAMPO VOLCÁNICO MICHOACÁN GUANAJUATO

Osorio Ocampo Susana¹, Macías Vázquez José
Luis², Pola Antonio² y Cardona Melchor Silvestre¹¹UMICH²UNAM

susana.os@hotmail.com

El Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato (CVMG) representa la parte central del Cinturón Volcánico Transmexicano (CVTM), este vulcanismo comenzó en el Plioceno tardío y continúa hasta el Reciente con la erupción histórica del volcán Parícutin. El CVMG se caracteriza por tener un vulcanismo más básico que en el resto del CVTM y en donde la mayoría de las rocas están clasificadas como basaltos olivínicos y andesitas olivínicas.

El volcán El Estribo se localiza al sur del CVMG, al noroccidente del municipio de Patzcuaro Michoacán, posee un diámetro de 15 km aproximadamente y una altura de 2440 msnm. Este volcán sufrió un colapso en dirección E-W a causa de la reactivación del sistema de fallas Morelia-Acambay, el cual forma las cuencas de los lagos de Cuitzeo, Patzcuaro y Zirahuen, y para la zona de estudio se conoce como el Graben Jaracuaro-Patzcuaro, caracterizado por fallas normales en dirección E-W con bloques que se deslizan hacia el norte. Por las observaciones geomorfológicas realizadas con ayuda de MDE, Ortofotos, Anaglifos, Modelos Sombreados y verificación en campo es evidente que esta estructura volcánica se construyó por dos erupciones diferentes.

La parte basal está conformada por flujos de lavas, los cuales mineralógicamente están constituidos por ortopiroxeno, clinopiroxeno, plagioclasas y en menor proporción, casi ausente, olivino. El cono cinerítico está conformado por depósitos piroclásticos y pequeños derrames de lava donde se observaron olivinos, ortopiroxenos, plagioclasas y en menor porcentaje clinopiroxenos.

La primera erupción fue efusiva tipo hawaiano que formó un cono tipo semiescudo, y la segunda, una erupción explosiva tipo estromboliana que dejó como resultado un cono cinerítico.

Las dos fases eruptivas de El Estribo son confirmadas con análisis petrográficos con los que se encontraron diferencias mineralógicas y análisis cuantitativos realizados mediante Microsonda Electrónica encontrándose diferencias composicionales entre ambas erupciones, siendo la erupción del cono cinerítico mas básica con más contenido en Magnesio y la del cono escudo mas acida con mayores contenidos de Calcio y Aluminio, lo que indica que la formación del volcán ocurrió a causa de dos erupciones que posiblemente sufrieron evolución diferente durante su ascenso o que provienen de dos cámaras magmáticas distintas.

Sesión Especial

ESTUDIOS OCEANOGRÁFICOS DE LA CORRIENTE DE CALIFORNIA

Organizadores:

Bertha Lavaniegos E.
Reginaldo Durazo A.
Gilberto Gaxiola Castro

SE01-1

LA CORRIENTE DE CALIFORNIA; MODELACIÓN NUMÉRICA

Pares Sierra Alejandro, Gómez Valdivia Felipe y Flores Morales Ana Laura
Departamento de Oceanografía Física, CICESE
 apares@cicese.mx

Analizamos y describimos la variación estacional e interanual de la corriente de California a partir de 28 años (1980-2007) de datos de una corrida del modelo hidrodinámico ROMS. El modelo fue forzado en la superficie con vientos y flujos de calor de NARR y en sus fronteras abiertas con datos del modelo global de circulación oceánica SODA. Describimos las características estacionales del sistema con énfasis en la zona costera (corriente, subcorrientes y contracorrientes costeras) y especialmente en cuanto a su variación interanual. Describimos la variación interanual del promedio y de la amplitud de la zona de transición entre la corriente de California y las corrientes nor-ecuatoriales. Usamos extensivamente la salinidad, a mas de la temperatura, para identificar la intrusión de agua ecuatorial durante periodos del Niño. Encontramos correlación significativa entre el Niño y la amplitud de esta zona de transición, con una clara correspondencia de la contracción y desplazamiento promedio hacia norte de la zona con la fase caliente de la variación interanual.

SE01-2

DINÁMICA TEMPORAL DEL FLUJO DE CARBONO A TRAVÉS DE LA COMUNIDAD MICROPLANCTÓNICA EN UN SISTEMA DE SURGENCIA COSTERA DE BAJA CALIFORNIA

Linacre Rojas Lorena¹, Lara Lara J. Rubén², Landry Michael¹,
 Hernández Ayón J. Martín³ y Bazán Guzmán Carmen²

¹*Scripps Institution of Oceanography, University of California at San Diego, USA*

²*Departamento de Oceanografía Biológica, División de Oceanología, CICESE*

³*Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC*

lorenalinacre@gmail.com

Durante 6 cruceros oceanográficos realizados entre septiembre 2007 y noviembre 2008 en el sistema de surgencia costera (estación ENSENADA) localizado frente a la región norte de Baja California, México, se investigó la dinámica temporal del flujo de carbono transferido a través de la trama trófica microbiana. En esta zona de estudio, se llevaron a cabo estimaciones de biomasa de carbono de los grupos autotróficos mayoritarios desde pico- a micro-fitoplancton (0.2-200 μm) y de sus principales consumidores del microzooplancton, basados en análisis de citometría de flujo, análisis de pigmentos con HPLC y microscopía de epifluorescencia. Mediante incubaciones in situ por un periodo de 24 horas dentro de la zona eufótica, se determinaron además, las tasas específicas de crecimiento y pastoreo para cada grupo fitoplanctónico, utilizando la técnica de dilución abreviada de 3 tratamientos. Mediante la biomasa de carbono y las tasas instantáneas de crecimiento y pastoreo fueron estimadas las tasas diarias de producción primaria para cada grupo fitoplanctónico, así como sus pérdidas diarias causadas por el pastoreo del microzooplancton. En general, se encontró en esta región un cercano balance entre la biomasa microbiana de origen autotrófico con respecto al componente heterotrófico, excepto durante un periodo de fuerte surgencia costera (abril 2008), cuando se vio favorecida la presencia de células fitoplanctónicas más grandes y se alcanzaron los valores más altos de producción primaria. A través de un amplio rango de condiciones ambientales, la producción primaria (PP), atribuida tanto a fitoplancteres pequeños (principalmente pico-fitoplancton y prasinofitas) como a células autotróficas más grandes (mayormente diatomeas y dinoflagelados), fue consumida significativamente ($78 \pm 9\%$ de PP) por ciliados y flagelados (incluyendo dinoflagelados) menores y mayores a 20 μm , respectivamente, evidenciando así un cambio temporal complementario en el tipo de consumidor que se acopló a la estructura de fitoplancton dominante. Esto es, células grandes de diatomeas fueron fuertemente consumidas por ciliados y dinoflagelados de mayor tamaño (>20 μm) durante los 2 periodos más productivos (septiembre 2007 y abril 2008), mientras que en periodos más oligotróficos (noviembre 2007-enero 2008), células de pico- y nano-fitoplancton fueron mayormente consumidas por ciliados pequeños y nanoflagelados. Así, la producción de carbono biogénico en este ecosistema es transferida a través de una trama trófica multivora. Consecuentemente, este sistema de surgencia costera de Baja California podría ser ineficiente en el secuestro de carbono hacia el océano profundo o en la transferencia de carbono orgánico hacia los niveles tróficos superiores.

SE01-3

DINÁMICA DE NUTRIENTES INORGÁNICOS (NO₃, PO₄, Si(OH)₄) EN LA BAHÍA TODOS SANTOS, BAJA CALIFORNIA: UNA REGIÓN INFLUENCIADA POR SURGENCIAS COSTERAS

Torres Delgado Eunise Vanessa, Delgadillo Hinojosa Francisco,
 Camacho Ibar Víctor, Huerta Díaz Miguel Angel, Segovia Zavala
 José Antonio, Hernández Ayón José Martín y Galindo Bect Salvador
Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC
 eunise.torres@uabc.edu.mx

La Bahía de Todos Santos (BTS) se localiza en la zona costera de la región noroccidental de Baja California, la cual se caracteriza por la riqueza de sus aguas a consecuencia del fenómeno de surgencia. Aquí se presentan los resultados de cuatro cruceros oceanográficos que se realizaron a bordo del B/O Francisco de Ulloa (Agosto y noviembre de 2008 y Febrero y junio de 2009), con el objetivo de estudiar la variación estacional de la concentración de los nutrientes inorgánicos en la BTS y su asociación con el fenómeno de surgencia en el océano adyacente. En cada estación de muestreo (20 en total), se realizaron lances hidrográficos de CTD y de botellas Niskin para la recolecta de muestras de agua desde la superficie hasta un máximo de 200 m. En el laboratorio, la cuantificación de los nutrientes inorgánicos (NO₃, PO₄, Si(OH)₄) se realizó siguiendo los métodos colorimétricos estándar. Los perfiles de temperatura y salinidad indicaron que la columna de agua estuvo estratificada para el periodo primavera-verano y fue verticalmente más homogénea durante el periodo de otoño-invierno. La temperatura y salinidad también mostraron que ocurre un confinamiento del agua en el interior de la bahía, con valores más altos en el verano (21.0 °C y 33.65) que durante el invierno (14.5 °C y 33.46). Los perfiles de NO₃, PO₄ y Si(OH)₄ presentaron una distribución vertical típica, con valores bajos en la superficie y altos en el fondo. Además, las concentraciones superficiales más altas se registraron en primavera (1.0 μM NO₃, 0.8 μM PO₄ y 5 μM Si(OH)₄) relacionadas a la época en que el fenómeno de surgencia ocurre con mayor intensidad en la región, mientras que las más bajas se obtuvieron en verano (0.5 μM NO₃, 0.5 μM PO₄ y 5 μM Si(OH)₄) asociadas a la estratificación de la columna de agua y el consumo por el fitoplancton en la parte interna de la BTS. La razón N:P varió de verano a primavera lo cual podría ser el resultado de los cambios estacionales en la composición de la comunidad fitoplanctónica en el interior de la bahía. Finalmente, el análisis de las razones N:P y Si:N de todo el muestreo (N:P = 14.6; Si:N = 0.79) indicó que existe un exceso de 0.6 μM de PO₄ y que el nutriente limitante para la producción primaria en la Bahía de Todos Santos fue el nitrato.

SE01-4

VARIACIÓN ESPACIAL Y ESTACIONAL DE LA TRAMPA DE SURGENCIAS EN LA BAHÍA DE TODOS SANTOS, B.C.

Pérez Brunius Paula¹, Calva Chávez Miriam Alin¹, López Mariscal
 Manuel¹, Candela Pérez Julio¹ y García Mendoza Ernesto²

¹*Departamento de Oceanografía Física, CICESE*

²*Departamento de Oceanografía Biológica, CICESE*

brunius@cicese.mx

La Bahía de Todos Santos es un cuerpo semicerrado localizado en la costa occidental de Baja California. Las Islas de Todos Santos separan a la bahía en dos entradas, las cuales se encuentran adyacentes a regiones de surgencias costeras. Los vientos soplan favorables a las surgencias durante todo el año, con máximos en primavera y verano. Sin embargo, imágenes de satélite muestran que el agua al interior de la bahía tiende a estar más caliente que en el exterior, aun en la época de surgencias más intensas. Esto sugiere que el agua fría de surgencias que entra a la bahía queda atrapada el tiempo suficiente para ser calentada por radiación solar. Los gradientes térmicos asociados a esta trampa de surgencias pueden tener efectos profundos en la acumulación de partículas flotantes como el plancton y contaminantes. En este trabajo se analiza la variación estacional de la posición e intensidad del frente térmico resultante, así como la variación estacional de la estratificación de la columna de agua, utilizando datos de temperatura obtenidos a partir de imágenes de satélite y dos años de datos de una cadena de termistores localizada al interior de la trampa de surgencias.

SE01-5

FLUJOS DE CARBONO EN LA REGIÓN SUREÑA DE LA CORRIENTE DE CALIFORNIA

Lara José Rubén y Bazán Guzmán Carmen
División de Oceanología, CICESE
 rlara@cicese.mx

El propósito de la presente investigación fue identificar y describir los patrones de variación temporal de los flujos de CO₂ y cuantificar su balance anual en la zona de surgencias frente a Baja California. En el OMC Ensenada se generaron series de tiempo durante el 2009, de distintas variables, asociadas al ciclo

del carbono: presión parcial del CO₂ en el mar y la atmósfera, temperatura y salinidad del agua de mar, para calcular los flujos de CO₂ entre la atmósfera y el océano en las aguas costeras de la región. Para los cálculos de los flujos (FCO₂) se usaron las ecuaciones de Sarmiento y Gruber (2006), y la velocidad del viento (u_{10} ; m s⁻¹) se estimó a 10 m sobre el nivel del mar con los datos de viento de la estación oceanográfica CICESE, en Isla Todos Santos, B.C. El balance anual de los flujos para el 2009 fue de 2465 mmol C m⁻²año⁻¹. Por estación, el flujo diario en invierno fue de 0.60 mmol m⁻²d⁻¹, en primavera de 2.81 mmol m⁻²d⁻¹, en verano 0.25 mmol m⁻²d⁻¹ y en otoño fue de -0.27 mmol m⁻²d⁻¹. Las temperaturas promedio por estación del año fueron: invierno 14.41 °C, primavera 14.72 °C, verano 17.17 °C y otoño 16.83 °C. La zona de estudio presentó surgencias, esto es, aguas con baja temperatura superficial (#15.0 °C), salinidad de 34, concentraciones intermedias de clorofila-a (0.5 a 1.0 mg m⁻³) y altos valores de pCO₂ en el agua, lo que sugirió una surgencia costera reciente, cuyo resultado fue una exportación del exceso de CO₂ en el agua hacia la atmósfera, identificando dicha zona como una fuente temporal de CO₂. Por el contrario, bajas concentraciones de pCO₂ en el agua, temperaturas superficiales bajas y salinidad de 34.0 pero altas concentraciones de clorofila-a (5.0 a 12.0 mg m⁻³), sugirieron una post-surgencia con un desarrollo intenso de fitoplancton y consumo alto de CO₂ vía fotosíntesis hasta alcanzar valores de pCO₂ por debajo del punto de equilibrio, convirtiendo la zona de surgencia costera en sumidero de CO₂ atmosférico, un proceso que podría continuar hasta que los nutrientes en la capa de mezcla llegaran a ser limitantes para el crecimiento del fitoplancton. En el mes de Enero de 2009, se observaron temperaturas entre los 13 y 17°C, con delta pCO₂ negativos, es decir remoción de carbono por fotosíntesis o flujo de la atmósfera al océano. El balance anual del año 2009, para el sitio de muestreo resultó con un comportamiento de fuente de CO₂ del océano a la atmósfera.

SE01-6

EFFECTO DE LOS PROCESOS DE MESOESCALA EN LA DISTRIBUCIÓN DE LA CLOROFILA EN BAJA CALIFORNIA

Espinosa Carreón T. Leticia¹, Gaxiola Castro Gilberto²,
Beier Emilio³, Strub P. Ted⁴ y Kurczyn Alejandro²

¹IPN-CIIDIR Sin

²CICESE

³CICESE, La Paz

⁴College of Earth, Ocean and Atmospheric Sciences, Oregon State University
leticiaesp@gmail.com

El año 2000 presentó una fuerte influencia de la Corriente de California, con la temperatura superficial del mar cercana al promedio de largo periodo. El objetivo de este trabajo fue caracterizar los efectos de los procesos físicos de mesoescala (jets, remolinos y meandros) sobre la distribución de la clorofila superficial y subsuperficial en los meses de enero, julio y octubre de 2000 en la región sur de la Corriente de California. Se realizó una combinación entre las imágenes de satélite y los datos in situ (clorofila-a y variables hidrológicas) obtenidos de los programas CalCOFI (California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations) e IMECOCAL (Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California) a lo largo de una sección localizada aproximadamente a 130 km de la costa, entre los 24.5° y 33°N. Los mapas promedio mensuales de la altura del nivel del mar (ANM) y las velocidades geostroficas muestran procesos de mesoescala como meandros y remolinos, que coinciden con los campos de velocidad y la hidrografía. Los compuestos de clorofila derivada del satélite SeaWiFS (CLA) se asocian con los registros de campo in situ de superficie hasta los 20m ($r=0.53$; $p<0.05$), pero no se relacionan con la profundidad del máximo de clorofila (MC) que se registró aproximadamente a los 50m de profundidad. En la sección vertical se muestra que la profundidad del MC en las tres estaciones climáticas (enero, abril y julio), descendiendo de la superficie (al norte de los 31°N) hasta los 50m hacia el sur del transecto, dicho comportamiento sigue las isopícnas de 24.7-25.1, así como al hundimiento de las isotermas hacia el sur. En enero, la distribución del MC es relativamente uniforme, originado por eventos de surgencias más al norte del área de estudio y que fluyen hacia el sur mediante la Corriente de California. Durante abril y julio, el MC se registró en las partes centrales de los meandros ciclónicos y se incrementa su concentración como resultado de las surgencias costeras locales de Baja California. La alta concentración de fitoplancton que se origina en las surgencias costeras es advectada hacia la región fuera de la costa y sigue las isopícnas de 24.7-25.1, por lo que el MC se compenetra con el flujo de la Corriente de California. Por lo que se recomienda el uso de imágenes de satélite junto con datos in situ para tener una mayor visión del acoplamiento físico-biológico en la columna de agua.

SE01-7

VARIABILIDAD ESTACIONAL DE CONTRACORRIENTES EN EL SISTEMA DE LA CORRIENTE DE CALIFORNIA FRENTE A BAJA CALIFORNIA

Durazo Arvizu Reginaldo
Facultad de Ciencias Marinas, UABC
rdurazo@uabc.edu.mx

El esquema de circulación típico de un sistema de Corrientes de frontera oriental como el Sistema de la Corriente de California (SCC) consiste de una corriente superficial que acarrea hacia el ecuador aguas relativamente frías y de baja salinidad (Corriente de California) que en su límite más sureño encuentra aguas de mayor temperatura y salinidad. Debajo de la superficie (200-400 m), existe una contracorriente sobre el talud continental que acarrea aguas relativamente salinas hacia el polo. En contraparte, la existencia de contracorrientes superficiales no siempre se distingue de forma clara. Para estudiar la variabilidad estacional de las contracorrientes en la porción sur del SCC se utilizan en este trabajo datos hidrográficos históricos (1950-1978) y recientes (1997-2012) en 12 secciones perpendiculares frente a la Península de Baja California (24-30N). El ajuste armónico a datos de velocidad geostrofica indica que la contracorriente subsuperficial (CcSs) existe durante todo el año, más débil y profunda en invierno-primavera y más intensa en verano. Durante el otoño, la CcSs emerge hacia la superficie y define un flujo costero hacia el polo. Un análisis a datos de viento y altimetría (SSH) sugiere que el afloramiento de la CcSs ocurre debido al debilitamiento de la circulación anticiclónica atmosférica que favorece la advección hacia la costa de aguas de origen subtropical. La influencia de estas aguas está limitada a latitudes de 28N (Punta Eugenia), pero la advección se intensifica durante eventos El Niño cuando pueden alcanzar latitudes mayores como en 1997-1998.

SE01-8

ABUNDANCIA DE PTERÓPODOS Y ATLÁNTIDOS RELACIONADA A FLUCTUACIONES DE PH EN EL SECTOR SUR DE LA CORRIENTE DE CALIFORNIA

Lavaniego Espejo Bertha E.¹, Hernández Ayón José Martín²,
Molina González Ofir³ y Juárez Colunga María Candelaria⁴

¹División de Oceanología, CICESE

²Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC

³Departamento de Oceanografía Biológica, CICESE

⁴Facultad de Ciencias Marinas, UABC
berlav@cicese.mx

La acidificación del océano es una de las principales consecuencias del incremento de bióxido de carbono en la atmósfera. La Corriente de California ya está mostrando una disminución importante del pH debido a que el agua de surgencias tiene alto contenido de bióxido de carbono. Los cambios en pH afectan la calcificación y otros procesos fisiológicos de los organismos. Los moluscos pelágicos son especialmente vulnerables debido a que sus delgadas conchas de aragonita son fácilmente disueltas con ligeros cambios de pH. Como parte del monitoreo que realiza el programa IMECOCAL para caracterizar la estructura del zooplancton se analizó la abundancia de los pterópodos y atlántidos a lo largo de un transecto paralelo a la costa de Baja California durante nueve cruceros realizados en 2006-2008. Se esperaba encontrar una menor abundancia en función de la disminución de pH. La tendencia observada en Atlanta spp. sugiere una relación de este tipo ya que la abundancia se mantuvo por debajo de los 260 ind/1000 m³ desde Febrero 2006 y se incrementó en Julio 2008 al norte de Punta Eugenia (>350 ind/1000 m³) en coincidencia con los máximos valores de pH medidos en todo el periodo de estudio. No obstante otras variables también influyen como mostró el análisis de regresión múltiple usando como predictores variables abióticas (temperatura, salinidad, pH y oxígeno) tanto superficiales como en el gradiente del estrato 0-100 m. Aplicando el procedimiento 'stepwise' el pH superficial siempre resultó una variable seleccionada en poblaciones de Atlanta y varios pterópodos (Limacina, Cavolinia, Creseis, Peraclis). En ninguno de estos géneros resultó seleccionada la concentración de oxígeno disuelto. En contraste, en los gimnosomas fueron significativos tanto el oxígeno superficial como el gradiente de oxígeno. También el pH superficial fue una variable seleccionada a pesar de que los gimnosomas carecen de concha lo cual podría atribuirse a su forma especializada de nutrición pues dependen de pterópodos con concha.

SE01-9

NORTH ATLANTIC AND NORTH PACIFIC UPWELLING: TRENDS AND STATUS OF TWO SYSTEMS AT THE SAME LATITUDES

Barton Eric Desmond y Barreiro Beatriz
Instituto de Investigaciones Marinas, CSIC
barton@iim.csic.es

The study of Eastern Boundary Upwelling Systems is of vital importance, given the interest in rational management of fisheries resources. The high level

of biogeochemical activity associated with the physical process of upwelling increases primary production and enriches the living resources of these areas. This presentation focuses on the variability of these physical processes on daily to interdecadal scales, in an investigation of the effects of climate change in the Upwelling Systems of the North Pacific and Atlantic. The Upwelling Index (UI) was analysed for the period 1967-2010 at 35.5-44.5°N in both areas. The two systems differ in that the magnitudes of upwelling intensity off California-Oregon are 3.3 higher than off Iberia but they show a similar latitudinal behaviour. The annual/interannual scale variability of upwelling can be represented by the recently introduced Cumulative Upwelling Index (CUI) based on summing the mean daily UI. The seasonal cycle results show the length of upwelling season increases southwards from 180 to 300 days and a net upwelling occurs only for latitudes lower than 43°N. On the interannual scales, the CUI showed a roughly linear change at high and low latitudes ($R > 0.9$), with slopes between 250 and -130 m3 s#1 km#1 day#1 in Iberian and 620 and -290 m3 s#1 km#1 day#1 in California-Oregon. The central areas (40.5-42.5°N) are less stable and shifted between net upwelling and downwelling over extended periods. This information helps us contextualize the present state of the study area and interpreted ongoing intensive process-oriented studies within the longer term variability.

SE01-10

ESTUDIO ESTACIONAL DEL CADMIO DISUELTO EN LA BAHÍA DE TODOS SANTOS: UN SITIO DE RETENCIÓN DE AGUA DE SURGENCIA EN LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA

Delgadillo Hinojosa Francisco, Camacho Ibar Victor,
Huerta Díaz Miguel Angel y Torres Delgado Vanessa
Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC
fdelgadillo@uabc.edu.mx

En este trabajo se analiza la variabilidad espacial y estacional de la concentración del cadmio disuelto (Cd) y la razón Cd/P en el agua superficial de la Bahía de Todos Santos (BTS), un cuerpo costero localizado dentro del sistema de surgencia de la península de Baja California, México. De enero a diciembre del 2008 y con una frecuencia mensual, se recolectaron muestras de agua en cinco estaciones ubicadas a lo largo de un transecto (~22 km) desde el interior de la bahía hasta el océano adyacente. Además, durante el mismo periodo, se recolectaron muestras quincenales en la zona de surgencia en la parte externa de la bahía. Las condiciones de temperatura y salinidad indicaron que la BTS siguió un patrón de variación estacional modulada por el ciclo de radiación solar y los eventos de surgencia que ocurren en la parte exterior durante la época de primavera verano. Las aguas de bahía fueron en promedio más cálidas que el exterior indicando el carácter retentivo de las aguas de la BTS. Las concentraciones del Cd en la zona de surgencia (ZS) y en el interior de la BTS, presentaron una marcada variabilidad estacional con valores máximos en primavera (Cd BTS = 0.53 nM; Cd ZS = 0.81 nM) y mínimos en otoño (Cd BTS = 0.055 nM; Cd ZS = 0.13 nM). El valor promedio del Cd en el ciclo anual fue ~50% menor en el interior de la BTS (0.155 ± 0.013 nM) que en el centro de surgencia activo (0.302 ± 0.036 nM). Las concentraciones de Cd medidas en esta región del Pacífico nororiental son comparables a las reportadas en el sistema de la Corriente de California. La variabilidad temporal del Cd en la BTS y en la ZS se correlacionó significativamente con el índice de surgencia de Bakun ($r_{BTS} = 0.69$, $p < 0.001$; $r_{ZS} = 0.79$, $p < 0.001$), indicando que la intensidad de la surgencia costera juega un papel muy importante en controlar la magnitud de la variación estacional del Cd en esta región. A diferencia del Cd, durante la época de surgencia, el PO₄ en la BTS varió inversamente con la biomasa fitoplanctónica, sugiriendo que la intensidad de la actividad biológica y no la surgencia, controla su concentración en este sistema. La razón Cd/P en la fase disuelta se relacionó positivamente con la biomasa del fitoplancton ($r = 0.80$, $p < 0.001$) y mostró una fuerte variación estacional, con valores máximos en primavera y mínimos en verano-otoño, implicando que la intensificación de la actividad biológica durante el florecimiento fitoplanctónico juega un papel muy importante en controlar esta variabilidad. Nuestros resultados muestran que durante la época de surgencia existe un desacople de los ciclos del cadmio y del fosfato en este sistema costero con características retentivas de agua de surgencia en la península de Baja California.

SE01-11

DINÁMICA COSTERA CERCA DE LA BOYA DE BAHÍA MAGDALENA

Trasvina Castro Armando¹, Zaitzev Oleg² y Linero Cueto Jean²
¹División de Oceanografía, Unidad La Paz, CICESE
²CICIMAR, IPN
trasvi@cicese.mx

En este trabajo describimos las primeras observaciones de alta resolución obtenidas cerca de la boya oceanográfica de Bahía Magdalena. Obtuvimos secciones hidrográficas con una sonda ondulante de temperatura, conductividad y presión. También contamos con secciones de corrientes del perfilador acústico del Buque Francisco de Ulloa, además de series de tiempo de un perfilador acústico anclado. Las observaciones describen en detalle

la estructura vertical típica de invierno en febrero de 2011 y un evento de surgencias de abril del mismo año. Describiremos las ventajas de obtener observaciones con perfiladores ondulantes, en términos de lo que no se puede observar con métodos tradicionales.

SE01-12

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE CARBONO, NITRÓGENO Y FÓSFORO ORGÁNICO, ÓPALO BIOGÉNICO Y CARBONATO DE CALCIO EN BAHÍA MAGDALENA

Juárez Fonseca Miryam y Sánchez González Alberto
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
miryamj@gmail.com

La productividad primaria es la base de la cadena trófica marina y su distribución en la columna de agua se ve reflejada en los sedimentos superficiales, donde los componentes biogénicos son finalmente depositados y acumulados. Los cambios en la acumulación de carbono, nitrógeno y fósforo orgánico, así como el ópalo biogénico y carbonato de calcio en el sedimento, proveen información sobre la fluctuación de la productividad marina en diversas escalas de tiempo. La conexión entre la columna de agua, el flujo de materiales hacia el sedimento y la preservación de estos componentes en la columna sedimentaria necesita ser evaluada con la finalidad de entender las implicaciones en la reconstrucción de eventos pasados. Adicionalmente, conocer la importancia de los márgenes oceánicos con una alta productividad marina, como lo es el margen de Magdalena y el complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas. El objetivo de este trabajo fue estimar el contenido de componentes biogénicos que son exportados al sedimento en el complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas. Para ello, los sedimentos superficiales de 14 estaciones fueron colectados con una draga Petit Parnam en el interior de la Bahía Magdalena, durante abril de 2009. La distribución espacial de los contenidos de carbono, nitrógeno y fósforo orgánico, así como de ópalo biogénico mostró una acumulación hacia la parte central de la bahía con una tendencia a disminuir hacia sus márgenes costeros interiores. Mientras que, la distribución espacial del carbonato de calcio mostró una tendencia muy similar a los componentes anteriores, sin embargo, la acumulación de carbonato de calcio alcanza su valor máximo hacia el margen noroeste de la bahía. La acumulación de componentes biogénicos (carbono orgánico y ópalo biogénico; indicadores de productividad primaria y exportada) en la parte central de la bahía sugieren que la alta productividad primaria registrada tanto en el exterior (fuente autóctona) como en el interior (fuente alóctona) de la bahía se ve reflejada en la distribución espacial de los componentes biogénicos de los sedimentos superficiales.

SE01-13

NUEVOS REGISTROS DE LA INFLUENCIA EN LA COSTA DE LA ZONA MÍNIMA DE OXÍGENO EN LA REGIÓN SUR DE LA CORRIENTE DE CALIFORNIA

Cepeda Morales Jushiro¹, Gaxiola Casrto Gilberto¹, De la Cruz Orozco Martín¹, Transviña Armando² y Zaitzev Oleg³
¹Departamento de Oceanografía Biológica, CICESE
²CICESE, Unidad La Paz
³Departamento de Oceanografía, CICIMAR, IPN
jcepeda@cicese.mx

El efecto del calentamiento global en el medio ambiente marino se ha visto reflejado en el incremento de la pérdida de oxígeno disuelto (OD), proceso conocido como desoxigenación. También se ha observado la intensificación en la hipoxia de las aguas intermedias, lo que se traduce en un incremento en el volumen de las zonas del mínimo de oxígeno (ZMO), las cuales están cada vez más cercanas a la superficie. México posee una de las ZMO más importantes a nivel global, debido al alto grado de hipoxia (#22 µmol L⁻¹), gran amplitud y cercanía a la superficie (~60 m). La región del Pacífico oriental frente a Baja California, la cual se caracteriza por sus persistentes condiciones de surgencias, está mayormente influenciada por la agua de la Corriente de California caracterizada con un alto contenido de OD (100-150 µmol L⁻¹). Sin embargo, la zona costera recibe una importante influencia de agua subsuperficial de origen subtropical-tropical debido al sistema de la contracorriente costera. La advección de agua de bajas latitudes es un mecanismo potencial de transporte de agua pobre en OD, con consecuencias en los ecosistemas costeros que no han sido evaluadas. Con el objetivo de estudiar la respuesta del ecosistema costero en Baja California en relación al cambio climático, se estableció la Red de Monitoreo Costero frente a Bahía Magdalena. En base a cruceros oceanográficos recientes (2011-2012) se identificó la presencia de agua con bajas concentraciones de OD (22 µmol L⁻¹) ubicada cercana a la superficie (50 m). Durante el periodo de surgencias costeras (invierno/primavera), el contenido de OD en los primeros 100 m de la columna de agua estuvo principalmente influenciado por agua de CC. Durante el periodo de relajación de las surgencias (verano/otoño) con un alto grado de estratificación debido al incremento de calor en la capa superficial (de 20 a 30°C), se encontró agua de la ZMO cercana a la superficie (50 m). Estos nuevos

resultado indican que agua pobre en OD, se encuentra atrapada por debajo pero muy cercana a la capa superficial, donde procesos de mezcla verticales (p.e. submesoescala) podrían favorecer su influencia hacia la capa superficial modificando las propiedades biogeoquímicas de los ecosistemas locales.

SE01-14

ESTRATIFICACIÓN DE LA COLUMNA DE AGUA A PARTIR DE LA COMPOSICIÓN ISOTÓPICA DEL OXÍGENO EN FORAMINÍFEROS PLÁNTICOS EN SEDIMENTOS DE ALTA RESOLUCIÓN EN LA CORRIENTE DE CALIFORNIA: EL ÚLTIMO MILENIO

Herguera García Juan Carlos y Rabiela Alonso Daniela
División de Oceanología, CICESE
herguera@cicese.mx

Presentamos nuevos resultados obtenidos sobre la composición isotópica del oxígeno en foraminíferos plánticos extraordinariamente preservados en sedimentos con resolución interanual en la región meridional de la Corriente de California (CC), lo que nos proporciona de una oportunidad única para reconstruir la variabilidad de las TSM estacionales y de la estratificación de la columna de agua durante el verano para períodos anteriores al instrumental. Presentamos resultados de la composición isotópica de oxígeno de tres especies de foraminíferos plánticos *G. bulloides* (Gb), *G. ruber* (Gr), and *Neoglobobulimina dutertrei* (Nd), y de la relación de Mg/Ca de uno de ellos *G. ruber* obtenidos de varios núcleos de alta resolución para constreñir la estacionalidad y profundidad en columna de agua de estos foraminíferos. Mostramos los resultados de dos aproximaciones para esta calibración, por un lado los resultados obtenidos de una colección de núcleos de alta resolución colectados a lo largo de los taludes de la CC y del Golfo de California. Nuestro objetivo es el de evaluar la respuesta de cada una de estas especies de foraminíferos a las diferentes amplitudes estacionales y de estratificación durante el verano características de esta frontera dinámica entre las aguas frías típicas de la CC y las más cálidas del trópico. Con este fin comparamos los resultados isotópicos obtenidos en el laboratorio de Isótopos estables del CICESE con los calculados en equilibrio a partir de los perfiles instrumentales de las temperaturas y salinidad obtenidas por los programas de CALCOFI e IMECOCAL. La segunda aproximación está basada en la calibración entre las serie de tiempo isotópicas obtenidas de varios núcleos de alta resolución del margen Pacífico de la Península de Baja California con el registro instrumental de las TSM para el último siglo y evaluar la consistencia de la estacionalidad y profundidad del hábitat de las especies utilizadas en este estudio.

Observamos la consistencia del fraccionamiento en profundidad de los hábitats de estas especies para los dos regímenes oceanográficos diferentes de la CC y el GC y validamos esta metodología comparándola con series de tiempo reconstruidas a partir de anillos arbóreos con las que mostramos la consistencia de esta metodología para períodos anteriores al instrumental lo que nos permite extender este tipo de reconstrucción para al menos los últimos 11 ka.

SE01-15

CIRCULACIÓN FRENTE A LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA EN EL PACÍFICO Y EN LA ENTRADA AL GOLFO DE CALIFORNIA

Castro Valdez Rubén¹, Collins Curtis Alan², Mascarenhas Afonso, Durazo Reginaldo¹ y Trasviña Castro Armando³

¹Facultad de Ciencias Marinas, UABC

²Naval Postgraduate School

³CICESE

rcastro@uabc.edu.mx

En este estudio se utilizan datos históricos y recientes en diferentes épocas del año para describir la circulación a través de la zona del Pacífico adyacente a la península de Baja California, y la entrada al Golfo de California. A partir de datos climatológicos (World Ocean Data Climatology), se observa que la distribución de la salinidad promedio a 50 m de profundidad, es marcada por un mínimo salino de 33.6 frente a Punta Eugenia, el cual es asociado al flujo de la Corriente de California (CC). Este mínimo de salinidad se extiende hacia el sur y diverge en la línea de costa de Baja California hacia la entrada al golfo. La altura dinámica (50/500) indica el patrón de circulación de estas aguas; al sur de 20°N y al oeste de 113°W, la CC vira hacia el oeste y se conecta con la Corriente Norecuatorial. Al sur de 25°N y este 113°W, las isolíneas de 0.77 y 0.79 metros dinámicos tienden a seguir la línea de costa y sucesivamente se interceptan con la costa Mexicana ente 22-16°N. Dentro del Golfo de California, la distribución de salinidad a 50 m de profundidad mostró que las salinidades más altas son encontradas en la parte este del golfo norte, las cuales decrecen desde valores de 35 a 30°N a 34.55 en la entrada al golfo. Detalles de la circulación son bien representados con datos sinópticos por dos cruceros realizados entre abril y mayo de 1960 frente a la península del lado del Pacífico. La salinidad a 50 m de profundidad muestra una lengüeta de agua de baja salinidad de la CC que penetra ciclónicamente al Golfo de California. La altura dinámica (50/500), bosquejó este flujo hacia dentro del Golfo y se distribuyó hacia la costa de Sinaloa. Aunque en estos resultados de altura dinámica, no se aprecia la

presencia de una contracorriente cercana a la costa de la península, secciones costeras de otros cruceros (e. g., julio 1995), muestran un flujo que rodea la punta de la península hacia el norte. Por otro lado, el campo medio de 16 cruceros realizados en una sección entre la punta de la península y la costa Sinaloa, muestra que las salinidades más bajas ocurrieron a ~50 m; dentro de este mínimo el núcleo de 34.5 se encontró a una distancia de 125 km de BC, la salinidad incrementó a 34.65 hacia la costa de Sinaloa y a 34.85 hacia la península. Estos valores del mínimo somero de salinidad promedio indican la presencia de la Corriente de California. Un patrón de flujo ciclónico geostrofico del campo medio indica que el flujo hacia fuera del golfo ocurrió en la parte oeste de la sección, y el flujo hacia dentro del golfo ocurrió entre la parte central y la plataforma de Sinaloa. Estimaciones de transporte en esta sección de la entrada al golfo están en proceso.

SE01-16

RESERVORIOS Y TRANSFERENCIAS DE CARBONO EN LA ZONA EPIPELÁGICA DE LA SECCIÓN MEXICANA DE LA CORRIENTE DE CALIFORNIA

Gaxiola Castro Gilberto¹, Cepeda Morales Jushiro¹, De la Cruz Orozco Martín E.¹, Lavaniegos Bertha E.¹, Hernández Ayón J. Martín², Durazo Reginaldo² y Castro Rubén²

¹Departamento de Oceanografía Biológica, CICESE

²Universidad Autónoma de Baja California, UABC

ggaxiola@cicese.mx

La sección de la Corriente de California frente a la costa occidental de la Península de Baja California (región IMECOCAL) representa una de las zonas productivas y de cambios en los flujos de carbono más importantes del Pacífico mexicano, debido a los afloramientos costeros, alta variabilidad estacional y a la influencia de procesos de mesoescala y gran escala. Hasta ahora no existe información de los principales reservorios ni de los flujos de carbono en esta región, los cuales son necesarios para estudiar adecuadamente los ciclos biogeoquímicos y las interacciones entre los niveles tróficos iniciales de la red trófica. El flujo promedio de CO₂ del océano hacia la atmósfera calculado por medio de mediciones continuas de pCO₂ para esta región es de 0.80 mmole m⁻² d⁻¹ (~0.29 mol CO₂ m⁻² año⁻¹), con disminución en dirección costa-océano y variabilidad estacional influenciada principalmente por las surgencias costeras y el flujo de la Corriente de California. Esto convierte a la región IMECOCAL en un aportador mínimo de CO₂ del océano hacia la atmósfera, con flujos mayores durante la primavera y el verano. El reservorio de carbono inorgánico disuelto (CID) en la zona epipelágica (~200 m de profundidad) es cercano a 2500 gC m⁻², con una tasa de transferencia hacia carbono orgánico de 0.67 gC m⁻² d⁻¹ debida al proceso fotosintético del fitoplancton. El reservorio de carbono orgánico particulado (COP) derivado de la clorofila del fitoplancton es de 1.64 gC m⁻², con una diferencia de hasta diez veces entre la zona costera y el océano adyacente. El promedio general para la zona IMECOCAL del carbono derivado de la biomasa del zooplancton es de 0.98 gC m⁻², estimado a partir del peso libre de cenizas del zooplancton capturado con los lances oblicuos de las redes bongo. En relación a estas estimaciones, el zooplancton incorpora aproximadamente el 60% del COP. El flujo promedio de carbono orgánico por debajo de la termoclina permanente (>200m de profundidad) es de 0.01 gC m⁻² d⁻¹, lo que constituye el 1.5% del carbono producido por la fotosíntesis del fitoplancton. La alta transferencia de carbono del fitoplancton al zooplancton y la baja tasa de sedimentación hacia fuera de la zona epipelágica, parecen indicar una alta eficiencia del consumo de carbono en esta región de la Corriente de California.

SE01-17

CAMBIOS INTERANUALES Y DECADALES EN EL DESOVE DE PRIMAVERA DE LOS PECES PELÁGICOS MENORES EN LA REGIÓN DE IMECOCAL DE LA CORRIENTE DE CALIFORNIA: 2000-2010

Baumgartner McBride Timothy¹, Lavaniegos Espejo Bertha¹, Durazo Arvizio Reginaldo², Gaxiola Castro Gilberto¹ y Cadena Ramírez José Luis¹

¹División de Oceanología, CICESE

²Facultad de Ciencias Marinas, UABC

tbaumgar@cicese.mx

IMECOCAL (Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California) es un programa multi-institucional de investigación interdisciplinaria del ecosistema en la región sureña de la Corriente de California que inició con el primer crucero en octubre de 1997. El objetivo global de IMECOCAL es el monitoreo regular y sostenido de los cambios en el estado del ecosistema pelágico del Océano Pacífico frente a la península de Baja California con cruceros trimestrales para determinar la variabilidad en la organización del ecosistema en tiempo y espacio. A partir de enero de 2000 se incorporó el muestreo de huevos de peces pelágicos menores al programa de monitoreo con la instalación de un sistema de colección continua (CUFES por sus siglas en inglés) por bombeo de agua a 3 metros abordo del B/O Francisco de Ulloa con el fin de integrar la investigación de las características del hábitat de desove y su influencia en la

distribución y producción de huevos de las especies importantes a la estructura del ecosistema.

En esta presentación reportamos los resultados recolectados de los cruceros de IMECOCAL durante las primaveras (centrados en el mes de abril) del periodo 2000-2010, ilustrados por la serie de las abundancias totales de huevos de sardina monterrey, anchoveta y charrito (*Sardinops sagax*, *Engraulis mordax*, y *Trachurus symmetricus*) encontrados en la región que extiende desde la frontera norte hacia las aguas al norte de Bahía Magdalena. Los conteos de huevos para cada especie varían por más de tres órdenes de magnitud con cambios interanuales significativos en los primeros años (2000-2004) de la serie y con una destacada tendencia a disminuir las abundancias de los huevos de las tres especies a lo largo de los once años, empezando con valores mínimos de las tres en 2005 con bajos a moderados valores que persisten hasta 2010. El área de distribución de los huevos de las tres especies comprende la zona norte y central de la península, principalmente al norte de Pta. Eugenia.

Un análisis de los cambios interanuales en los años 2000-2004 indica que los cambios en las abundancias y distribuciones de los huevos de sardina y charrito fueron una respuesta al cambio abrupto de condiciones La Niña a El Niño entre 2002 y 2003. Todavía no hay una clara explicación del mecanismo responsable para la disminución abrupta del desove en el periodo de 2005-2010. Ofrecemos algunas hipótesis preliminares basadas en observaciones físicas y biológicas indicando cambios a largo plazo en la estructura del ecosistema.

SE01-18

CAMBIOS INTERANUALES EN EL HABITAT DEL DESOVE DE LOS PELÁGICOS MENORES ACOPLADO A LA DINÁMICA DEL SISTEMA DE LA CORRIENTE DE CALIFORNIA

Valencia Gasti José Augusto¹, Baumgartner McBride
Timothy Robert² y Durazo Arvizu Reginaldo³

¹Facultad de Ciencias Marinas, UABC

²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

³Universidad Autónoma de Baja California, UABC

gasterojag@gmail.com

Se estudian los cambios en la distribución y abundancia del desove de pelágicos menores frente a California y Baja California entre las primaveras de 2002 y 2003. Mediante un sistema de colecta continua de huevos de peces (CUFES) y la integración de resultados de los programas de investigación en el sur de California (CalCOFI) y la Península de Baja California (IMECOCAL), se observan cambios interanuales contrastantes en distribución y abundancia de huevos epipelágicos de sardina (*Sardinops sagax*), anchoveta (*Engraulis mordax*) y "charrito" (*Trachurus symmetricus*). El hábitat de desove del charrito en 2003 (que prefiere desovar normalmente en aguas más oceánicas), se extendió hacia el área costera del norte de Baja California en comparación a 2002 (en aguas oceánicas del Sur de California y fuera de la costa del norte de la Baja); mientras la distribución del desove de la sardina, (normalmente asociado con aguas transicionales entre el frente de surgencia y aguas más oceánicas) con un núcleo ubicado en el centro de California, fue desplazado hacia el norte (en Baja California y el centro de California) y más costero, por expansión del hábitat oceánico hacia la costa en 2003. Para la anchoveta (asociada con aguas de surgencia, normalmente cerca de la costa), el centro de desove se observó en la ensenada del Sur de California, sin embargo durante 2002 se extendió hacia el centro de California por la intensificación de las surgencias y en 2003 hacia Baja California.

Para entender los mecanismos físicos que pudieran modular estas distribuciones, se utilizó un modelo numérico de asimilación de datos para evaluar los escenarios de circulación regional. Series temporales obtenidas del modelo numérico fueron filtradas para remover el ciclo estacional (suma de componentes armónicos anual y semianual, más promedio climatológico). Con las series filtradas y utilizando funciones empíricas ortogonales se identificaron los procesos físicos responsables de los cambios interanuales en la selección del hábitat de desove. Durante 2002 se encontraron diferencias positivas (negativas) en la salinidad (temperatura) debidas a la mayor intensidad del estrés del viento paralelo a la costa. Este periodo se caracteriza como un año La Niña, que es consistente con la intensificación del transporte de Ekman y la surgencia de agua subsuperficial, mas salina y de baja temperatura. En contraste, para 2003 se observó el debilitamiento de los vientos hacia el ecuador, que provocó anomalías negativas en la salinidad, el relajamiento del gradiente costa-oceano en la superficie del mar y la desintensificación del transporte de Ekman y las surgencias. Al norte de los 35°N se observa parte de una celda de vientos ciclónicos, induciendo anomalías positivas en el estrés del viento que indicarían la intensificación de los vientos desde sur hacia el norte y un transporte de aguas más cálidas hacia las costas de California. En conclusión, los resultados sugieren que la estructura e intensidad del campo de vientos es el principal forzante que controla las características físico-químicas del hábitat que ocupan las especies, al modificar el ancho de la zona costera y la posición del frente de surgencia.

SE01-19

REMOLIOS DE MESOESCALA EN LA REGIÓN TRANSICIONAL TROPICAL-SUBTROPICAL DEL PACÍFICO NOR-ORIENTAL

Kurczyn Robledo Jorge Alejandro¹, Beier Emilio²,
Lavin Peregrina Miguel F.¹ y Chaigneau Alexis³

¹Departamento de Oceanografía Física, CICESE

²CICESE, Unidad La Paz

³Laboratoire d'Études en Géophysique et Océanographie Spatiale, Toulouse, France
alexk@cicese.edu.mx

Los remolinos de mesosecala ocurridos en la zona transicional tropical-subtropical del pacífico nor-oriental (16°N-30°N; 130°W-102°W), fueron analizados utilizando 18 años de altimetría satelital y un método de detección de remolinos automatizado. Aquellos remolinos que hayan perdurado más de 10 semanas fueron estudiados basados en el análisis de 465 trayectorias anticiclónicas y 529 ciclónicas. Se encontraron tres regiones costeras con alta producción de remolinos: (1) Punta Eugenia, (2) Cabo San Lucas, and (3) Cabo Corrientes. Estas regiones se localizan en sitios donde la configuración costera cambia abruptamente y donde ocurren fuertes intensificaciones de la corriente costera con cierta fase con el ciclo estacional. Aunque los remolinos de mesoeala en esta área ya han sido reportados previamente, este estudio provee la primera caracterización estadística. Punta Eugenia mostró la mayor producción de remolinos (con mayor generación de ciclones), seguida de Cabo Corrientes (también con más ciclones) y Cabo San Lucas (con más anticiclones). Los remolinos en Cabo Corrientes muestran los valores más altos en la velocidad de propagación, velocidad de rotación y energía cinética, mientras que los remolinos en Punta Eugenia muestran los valores más bajos. Estos remolinos de alta duración fueron principalmente no-lineales y por lo tanto pueden redistribuir las aguas de la zona costera hacia mar abierto. Los picos en la señal estacional de la generación de remolinos pudo asociarse con los picos de la fuerza de las corrientes ocurridas mar afuera y/o con el índice de surgencia costera. No se pudo establecer ninguna relación entre la generación de remolinos y los eventos de El Niño.

SE01-20

DISTRIBUCIÓN DE LAS LARVAS DE PECES PELÁGICOS MENORES DURANTE UN PERIODO DE ENFRIAMIENTO EN LA CORRIENTE DE CALIFORNIA

Funes Rodríguez Rene¹, Hinojosa Medina Alejandro¹, Zárate Villafranco Alejandro¹,
Baumgardner Timothy², González Armas Rogelio¹ y Peiro Alcantar María Tereza¹

¹CICIMAR-IPN

²CICESE

rfunes@ipn.mx

El método de análisis individual de cocientes fue utilizado para caracterizar el hábitat de reproducción y prevalencia de los peces pelágicos menores durante un periodo de enfriamiento frente a Baja California (invierno-primavera 2006-2008), resultado de comparar la distribución de las especies en relación a diferentes variables ambientales exploratorias. Los huevos y larvas de la mayoría de las especies fueron recolectadas en aguas con temperatura superficial 17.5 ° C y salinidad 33.6 ups, con excepción de *S. japonicus* y *M. productus* a temperatura y salinidad ligeramente mayores (18.5-20.5° C; 33.8 ups). Los productos del desove ocurrieron preferentemente en valores intermedios de viento y biomasa del plancton (8 nudos; 100-300 ml por 1000 m3), salvo en algunas excepciones a valores mayores (*E. mordax*, *S. japonicus* y *T. symmetricus*). *S. sagax*, *S. japonicus* y *M. productus* se observaron preferentemente sobre aguas de la plataforma continental, mientras que *E. mordax*, *T. symmetricus* e incluso *S. sagax* entre el talud continental y aguas profundas >1000 m. Los desoves de *S. sagax* y *T. symmetricus* ocurrieron preferentemente entre Ensenada y Punta Baja (líneas 100-107), mientras que *S. japonicus* y *M. productus* frente Magdalena (líneas 130-137). Este tipo de análisis permitirá monitorear año con año la proporción del potencial del hábitat del desove en función de los cambios del ecosistema pelágico de la costa occidental de la Península de Baja California.

SE01-21 CARTEL

VARIACIÓN EN LOS FLUJOS DE LA MATERIA PARTICULADA EN HUNDIMIENTO EN LA COSTA OCCIDENTAL DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA EN RESPUESTA AL FORZAMIENTO OCEÁNICO

Aguirre Bahena Fernando¹, Choumiline Evgueni¹, García Romero Felipe de Jesús², Gaxiola Castro Gilberto³, González Rodríguez Eduardo³, Cortés Martínez Mara Yadira⁴, Zaitse Oleg¹ y Cepeda Morales Jushiro³

¹Departamento de Oceanología, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

²Universidad Autónoma de Baja California Sur, UABCS

³Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

⁴Universidad Autónoma de Baja California Sur

faiguire@ipn.mx

En julio de 2011 se inicio un estudio sobre la variación en composición y magnitud del material en hundimiento (MPH), frente a la costa occidental de Baja California Sur, y los factores climáticos-hidrodinámicos que la regulan. Con este objetivo se instaló una trampa de sedimentos de serie de tiempo (McLane® Mark78H-21) a 315m de profundidad en Cuenca San Lázaro una cuenca marginal con una profundidad máxima de ~550 m. Esta zona se caracteriza por intensas surgencias presentes durante todo el año pero con un clímax en el periodo marzo-junio. Como consecuencia, la productividad primaria (PP) es considerablemente alta: 1 g C m⁻²d⁻¹ en promedio pero con picos de hasta 5.7 g C m⁻²d⁻¹. Sin embargo, la PP presenta importante variación interanual: por ejemplo, en 2010 decreció 60% y 40% respecto al los dos años precedente. Adicionalmente, debido al influjo de las surgencias, este sistema es considerado como fuente casi permanente de CO₂ a la atmosfera. Es entonces importante conocer la cantidad del carbono inorgánico que se fotosintetiza en la zona eufótica y es eventualmente transportado al fondo marino. En este sentido, a finales de los años 90's por primera vez se documento la sedimentación marina en esta región aunque por un breve periodo (Silverberg et al., 2004). Los resultados de este estudio muestran enorme variación interanual: durante el verano-otoño de 1996 el carbono orgánico representó, en promedio, un 10% del flujo de masa total (FMT) equivalente a 21 mg C m⁻²d⁻¹. En contraste, durante el invierno de 1998 (El Niño) disminuyó a 6.5% del FMT y en términos de masa fue menor por un factor de ocho (~3 mg m⁻²d⁻¹). Desde entonces no se han realizado nuevos estudios en esta región. En agosto de 2012 se recuperará y reinstalará la trampa con el propósito de monitorear continuamente y entender mejor el secuestro de carbono particulado hacia el fondo marino en este importante ecosistema marino.

SE01-22 CARTEL

LARVAS DE PECES DE BAHÍA VIZCAÍNO: DIEZ AÑOS DE ESTUDIO DE SU COMUNIDAD

Jiménez Rosenberg Sylvia, Saldierna Martínez Ricardo y Hernández Rivas Martín E.

CICIMAR-IPN

srosenbe@ipn.mx

Bahía Vizcaíno ha sido considerada por el Gobierno Mexicano como un Área Marina Prioritaria y un Centro de Actividad Biológica, debido a su alta biodiversidad marina y su relevancia en las actividades pesqueras regionales. Este trabajo refleja el resultado de diez años de investigaciones realizadas sobre la comunidad de larvas de peces, mostrando sus variaciones atribuidas a eventos estacionales y fluctuaciones interanuales como El Niño, La Niña y la intrusión anómala de Agua Subártica ocurrida entre el 2003 y 2006. Se analizan las muestras de zooplancton de 33 cruceros oceanográficos realizados por el Programa IMECOCAL entre 1997 y 2006. Durante este periodo se registran más de 200 taxa de peces representados por sus larvas, mostrándose una importante fluctuación tanto en su presencia como en su abundancia, lo que ha hecho posible la caracterización de Bahía Vizcaíno y la zona oceánica adyacente como una zona transicional entre aguas templadas y tropicales-subtropicales, con ocurrencia estacional de especies pesqueras que tienden a ser más afectadas por la variabilidad interanual.

Bahia Vizcaino has been considered as a Priority Marine Area and a Biological Activity Center by the Mexican Government due its high marine biodiversity and relevance in the regional fisheries. This work reflects the result of then years of investigation on the fish larvae community, showing their variations attributed to the seasonal and inter-annual fluctuations like El Niño, La Niña and the Subarctic Water Mass Intrusion during 2003-2006. Zooplankton samples of a total of 33 oceanographic cruises made by IMECOCAL between 1997 and 2006 are analyzed. More than 200 fish taxa represented by their early stages have been recorded, showing important fluctuation in both, their presence and larval abundance that had made possible to characterize Bahía Vizcaino and the adjacent oceanic waters as a transitional zone between temperate and tropical-subtropical waters, with seasonal occurrence commercial species which tend to show the most affected by the inter-annual variability.

SE01-23 CARTEL

BASES PARA EL ANÁLISIS DEL FLUJO DE CARBONO EN LA RED DE MONITOREO COSTERO DE ENSENADA

Cepeda Morales Jushiro¹, Gaxiola Castro Gilberto¹, De la Cruz Orozco Martín¹, Lavaniegos Bertha¹, Hernández Ayón J. Martín², Durazo Reginaldo³ y Lara Lara Rubén¹

¹Departamento de Oceanografía Biológica, División de Oceanología, CICESE

²Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC

³Facultad de Ciencias Marinas, UABC

jcepeda@cicese.mx

Las regiones de surgencias costeras localizadas en las corrientes limítrofes de los márgenes orientales corresponden a los ecosistemas más productivos a escala global. La vulnerabilidad de estos ecosistemas a la influencia del cambio climático, el cual está causando una cascada de interacciones químicas y cambios en la física de los océanos, aun permanece poco estudiada. En la región sur del Sistema de la Corriente de California (SCC), se estableció la Red de Monitoreo Costero de Ensenada, con el objetivo de entender el rol del ecosistema pelágico de la zona costera frente Ensenada Baja California como fuentes y/o sumideros de carbono en relación a la variabilidad estacional y el cambio climático. Los principales procesos dinámicos evidenciados en los resultados de cuatro cruceros oceanográficos realizados durante el 2011 muestran una marcada influencia de agua advectada desde la región oceánica en la escala estacional. El análisis de los datos de temperatura y de clorofila-a (CII-a) a 10 m sugieren la presencia de eventos de surgencia, asociados al afloramiento de aguas frías (<14°C) con altas concentraciones de CII-a (2.0#6.0 mg m⁻³), durante el periodo de invierno#primavera con los más altos valores de clorofila integrada en octubre. La concentración de Carbono Inorgánico Disuelto (CID) presentó bajos valores (1950-2015 µmol C kg⁻¹) en la capa superficial (0-50 m), con un incremento (2035-2200 µmol C Kg⁻¹) hacia la parte subsuperficial y una fuerte asociación al campo de densidad, lo que sugiere una importante influencia de procesos dinámicos en la disponibilidad del CID para la fotosíntesis. La tasa de fijación de carbono promedio debido a la fotosíntesis estimado de la base de datos de IMECOCAL fue de 1.0 gC m⁻² d⁻¹. Las estimaciones de Carbono Orgánico Particulado (COP) de la biomasa del fitoplancton integrado de 0-100 m presentaron un promedio general de 3.5 gC m⁻², el cual varía de 2 a 6 gC m⁻². Durante invierno#primavera se encontraron valores intermedios de COP del fitoplancton, con los mínimos valores en verano. Sorprendentemente, los máximos en el COP del fitoplancton se encontraron en otoño. Las estimaciones de COP en el meso-zooplancton integrado (0-100) presentaron un incremento desde primavera (0.2 gC m⁻²) con altos valores en verano (1.0 gC m⁻²) y mínimos en invierno y otoño. Estos resultados sugieren un incremento en la tasas de transferencia de carbono en primavera-verano hacia el zooplancton.

SE01-24 CARTEL

EL EFECTO DEL PROCESO DE DESNITRIFICACIÓN EN EL 15N DE ORGANISMOS DEL PACÍFICO SUBTROPICAL MEXICANO

Camalich Carpizo Jaime¹, Sánchez González Alberto¹, Aguiñiga García Sergio¹, Balart Páez Eduardo Francisco² y Ríos Javier Alfredo Romo¹

¹Departamento de Oceanología, CICIMAR, IPN

²Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

jcamalich@gmail.com

El Pacífico subtropical noroeste es una de las zonas más importantes del océano en las cuales el nitrógeno es utilizado por procesos bacterianos. Dichos procesos se intensifican en condiciones bajas de oxígeno como las que se encuentran comúnmente en las zonas de surgencia a lo largo de las costas del Pacífico. El incremento en la señal isotópica de N con respecto al nivel trófico (#15N) es bien conocido, sin embargo su transferencia desde la fracción disuelta hasta niveles tróficos altos no ha sido estudiada a profundidad en zonas del océano en las cuales las concentraciones de oxígeno son bajas. Los objetivos de este estudio son: 1) reportar valores de #15N de diferentes compartimentos (abióticos y bióticos) colectados en la zona oceánica de baja concentración de oxígeno frente a Bahía Magdalena (Pacífico subtropical noreste Mexicano); 2) comparar #15N de diferentes niveles tróficos con organismos análogos de regiones en las cuales la fijación de nitrógeno es el proceso dominante, esto nos permitirá evaluar la transferencia real de #15N enriquecido en 15N a través de la red trófica hasta depredadores tope. El #15N de los componentes abióticos y abióticos fue mas alto que los reportados en regiones con una alta tasa de fijación de N. la concentración de oxígeno en la zona de estudio son bajas (< 2ml/l) a profundidades superficiales (< 100m) aunque no anóxicas. A pesar de esto la señal de #15N refleja desnitrificación y esta señal es transferida a lo largo de la cadena trófica.

Palabras clave: Pacífico nororiental subtropical, ciclo del nitrógeno, #15N, zona de mínimo de oxígeno.

SE01-25 CARTEL

RESULTADOS NUMÉRICOS PRELIMINARES SOBRE LA CIRCULACIÓN EN LA BAHÍA DE TODOS SANTOS, B.C., MÉXICO

Tanahara Romero Sorayda Aime y Durazo Arvizu Reginaldo
Facultad de Ciencias Marinas, UABC
stanahara@uabc.edu.mx

Se estudia la evolución de la circulación a lo largo de un año en la bahía, considerando el forzamiento de larga escala inducido por el Sistema de la Corriente de California, así como forzamiento atmosférico sinóptico (viento y flujos de calor). Se realizan varias simulaciones numéricas con el modelo ROMS (Regional Ocean Model System). En una primera aproximación se estudia la evolución de campos hidrográficos climatológicos en un dominio, cuya resolución espacial es de 2 km (Costa Oeste del Sur de California), forzando en las fronteras abiertas con campos dinámicos provenientes de otra simulación ROMS a 5km de resolución espacial (Costa Oeste), e incorporando en la simulación un reanálisis QuickSCAT conocido como vientos SCOW. La configuración inicial es anidada en dos ocasiones, una a 500m (Costa Oeste de la parte alta de Baja California) y otra a 80 m (Bahía de Todos Santos). Los resultados muestran a grandes rasgos, una circulación anticiclónica en la zona norte de la bahía, intrusión de aguas de la Corriente de California por la zona noroeste de la cuenca así como un intercambio de aguas con el exterior al suroeste de la misma.

Sesión Especial

IV COLOQUIO SILVIA BRAVO

Organizadores:

J. Américo González Esparza
Ernesto Andrade Mascote

SE02-1

OBSERVACIONES DE RADIOFUENTES A 140 MHZ DETECTADAS POR EL MEXART

Villanueva Hernández Pablo¹, Romero Hernández Esmeraldo²,
González Esparza Juan Américo³, Carrillo Vargas Armando¹, Casillas
Pérez Gilberto³, Andrade Mascote Ernesto¹ y Mejía Ambríz Julio¹

¹Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM

²Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM

³Instituto de Geofísica, UNAM
villanueva.pablo@gmail.com

El MEXART (Mexican Array Radiotelescope) es un radiotelescopio que opera a 140 MHz. Su finalidad es hacer estudios de clima espacial empleando la técnica de Centelleo Interplanetario (CIP), para lo que se requiere monitorear radiofuentes a distintas declinaciones. En esta trabajo se presentan observaciones con un subarreglo de 16 antenas de un conjunto de radiofuentes detectadas en el periodo de abril a septiembre del presente año en el cual se hicieron cambios a la estructura del arreglo. También se muestran las diferencias encontradas en la directividad, amplitud y fase en los registros de las radiofuentes con respecto a la configuración anterior.

SE02-2

PRIMERAS ESTIMACIONES DE VELOCIDADES DE VIENTO SOLAR EMPLEANDO OBSERVACIONES DEL MEXART

González Esparza J. Américo¹, Mejía Ambríz Julio Cesar¹,
Romero Hernández Esmeraldo² y Villanueva Hernández Pablo¹

¹Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM

²Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM
americo@geofisica.unam.mx

Una de las aplicaciones de las observaciones de centelleo interplanetario (CIP) es la estimación de velocidades del viento solar. La técnica para inferir la velocidad del viento solar con datos de una sola estación fue desarrollada en el Radiotelescopio de Ooty y consiste en ajustar un espectro teórico al espectro de potencias de observaciones de fluctuaciones en la intensidad de radiofuentes de CIP. En este trabajo se reportan los primeros resultados de esta técnica aplicada a los datos del MEXART y algunos valores preliminares de velocidades del viento solar. El perfeccionamiento de este ajuste al espectro de potencias permitirá desarrollar estudios de clima espacial y seguimiento de perturbaciones interplanetarias con datos del MEXART.

SE02-3

PROCESO EN EL DISEÑO DE UN AMPLIFICADOR DE BAJO RUIDO (LNA) PARA LA FRECUENCIA DE 0.1 A 3 GHZ

Andrade Mascote Ernesto¹ y Rodríguez Mendez Luis Manuel²

¹Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM

²Instituto Politécnico Nacional, ESIME - Zacatenco Telecomunicaciones
eandrade@geofisica.unam.mx

El presente trabajo muestra el proceso que lleva diseñar un amplificador de bajo ruido para Microondas y aplicaciones Radioastronómicas. Tomando como base las mediciones de los parámetros de dispersión S y ruido del transistor MGA-62563, describiré los pasos esenciales que lleva el proceso de diseño del amplificador a través de las gráficas simuladas y experimentales que se obtienen y que nos muestran las características óptimas deseadas para este tipo de dispositivos.

SE02-4

RESONANCIA DE SCHUMANN. RESULTADOS PRELIMINARES DE LAS OBSERVACIONES DE LA ERS-01 INSTALADA EN EL MEXART, COENEO

Vázquez Hernández Samuel¹, Sierra Figueredo Pablo¹, Andrade
Mascote Ernesto², Mendoza Ortega Blanca² y Rodríguez Osorio Daniel²

¹Instituto de Geofísica y Astronomía, IGA

²Instituto de Geofísica, UNAM
samuel@iga.cu

Presentamos los resultados preliminares obtenidos con la estación para el monitoreo de la Resonancia de Schumann (RS) ERS-01, sintonizada entre 0 y 50 Hz desarrollada en México e instalada en el MEXART, Coeneo (lat.: 19°48'19" N, long. 101°41'39"). Esta estación es la primera de este tipo funcionando en la región de México, el Caribe y Centro América. La Estación incluye dos antenas inductivas, orientadas en las direcciones Norte-Sur y Este-Oeste para la detección de las componentes horizontales del campo magnético de dicha señal.

Se ha detectado y medido la RS para los primeros armónicos en los valores de frecuencia de 7,74; 14,11; y 20,22Hz y un factor Q de aproximadamente +/- 0,3 Hz. Se presenta el comportamiento de frecuencia y amplitud espectral de los tres primeros armónicos en el período entre las 00:00 y las 08:00 HL para varios días del mes de abril del 2012.

Palabras claves: Resonancia Schumann, ELF.

SE02-5

PROPUESTA DE DESARROLLO DE UN RADIO ESPECTRÓMETRO DIGITAL PARA EL MONITOREO DEL SOL Y PULSARES

Casillas Pérez Gilberto Armando¹, Jeyakumar Solai² y Pérez Enríquez Román³

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Departamento de Astronomía, Universidad de Guanajuato

³Centro de Geociencias, UNAM
gacp@geofisica.unam.mx

En el Universo tienen origen muchos eventos explosivos conocidos como transitorios, con duraciones de tiempo desde micro segundos hasta varios minutos. Muchos de estos eventos emiten radiación en la banda de radio y provienen de diversas fuentes cósmicas como el Sol, pulsares, supernovas y planetas extra solares, entre otros. Este tipo de eventos no han sido bien estudiados debido a que no se cuenta con telescopios dedicados para su observación, además de que no se tienen instrumentos adecuados para detectarlos de forma precisa. En este trabajo presentamos una propuesta de desarrollo de un espectrómetro multicanal de alta resolución temporal-espectral y con alto ancho de banda, que utilice técnicas digitales, para realizar observaciones de eventos transitorios rápidos en escala de tiempo de micro segundos. El proyecto se piensa realizar utilizando antenas del Observatorio de la Luz de la Universidad de Guanajuato. La realización de este proyecto contempla el desarrollo de nueva generación de instrumentación que favorecería y complementaría los esfuerzos del Instituto de Geofísica, para aumentar la capacidad observacional de eventos que pudieran ser de consecuencias para la Tierra.

SE02-6 CARTEL

EL RUIDO ELECTROMAGNÉTICO OBSERVADO EN LA BANDA DE 133 A 144 MHZ Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DE LOS DATOS DEL RADIOTELESCOPIO MEXART

Carrillo Vargas Armando¹, González Esparza Américo¹, Aguilar Rodríguez Ernesto¹,
Andrade Mascote Ernesto¹, Casillas Pérez Gilberto² y Villanueva Hernández Pablo¹

¹Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM
armando@geofisica.unam.mx

En este trabajo se presenta un análisis de observaciones recientes obtenidas con el radiotelescopio MEXART. Las observaciones presentan un ambiente electromagnético severamente contaminado por diversas fuentes artificiales y naturales, principalmente de señales satelitales, tormentas de ruido natural, y severas interferencias generadas por actividad industrial. El análisis de las señales mostró que la red de satélites que opera en el rango de 135 a 137 MHz y una fuente de ruido esporádico emitiendo a 142.8 MHz han disminuido hasta en un 30% el tiempo útil del radiotelescopio, afectando severamente la calidad de la señal al observar las fuentes de radio estelares. Con base en lo anterior se propone implementar cambios en el sistema de filtros en el arreglo dipolar y de los receptores, lo cual permitirá resolver hasta el 90% de las interferencias presentes.

SE02-7 CARTEL

ANÁLISIS DE RADIOFUENTES A 140 MHZ OBSERVADAS POR MEXART

Romero Hernández Esmeraldo¹, Villanueva Hernández Pablo², González Esparza
Américo², Carrillo Vargas Armando², Mejía Ambríz Julio² y Andrade Mascote Ernesto²

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM

²Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM
cefeyda_esm@yahoo.com.mx

El observatorio de centelleo interplanetario de Coeneo Michoacán (MEXART por sus siglas en inglés) es un instrumento de tránsito que monitorea radiofuentes a 140 MHz. En este trabajo se presenta el análisis de un conjunto de radiofuentes en el periodo de abril a septiembre del presente año. Durante este periodo se hicieron cambios a la configuración de la antena, por lo que se encontraron diferencias significativas en la amplitud y fase de las radiofuentes, con respecto a la antigua configuración del arreglo.

SE02-8 CARTEL

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA BASE DE DATOS Y PROCESOS
COMPUTACIONALES PARA ALMACENAMIENTO
DE DATOS OBSERVADOS POR EL MEXART**

Casillas Pérez Gilberto Armando¹, García Zermeño Pedro²,
Carrillo Vargas Armando³ y Villanueva Hernández Pablo³

¹*Instituto de Geofísica, UNAM*

²*Facultad de Contaduría y Administración, UNAM*

³*Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM*

gacp@geofisica.unam.mx

Se reporta el trabajo desarrollado para llevar a cabo la carga de datos con observaciones del MEXART, a una base de datos implementada bajo ambiente linux y mediante el empleo de mysql. Presentamos la estructura de la base de datos, los procedimientos y los programas de cómputo implementados para llevar a cabo las tareas de almacenamiento de los datos. La implementación de la base de datos permitirá almacenar de manera segura las observaciones realizadas por el radiotelescopio y manejar de manera eficiente grandes cantidades de datos para su análisis posterior. El empleo de esta base de datos facilitará la búsqueda y consulta de registros correspondientes a las observaciones del MEXART, y se podrán generar los archivos correspondientes a las consultas efectuadas.

Sesión Especial

RESULTADOS PRELIMINARES DE UN DIAGNÓSTICO SOBRE LAS CIENCIAS DE LA TIERRA EN MÉXICO

Organizadores:

Blanca Mendoza

Jorge Aranda

Jorge Zavala

SE03-1

LA RED NACIONAL DE OBSERVATORIOS AMBIENTALES

Lara José Rubén
División de Oceanología, CICESE
rlara@cicese.mx

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) planea crear una Red Nacional de Observatorios Ambientales (ReNOA) con el propósito de entender la variabilidad del medio ambiente por fenómenos naturales y actividades antropogénicas.

La red que se pretende crear deberá permitir un análisis sistemático de la información para entender un ambiente en evolución y generar el conocimiento para enriquecer la toma de decisiones, estrategias de prevención para el bienestar de la sociedad y la sustentabilidad de los ecosistemas. La red contempla la creación de bases de datos en línea y en tiempo real en formatos accesibles al público. Existen en el país instituciones que operan distintas redes de monitoreo. Estas redes tienen diversos objetivos y se reflejan en diferentes coberturas espaciales y temporales, diferentes sistemas de almacenamiento y accesos a la información generada. Adicionalmente a las redes existentes, diversas instituciones realizan mediciones de variables ambientales de manera puntual y/o eventual. No se cuenta con una visión integral que permita orientar adecuadamente los recursos materiales y humanos utilizados para el monitoreo de las variables ambientales en el país. La creación de la red deberá permitir la generación y análisis sistemático de la información, asegurar la disponibilidad de dicha información y enriquecer la toma de decisiones. Por lo tanto, en su diseño se deberá contemplar la creación de bases de datos en línea y de preferencia en tiempo real con acceso libre al público. La creación de la ReNOA tiene el propósito de entender la variabilidad del medio ambiente por fenómenos naturales y actividades antropogénicas. La Red deberá permitir un análisis sistemático de la información para entender un ambiente en evolución y generar el conocimiento para enriquecer la toma de decisiones y las estrategias de prevención para el bienestar de la sociedad y la sustentabilidad de los ecosistemas. También deberá contemplar la creación de bases de datos en línea y de preferencia en tiempo real con presentación accesible a la comunidad. La red contemplará, entre otras, las siguientes áreas temáticas de monitoreo: Hidrológica, Meteorológica, Oceanográfica, Ecosistemas terrestres y Geofísica.

SE03-2

LA AGENCIA MEXICANA DE MARES Y COSTAS

Lara José Rubén
División de Oceanología, CICESE
rlara@cicese.mx

México es un país con enormes recursos costeros y marinos y cuya población en los litorales va en aumento. La demanda de bienes y servicios ambientales en estas zonas ha crecido de manera constante en los últimos 30 años y las tendencias indican que esta demanda seguirá aumentando. El futuro del país, a mediano plazo, dependerá en buena parte del desarrollo en las zonas costeras y de las actividades económicas en zonas marinas. Para poder maximizar los beneficios que proporcionan al país estas zonas, es imprescindible generar conocimiento científico sistematizado sobre las variables ambientales que caracterizan a las costas y mares mexicanos. Por lo que es responsabilidad del estado generar la información necesaria para el entendimiento de los procesos marinos y costeros que influyen en las actividades humanas del país. Con la finalidad de contar con un organismo que se encargue de apoyar a las diversas dependencias de gobierno con injerencia en los asuntos costeros y marinos; de atender los vacíos administrativos que se han detectado en la estructura del poder ejecutivo en relación con mares y costas; y de generar información confiable y oportuna para la toma de decisiones; se pretende la creación del organismo denominado Agencia Mexicana de Mares y Costas (AMMC). Su misión será generar información científica oportuna para contribuir a la protección del ambiente y al manejo adecuado de los recursos costeros y marinos así como para el aprovechamiento sustentable de estos recursos en beneficio del país. Asimismo, una de las tareas más urgentes, es generar el conocimiento y la información para desarrollar los nuevos negocios (energía eólica, solar, mareomotriz, biocombustibles, minerales, agua dulce, fármacos, maricultura, etc.) del futuro, esto es, la nueva economía marina sustentable del siglo XXI. Y su visión será ser la institución líder en nuestro país, que provea información adecuada y oportuna, que apoye la generación de conocimiento científico mediante la vinculación con las instituciones de investigación del país, las organizaciones de la sociedad civil, para fortalecer las nuevas oportunidades de los negocios del futuro. Dentro de sus objetivos están: Coadyuvar en la ejecución la política nacional de mares y costas. Fomentar el desarrollo de la capacidad científico-tecnológica del país en materia de mares y costas. Promover una activa cooperación internacional mediante acuerdos que beneficien a las actividades en mares y costas. Realizar el monitoreo de las principales variables ambientales en mares y costas mediante la operación de plataformas de observación. Generar información y datos de calidad que coadyuven a la investigación científica en mares y costas. Promover y difundir la investigación científica en este tema. Promover la difusión del conocimiento

de mares y costas en todos los niveles educativos. Modelar los procesos marinos y costeros para generar pronósticos, escenarios y tendencias de los fenómenos oceanográficos en mares y costas de México. Generar información útil y oportuna, para el desarrollo de los nuevos negocios del futuro (economía marina sustentable), para enriquecer la toma de decisiones. Y representar a México antes las agencias internacionales relacionadas con mares y costas.

SE03-3

LOS NUEVOS LABORATORIOS E IMAGEN DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA TIERRA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ZACATECAS

Escalona Alcázar Felipe de Jesús, Fernández Ávalos José de Jesús, Núñez Peña Ernesto Patricio, Valle Rodríguez Santiago, Blumh Gutiérrez Jorge, Soto Berumen Ismael, Esparza Martínez Alicia, Reveles Flores Sayd, Valdéz Romero Eduardo, Moreno Alaniz Juan Gulberto y López Galván Cristian Fernando
Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, UAZ
fescalona@hotmail.com

La Unidad Académica de Ciencias de la Tierra (UACT) de la UAZ cuenta con tres programas de licenciatura que son: Ingeniero Minero Metalurgista, Ingeniero Geólogo y Licenciado en Ciencias Ambientales que iniciaron actividades en 1962, 1982 y 2005, respectivamente. El enfoque tradicional de las carreras es hacia el área de la minería y exploración. Los laboratorios con que se contaban eran los de Mineralogía y Petrografía, Metalurgia, Análisis químicos cualitativo y cuantitativo; así como un museo de paleontología y otro de rocas y minerales. Hasta el año 2008 esta fue la infraestructura de laboratorios con que contó la Unidad Académica de Ciencias de la Tierra de la UAZ.

Ante los nuevos retos de la educación superior, la acreditación de los programas académicos y la necesidad de formar profesionistas cada vez más competitivos, la administración 2008-2012, que finaliza el 16 de agosto de 2012, se dio a la tarea de actualizar y modificar la infraestructura existente a fin de poder estar a la altura de los nuevos retos educativos.

En materia deportiva se reconstruyó la cancha de basquetbol, que ahora tiene gradas. También se remodeló y equipó el gimnasio. En materia de laboratorios se construyó un edificio de tres niveles que cuenta con cuatro laboratorios que son: 1) Laboratorio de Laminación y Separación de Minerales que cuenta con el equipo necesario para elaborar láminas delgadas, impregnar muestras deleznable y separar minerales utilizando sus propiedades magnéticas; 2) Laboratorio de Pulverización y Sedimentación que incluye una quebradora de quijadas, una pulverizadora de anillos y una mesa de sedimentación; 3) Laboratorio de Petrografía que cuenta con 18 microscopios petrográficos y dos mineragráficos para uso de los estudiantes; además, cuenta con un microscopio con salida de alta definición para que los docentes puedan impartir sus clases; y 4) Laboratorio de Petrología que cuenta con varias colecciones de la casa Ward's de rocas y minerales. Todo el equipo de los laboratorios es nuevo.

Además, se modificó el espacio para el nuevo Laboratorio de Geoquímica que cuenta con un espectrómetro de plasma de emisión óptica (ICP-OES por sus siglas en inglés), un espectrómetro de chispa, campana extractora y un equipo de microondas para la digestión de muestras.

A la infraestructura de laboratorio hay que agregar la construcción de un edificio de tres niveles que cuenta con dos aulas, un centro de cómputo, una biblioteca de autoacceso, y una sala audiovisual. Conjuntamente, se remodeló el espacio de la antigua biblioteca para una sala de maestros y dos cubículos.

Con esta nueva infraestructura el siguiente reto es ponerlos en funcionamiento, faltarán algunas cosas, pero serán mínimas para su puesta en marcha.

SE03-4

LOS SECRETOS DE CÓMO PUBLICAR SU ARTÍCULO EN JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH

Barton Eric Desmond
Instituto de Investigaciones Marinas, CSIC, España
barton@iim.csic.es

Se describe en términos generales el proceso editorial y de revisión que tiene que superar una contribución científica a lo largo del camino hacia su publicación. Posteriormente, se examina la formulación de un artículo bien preparado y la manera por la cual los autores pueden maximizar las probabilidades de éxito en cada etapa del proceso para llegar finalmente a su aceptación. Se identifican los errores más comunes y la manera de evitarlos. Están discutidos los problemas típicos a los que se enfrentan un autor no anglosajón que escribe en inglés, incluso la necesidad de precisión gramática y de estilo. A la misma vez se examina el significado de plagiarismo, incluso auto-plagiarismo, y doble publicación. Se especifican las pautas específicas en la preparación del manuscrito que se va a someter a la revista. Para cerrar, se explora la relación entre la composición y la evaluación, y se explica como haciéndose un buen revisor ayuda a hacerse un autor exitoso.

Sesión Especial

MODELACIÓN MATEMÁTICA Y COMPUTACIONAL DE SISTEMAS TERRESTRES

Organizadores:

Guillermo Hernández García
Norberto Vera Guzmán
Agustín Alberto Rosas Medina

SE04-1

EL CÓMPUTO EN PARALELO EN LA MODELACIÓN MATEMÁTICA Y COMPUTACIONAL DE LA GEOFÍSICA: UN ESTADO DEL ARTE

Herrera Revilla Ismael
Instituto de Geofísica, UNAM
iherrera@geofisica.unam.mx

Los modelos matemáticos de muchos sistemas de la Geofísica están gobernados por una gran variedad de ecuaciones diferenciales parciales, o sistemas de tales ecuaciones, cuyos métodos de solución requieren procesar computacionalmente sistemas algebraicos sumamente grandes. Es por ello que la increíble expansión de los recursos computacionales que en forma continuada ha venido ocurriendo ha conllevado un aumento también asombroso de la capacidad para modelar matemática y computacionalmente sistemas geofísicos cada vez más diversos y complejos. Entre las nuevas herramientas destaca la computación en paralelo, la cual desde muy temprano en su desarrollo ha recibido considerable atención de la comunidad internacional con el propósito de utilizar su extraordinario poder en la solución de las ecuaciones diferenciales parciales de la Ciencia y la Ingeniería. Idealmente, el objetivo deseable con este propósito sería desarrollar software 100% paralelizado y de aplicabilidad universal; con mayor precisión: software tal que los múltiples procesadores trabajen en forma independiente, sin coordinación alguna y sin intercambio de información, y que sea aplicable a toda clase de ecuaciones diferenciales, o sistemas de tales ecuaciones, independientemente del problema que las origine. En este esfuerzo muy pronto se reconoció que los métodos de descomposición del dominio (DDM, por sus siglas en inglés) son la vía más efectiva para acercarse a este propósito. En esta plática se presentan en forma integrada los logros más importantes alcanzados hasta ahora y, en particular, cuatro algoritmos introducidos recientemente por el GMMC-IGF –los algoritmos DVS- que casi (en la plática se precisa este término) alcanzan el objetivo de ser 100% paralelizables y de aplicabilidad muy general. Estos algoritmos exhiben el poder de un nuevo marco teórico introducido por el autor y sus colaboradores, cuya denominación en inglés es: ‘the derived-vector space (DVS)’, el cual también se explica en esta plática. La posibilidad de tratar en paralelo problemas no simétricos es especialmente relevante en la modelación de los procesos de transporte que ocurren en los sistemas terrestres.

SE04-2

FOUR MASSIVELY PARALLEL ALGORITHMS FOR GEOPHYSICS APPLICATIONS: IMPLEMENTATION ISSUES

De la Cruz Luis M.
Instituto de Geofísica, UNAM
luiglix@gmail.com

Nowadays parallel computing is ubiquitous and almost all new computational resources contain more than one processing unit. The challenge is to develop efficient parallel codes to take advantage of the current parallel architectures. Domain decomposition methods (DDM) allow us to model macroscopic geophysics systems applying effective parallel algorithms, and in particular, the non-overlapping methods can achieve a higher level of parallelization. Recently, Herrera et al. [1-3] have developed four general purpose algorithms that are very suitable for efficiently programming the powerful parallel computers available at present. These new algorithms have been derived in the realm of the DVS-framework [1-3]. The numerical and computational issues, as well as some examples of application are presented in this talk. From the point of view of software engineering, the DVS-framework offers a general platform which give us a natural separation of the concepts and operations, that results in general, efficient and elegant codes. In this implementation we use the Finite Volume Method (FVM) to obtain the numerical model [4]. We apply object oriented and generic programming paradigms in order to generate several generic units that in turn can be used to construct the codes for the algorithms of DVS. These algorithms are iterative in nature, and are based on some well known Krylov methods, to say CGM, GMRES on some others. Finally, we present some parallel metrics that measure the speedup and efficiency of our implementations, for various applications.

- [1] Herrera, I. et al. Geofísica Internacional, 50, pp 445-463, 2011.
- [2] Herrera, I. et al. NUMER. METH. PART D. E. 27, pp. 1262-1289, 2011.
- [3] Herrera, I. et al. NUMER. METH. PART D. E. 26, pp. 874-905, 2010.
- [4] de la Cruz, L.M., and Ramos, E., Trans. on Math. Soft., submitted in 2011.

SE04-3

CUATRO ALGORITMOS MASIVAMENTE PARALELOS PARA MATRICES SIMÉTRICAS, NO-SIMÉTRICAS E INDEFINIDAS: APLICACIONES A UNA SOLA ECUACIÓN

Rosas Medina Agustín Alberto y Herrera Revilla Ismael
Instituto de Geofísica, UNAM
albertico@geofisica.unam.mx

Un conjunto de cuatro algoritmos de propósito general que son muy adecuados para la construcción del software que se requiere para la programación eficientemente de las computadoras paralelas más potentes disponibles en la actualidad fue introducido y explicado en [1-3]. Tales algoritmos son igualmente aplicables a una sola ecuación diferencial parcial y para sistemas de ecuaciones diferenciales parciales. En el presente trabajo se muestran aplicaciones de los cuatro algoritmos a una sola ecuación. Todos los algoritmos considerados fueron derivados de los métodos de descomposición de dominio no traslapados con restricciones usando el marco del espacio derivado de vectores (DVS), introducido recientemente [1-3], y son aplicables a matrices simétricas, no-simétricas e indefinidas. La característica compartida por todos, es que permite hacer estos en forma masivamente paralela, esto es, que la solución global se obtiene por la solución de problemas locales, en cada subdominio de la partición, exclusivamente.

Palabras clave: Algoritmos masivamente paralelos; cómputo en paralelo; DDM no traslapados, DDM con restricciones; BDDC; FETI-DP.

Referencias:

- [1] Herrera, I., Carrillo-Ledesma A. & Rosas-Medina A. A Brief Overview of Nonoverlapping Domain Decomposition Methods, Geofísica Internacional, Vol. 50(4), pp 445-463, 2011.
- [2] Herrera, I. & Yates R. A. The Multipliers-Free Dual Primal Domain Decomposition Methods for Nonsymmetric Matrices, NUMER. METH. PART D. E. 27(5) pp. 1262-1289, 2011. DOI 10.1002/Num. 20581. (Published on line April 28, 2010)
- [3] Herrera, I. & Yates R. A. The Multipliers-free Domain Decomposition Methods, NUMER. METH. PART D. E. 26(4) pp. 874-905, 2010, DOI 10.1002/num. 20462(Published on line April 23, 2009).

SE04-4

CUATRO ALGORITMOS MASIVAMENTE PARALELIZABLES PARA ELASTOESTÁTICA

Contreras Trejo Iván Germán y Herrera Revilla Ismael
Universidad Nacional Autónoma de México
germanc@uxmcc2.iimas.unam.mx

Para utilizar los recursos del equipo de cómputo en paralelo existentes actualmente, se requiere hardware masivamente paralelizado.

Existen límites en los niveles de paralelización que se pueden alcanzar y los cuales no pueden ser rebasados. Para los métodos de descomposición de dominio sin traslape la meta es desarrollar algoritmos capaces de obtener una solución global con las solución de problemas locales en cada subdominio de la partición, exclusivamente. Es ampliamente conocido que para este propósito la introducción de restricciones, las cuales son necesarias para tener algoritmos competitivos, constituye una dificultad adicional nada fácil de sortear. Afortunadamente, un conjunto de cuatro algoritmos de propósito general con restricciones que poseen esta característica y que son aplicables a una amplia gama de matrices- simétricas, indefinidas y no simétricas- han sido desarrolladas. Mientras, en la presente plática damos a conocer y explicamos esos mismos cuatro algoritmos masivamente paralelos, que han sido derivados de los originales , para tratar específicamente el sistema de ecuaciones que gobierna el modelo de Elasticidad Lineal.

Todo este desarrollo ha sido llevado a cabo en el marco del espacio derivado de vectores (DVS) introducido recientemente por I. Herrera y colaboradores.

SE04-5

DIMENSION OF GLOBAL ATTRACTOR IN BAROTROPIC ATMOSPHERE

Skiba Skiba Iouri
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
skiba@unam.mx

The large-time behavior of solutions to viscous incompressible and forced model of barotropic atmosphere is considered, and the existence of a limited attractive set B that eventually attracts all solutions to the nonlinear barotropic vorticity equation (BVE) is analyzed. Evidently, the geometric structure of attractive set depends on the structure and smoothness of BVE forcing. Particular forms of forcing have been found, which guarantee the existence of a bounded attractive set in a phase space. We note that all steady and periodic solutions (if they exist)

belong to the set B, which contains the maximal BVE attractor. In this work, the existence and boundedness of attractive set were proved for steady forcing of a family of Hilbert spaces. We also show that under certain conditions on the forcing, the maximal BVE attractor coincides with the zero solution.

Estimates of the Hausdorff dimension of global attractor of the BVE subjected in a periodic two-dimensional hypercube to a steady forcing were made by Babin and Vishik (1992), Constantin et al. (1988) and Doering and Gibbon (1991). The main result states that the attractor dimension is finite and limited by the dimensionless generalized Grashof number (Temam, 1988). In case of sphere, the analogous result was obtained by Ilyin (1993).

In this work, simple attractive sets of the BVE under the influence of a quasi-periodic forcing of the complex $(2n+1)$ -dimensional subspace $H(n)$ of homogeneous spherical polynomials of degree n are analyzed. Each such attracting set is a quasi-periodic BVE solution of the subspace $H(n)$. The Hausdorff dimension of its trajectory, being an open spiral densely wound around a $2n$ -dimensional torus in $H(n)$, equals to $2n$. As the generalized Grashof number G becomes small enough, the basin of attraction of spiral solution will expand from $H(n)$ to the whole phase space, that is, it becomes a global attractor. It is shown that for given G , there exists an integer $n(G)$ such that each spiral solution generated by a forcing of $H(n)$ with n larger or equal to $n(G)$ is globally asymptotically stable. Thus, whereas the Hausdorff dimension of attractor of the BVE subjected to a steady forcing is limited from above by Grashof number G , the Hausdorff dimension $2n$ of globally attractive spiral solution may become arbitrarily large as the degree n of quasi-periodic forcing grows.

It should be noted that unlike a time-invariant forcing, a quasi-periodic forcing more adequately describes the effects of small-scale baroclinic processes in the BVE, and therefore this result is of a meteorological interest, showing that the dimension of the global BVE attractor can be unlimited even if the generalized Grashof number is limited, and hence, the dimension of global attractor crucially depends not only on the generalized Grashof number, but also on the spatial and temporal structure of forcing. This example also shows that the existence of finite-dimensional global attractor in the barotropic atmosphere is not well justified, and as a result, the search of finite-dimensional global attractor in meteorological data is unreasonable.

SE04-6

A FORMULATION BASED ON THE ADJOINT EQUATION TO ESTIMATE THE EMISSION RATE OF A NON-STEADY POINT SOURCE

Parra Guevara David y Skiba Yuri N.
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
pdavid@atmosfera.unam.mx

Atmospheric transport and dispersion models are used to assess the impact of emission sources on air quality for varying meteorological conditions. These models are also used at nuclear and chemical plants for emergency response and impact assessments for hazardous substances accidentally released into the atmosphere. Besides their direct application, such models are fundamental for solving such inverse problems as the assessment of the air pollution problem parameters. In this work, the inverse problem consists in evaluating unknown sources of the atmospheric pollutants by using a given set of measured concentrations. The solution of this problem can be used to estimate and verify emission inventories of many toxic and radioactive species as well as to detect unknown sources of atmospheric tracers. In particular, the detection and location of nuclear testing or terrorism-related events can be achieved using observations of radionuclides in the atmosphere [3].

In previous works is often assumed that the intensity of the source is stationary or defined as an impulse in time (explosion). As a result, the developed methods do not cover all the actual events of emissions, and therefore their use is limited [3]. Also, such methods frequently use the analytical solutions of simple dispersion models of pollutants (Gaussian plume models), this limits their application only to the cases of steady conditions of dispersion in the atmosphere [1].

In this work, we formulate a method to assess the emission rate of a non-steady point source by using a three-dimensional dispersion model with time-variable parameters [2], and a set of measured concentrations. Here it is assumed that the location of the source is previously known, for example, by means of satellite detection. This inverse problem is ill-posed and a regularization method is necessary in order to find the solution [1]. It is shown that a regularization based on minimizing the L_2 -norm of the first derivative of the emission rate is useful for this problem. Such procedure is subjected to integral constraints, known as Fredholm integral equations of first kind, which compress the cause-effect phenomenon. The adjoint functions used as kernel in the integral constraints are helpful to exhibit the explicit relation between the emission rate and the anomalies of concentration data. The adjoint model and the duality principle are the key to write the constraints in terms of such functions.

It is shown that both models (direct and adjoint) are well posed in the sense of Hadamard. The discrete problem associated to the proposed regularization is a quadratic programming problem which is solved by the quadprog routine of MATLAB. Numerical examples demonstrate the method's ability.

1. Kathirgamanathan, P., McKibbin, R. & McLachlan, R. I. (2003). Source release-rate estimation of atmospheric pollution from a non-steady point source-Part I. Res. Lett. Inf. Math. Sci., 5, 71-84.
2. Parra-Guevara, D., Skiba, Yu. N. & Pérez-Sesma, A. (2010). A linear programming model for controlling air pollution. International Journal of Applied Mathematics, 23 (3), 549-569.
3. Pudykiewicz, J. (1998). Application of adjoint tracer transport equations for evaluating source parameters. Atmospheric Environment, 32 (17), 3039-3050.

SE04-7

A NUMERICAL MODEL OF COASTAL FLOWS IN COMPLEX BAY-LIKE DOMAINS

Skiba Skiba Iouri¹ y M. Filatov Denis²

¹Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

²Centro de Investigación en Computación, IPN
skiba@unam.mx

A new model for the numerical study of coastal shallow-water flows in bay-like domains is suggested. The model involves the method of operator splitting by physical processes and by coordinates. An important advantage of the model compared to others is that it allows accurate simulation of coastal flows in a domain of an arbitrary shape with both closed and open boundaries. Moreover, the computational domain may contain interior parts ('tears') treated as isles in the bay. The model also incorporates irregular bottom topography. Specially constructed approximations of the temporal and spatial derivatives result in second-order unconditionally stable finite difference schemes that conserve the mass and the total energy of the discrete inviscid unforced shallow-water system. The potential enstrophy is bounded and periodic in time. Therefore, the numerical solution, aside from being accurate from the mathematical point of view, appears to be physically adequate, inheriting a number of substantial properties of the original differential shallow-water system. Several numerical tests, with both an inviscid and a viscous model, are presented confirming the skills of the developed model.

Keywords. Coastal shallow-water flows, conservative finite difference schemes, complex computational domain, closed and open boundaries.

References.

1. Skiba, Y. N. (1995). Total energy and mass conserving finite difference schemes for the shallow-water equations. Russ. Meteorol. Hydrology, 2:35-43.
2. Skiba, Y. N. and Filatov, D. M. (2008). Conservative arbitrary order finite difference schemes for shallow-water flows. J. Comput. Appl. Math., 218:579-591.
3. Skiba, Y. N. and Filatov, D. M. (2009). Simulation of soliton-like waves generated by topography with conservative fully discrete shallow-water arbitrary-order schemes. Internat. J. Numer. Methods Heat Fluid Flow, 19:982-1007.

SE04-8

CÓMPUTO DE ALTO RENDIMIENTO IMPLEMENTANDO MODELOS DE ESTIMACIÓN DE REGISTROS PERDIDOS PARA DATOS ATMOSFÉRICOS

Aguirre Salas Gilberto Rubén, Sánchez Gómez Rubén y Salas Serrano Víctor
Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, CUCEI
ruben.aguirre00@gmail.com

Un problema cotidiano investigando series temporales de cualquier fenómeno natural son los datos perdidos, datos que no se registran en forma cotidiana, o con algún tipo de error de medición. En el caso, analizando datos atmosféricos es común encontrar cantidades considerables de datos con este tipo de conflicto, ya sea por fallas eléctricas, lecturas erróneas, mantenimiento de las estaciones de monitoreo, pérdidas por conflictos de comunicación electrónica o eventualmente por registros negativos que carecen de validez.

Cuando la cantidad de datos perdidos no es importante, comúnmente se resuelve con el promedio, la mediana o bien la lectura observada el mismo día del año anterior. Sin embargo, cuando la cantidad de datos es considerable, se hace necesario un análisis previo para tratar de generar estimaciones adecuadas de los mismos.

En este trabajo se presenta un modelo mixto no lineal, implementado en cómputo paralelo, observando buenos resultados analizando datos perdidos, se muestran valores estimados y análisis de errores para observaciones registradas en las bases de datos de los sistemas automáticos de recolección de datos de las redes automáticas de monitoreo atmosférico instaladas en la Zona Metropolitana del Valle de México y en la Zona Metropolitana de Guadalajara.

SE04-9

FORMULACIÓN CONTINUA DE YACIMIENTOS NATURALMENTE FRACTURADOS: ESTADO ACTUAL Y RETOS FUTUROS

Camacho Velázquez Rodolfo¹ y Vásquez Cruz Mario²

¹Subdirección de Gestión de Recursos Técnicos, PEP

²Pemex Exploración y Producción

rodolfo.gabriel.camacho@pemex.com

El modelado de Yacimientos Naturalmente Fracturados (YNF) es uno de los principales retos matemáticos de la ingeniería de yacimientos. Además de la matriz rocosa, fracturas naturales y vóculos a diferentes escalas constituyen este tipo de yacimientos. Por tanto, su permeabilidad depende tanto de la conectividad de la red de fracturas y de vóculos, como de la distribución de estos sistemas.

Una de las razones por la cual es importante caracterizar YNF, se debe a que estas formaciones geológicas contienen más del 60% de las reservas remanentes de hidrocarburos a nivel mundial, especialmente los YNF vulgares (YNFV). Por tanto, para caracterizar apropiadamente estos yacimientos a menudo se enfrentan retos mayores con respecto a los encarados en yacimientos homogéneos. Asimismo, la caracterización de YNF es importante durante su etapa de producción primaria para llevar a cabo una explotación eficiente de sus reservas; sin embargo, una caracterización apropiada es aún más importante para procesos de recuperación secundaria y terciaria de hidrocarburos.

Actualmente, en la industria se utiliza cotidianamente una propuesta denominada de "doble porosidad" para modelar YNF e incluso YNFV. Dicho modelo considera básicamente la presencia de matriz y fracturas, suponiendo que estas últimas se encuentran a una sola escala, uniformemente distribuidas e interconectadas. Sin embargo, de acuerdo a lo antes expuesto, varias o ninguna de estas hipótesis es válida. Por tanto, es imperativo disponer de otras alternativas para caracterizar estas heterogeneidades (fracturas y vóculos) de manera más realista.

En base a lo anterior y por su relevancia, en el presente trabajo se discuten los siguientes retos inherentes al modelado de YNF: considerar la terminación parcial del pozo en YNFV, involucrando una frontera inferior dictada por la solución de entrada de agua de acuíferos comunes, utilizar la ecuación modificada de Darcy para flujo radial de un fluido no-Newtoniano en la ecuación de difusión para YNFV, analizar la posibilidad de formación de emulsiones en YNFV productores de aceite pesado con presencia de agua, generar un modelo de pruebas de presión-producción considerando la penetración parcial del pozo en YNF con geometría fractal, proponer una solución analítica para YNFV con fracturas fractales, caracterizar el problema de unicidad en el análisis computarizado, mediante técnicas de Inteligencia Artificial, de datos de presión colectados en YNFV, desarrollar una metodología para pruebas de trazadores en yacimientos homogéneos y doble-porosidad considerando geometría fractal, generar una solución analítica para el análisis de pruebas de presión-producción en sistemas con geometría multifractal, y desarrollar una solución analítica para el análisis del comportamiento de producción en YNF con pozos múltiples e involucrando geometría fractal y presencia de vóculos.

De esta forma, también se identifican algunos de los retos referentes a la formulación y solución matemática relacionada con la caracterización de YNF y YNFV. Asimismo, se detallan los avances recientes en cuanto a su modelación continua, considerando redes de fracturas con geometría fractal y vóculos, demostrando las ventajas de las propuestas para modelar comportamientos anómalos que no pueden describirse mediante el modelo de doble porosidad tradicional.

SE04-10

DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA PARA ESTIMAR LOS PARÁMETROS DE DESCARGA CON FINES DE BIORREMEDIACIÓN EN SISTEMAS ACUÁTICOS CONTAMINADOS CON PETRÓLEO

Arellano Guerrero Fernando Nicolas
Universidad Nacional Autónoma de México
fnag1984@hotmail.com

En este trabajo se considera un problema variacional con el propósito de determinar el sitio óptimo de descarga y la razón de descarga óptima de un nutriente que será liberado dentro de un sistema acuático contaminado con petróleo. El objetivo es minimizar el total de la masa del nutriente descargado dentro del sistema, con la restricción de alcanzar ciertos valores críticos de la concentración del nutriente, que sean suficientes para eliminar los residuos de petróleo en determinadas áreas afectadas a través de biorremediación. Por lo tanto, los valores críticos de estas concentraciones promedio son usados como restricciones del problema variacional. Además, se considera un problema de valor inicial 3D para la ecuación de advección-difusión, junto con su problema adjunto, para modelar, estimar y controlar la dispersión del nutriente en una región limitada. Siendo las soluciones del modelo de advección-difusión y su adjunto la base para realizar el presente estudio. También, se muestra que el problema de advección-difusión es un problema bien planteado, y que

sus soluciones satisfacen la ecuación de balance de masa. En cada zona contaminada, la concentración promedio se calcula por medio de una fórmula integral en la cual la solución del modelo adjunto es el núcleo. La expresión analítica para determinar la razón óptima de descarga del nutriente esta dada como una combinación lineal de las soluciones del problema adjunto, y para la posición óptima, es posible obtener una función no-lineal cuyo valor mínimo corresponde al sitio de descarga óptimo. La aplicación de este nuevo método se muestra con varios ejemplos numéricos, donde se aplica la metodología anterior con el fin de biorremediar tres zonas contaminadas en un canal.

SE04-11

SOLUCIÓN NUMÉRICA DE FLUJO BIFÁSICO INCOMPRESIBLE UTILIZANDO EL MÉTODO DE LÍNEAS DE CORRIENTE

Martínez Carrada Roberto Carlos y De la Cruz Salas Luis Miguel
Instituto de Geofísica, UNAM
rmartinez.igf@gmail.com

En este trabajo se estudia un modelo de flujo bifásico incompresible en medios porosos en tres dimensiones. El modelo matemático se obtiene a partir de la formulación axiomática. Este modelo consiste de dos ecuaciones diferenciales parciales, no lineales y acopladas. En el método utilizado en este trabajo, se requiere construir líneas de corriente en el dominio de estudio, las cuales son tangentes en cada punto al campo de velocidad total. Esta velocidad, se calcula usando la presión y la saturación de las fases agua y aceite. La premisa en la Simulación con Líneas de Corriente (SLS por sus siglas en inglés) es aproximar los cálculos tridimensionales del flujo y transporte de las diferentes fases, mediante la solución de ecuaciones de transporte unidimensionales a lo largo de las líneas de corriente. La solución en una dimensión hace que este enfoque sea extremadamente rápido y efectivo para modelar flujos en yacimientos en donde existen muchas heterogeneidades. La geometría y la densidad de las líneas de corriente reflejarán el impacto geológico sobre los caminos preferenciales del flujo, introduciendo una mayor densidad de líneas en regiones de alta porosidad y permeabilidad.

En este trabajo, la discretización del sistema de ecuaciones se llevó a cabo mediante el Método de Volumen Finito (MVF). El algoritmo de solución de dichas ecuaciones se basa en el método IMPES. Se presentan resultados para un problema en un dominio regular inicialmente saturado de aceite, en donde se tiene un pozo inyector por donde se introduce agua para desplazar al aceite hacia un pozo extractor.

SE04-12

MODELADO BIFÁSICO TRIDIMENSIONAL DE FLUIDOS EN MEDIOS POROSOS EMPLEANDO EL MÉTODO DE VOLUMEN FINITO

Stella Ramírez Laura Minerva¹, Lezama Campos
José Luis² y Martínez Carrada Roberto Carlos¹
¹Instituto de Geofísica, UNAM
²Instituto de Ingeniería, UNAM
mini@ciencias.unam.mx

En este trabajo se estudia un modelo de flujo bifásico en medios porosos en tres dimensiones. El modelo matemático se obtiene mediante la aplicación de la formulación axiomática descrita en [1]. Este modelo consiste de un conjunto de ecuaciones diferenciales parciales, no lineales y acopladas, las cuales se resuelven utilizando el algoritmo IMPES, véase [2]. La presión y la saturación de las fases agua y aceite ayudan a calcular el campo de velocidades total en el dominio de interés. Los campos de los campos de interés. Las cuales, no lineales y acopladas, las cuales se resuelven utilizando el algoritmo IMPES, la discretización del sistema de ecuaciones se llevó a cabo mediante el Método de Volumen Finito (MVF), que se deriva a partir de la forma conservativa de las ecuaciones de balance. El sistema discreto resultante, cumple con el principio de conservación de las propiedades extensivas del modelo para cada uno de los volúmenes de control. La relación existente entre el algoritmo numérico y el principio de conservación es una de las mayores ventajas del MVF. A fin de optimizar el código desarrollado, se utilizó la programación paralela para arquitecturas de memoria compartida. Se realizó un análisis de rendimiento de la versión serial del programa para obtener información sobre los ciclos que toman más tiempo durante el cálculo. Estos ciclos se paralelizaron utilizando la biblioteca OpenMP [3]. Se presentan un análisis de la aceleración obtenida para diferentes arquitecturas de cómputo.

REFERENCIAS

- [1]Herrera, I., Pinder G., "Mathematical Models in Science and Engineering", John Wiley & Sons, (2011).
- [2]Chen, Z., Huan, G., Ma, Y., "Computational Methods for Multiphase Flows in Porous Media", SIAM, Philadelphia, (2006)
- [3]www.openmp.org/

SE04-13

DDM APLICADO A FLUJO Y TRANSPORTE SUBTERRÁNEOS

Hernández García Guillermo de Jesús
Instituto de Geofísica, UNAM
 ghdez@geofisica.unam.mx

La computación paralela es uno de los métodos más eficaces para aumentar la velocidad de cómputo. En la base de este método, en este trabajo diversas técnicas matemáticas y numéricas fueron desarrolladas para aplicar métodos de dominio de descomposición, DDM. Con base en la aplicación de este método, y los métodos de elementos finitos, para el flujo y transporte en medios porosos, fue posible obtener la paralelización eficiente de las ecuaciones que rigen en los reservorios con advección dominante. El método de descomposición de dominio ha sido investigado recientemente por varios autores para problemas elípticos y parabólicos bidimensionales y tridimensionales. Este método es atractivo porque permite el procesamiento paralelo de mallas finas para acercarse al dominio, en especial, en los problemas de transporte.

En este trabajo se considera un método iterativo sencillo de sub-estructuración que se basa en una partición en la que no se traslapan los sub-dominios. En el dominio global una frontera interna entre los dominios locales está definida. Varios métodos matemáticos y numéricos fueron desarrollados para aplicar el DDM libre de multiplicadores. Este enfoque es denominado espacio vectorial derivado (DVS) por Herrera y colaboradores. Es un espacio lineal de dimensión finita, que es una realización de un producto-espacio. Constituye un espacio de Hilbert con respecto a un producto interior que se define de forma independiente de las ecuaciones diferenciales parciales a tratar. El código desarrollado aborda el caso de flujo y transporte en medios porosos. Este enfoque produce expresiones matriciales simples y unificadas, en términos de una matriz generalizada de complemento de Schur. Aplicando este método al flujo y transporte en medios porosos, es posible obtener la paralelización eficiente de las ecuaciones que rigen en los reservorios con advección dominante.

SE04-14

FLUJO EN MEDIOS POROSOS FRACTURADOS, UTILIZANDO DESCOMPOSICIÓN DE DOMINIO

Vera Guzmán Norberto
Instituto de Geofísica, UNAM
 nrbrtvr@gmail.com

En este trabajo se presenta una forma de abordar el problema de flujo en medios porosos fracturados utilizando descomposición de dominio por medio de dos modelos mixtos acoplados, uno en 3D y otro en 2D.

Para hacer esto, consideramos el dominio original en 3D y su mallado correspondiente. Con base en este mallado, replanteamos el problema original como un conjunto de subproblemas utilizando descomposición de dominio. En el proceso de descomposición de dominio se definen fronteras internas de cada subdominio y también, interfases entre cada par de ellos, dando lugar a una superficie poliédrica en 2D.

En cada una de estas interfases se plantea un modelo mixto de flujo en 2D, acoplado con dos problemas mixtos de flujo en 3D (problemas en los bloques) y también, acoplados con los problemas mixtos vecinos en 2D (cuando los haya).

El resultado final es: un conjunto de problemas mixtos planteados en 3D para los bloques o subdominios, y otro conjunto de problemas mixtos en 2D planteados para las interfases entre cada par de bloques y con sus respectivos vecinos en 2D, todos ellos acoplados y comunicados por condiciones de transmisión de presión y flujo de masa.

Los dos conjuntos de problemas se resuelven utilizando Elemento Finito Mixto. Se presentan resultados preliminares.

SE04-15

DISEÑO Y VALIDACIÓN DE UNA RED DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA CONSIDERANDO LA PROFUNDIDAD DE MUESTREO EN UN SISTEMA GEOLÓGICO ESTRATIFICADO

Simuta Champo Roel¹ y Herrera Zamarrón Graciela²
¹Facultad de Ingeniería, UNAM
²Instituto de Geofísica, UNAM
 simucharo@yahoo.com

La concentración de un contaminante dentro del agua subterránea puede variar en la vertical, por lo que, para obtener una buena estimación de la concentración de un contaminante, puede ser necesario muestrear a diferentes profundidades. Esto puede ser costoso, debido a los costos asociados con la construcción del pozo y a los de los análisis químicos que tendrían que realizarse para cada ronda de muestreo. Por lo anterior, en este trabajo se presenta la extensión del método

de Herrera (1998) para considerar mediciones en la vertical en el diseño óptimo de una red de muestreo de la calidad del agua subterránea. La metodología combina simulación estocástica de flujo y transporte del agua subterránea, un ensamble suavizado (ES) y un método de optimización secuencial. Se aplicó la metodología en una región hipotética que en la vertical se divide en tres capas geológicas, dos capas de arena separadas por un acuitardo de arcilla, que presenta una ventana de arena. Sobre el lado izquierdo de la región se tiene una fuente de un contaminante conservativo que ha estado activa durante 26 años. Se tiene disponible un modelo de flujo y transporte en estado transitorio de la evolución de la calidad del agua en el sitio. Cada capa de arena se dividió en dos capas numéricas. El objetivo fue determinar un programa de muestreo del contaminante para estimar su concentración en los dos acuíferos y en el acuitardo para un periodo de dos años de predicción a un costo mínimo. Para ilustrar la calidad de la estimación de la pluma en 3D que se obtendría usando la metodología que aquí se presenta, se seleccionó una pluma al azar obtenida con simulación Monte Carlo y se supuso a ésta como una pluma de contaminante real. Luego, usando todos los datos que se obtendrían de la red de muestreo propuesta, se estimaron los valores de las concentraciones de contaminantes de la pluma usando el ES. Se calcularon los errores de la estimación para una submalla de la malla numérica en las cinco capas para 48 tiempos de estimación. Los resultados indican que las estimaciones que se tienen usando el ES son muy buenas, ya que los errores son muy pequeños.

SE04-16

ENSAMBLE SUAVIZADO IMPLEMENTADO EN PARALELO CON APLICACIONES A PROBLEMAS DE AGUA SUBTERRÁNEA

Leyva Suárez Esther, Herrera Zamarrón Graciela
 del Socorro y De la Cruz Salas Luis Miguel
Instituto de Geofísica, UNAM
 estherley@yahoo.com

La asimilación de datos es un proceso que une modelos de predicción y mediciones usando los beneficios de ambas fuentes de información. Un método secuencial de asimilación de datos, se llama filtro de Kalman Ensamblado (EnKF por sus siglas en inglés), y fue diseñado para resolver dos de los mayores problemas relacionados con el uso del filtro de Kalman extendido (EKF por sus siglas en inglés) con dinámica no-lineal en estados de espacio grandes, es decir, el uso de un esquema cerrado de aproximación y los enormes requerimientos computacionales asociados con el almacenamiento y la posterior integración de la matriz de covarianza del error. El EnKF ha ganado popularidad debido a su simple formulación conceptual y a su relativa facilidad de implementación. Éste ha resultado útil en diversas aplicaciones de la meteorología, oceanografía y más recientemente en ingeniería del petróleo e hidrogeología.

El método de Ensamble Suavizado es un método similar al EnKF que fue propuesto por Van Leeuwen y Evensen (1996). La diferencia entre el EnKF y el ES es, que el ES proyecta información y hace estimaciones hacia atrás en el tiempo. Herrera (1998) propuso de forma independiente de Van Leeuwen y Evensen una versión del ES al que llamaremos Ensamble Suavizado de Herrera (ESH), antes llamado Filtro de Kalman Ensamblado Espacio-Temporal o Filtro de Kalman Estático, para la optimización espacio-temporal de redes de monitoreo del agua subterránea. En años recientes, este método se ha utilizado para la asimilación de datos y la estimación de parámetros en modelos de flujo y transporte del agua subterránea. Este método utiliza la simulación Monte Carlo, que consiste en generar realizaciones repetidas de la variable aleatoria considerada a través de un modelo, sin embargo, con frecuencia se requieren un gran número de corridas de los modelos para que los momentos converjan, por lo que una computadora serial puede requerir muchas horas de uso continuo, dependiendo del problema que se trate y la capacidad de la computadora. Por este motivo se requiere paralelizar el proceso para que se lleve a cabo en un tiempo razonable.

En este trabajo se presentan los resultados de la paralelización de los algoritmos requeridos para el ESH. Dichos algoritmos están programados en Fortran 90 en un software llamado GWQMonitor, desarrollado originalmente por Herrera [1998] y que ha seguido modificando con varios colaboradores. Este software se modificó para ejecutarse en paralelo utilizando dos estrategias: desarrollo de scripts y mediante la incorporación de directivas de OpenMP. Ambas se aplicaron al estudio de un acuífero simplificado en un dominio rectangular de una sola capa. Los resultados de la paralelización muestran diferentes aceleraciones en el cálculo de la matriz de covarianza, los cuales se analizan detalladamente en esta presentación.

SE04-17

SSAP (SLOPE STABILITY ANALYSIS PROGRAM) REL. 4.1.0: UNA HERRAMIENTA SOFTWARE FREEWARE COMPLETO PARA LA VERIFICACIÓN DE ESTABILIDAD DETALDES EN SUELOS Y MACIZOS ROCOSOS

Borselli Lorenzo
Instituto de Geología, UASLP
lborselli@gmail.com

SSAP2010 es una herramienta software freeware para la verificación de la estabilidad de los taludes naturales y artificiales con o sin elementos de refuerzo.

SSAP es una herramienta avanzada que proporciona a los usuarios un conjunto de instrumentos originales para hacer una verificación de estabilidad usando solamente métodos de cálculo rigurosos basados en el método de equilibrio límite (LEM) y novedosos motores de generación y búsqueda de las superficies mas inestables y con menor factor de estabilidad (FS). Una interfaz gráfica Wn7 se completa con un conjunto de herramientas para el montaje del modelo de taludes y para presentar gráficos y reportes de análisis de datos.

En la versión 4.0 en adelante del programa SSAP se utiliza el algoritmo propuesto por Zhu (2005), para el cálculo del factor de estabilidad FS desarrollado por medio del método de cálculo Morgenstern y Price (1965). En el SSAP2010 el autor del software ha desarrollado durante su investigación una generalización adicional del método que permite utilizar el algoritmo de Zhu (2005) con diferentes métodos de cálculos rigurosos utilizados más ampliamente en las pruebas de estabilidad, entre ellos: Janbu 1973, Sarma I 1973, Sarma II 1979, Spencer 1967, Morgenstern y Price 1965, Correia 1988.

Los motores de búsqueda de las superficies con menor factor de estabilidad (FS) está basado en una generación estocástica de superficies (métodos Montecarlo) y por medio de un sistema experto híbrido (Montecarlo + expert system) llamado "SNIFF RANDOM Search" que permite generar superficies de prueba que maximizan el pasaje en los niveles o estratos geomecánicamente mas débiles en la masa de un talud. El método Sniff Search, versión 2.0 (Borselli, 2012) es una contribución original del autor del software. Elementos de refuerzo y estabilización de taludes pueden ser integrados en los modelo de taludes y también el efecto de acuíferos colgados y/o en presión.

El software SSAP ha sido empleado en Italia desde el año 1995, en actividades profesionales y también en instituciones públicas para el análisis de estructuras y taludes. En México has sido usado para diferentes aplicaciones: Sierra Norte de Puebla (Puebla), Borselli et al. (2003), Volcán de Fuego Colima (Borselli et al., 2011, Borselli y Sarocchi, 2012)

El software se encuentra disponible de manera totalmente libre para estudiantes, profesionales e investigadores en el sitio: WWW.SSAP.EU.

SE04-18

CÓMPUTO DE ALTO RENDIMIENTO INVESTIGANDO LA ISLA DE CALOR MEDIANTE MODELOS GEOESTADÍSTICOS

Brito Muñoz Elizabeth¹, Sánchez Gómez Rubén¹ y Sánchez Díaz Silvia²
¹Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, CUCEI
²Centro Universitario de los Valles, CUVValles
britelli@gmail.com

La transformación antropogénica del medio ambiente en zonas urbanas logra su máxima expresión en ciudades grandes, observándose por elementos como calles, banquetas y edificios, entre otros. Este cambio de uso de suelos afecta de modo especial las condiciones climáticas, sobre todo por variaciones locales en los flujos energéticos (atmósfera - superficie), que experimenta la naturaleza por este efecto poblacional, que se expresa con una diferencia de hasta 6Â°C de temperatura entre la periferia y el centro de una ciudad. Este fenómeno se conoce como Isla de Calor, su estimación implica cálculos intensos de registros en espacio y tiempo, lo que demanda el uso de cómputo de alto rendimiento (HPC por sus siglas en Inglés) para generar una buena aproximación.

En este trabajo se presenta un caso de aplicación de HPC mostrando en los resultados de interpolación espacial, implementado en paralelo y aprovechando la funcionalidad de los paquetes multicore y GridR del proyecto R para cómputo estadístico. Se presentan además resultados obtenidos investigando este fenómeno en la Zona Metropolitana del Valle de México y la Zona Metropolitana de Guadalajara utilizando las bases de datos generadas por los sistemas automáticos de recolección de datos de las redes automáticas de monitoreo atmosférico instaladas en la Zona Metropolitana del Valle de México y en la Zona Metropolitana de Guadalajara. Los resultados muestran evidencia clara de la presencia de la isla de calor en ambas zonas.

SE04-19

SIMULADOR DE VUELO NO TRIPULADO PARA EL RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES EN ZONAS DE RIESGO

Velasco Herrera Graciela¹, Pérez Moreno César Angel Giovanni², Kemper Valverde Nicolás¹, Taque Vázquez Julio Cesar², Ochoa Toledo Luis¹ y Sosa Flores Oscar²
¹Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM
²Facultad de Ingeniería, UNAM
graciela.velasco@ccadet.unam.mx

En este trabajo se presenta un sistema de visión computacional para el reconocimiento de texturas de imágenes de zonas de riesgo en particular volcánicas, tomando una base de datos de imágenes espaciales, el sistema de visión computacional nos permite el reconocimiento y clasificación de los diferentes tipos de áreas que colindan con zonas conurbadas, forestales y de agricultura.

La base de datos fue obtenida de un simulador de vuelo no tripulado, el sistema esta integrado por una cámara digital de alta resolución; este sistema ayuda a identificar el comportamiento de volcanes activos y las fracturas de suelo que estos provocan.

Para diseñar un primer sistema de reconocimiento, se seleccionaron cuatro tipos de suelo para ser reconocidos: zonas urbanas, zonas de bosques, zonas volcánicas y áreas agrícolas. Para el proceso de entrenamiento del clasificador neuronal, así como para comprobar el sistema de reconocimiento, se han utilizado imágenes aeroespaciales de alta resolución.

Sesión Especial

**CORRELACIONES GEOLÓGICAS
USANDO MÉTODOS
POTENCIALES Y RADIOACTIVOS
EN LA EXPLORACIÓN Y
EXPLOTACIÓN DE RECURSOS**

Organizadores:

Enrique Coconi Morales
Efrén Murillo Cruz

SE05-1

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL MINERO USANDO MÉTODOS POTENCIALES Y RADIOACTIVOS EN LA REGIÓN DE ENDENHOPE Y PARTES DE CASTERNON Y PENOLA AL SUR DE AUSTRALIA

González Pérez Georgina, De Jesús De La Cruz Berenice, Mena Negrete Joseline, Márquez López Maleny, Pérez Peña Luisa Cristina, Valencia Anel Rosa Berenice y Coconi Morales Enrique
ESIA, Ciencias de la Tierra, IPN
 gna_glez@hotmail.com

Este proyecto se enfoca primordialmente al estudio de la zona de Edenhope, y partes de Casternon y Penola, ubicado en la parte sur de Australia, el cual se encuentra ubicado entre los meridianos 140°58'00"E y 141°30'0"E y paralelos 37°00'00"S y 37°31'00". El objetivo principal, es obtener un modelado geológico a partir de datos de gravimetría y magnetometría y su posible correlación con una zona asociada a un punto caliente o hotspot. Así mismo se cuenta con datos radiactivos para una adecuada correlación con la geología superficial y delimitación de zonas con potencial minero. El tipo de rocas que son reportadas en esta zona incluyen a las areniscas, mármol, caliza, pizarra, basalto, andesita y gabbro.

Para este trabajo se trazaron cuatro perfiles y usando el Software GM-Sys se obtuvieron sus respectivos modelos, los cuales se calibraron con la información existente en la zona y un perfil reportado y publicado por el Servicio Geológico de Australia. Se tiene indicios de un sistema de fallas en la zona de estudio. Se infiere la existencia de una zona mineralizada.

SE05-2

INTERPRETACIÓN DE MÉTODOS POTENCIALES Y RADIOACTIVOS DE LA ZONA DE DARGO, AUSTRALIA

Galicia Andrés Cintya, Durán Chacón Pamela Verónica, Valle Montiel Eduardo Gpe. y Cervantes Aguilar Jorge David Pío
ESIA, IPN
 galicia.a.c@gmail.com

El objetivo de este trabajo fue la valoración geológica regional de la zona de Dargo que se encuentra al SE de Australia, dentro del cual se realizaron métodos potenciales y radiactivos, por lo cual se pudo recopilar la data gravimétrica, magnética y radiométrica a partir de la respuesta generada por estos métodos. Se generó el modelo 2D para cada uno de los dos perfiles; el primero de ellos tiene una longitud de 41000m aproximadamente y una orientación W-E abarcando una profundidad de hasta 5000 m, el segundo cuenta con una longitud de aproximada de 53000m y tiene una orientación N-S.

Con la implementación de la geología local (pliegues, fallas, zonas de subducción, etc.) se elaboro un modelo 2D mas acercado a la realidad, apoyado de información que arrojó el método radiactivo, de esta manera se acotaron en un número menor los modelos posibles que describen las respuestas del subsuelo.

Con lo anteriormente descrito podemos justificar la geología utiliza en el modelado de perfiles gravimétricos. Este modelo se realizo con la ayuda del software Oasis Montaj DE Geosoft Inc. y su herramienta GM-SYS.

Como se mencionó con anterioridad, se presentarán 2 modelos, en los cuales se identificaron diversos tipos de eventos geológicos.

En el primer modelo que se presenta podremos observar que la litología asociada a la zona aunada a procesos tectónicos, tendrá como consecuencia la presencia de cuerpos intrusivos originados a partir de la misma roca (granito), pero sin embargo producidos por desiguales condiciones de esfuerzos, temperatura, presión, etc. Uno de los cuerpos de granito aflora como consecuencia del fallamiento cercano que se observa en la zona siendo la erosión un factor importante para describir su presencia a superficie, además de que la influencia de los cambios de temperatura provoca una manifestación clara del metamorfismo de contacto como lo es la aureola.

El segundo perfil toma parte del cuerpo granítico referenciado en el primer modelo pero ahora orientado de norte a sur con una mayor extensión que abarca un segundo cuerpo granítico que podemos identificar en base a la respuesta gravimétrica y magnética debido a que este solo se observa a partir de los 1800m de profundidad. Más al norte encontramos la presencia de lo que fue un volcán del cual solo quedan vestigios del cráter, pues en la zona encontramos derrames de lava lo que ahora son basaltos distribuidos en un área circular.

SE05-3

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS USANDO MÉTODOS GRAVIMÉTRICO, MAGNETOMÉTRICO Y RADIOACTIVO EN EL ÁREA DE ARARAT, VICTORIA, AUSTRALIA

Baltazar Martínez Crisol, Guzmán Andrews María Nadxely, Herrera Enciso María Fernanda, Lara Rodríguez Thalía Elizabeth y Coconi Morales Enrique
Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Ciencias de la Tierra, Unidad Ticomán, IPN
 crisol_baltma@hotmail.es

El área de este trabajo se encuentra en la región de Ararat en el estado de Victoria, en Australia. El área geológicamente presenta rocas ígneas extrusivas del cenozoico neógeno, algunas zonas con flujo de lava de olivino basáltico y diorita. A partir de los datos obtenidos de las cartas geológicas, y geofísicas, se trazaron dos perfiles gravimétricos y magnetométricos, los cuales se modelaron. Del modelado geofísico se definieron formaciones de rocas metamórficas que forman una franja que atraviesa de norte a sur el área de estudio y en la cual se presenta un sistema de fallas paralelas.

Se encontró una zona de interés con abundancia de granito y granodiorita con valores altos de potasio, bajos valores de intensidad magnética, y altos contrastes de densidad, el área de interés se encuentra en medio de una zona de rocas metamórficas, por lo que el contraste presentado en las mediciones es considerable. Se observa también que en esta zona cruza una falla inversa la cual fue determinante para la elección de nuestra zona de interés.

La metodología usada en este trabajo, fue la siguiente: Primero se estableció una escala para poder obtener la longitud de nuestros perfiles, luego se obtuvieron los valores magneto métricos, gravimétricos y radiométricos de nuestras cartas y con la distancia total y distancia entre cada medición se ubico nuestro perfil en el área real utilizando Google Earth para obtener las coordenadas exactas, por último se introdujo estos datos al software Geosoft para realizar el modelado.

SE05-4

INTERPRETACIÓN DE ESTRUCTURAS SUBSALINAS MEDIANTE INTEGRACIÓN DE SISMOLOGÍA Y MÉTODOS POTENCIALEA: GRAVIMETRÍA Y MAGNETOMETRÍA

Díaz Navarro Ricardo
Exploración Geofísica, IMP
 rdiazn@imp.mx

Se presenta una metodología que permite hacer una interpretación adecuada en estructuras complejas como son los domos salinos y ligar dos métodos geofísicos de alto impacto como son la sísmica y potenciales (gravimetría y magnetometría).

Así mismo se presenta ejemplos de estrcuturas salinas y su interpretación geológica- geofísica.

SE05-5 CARTEL

EXPLORACIÓN MINERA EN BASE A MÉTODOS POTENCIALES Y RADIOACTIVOS EN LA ZONA DE BENDIGO, AUSTRALIA

Pérez Sarmiento Erika Viridiana, Castañeda Aguilar Alan Antonio, Leyva García Iris Cecilia, Melquiades Enríquez Ilse Paola y Coconi Morales Enrique
Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN
 eriviri@gmail.com

El objetivo de este trabajo es encontrar zonas de interés minero y su posible correlación con eventos estructurales a partir de datos de gravimetría, magnetometría y radiactivos en la región Suroeste de Australia, en particular en la zona de Bendigo.

La zona de estudio del presente trabajo se hubica en la región suroeste de Australia, Bendigo es una ciudad del estado de Victoria, con una extensión aproximada de 23 177 km² comprendida entre 45° 45'- 37°sur y 144° -145° 30' este. Comprende un relieve donde destaca una amplia meseta y cordilleras cercanas a la costa. Se establece que en esta área afloran unidades estratigráficas variables, cuyas edades van desde el cámbrico hasta el cuaternario. Entre estas encontramos rocas ígneas y metamórficas del proterozoico y cambrico, así como granito y areniscas del siluriano y devoniano tardío, gravas semiredondeadas del pérmico y basalto con inversión magnética del jurásico. También podemos apreciar una llanura fluvial del palógeno con depositos aluviales del neogeno ricos en cuarzo, arena, gravas y arcilla, y finalmente flujos de lava toleíticos del cuaternario.

Con los resultados obtenidos a partir del estudio realizado en la zona con estos métodos de prospección geofísica y apoyados con la geología del lugar previamente estudiada se comenzó a modelar geológicamente la zona de estudio, esto se realizo con el programa "Oasis montaj" y "GM-SYS ", procesando los datos se observaron 3 zonas bien definidas que resaltaban por su alto valor de susceptibilidad magnética. Los datos gravimétricos se vieron

igualmente afectado en estas zonas por su alta densidad en comparación a los cuerpos de su alrededor; esto fue asociado a rocas ígneas intrusivas que se encuentran en el lugar.

Gracias a los resultados obtenidos del estudio de espectroscopía podemos ubicar 3 zonas de interés asociadas con depósitos locales de oro.

SE05-6 CARTEL

ESTUDIO PRELIMINAR CON DATOS POTENCIALES Y RADIOMÉTRICOS DE LA ZONA DE SANTIAGO XALITZINTLA, EN EL ESTADO DE PUEBLA

Sandoval Reyes Jonathan, Beltrán Jiménez Víctor Fernando, Cabrera Nava Alejandro, Espinosa Hernández Joel y González Juárez Diego Armando

Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Ciencias de la Tierra, Unidad Ticomán, IPN
alushe_jonathan@hotmail.com

El objetivo de este trabajo es proporcionar información geofísica y geológica más detallada del frente de lava cercana al volcán Popocatepetl. El área de estudio se encuentra ubicada en la zona cercana al poblado de Xalitlintla, en el Estado de Puebla; comprende un perfil con una extensión de 13 Kilómetros aproximadamente.

Tomando en cuenta información existente (tesis de licenciatura, cartas topográfica, geológica y geológica - minera de Huejotzingo y Cholula) se delimitó la zona a estudiar, se trazaron las estaciones a cada 500 metros a lo largo de dicho perfil, donde se realizaron mediciones y se tomaron notas relevantes acerca de la geología del área.

En la etapa de procesamiento, con los datos adquiridos, se hicieron mapas de contenido de Thorio (Th), Potasio (K), de Uranio (U) y relaciones K/Th, K/U, U/Th respectivamente.

Con los datos de Thorio y Potasio se realizaron gráficas que nos permiten determinar los minerales presentes en nuestra zona de estudio para determinar el tipo de roca asociada; con el fin de correlacionar toda la información que se tiene para realizar una mejor interpretación.

Usando los datos gravimétricos y magnéticos obtenidos a lo largo del perfil se realizó un modelo geológico con el apoyo del software Geosoft®.

A partir de los mapas obtenidos realizamos su interpretación correlacionándolos con la geología y topografía de la zona. Con lo cual observamos las anomalías correspondientes a los cambios de composición de los materiales que se relacionan con varios eventos geológicos, en particular con los derrames de basaltos y cenizas volcánicas.

Finalmente el modelado de los datos gravimétricos y magnéticos nos da una primera representación de la columna geológica del área de estudio y posible basamento.

Sesión Especial

REGISTROS GEOFÍSICOS DE POZOS EN LA EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS

Organizador:
Enrique Coconi Morales

SE06-1

USO DE DATOS DE LABORATORIO, PARA LA CORRELACIÓN DE MEDICIONES DE POROSIDAD, PERMEABILIDAD, RESISTIVIDAD Y VELOCIDADES EN ARENISCAS

Coconi Morales Enrique y Galván Cruz José Ulises
Subdirección de Investigación y Posgrado, IMP
ecoconi@imp.mx

A partir de muestras de núcleo en areniscas, las cuales fueron sometidas a distintas pruebas de laboratorio (por otro grupo de trabajo), se obtuvieron datos de las propiedades físicas y petrofísicas de las rocas. El uso de estos datos permitió analizar las relaciones entre las propiedades físicas y petrofísicas de las muestras con el fin de encontrar ecuaciones que caractericen el tipo de roca estudiada. Se realizaron gráficos entre las propiedades antes mencionadas, para luego encontrar funciones que puedan predecir las propiedades físicas o petrofísicas de las rocas. Además, se estudiaron funciones comunes usadas en el campo de la interpretación que predicen las propiedades físicas o petrofísicas de las rocas, permitiendo observar ventajas y desventajas de las ecuaciones encontradas y las funciones comunes usadas.

Posterior al análisis, acerca de las limitaciones y recomendaciones de las ecuaciones encontradas, dichas ecuaciones se aplican a datos reales de registros geofísicos de pozo (RGP).

SE06-2

APLICACIÓN DE UN MODELO PETROFÍSICO EN FORMACIONES ARENO-ARCILLOSAS PARA SIMULAR VELOCIDADES ELÁSTICAS Y DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA

De la cruz Fabian y Ortiz Avila Itzetti
Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Ticomán, IPN
fabian2490@hotmail.com

La interpretación de registros geofísicos en formaciones clásticas es importante en la industria petrolera ya que son productoras de hidrocarburos pero a pesar de que la literatura es amplia en este tema, existen problemas como son: yacimientos de lutitas gasíferas, Yacimientos de baja resistividad debido a intercalaciones de arena y lutita, y Yacimientos de baja resistividad debido a salinidades altas en el agua de la formación. Por esta razón es conveniente aplicar modelos que permitan simular conjuntamente la resistividad y las velocidades elásticas para representar a la roca físicamente.

Anteriormente se han utilizado técnicas convencionales para resistividad y velocidades elásticas como Archie y Wyllie, respectivamente; sin embargo estas técnicas no funcionan correctamente cuando hay presencia de arcilla por lo que se han realizado consideraciones y modificaciones de estas ecuaciones que permitan tomar en cuenta el efecto de este componente (Waxman-Smiths y Raymer-Hunt-Gardner). También existen modelos que permiten la simulación conjunta de diferentes propiedades y se conocen como micromecánicos. Berryman, Mavko trabajaron con modelos micromecánicos con formas esféricas y Brugeman y Hanai con formas elipsoidales.

Debido a la complejidad de la interpretación de formaciones areno-arcillosas se han desarrollado técnicas alternativas de evaluación de formaciones, como es, la inversión conjunta de diferentes propiedades, lo cual nos permite estimar parámetros desconocidos del modelo y así comprender y analizar las relaciones existen entre las propiedades petrofísicas, formas de grano y concentraciones de elementos.

En este trabajo se utilizaron datos de muestras de arena limpia de Fontainebleau, (Gómez, 2010) y datos de muestras de arena con arcilla laminar (Han, 2010).

En el análisis de estos datos se calcularon los parámetros de la matriz y de fluido por medio de gráficas cruzadas de Velocidad elástica y Resistividad contra la porosidad. Posteriormente, se realizó la simulación por medio de un modelo petrofísico de microestructura compuesto por tres niveles de homogenización, el primer nivel se conforma por agua e hidrocarburo, el segundo nivel se conforma por granos de arena y porostomando en cuenta formas elipsoidales para el poro y esféricas para el grano, y el tercer nivel está formado por intercalaciones de arena y arcilla laminar. Por último se reprodujeron los datos simulados con los datos de núcleos para calcular los volúmenes de los componentes del modelo y así comprender el comportamiento físico de la roca y propiedades efectivas de velocidad y resistividad eléctrica.

SE06-3

DISCRETIZACIÓN DEL TIPO DE POROSIDAD SECUNDARIA A PARTIR DEL EXPONENTE DE CEMENTACIÓN 'M', UTILIZANDO REGISTROS GEOFÍSICOS

Alvarado Gutiérrez Christian y Mejía Díaz Gerson Damian
Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Ciencias de la Tierra, Unidad Ticomán, IPN
inggeocag2012@gmail.com

La porosidad primaria se genera durante la formación de las rocas carbonatadas, siendo posible estimarla con la información que proporciona la herramienta sónica (Aguilera 2003). La porosidad secundaria se genera mediante procesos químicos y mecánicos posteriores a la formación de las rocas y están constituidas por vóculos y fracturas, siendo estas últimas las de interés económico en la industria petrolera.

Aguilera (2003) asume que es posible discretizar el tipo de porosidad secundaria a través del exponente de cementación "m" utilizando la ecuación generalizada de Archie. Las fracturas tienen tortuosidad mínima ($a=1$) teniendo el exponente de cementación pequeño (menor a 2). Cuando se habla de vóculos, se dice que tienen porosidad, pero no contribuyen a la conductividad de la rocas por lo tanto $m = \#$ (En la práctica se dice que es mayor a 2).

En este trabajo se propone una técnica que permite diferenciar la porosidad secundaria de una formación carbonatada en un campo petrolero del sureste de México. A partir de datos de registros de pozos se realiza una interpretación convencional (estimación de la resistividad del agua de formación, volumen de arcilla, porosidad total y saturación de agua) que sirve como base para la aplicación de una técnica de inversión de datos utilizando la ecuación de Archie. Dicha técnica consiste en minimizar la diferencia entre datos simulados de resistividad y datos medidos para estimar el exponente "m" para todos los datos medidos en el pozo.

Con base en el valor estimado de "m", se determina en que zonas la porosidad secundaria se debe a presencia de vóculos y/o fracturas.

SE06-4

TRANSFORMADA ONDICULAR APLICADA A LA PROSPECCIÓN DE HIDROCARBUROS. PARTE I: PROCESAMIENTO E INTERPRETACIÓN DE REGISTROS SÍSMICOS DE REFLEXIÓN.

González Flores Ernesto¹, Camacho Ramírez Erik², Rivera Recillas David³, Coconi Morales Enrique³ y Campos Enríquez Oscar¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Programa de Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

³Instituto Mexicano del Petróleo, IMP
netito85@hotmail.com

La interpretación de los datos sísmicos de reflexión es un proceso de desarrollo continuo. En sísmica de exploración tenemos datos indirectos del subsuelo, y se tiene como objetivo establecer a partir de esta información y de registros geofísicos de pozo un conjunto de modelos sobre la distribución de propiedades petrofísicas (permeabilidad, fracturamiento, presencia de hidrocarburos), por lo que hoy en día se desarrollan una serie de técnicas las cuales tengan como finalidad obtener modelos más certeros.

Los atributos sísmicos son medidas específicas de características de los datos que pueden dar información fundamental para estos fines.

Por otro lado, la Transformada Ondicular, es una técnica matemática que permite descomponer una señal en distintas frecuencias. La Transformada Ondicular Discreta separa las series de tiempo en sus componentes de amplitud y frecuencia, y con esto ayudar a visualizar ciertas características de la información sísmica.

En este contexto aplicamos la Transformada Ondicular Discreta a datos sísmicos de reflexión como un atributo con el que se puede hacer una descomposición espectral de la señal, visualizar e incluso descartar ciertas frecuencias de ésta. Lo anterior se hizo con la ayuda de Opendtect, un software que es poderoso en el procesamiento y visualización de datos sísmicos, además que es fácil de interactuar y es de acceso libre.

Este software puede adaptar nuevos desarrollos de los usuarios, es decir, tiene una interface por medio de la cual se puede crear cualquier código orientado a técnicas sísmicas (en Visual Studio C++) y utilizar esta interface para que Opendtect pueda reconocer el código y ejecutarlo, estos códigos son llamados plugins.

Así mediante un plugin se implementó la descomposición espectral basada en la Transformada Ondicular Discreta como atributo y se ha empleado en descomposiciones espectrales de datos sísmicos reales adquiridas en el área de Boonsville, localizada en los condados de Jack, y Wise en Fort Worth Basin al Nor-Centro de Texas. Se presentarán resultados que proporciona este atributo para la detección de zonas con hidrocarburos y que producen una mejor delimitación que los obtenidos con la transformada ondicular continua y métodos ortodoxos.

Para esto se analizaron los datos sísmicos con este atributo y más aún, se correlacionaron con información de registros geofísicos de pozo procesados y correlacionados con información tanto original como modificada a partir de un estudio espectral empleando la Transformada ondicular continua y discreta (parte II de este estudio).

SE06-5

TRANSFORMADA ONDULAR APLICADA A LA PROSPECCIÓN DE HIDROCARBUROS. PARTE II: PROCESAMIENTO E INTERPRETACIÓN DE REGISTROS GEOFÍSICOS DE POZO.

Camacho Ramírez Erik¹, González Flores Ernesto², Coconi Morales Enrique³, Rivera Recillas David³ y Campos Enríquez Oscar¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Programa de Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

³Instituto Mexicano del Petróleo, IMP

erikwallace06@hotmail.com

En esta segunda parte de este estudio se demuestra como el análisis ondicular puede ser utilizado en la interpretación de registros de pozo y facilita su correlación con datos sísmicos 3D en el contexto de la identificación de características relacionadas a indicadores de hidrocarburos.

Se han analizado señales de registros de pozo adquiridas en el área de Boonsville localizada en los condados de Jack, y Wise en Fort Worth Basin al Nor-Centro de Texas. El escalograma ondicular da una clara indicación de cuando las características particulares están presentes y donde los cambios de frecuencia ocurren en la señal. En una primera fase, se procesaron los registros de pozo utilizando transformada ondicular continua con el objetivo de visualizar escalas que presentan características importantes relacionadas a indicadores de zonas de interés petrolero. Una vez identificadas dichas escalas se aplicó la transformada ondicular discreta, primero, para descomponer la señal y para en seguida realizar una reconstrucción empleando solo las escalas previamente mencionadas. Una vez reconstruida la señal, se procesó y comparo la información de cada registros de pozo de manera cuantitativa (utilizando el software adecuado) con los datos originales sin aplicar el análisis ondicular; posterior a esto se llevó a cabo una correlación de pozos basados en redes neuronales para finalmente, hacer una correlación con secciones sísmicas previamente procesadas con el software OpendTect4.0.1® aplicando descomposición espectral utilizando transformada ondicular discreta como atributo sísmico (ver primera parte de este estudio), lo cual permitió una mejora en la delimitación de reflectores sísmicos asociados a zonas de interés y una posterior correlación con la información obtenida a través de la correlación de señales de Pozo procesadas mediante análisis ondicular.

Este estudio representa en si un ejemplo de aplicación del análisis ondicular para la caracterización de yacimientos petroleros, resaltando su utilidad y ventaja en el procesamiento e interpretación de Registros Geofísicos de Pozo y Sísmica 3D.

SE06-6

CARACTERIZACIÓN ESTÁTICA MEDIANTE REGISTROS DE POZOS DE UN CAMPO PETROLERO, UBICADO EN LA REGIÓN SUR DE MÉXICO

Coconi Morales Enrique y Hernández Martínez Ana Karen

Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Ciencias de la Tierra, Unidad Ticomán, IPN
cmecme72@hotmail.com

En el presente trabajo se presentan resultados del campo Ketzaly, localizado en el Golfo de México, se describen aspectos importantes de geología sobre la conformación de la zona de estudio, así como la constitución litológica de los ambientes sedimentarios en el cual fueron tomadas las mediciones de campo; todo esto para hacer una buena corrección entre datos cuantitativos y cualitativos.

Se presentan dos metodologías, una de interpretación petrofísica la cual tiene aplicación para otros campos que dispongan de registros convencionales de los cuales se pueden obtener valores de saturaciones de agua y de hidrocarburo en yacimientos carbonatados con estructura compleja los que presentan una combinación heterogénea de porosidades intergranulares o de matriz, fracturas y arcilla. Esta metodología se divide en tres partes fundamentales: procesamiento inicial, análisis y evaluación de propiedades petrofísicas y la tercera la interpretación de zonas de interés. Se ofrece una segunda metodología para un estudio completo el cual involucra un desarrollo geoestadístico empleando variogramas, una vez que se ha determinado el variograma experimental y se ha estudiado su comportamiento, el paso siguiente es encontrar algún modelo paramétrico que ajuste adecuadamente los datos del variograma; finalmente la simulaciones tridimensionales permite analizar el comportamiento espacial de una propiedad o variable sobre una zona dada con valores reales.

Los resultados que caracterizaron la evaluación fueron ajustados con trabajos previamente desarrollados, este ajuste corrobora que la mecánica de desarrollo de nuevas metodologías satisfacen las necesidades planteadas.

SE06-7

APLICACIONES DE LA RESISTIVIDAD TRIAXIAL EN LA GEOMECÁNICA

Golindano Hamana Yacira Luisiana
Segmento Data Services, SLB
yacira2004@hotmail.com

Mediante las mediciones Inductivas Triaxiales podemos obtener resistividades convencionales desde 10' hasta 90' de profundidad de investigación, resistividad vertical (Rv) y resistividad horizontal (Rh) así como los echados relativos de las capas, esto la convierte en una herramienta poderosa para el análisis Petrofísico pero así mismo para el estudio de Geología.

Las mediciones de Inducción Triaxial son sensibles a la presencia de fracturas inducidas en la formación causadas por la perforación, las cuales pueden proveen de información importante acerca de los esfuerzos que se encuentran actuando en las paredes del pozo. Esto es un factor crítico para entender la Estabilidad de Pozo y tomar decisiones importantes en la completación de los pozos y en la planeación de pozos futuros.

Lo importante de que este tipo de información la suministre un registro de Resistividad (Inducción Triaxial) es que es el primer registro del set, y del cual podemos obtener información relevante que nos permita determinar posibles problemas que puedan significar un sustancial ahorro de tiempo en el pozo.

La combinación de herramientas Acústicas Radiales e Inducción Triaxial nos va a permitir definir presencia de estas fracturas inducidas y a su vez poder definir la dirección de los esfuerzos. Este tipo de información es fundamental en áreas de perforación y planificación de pozos. Ya que cuentan con la información necesaria para comenzar con el análisis de estabilidad de los pozos de un Campo en Desarrollo o Maduro.

La herramienta que hace posible esto se llama Rt Scanner, y es la nueva generación de las herramientas inductivas. Sus características son muy similares a la herramienta de Inducción convencional, esto beneficia en la aplicabilidad y combinabilidad de esta herramienta con el resto de registros que nos pueden ayudar desde analizar el Reservorio hasta un análisis de esfuerzos que sirvan a un análisis de Geomecánica para el campo.

Presencia de posibles fracturas inducidas combinada con un análisis acústico para definir su dirección preferencial. La presencia de eventos con alta inclinación y asociarlo a algún evento operativo en el pozo nos puede ayudar a identificar las zonas de dificultad y con ayuda de la herramienta sónica podríamos darle dirección y sentido.

Comparación de los eventos estructurales obtenidos de la Inducción Triaxial comparada con una imagen sísmica. Lo cual nos permite observar la buena relación que se tiene entre ambas.

Sesión Especial

**NEW METHODOLOGIES,
APPROACHES AND
TECHNIQUES OF STUDY OF
SOILS/NUEVAS METODOLOGÍAS,
ENFOQUES Y TÉCNICAS DE
ESTUDIO DE LOS SUELOS**

Organizadores:

Patricia Quintana
Carmen Gutiérrez
Pavel Krasilnikov
Francisco Bautista

SE07-1

ESTUDIO MAGNÉTICO Y QUÍMICO DE MUESTRAS AMBIENTALES DE LA CIUDAD DE GUADALAJARA PARA EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN

Aguilar Reyes Bertha^{1,2}, Cejudo Rubén^{1,2}, Rosas Elguera José³, Quintana Patricia⁴, Bautista Francisco^{1,2}, Gogichaishvili Avto^{1,2} y Morales Juan^{1,2}

¹Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Instituto de Geofísica, UNAM

²Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM

³Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Ingeniería Sismica, CUCEI, UDG

⁴Departamento de Física Aplicada, Cinvestav Mérida
baguilar@geofisica.unam.mx

Guadalajara es la segunda ciudad más grande del país, siendo por ello catalogada como zona crítica debido al riesgo por los niveles de contaminación atmosférica. Como parte de la implementación de la metodología magnética para el monitoreo de la contaminación, es necesario calibrar de acuerdo a niveles reales de metales pesados, obtenidos por métodos químicos. Así, en este trabajo se presentan los resultados del análisis químico así como los parámetros magnéticos medidos en tres tipos de muestras ambientales: suelos urbanos, polvo urbano y hojas de la especie ficus benjamina, en 30 puntos dentro de la ciudad, tres de los cuales corresponden a parques con poca afectación vehicular. Se determinó que el portador magnético predominante en todas las muestras es de tipo ferrimagnético; de acuerdo a las curvas termomagnéticas podría tratarse de magnetita, ya que se estima una TC alrededor de los 580 °C. Los valores de susceptibilidad magnética de baja frecuencia (Xlf), así como los de la Magnetización Remanente Isotérmica de Saturación (MRIS) se correlacionan muy bien con el contenido de algunos metales pesados, sobre todo para las muestras de polvo urbano, así fue posible identificar los puntos con mayor afectación por emisiones vehiculares e industriales Cabe resaltar que los valores obtenidos para los parámetros magnéticos mencionados, están por encima a los obtenidos en otras ciudades del mundo, consideradas como muy contaminadas.

SE07-2

SATURATION ISOTHERMAL REMANENT MAGNETIZATION AND ASSOCIATED MAGNETIC PARAMETERS OF URBAN SOILS AND THEIR RELATIONSHIPS WITH HEAVY METALS BASED ON MULTIPLE REGRESSIONS

Cejudo Rubén¹, Bautista Francisco¹, Quintana Patricia², Aguilar Daniel², Aguilar Reyes Bertha³, Morales Juan³ y Gogichaishvili Avto³

¹Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Centro de investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM

²Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Unidad Mérida, IPN

³Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Instituto de Geofísica, UNAM
rcejudo@ciga.unam.mx

Urban soils result of a mixture of natural and anthropic minerals together with organic matter. Magnetic minerals (Fe-Ti oxides mainly) and heavy metals (HM) are also systematically found. Magnetic minerals in soils tend to adsorb and incorporate some toxic elements, HM and others in its crystalline structure. Environmental magnetism offers the possibility to perform diagnoses of soil pollution by HM indirectly through magnetic measurement. The advantage of this technique is the quickness, simplicity and a lower costs comparing to the traditional methods. Most previous studies reveal that magnetic susceptibility (x) is a reliable indicator for pollution levels for certain metals based on simple linear regressions between the magnetic parameters and HM content. There are few results reported where other magnetic parameters are used to perform this kind of correlation. The purpose of this paper consisted to evaluate the relationship between magnetic properties and HM. Sampling involved the extraction of urban soil from 90 sites in Mexico City. Soil samples were analyzed by the X ray fluorescence technique, to measure the elements and oxides among them; Cr, Ni, Cu, Zn, Pb, V, Na₂O, MgO, Al₂O₃, SiO₂, P₂O₅, K₂O, CaO, TiO₂, MnO y Fe₂O₃, as well as the magnetic parameters: mass magnetic susceptibility (xlf), percentage of frequency-dependent magnetic susceptibility (x_{df}% = (xlf-khf)/xlf*100), saturation isothermal remanent magnetization (SIRM) and the ratio S-200 (S-200= IRM-200/SIRM). Simple linear and multiple regressions were performed between magnetic parameters and heavy elements using the software Statgraphic 5.1. The simple linear regressions obtained with SIRM and S-200 for Cr, presented the highest values of correlation, the R² values were 27.04 and 27.40; with 0.51 and -0.52 as correlation coefficient (CC), respectively. The p value was 0 in both cases. The linear multiple regressions obtained for each of the magnetic parameters presented the following correlation values: xlf with a R²=37.61 and p=0.002 values, x_{df}%6 with a R²=37.35 and p=0.002 values, SIRM with R²=69.09 and p=0.000 values and S-200= 57.05 and p=0.000 values, which are higher values compared to the values obtained in the simple linear regressions. The SIRM linear multiple regression with HM and oxides, presents the highest values of correlation. These results, shows that the multiple regressions of magnetic parameters, such as: xlf, x_{df}%, SIRM and S-200 with Cr, Ni, Cu, Zn, Pb, V, Na₂O, MgO, Al₂O₃, SiO₂, P₂O₅, K₂O, CaO,

TiO₂, MnO y Fe₂O₃ present better correlation values than the ones obtained with simple linear regressions. The SIRM in combination with S-200 ratio are better indicators of pollution levels by heavy metals rather than x in urban soils of Mexico City.

SE07-3

ENVIRONMENTAL MAGNETISM AS PROXY METHOD FOR THE HEAVY METAL DETECTION IN URBAN DUSTS IN MEXICO CITY

Zapata Carbonell José Gonzalo¹, Bautista Francisco², Cejudo Rubén², Cortés José Luis², Quintana Patricia³, Aguilar Daniel³, Aguilar Reyes Bertha⁴, Morales Juan⁴ y Gogichaishvili Avto⁴

¹División de Ciencias e Ingeniería, UQROO

²Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Centro de investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM

³Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Unidad Mérida, IPN

⁴Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Instituto de Geofísica, UNAM
jg_zc@hotmail.com

Gas emission due to fossil fuel combustion and industrial residues produce dust particles with adsorbed heavy metals (HM) that are deposited on the soil, thus, such soil can be used as short and medium term pollution indicator. This is of such importance to human health because of its relationship with cancer. Methods for environmental diagnoses imply a longer time and high costs, hereby, environmental magnetism techniques have been used as proxy for the HM monitoring by its correlation with magnetic parameters which do not require long time, great manipulation, have a lower cost and are reliable. The objective of this work was to explore the relationship between the magnetic properties of dusts of Mexico City and the content of HM within them through multivariable analysis. The survey was performed in Mexico City and its suburbs; the sampling sites were 89 where the collection established area was 1 m². Samples were dried in the shade and weighed. The magnetic susceptibility (#) was measured with a BARTINGTON MS2B and KAPPABRIDGE susceptibilimeter; and the saturation isothermal remanent magnetization (SIRM), was read using a spinner JR6 AGICO magnetometer. The elements and oxides (Cr, Ni, Cu, Zn, Pb, V, Na₂O, MgO, Al₂O₃, SiO₂, P₂O₅, K₂O, CaO, TiO₂, MnO y Fe₂O₃) were analyzed with the X ray fluorescence (XRF) technique, with a Jordan Valley EX-6600 spectrometer. The sample color was measured with a Konica Minolta colorimeter. The redness, saturation and hue indexes were calculated in the RGB scale of color. Discriminant analyses were used to gather the samples in groups, considering the color indexes, and were related with each magnetic property and with its HM content, applying multiple regressions. Five groups of samples were classified by dust-color, using the indexes with a 100% of correctness. Group 1 corresponds to very dark dusts, group 2 to dark gray, 3 to dark reddish gray, 4 to gray and 5 to reddish. On the first four groups good multiple regressions were found between magnetic susceptibility and HM, with the following values: R²> 35% and p< 0.08, and a confidence of 90%. Within the red dusts group the correlations between magnetic susceptibility and HM was low. The HM found on the multiple regressions were Cr, Cu, within the five groups and Cr, Cu, Pb, Zn and Ni, within only four groups. In the case of SIRM the five groups reached values of R²> 37% and p< 0.09, and a confidence level of 90%. The HM found on the multiple correlations, in some cases, were: Cr, Cu, Pb and V. The gathering of samples by color was proved suitable because it allowed identifying SIRM as a better magnetic parameter related with the heavy metals rather than the magnetic susceptibility.

SE07-4

SOIL-COLOR INDEXES AS INDICATORS OF HEAVY METALS POLLUTION IN MEXICO CITY

Cortés Esquivel José Luis¹, Bautista Francisco², Cejudo Rubén¹, Zapata Carbonell Gonzalo², Quintana Patricia³, Aguilar Daniel³, Aguilar Reyes Bertha⁴ y Gogichaishvili Avto⁴

¹Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Centro de investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM

²Licenciatura en Ingeniería Ambiental, Universidad de Quintana Roo

³Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados, Unidad Mérida, IPN

⁴Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Instituto de Geofísica, UNAM
luiguinet19@hotmail.com

The diagnoses of pollution due to heavy metals (HM) in urban areas are not very common due to the high cost of the chemical analyses and the large number of samples required for the detail and integral analysis. Thus, it is necessary employ rapid, low-cost and reliable indicators (Proxy) allowing the processing of a great number of samples in a fast and economic way. The soil-color has been used as a Proxy indicator for classification and fertility. We believe that soil color may be useful as pollution indicator in urban zones as well. Recently, new equipments have been developed - capable to estimate the soil color in numerical ways, wherewith is expected to reduce the subjectivity of its measurement. The purpose of this work was to explore the relationship between the soil color and the HM in urban soils. 90 soil localities from Mexico City were sampled. The sampling was performed using a 2 in long and 2.5 in of diameter

PVC cylinder. The color was measured with a Konica Minolta colorimeter, the RGB scale of color was used to calculate the hue, redness and saturation indexes. The element and oxides were measured with a X ray fluorescence equipment with a Jordan Valley EX-6600 spectrometer. These elements and oxides were: Cr, Ni, Cu, Zn, Pb, V, Na₂O, MgO, MnO, Al₂O₃, SiO₂, P₂O₅, K₂O, CaO, TiO₂ y Fe₂O₃. Through a discriminant analysis five groups were classified based on the color indexes. Another analysis was performed, but this time using the same groups formed previously and the elements and oxides content. For each group multiple regressions were carried out in order to find dependence between the HM and the color indexes. Five groups of soil samples by color were formed with 100% of correct classifications. The group 1 corresponded to dark reddish gray soils; 2 to dark gray; 3 to olive; 4 gray and 5 light brown. These groups had a 65.56% of correct classification related to the elements and oxides content and a value $p = 0$. On the hue case, multiple regressions showed good relations for the groups 1, 4 and 5, with $R^2 > 83\%$ and $p < 0.035$ values. In the redness index groups 1, 2, 4 and 5, showed $R^2 > 32\%$ and $p < 0.042$ values. The saturation index showed values of $R^2 > 33\%$ and p values between 0 and 0.094. The main HM showing correlations with soil color were Cr, Cu, Ni and Zn. In Mexico City, urban soil color is firmly related with the content of HM and therefore it could be considered as a proxy indicator.

SE07-5

ASSESSMENT OF URBAN SOIL POLLUTION IN MEXICO CITY USING INDICATOR KRIGING

Ihl Thomas¹, Bautista Francisco¹, Cejudo Rubén¹, Delgado Carranza Carmen¹, Quintana Patricia², Aguilar Daniel², Aguilar Reyes Bertha³ y Gogichavshili Avto³

¹Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Centro de investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM

²Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Unidad Mérida, IPN

³Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Instituto de Geofísica, UNAM
thomasjosefihl@gmail.com

Indicator kriging (IK), which is a non-parametric geostatistical method, makes no assumption on distributions of variables, and a binary indicator transformation of data is used to make the predictor less sensitive to outliers. IK could be used to estimate the proportion of values that are beyond critical concentrations of heavy metals (HM) by incorporating the uncertainty of the value of variables at unsampled locations. When performing diagnostic studies of soil pollution by HM, reference should be made at the established concentrations in environmental regulations because when HM concentrations are above the limits, there may be adverse effects on health human because HM are causes for cancer. The present study combined the use of geostatistics and Geographic Information System technology to analyze the spatial distribution of Pb, Zn, Ni, Cu, Cr, and V in urban soils from Mexico City (MC). The samples were performed with 90 representative sampling sites (1 m² collection area). The HM were analyzed with X ray fluorescence technique, with a spectrometer Jordan Valley EX-6600. We use contamination factor (CF= Cm Sample/Cm Background), where CF is the ratio of a HM concentration in a soil sample and the concentration of a control sample with no apparent contamination. CF#1 means non contamination; 1<CF#2 low contamination; 2<CF#3 is median contamination; 3<CF#6 indicate high contamination; CF#6 is very high contamination. Pollution load index (PLI)= [CF1 x CF2 x CF3 x CF4 x ...CFn]1/n where n is the number of HM studied and CF is contaminant factor. The PLI rejoining the contamination to the HM analyzed for a specific site. PLI<1 is without problems, PLI=1 baseline level of contamination are present; and PLI>1 site contaminated. IK was used to obtain data to plot HM probability maps. The variable, measured in a continuous scale, is converted to several indicator variables. Each variable takes a value of 1 or 0 and the value of each variable is estimated elsewhere in the study area, with 1 indicating a value below the threshold level, in this case, 400 mg kg⁻¹ for Pb, 1600 mg kg⁻¹ for Ni, 280 mg kg⁻¹ for Cr and 78 mg kg⁻¹ for V. For Cu and Zn are no defined limit values. The CF results show that: 5.6% of sites had moderate contaminated by Cr; 65.6% by Ni, 95.6% by Cu; 53.3% by Zn; 85.6% by Pb; and 0% by V; and the soil samples with high contamination were: 1.1% by Cr; 15.6% by Ni, 78.9% by Cu; 10% by Zn; 52.2% by Pb; and V was not detected on samples with high contamination. The soil samples had LPI>1, that is to say, 100% of samples sites were contaminated. Lead and copper are the most polluting heavy metals in MC. The official limits of HM concentration in soils show no dramatic impact on MC, the contaminants are essentially punctual. However, the use of contamination factor show that the situation is by far not as good as the official limits reflect, almost the entire urban area is at least moderately polluted. The IK indicates that 80% of surface is polluted.

SE07-6

HIDROMÓRFISMO Y FERRÓLISIS EN SUELOS DE HUMEDAL DEL LAGO DE PÁTZCUARO MICHOACÁN, MÉXICO

Medina Orozco Lenin¹ y García Calderón Norma Eugenia²

¹Facultad de Biología, UMSNH

²Facultad de Ciencias, UNAM
leninmed@gmail.com

En México y particularmente en el estado de Michoacán el estudio sobre la génesis, morfología y funcionamiento de los suelos hidromórficos ha sido pobremente estudiado, pese a contar con grandes extensiones de humedales continentales, como la zona vadosa del Lago de Pátzcuaro. En sus litorales se desarrollan actividades productivas de ganadería extensiva y para cosecha de plantas hidrófitas emergentes utilizadas en la elaboración de artesanías características de la región. Se estudiaron dos suelos hidromórficos representativos del Lago de Pátzcuaro, Michoacán; un Gleysol autóctono formado a partir de derrames de lavas basálticas en un piedemonte utilizado para colectar hidrófitas; y un Fluvisol alóctono desarrollado en una gran planicie aluvial sobre depósitos del Holoceno y Plioceno, destinado para ganadería extensiva. Los resultados indican la presencia de un Luvisol Gleysol Calcic (sulphidic) (WRB 2006) o Gleysol calcárico (FAO-UNESCO 1974), de coloración pardo oscuro, con cantidades moderadas de materia orgánica (1.5 % promedio), arcilloso > 30 %, de estructura predominantemente de poliedros subangulares y prismas con segregación de sesquióxidos ferromanganesos sobresaliendo los hiporevestimientos de lepidocrocita, a pesar de tener características calcáreas por el aporte de restos de ostrácodos. Destaca un horizonte que sugiere un estado avanzado de ferrólisis, proceso consistente en la destrucción física de la arcilla. Por otro lado, de un Calcic Fluvisol Oxyaquic (hyperhumic, Takyric, sulphidic) (WRB 2006) o Fluvisol vértico (FAO-UNESCO 1974), es un suelo con matriz empardecida de color pardo grisáceo, rico en arcillas esmectitas que le confieren propiedades vérticas, con altos contenidos de materia orgánica en todo el perfil (> 7 %), y características calcáreas por contener restos de ostrácodos. La alternancia de humedecimiento y secado del suelo ha favorecido la formación de un horizonte takirico con costras espesas de formas poligonales, formando un microrelieve tipo gilgai, y una superficie bioturbada por el pisoteo del ganado. Tres zonas de humedad bien marcadas al interior de los suelos, desarrollan rasgos hidromórficos diferenciales; endosaturación permanente, capilaridad en endopedones, y secado-humedecimiento alternado en los epipedones.

Palabras clave: zona vadosa, suelos hídricos, rasgos hidromórficos.

SE07-7

IDENTIFICACIÓN DE ZONAS CON MAYOR AFECTACIÓN DE EMISIONES VEHICULARES CONTAMINANTES EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ COLOMBIA

Aguilar Reyes Bertha¹, Mejía Victoria², Escobar Jaime³, Bayona Germán⁴, Bautista Francisco^{5,6}, Gogichavshili Avto¹ y Morales Contreras Juan⁷

¹Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural y Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Instituto de Geofísica, UNAM

²Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, Colombia

³Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad del Norte, Colombia

⁴Corporación Geológica ARES, Bogotá, Colombia

⁵Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Instituto de Geofísica, UNAM

⁶Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM

⁷Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM
baguilar@geofisica.unam.mx

Dentro del Magnetismo Ambiental el estudio de la contaminación ha sido desarrollado y fortalecido gracias a estudios realizados sobre diversos tipos de muestras ambientales: suelos, polvos, especies vegetales. Uno de los grandes retos dentro del Magnetismo Ambiental es desarrollar una metodología que sea aplicable en diferentes entornos, y calibrar de acuerdo al tiempo de acumulación de las partículas contaminantes en cada tipo de muestra.

Este estudio es el primero que se realiza en la ciudad de Bogotá, Colombia. El análisis de las propiedades magnéticas se realizó en el Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural (LIMNA). Se midieron diversos parámetros magnéticos: susceptibilidad magnética de baja y alta frecuencia, adquisición de magnetización remanente isotérmica hasta la saturación magnética (MRIS) y en campo inverso (MRI-200), además de la susceptibilidad magnética en función de la temperatura. Los experimentos fueron realizados en tres tipos de muestras: suelos, polvo urbano y hojas de la especie arbórea Sambucus Nigra, a lo largo de un transecto norte-sur y otro oeste-este.

De acuerdo a los resultados de los análisis de propiedades magnéticas los portadores de la magnetización son altamente magnéticos (S-200 ~ 0.9 para todas las muestras, donde S-200= MRI-200/MRIS) y el tamaño de las partículas magnéticas contaminantes muestra claramente un origen antrópico, principalmente de emisiones automotoras. Se distinguen, además, algunos

puntos críticos en la ciudad en los cuales los tres tipos de muestras presentan valores extremos. Sin embargo, éste no se cumple para todos los puntos de muestreo.

Esta diferencia podría estar asociada a fuentes específicas y puntuales de contaminación como áreas en construcción. Es importante además considerar la variabilidad de los períodos de acumulación de contaminantes. Los suelos muestran un período de acumulación que puede ser de meses o años, mientras que los polvos y material sobre hojas pueden tener periodos de días o semanas. Sin embargo, el polvo en el asfalto se mezcla con otros materiales no ferrimagnéticos, no así el material de las hojas.

SE07-8

LAS FUNCIONES DE LOS SUELOS HÍDRICOS COMO SUMIDEROS DE CARBONO

García Calderón Norma Eugenia¹, Ikkonen Elena² y Fuentes Romero Elizabeth¹

¹Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación, Facultad de Ciencias, UNAM

²Institute of Biology, Karelian Research Center, Petrozavodsk, Russia
negc@ciencias.unam.mx

La medición de Gases de Efecto Invernadero (GEI) CO₂, CH₄ y N₂O en suelos hídricos en nuestro país es escasa. Los suelos hídricos son especialmente inciertos en su función como fuente o sumidero de GEI, principalmente en la producción de CH₄, debido a que existe un entendimiento incompleto de los factores que gobiernan el flujo de gases. Existen datos contrastantes e incluso contradictorios en las estimaciones de gases para diferentes tipos de humedales, presentándose grandes variaciones espaciales y temporales en la emisión de gases, algunas de estas variaciones están asociadas al cambio de uso de los humedales que son convertidos a la agricultura, pastoreo u otros usos. Se acepta con base en múltiples investigaciones que estos suelos funcionan como sumideros de carbono, por lo tanto su desaparición incrementará la liberación del C a la atmósfera. Por lo anterior, se dificultan las estimaciones globales de GEI producidos en suelos hídricos, por lo cual, se requiere de generar una base de datos confiable que permita calcular la contribución de estos ecosistemas de México a las estimaciones globales de Gases de Efecto Invernadero. Con el objetivo de validar la metodología para la estimación de la emisión in situ de CO₂ y CH₄ en humedales continentales y costeros se establecieron diseños experimentales en el ExVaso de Texcoco, Edo. de México, San Salvador, Edo. de Hidalgo, Ciénega del Fuerte, Edo. de Veracruz y en el Parque Lagunas de Chacahua, Edo de Oaxaca, utilizando cámaras herméticas, para ciclos de mediciones quincenales y estacionales durante un año, en las siguientes condiciones: Emisión de CO₂ y emisión o consumo de CH₄ en micro sitios sin raíces (SR); Emisión de CO₂ y emisión o consumo de CH₄ en micro sitios con raíces (CR); Emisión de CO₂ y CH₄ (respiración del ecosistema) en micrositios con vegetación (SRV) y asimilación de CO₂ en micrositios con vegetación. La concentración de ambos gases se cuantificó en el cromatógrafo de gases Agilent 6890 Series del Centro de Ciencias de la Atmósfera. Los pastizales inducidos de San Salvador mostraron la mayor emisión de CO₂ (septiembre –marzo y abril) de 80 mg CO₂ m³h⁻¹ hasta 240 mg CO₂ m³ h⁻¹. La emisión de metano varió entre 100 a 500 µg CH₄ m⁻³ de septiembre a diciembre. En el Parque Nacional Lagunas de Chacahua, siendo los sitios con mayor emisión: suelos hídricos con asociaciones de *Rhizophora mangle* (manglares maduros) > *Avicennia germinans*-*Conocarpus erecta* (mangle maduro) > *Conocarpus erecta*-*Avicennia germinans* (mangle joven) > suelos hídricos hipersalinos sin vegetación con 4.34, 2.23, 0.95 y 0.66 µg CH₄ m⁻³ h⁻¹ y 41.92, 9.81, 7.6, 5.4 mg CO₂ m⁻³ h⁻¹. La emisión de CH₄ y CO₂ respondió a los cambios estacionales de humedad y temperatura del suelo $p > 0.05$, $R^2 = 0.60$. En general, se comprobó como en diferentes sistemas de humedales los suelos funcionan como fuentes emisoras de metano. La producción de GEI se asocia con los cambios de humedad y temperatura del suelo hasta 30 cm de profundidad $P > 0.05$, $R^2 = 65$. (CONACYT-SEMARNAT 24389 y PAPITT IN224410).

SE07-9

EVALUACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA SALINIDAD EN LOS SUELOS DEL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Ibáñez Huerta Abel¹, Álvarez Arteaga Gustavo², Mercado Sotelo Italia³, Fuentes Romero Elizabeth¹, García Calderón Norma Eugenia¹ y Krasnikov Pavel⁴

¹Facultad de Ciencias, UNAM

²Facultad de Planeación Urbana, Universidad Autónoma del Estado de México

³Centro de Geociencias, UNAM

⁴Eurasian Center for Food Security, Lomonosov Moscow State University, Russia
abel.ibanezhuerta@gmail.com

En el Valle de Mexicali, la confluencia de factores edáficos, ambientales y de manejo, han determinado la génesis y distribución de los suelos salinos y sódicos. A su vez, esta zona es de alta productividad agrícola, sin embargo en los últimos años el aumento de la salinidad ha provocando la disminución en los rendimientos de las cosechas, sobre todo de cultivos no tolerantes a

la salinidad. El objetivo principal de esta investigación consistió establecer la distribución espacial de la salinidad del suelo y su relación con las actividades industriales del Complejo Geotermoeléctrico Cerro Prieto (CGCP). La zona de estudio abarca una superficie total de 98,481 ha. Para determinar la distribución espacial, se realizó un muestreo a 30 cm de profundidad en malla regular con puntos equidistantes a cada 2500 m. Las muestras de suelo se prepararon de acuerdo a la NOM-021- RECNAT-2000. Los cationes solubles se midieron en el extracto de la pasta de saturación, la cuantificación de Ca y Mg solubles se realizó mediante espectrometría de absorción atómica (Perkin Elmer 2380), el potasio y sodio; con un fotómetro de llama (Corning 400). La variabilidad espacial de la CE (dSm-1) y el PSI (Porcentaje de Sodio Intercambiable) se realizó con métodos geoestadísticos utilizando el programa Surfer ver 9.1. 352 (Golden Software 2009). Los modelos experimentales se validaron con GeoEas ver 1.2.1. La información se integró en un Sistema de Información Geográfica ArcView ver.9.2. Con base en los resultados el uso actual del suelo dentro de la zona de estudio resulta determinante para explicar los patrones de distribución de la salinidad. En los suelos bajo uso industrial, se manifiesta una condición extrema de salinidad (>12 dS m⁻¹) ocupando el 27.6 % de la superficie total. Mientras que el 21 % de los suelos registra niveles entre moderados a bajos, localizados en la porción centro-este del área de estudio. Aproximadamente el 78 % de los suelos presenta algún grado de restricción para el desarrollo vegetal. Los suelos no sódicos y con bajos niveles de sodicidad comprenden el 66% de la superficie total. Por otro lado, los suelos con niveles de sodicidad media y extremadamente alta abarcan al 34 % de la superficie total y se localizan desde la parte media hacia el NO y SO. En la zona de uso industrial, dentro del CGCP y su entorno, dominan los suelos salinos. Por otro lado, en la zona agrícola se presenta la mayor acumulación de sodio en profundidad. Por lo tanto, concluimos que el factor limitante para el establecimiento de la vegetación en los suelos del Valle de Mexicali es la concentración de sales y sodio. Mientras que, a corto plazo el uso y manejo del suelo en la zona de estudio, ha modificado la acumulación de sales y su distribución espacial. La investigación se realizó con apoyo del Programa Universitario del Medio Ambiente-UNAM y la CFE.

SE07-10

SOFTWARE PARA ANALIZAR DATOS DE PERFILES DE SUELO (ASSOFU)

Gallegos Tavera María Angeles¹, Bautista Zuñiga Francisco² y Álvarez Arriaga Oscar³

¹Ingeniería en sistemas, ITST

²Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM

³Instituto Tecnológico Superior de Tacámbaro
lady-angie_89@hotmail.com

El software Microleis contiene una gran cantidad y variedad de modelos para la evaluación de tierras; sin embargo, la mayoría de los modelos no utilizan la información del perfil de suelo de manera íntegra. Los modelos de evaluación de las funciones del suelo TUSEC incluyen las propiedades del perfil de suelo; sin embargo, no incorporan una base de datos de perfiles de suelos, sus aplicaciones son limitadas y no se encuentra disponible a todo público. El objetivo de este trabajo fue la elaboración de un software que incluyera una base de datos con las propiedades de los suelos y que fuera de utilidad para instrumentar modelos de evaluación de las funciones de los suelos de manera fácil y rápida; que permitiera exportar información de manera expedita; y que facilitara la clasificación del suelo al incluir fotografías del perfil. Para la instrumentación del desarrollo del software, las herramientas elegidas fueron: Visual Basic 2008 Express como plataforma de desarrollo y SQL Server 2008 Express como SGBD. El software se desarrolló cubriendo tres aspectos: a) Una base de datos de perfiles de suelo que brinda coherencia e integridad en la información al utilizar una interfaz que incluye casillas de verificación y captura manual; b) implementación de una evaluación edafocológica; y c) evaluación de las funciones de los suelos. Los requisitos de instalación del Assofu son: a) Sistema operativo Windows XP o versiones posteriores; b) Windows Installer 4.5; c) .NET Framework 3.5 SP1; y d) SQL Server 2008 Express. El software Assofu sigue una secuencia de pasos: 1) Recibe datos ingresados por el usuario y los valida; 2) manda la información a la base de datos a solicitud del usuario; 3) permite la consulta de la información almacenada; 4) el software facilita la creación de evaluaciones con los datos de perfiles de suelo; 5) es capaz de enviar imágenes a la base de datos para almacenarlas; 6) permite la recuperación de las imágenes almacenadas, tanto en consultas como en formato de archivo; 7) admite la creación de reportes; y 8) el software puede ser utilizado en inglés y español. Assofu permite la elaboración de la evaluación edafocológica, es decir, la estimación y evaluación a nivel de perfil de: el agua disponible a capacidad de campo (CC, erodabilidad, bases intercambiables, N total, N disponible, profundidad fisiológica, espacio radical efectivo, drenaje y humus. Las funciones de los suelos que se pueden evaluar son: a) filtro y regulador de metales pesados; b) componente del ciclo de agua; c) medio de producción de alimento y biomasa; d) componente del ciclo de nutrientes; e) hábitat de flora y fauna; f) hábitat de la vida humana; g) transformador del medio (compuestos); h) archivo natural y cultural; i) almacén de carbono orgánico. Actualmente, Assofu es el único software que existe enfocado explícitamente al levantamiento de campo y análisis de perfiles de suelo, razón por la cual, este proyecto representa un avance en el camino hacia el desarrollo de software para la evaluación de tierras con base en el perfil del suelo.

SE07-11

**CARACTERIZACIÓN DE LAS CLASES DE TIERRA
CAMPESENA EN LA HUACANA, MICHOACÁN**Barajas Alcalá Alma¹, Bautista Francisco¹ y Alcalá De Jesús María²¹Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM²Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
abarajas@pmp.unam.mx

La clasificación campesina de tierras trata sobre la percepción local de los atributos del suelo, su relación con el paisaje y el uso-manejo de la tierra, en sus inicios surgió como una ciencia conceptual, los estudios clásicos se centraron en la comparación entre la clasificación técnica y tradicional; en las cuatro décadas pasadas se estudiaron principalmente los grupos étnicos, en la actualidad también se estudian las poblaciones rurales mestizas, esto por la necesidad de crear un lenguaje común entre productores agrícolas y técnicos, para fortalecer la comunicación y mejorar la planeación, uso y manejo del recurso suelo. El objetivo de este trabajo fue comparar los atributos de las clases de tierra campesinas con base en las propiedades químicas y físicas de los suelos, para conocer el grado de integración o complementación de ambos tipos de conocimiento. Se entrevistó a 35 informantes clave que conocen y manejan sus parcelas, la muestra fue el 10% de la población ejidal de Ichamio, La Huacana y Manga de Chávez. Las entrevistas fueron a cerca de los nombres y las formas en las que ellos reconocen e interpretan las propiedades de los suelos. En cada uno de los 31 sitios de muestreo se realizó una calicata y se describió el perfil, se tomaron muestras por horizonte para determinar sus propiedades químicas y físicas en el laboratorio. Se realizó un análisis multivariable tipo discriminante, las clases de tierra se utilizaron para agrupar a los suelos (variable discriminante), y las propiedades químicas y físicas fueron las variables independientes, este análisis es una forma matemática de comparar el conocimiento tradicional (clases de tierra) con el conocimiento técnico (análisis de laboratorio). Las clases de tierra presentes en el área de estudio son: Polvilla, Barrosa, Charanda, Tocuira y Cementante. Los campesinos nombran a los horizontes del perfil de suelo como clases de tierra, por lo que es posible encontrar varias clases de tierra en el mismo perfil. En general la clase de tierra Polvilla se encuentra sobre las clases Charanda y Barrosa. Las clases de tierra tienen diferencia con sentido analítico (físico y químico), las propiedades del suelo más significativas en la diferenciación de las clases de tierra son: porcentaje de arena y arcilla, conductividad eléctrica, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico y espesor; los casos correctamente clasificados son el 72.13%, significativo al 95% de nivel de confianza. Las características de los suelos en base al conocimiento local y técnico concuerdan con sus respectivos términos. Por primera vez se reporta que los nombres de las clases de tierra corresponden a los horizontes y/o capas y no al perfil de suelo completo, dado que las propiedades del suelo se modifican bajo procesos de formación (pedogénesis), en este caso el depósito ex situ de material volcánico modificó a los atributos de las clases de tierra sepultadas, lo que se confirma mediante los resultados del análisis discriminante que muestra diferencia significativa entre la clase de tierra superficial y la sepultada. Los campesinos de La Huacana, Michoacán, México interpretan el suelo en tres dimensiones.

SE07-12

**EVALUACIÓN DE LAS FUNCIONES DEL SUELO EN
ZONAS VOLCÁNICAS DEL ESTADO DE MICHOACÁN**Bedolla Ochoa Cutzi¹, Bautista Zúñiga Francisco¹,
Gallegos Tavera Angeles² y Barajas Alcalá Alma¹¹Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM²Instituto Tecnológico Superior de Tacámbaro, ITST
luna_cz@hotmail.com

En las dos últimas décadas se ha hecho énfasis en las funciones ambientales de los suelos; sin embargo, existen muy pocos casos en las que dichas funciones edáficas hayan sido evaluadas con base en las descripciones de los perfiles de suelo. Recientemente se ha diseñado el software Assessment soil functions (Assofu) que permite las evaluaciones ambientales de los suelos con la información del perfil. Las clases de tierra identificadas por los campesinos son el medio más adecuado para comunicar las funciones ambientales de sus suelos. Por ambas razones, se evaluaron las funciones del suelo para ocho clases de tierras campesinas de una zona volcánica, utilizando el software Assofu. Las muestras de suelo se tomaron en cuatro tipos de geoformas con diferente uso de suelo al interior de la reserva de la biosfera Zicuirán-Infiernillo en el estado de Michoacán. Se utilizaron los nombres de las clases de tierra. Se realizaron las calicatas y los perfiles se describieron de acuerdo con el esquema de la FAO. Siebe y Cuanalo; la parte física y química se determinó con base a lo establecido en la NOM-021-SEMARNAT-2000. La información del perfil se capturo en el software Assofu para la evaluación de las funciones de los suelos. Las funciones evaluadas fueron: retención de metales pesados; almacenaje, filtración e infiltración de compuestos; contenido de carbono; antropización o naturalización; hábitat de la vida humana e importancia cultural y natural. Los resultados indican que las clases de tierra Barrosa/Polvilla y

Barrosos son aptos para la retención de metales pesados, como medio de almacenaje, filtración e infiltración de compuestos, son suelos productivos, con altos contenidos de carbono; caso contrario a la clase de tierra Polvilla donde las evaluaciones arrojan niveles de aptitud bajos para las funciones anteriormente mencionadas. Los niveles de aptitud media se concentraron en las clases de tierra Polvilla/Barrosa, Polvilla/Charanda, Cementante, Charanda y Tocuira. Para todos los casos, las clases de tierra califican como antropizados, no obstante, se les considera aptos como hábitat de la vida humana, y con importancia cultural y natural. Assofu facilitó la captura de datos del perfil y la estimación de las propiedades edáficas de difícil medición, logrando un análisis confiable para las clases de tierras con base a la idoneidad de las funciones evaluadas. Palabras clave: funciones del suelo, tierras campesinas, ASSOFU.

SE07-13 CARTEL

**DIAGNOSTIC OF HEAVY METAL POLLUTION USING
ROCK-MAGNETIC, SCANNING ELECTRON MICROSCOPY
AND CHEMICAL ANALYSIS ON SOILS, ROAD DUSTS AND
TREE LEAVES FROM TWO URUGUAYAN COASTAL CITIES**Petronille Marie¹, Sánchez Bettucci Leda², Bautista Francisco³,
Carvallo Claire⁴, Aguilar Reyes Bertha² y Gogichaishvili Avto¹¹Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural,
Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM²Departamento de Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Uruguay³Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Centro
de investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM⁴Institut de Minéralogie et de Physique des Milieux
Condensés, Université Pierre et Marie Curie, France
marie.petronille@wanadoo.fr

Montevideo, as well as any Latin-American capital city, is confronted to air pollution and human health problems. However, the limited number of monitoring stations does not allow the production of high-resolution pollution maps in the urban area. Measurements were also performed on soils, road dusts and tree leaves coming from various urban environments of the south part of the Uruguayan capital using magnetic properties compared with SEM (Scanning Electron Microscopy) observations and chemical analysis. Magnetic properties analyses consisted in the study of mass-specific magnetic susceptibility (χ) and of its frequency-dependence (χ_f (%)), thermomagnetic curves at high temperature, hysteresis loops, IRM acquisition and FORC diagrams. The same kind of investigation was performed on samples coming from Piriápolis, a small Uruguayan coastal city of less than 10 000 people located at about 105 km east of Montevideo.

Results indicate that magnetic properties are always two or three times bigger for samples coming from Montevideo than for those from Piriápolis. Dusts systematically show bigger χ but lower χ_f (%) than soils, these latter containing at least 10% of superparamagnetic (SP) grains. Fraxinus Americana leaves show good results too, samples near busy road intersections having always bigger magnetic properties than those sampled near parks, which confirms that vehicular motors are the principal source of air pollution in both Montevideo and Piriápolis. Magnetic studies point to magnetite or Ti-poor titanomagnetite grains which are five times more present in dusts than in soils. IRM curves indicate ferrimagnetic phases in tree leaves with a saturation reached at 200-300 mT. This saturation is a little bit harder for soils and especially for dusts, which traduces the probable presence of (titano-)magnetite and some (titano-)hematite. However, the very good correlation between χ and SIRM for soils and dusts indicates that χ depends essentially in its ferrimagnetic content. Hysteresis experiments show that soils are richer in SP particles than dusts which contain more multidomain (MD) grains. SEM observations confirm these results. On tree leaves sampled near busy roads, we observe Fe-rich near-spherical (~1 μ m in diameter) and bigger agglomerate particles (~10 μ m) containing S, Al, Ca, K and sometimes Ti. Soils and dusts contain larger (~10-30 μ m) and more angular, silica-rich particles with Fe, Ca, S, K and Cr sometimes. More agglomerate particles between 10 and 100 μ m containing iron were found in dusts than in soils. Chemical analyses indicate good correlations between χ and Pb values for soils and dusts from Montevideo, suggesting that χ is a good tracer in Pb variations for these samples. Dusts from Montevideo (respectively from Piriápolis) also show good correlations between Pb, Cu and Zn (respectively Ni, Zn and Cu) contents, suggesting the same source for these heavy metals. Results obtained on tree leaves from Piriápolis traduce a very good correlation between SIRM and Zn content, and between Al, Fe, Mn and S too. Al and Fe contents are well-correlated for samples from Montevideo and Piriápolis.

SE07-14 CARTEL

EFFECTOS TOXICOLÓGICOS DE SEDIMENTOS CONTAMINADOS POR DESECHOS DE UNA MINA DE ORO ABANDONADA EVALUADOS CON BIOENSAYOS UTILIZANDO DAPHNIA MAGNA

Becerra Rueda Oscar Fernando¹, Sobrino Figueroa Alma²,
Marmolejo Rodríguez Ana Judith¹, Sánchez González Alberto¹,
Maggallanes Ordóñez Víctor René¹ y Arce Osuna Oralia¹

¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

²Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa
fernando_chem@hotmail.com

La industria minera es una actividad económica que puede generar impacto ecológico. En la zona de El Triunfo, B.C.S. se han determinado concentraciones que exceden 50 veces el valor de referencia regional de elementos potencialmente tóxicos (EPT) como As, Cd, Pb, Sb, entre otros. Los niveles de contaminación ambiental, pueden ser evaluados a través de bioensayos, con microorganismos acuáticos. *Daphnia magna*, por su ciclo de vida y sus bajas exigencias nutricionales la hacen idónea para estudios ecotoxicológicos. Por tanto, el objetivo de este estudio es evaluar el efecto en el crecimiento de *D. magna* por la presencia de EPT en los sedimentos. Para esto, se consideraron parámetros para el desarrollo de este microorganismo, tales como: temperatura, fotoperiodo, tiempo de vida, movilidad y población expuesta a EPT. Se recolectaron 20 muestras a lo largo de los 48 km que mide el arroyo Las Gallinas-El Hondo-El Carrizal. Para los EPT se realizó una digestión ácida y posteriormente analizados por ICP-MS. Arsénico y Sb se analizaron por ICP-OES y debido a las altas concentraciones se midieron de nuevo por INAA. El cultivo de *D. magna* se desarrolló bajo las siguientes condiciones: 22±2°C, fotoperiodo de 16h/8h luz/obscuridad. Se utilizaron neonatos de menos de 24 horas de nacidos y se evaluó la movilidad de los microorganismos de 24 a 48 horas, haciéndolo por triplicado. Los resultados muestran que el porcentaje de mortalidad para la *D. magna* fue del 67% en los jales y en los sedimentos superficiales del arroyo de 13 - 47%. De acuerdo al análisis de factores, existe una relación directa entre la concentración de los elementos traza como As, Cd y Fe con la mortalidad de *D. magna*. Esto nos da un panorama de la actividad antropogénica en la zona, ya que los valores de los EPT obtenidos, de igual manera superan a los de la corteza terrestre superficial lo cual se reflejó con la alta mortalidad de la *D. magna* en todo el sistema.

SE07-15 CARTEL

ABRUPT MAGNETIC TRANSFORMATIONS IN LABORATORY HEATED AGRICULTURAL SOILS

Aguilar Reyes Bertha¹, Gogichaishvili Avto¹, Bautista Francisco², Morales Juan¹, Quintana Patricia³, Faust Betty⁴, Carrancho Angel⁵ y Calvo Manuel⁵

¹Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural,
Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM

²Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, CIGA, UNAM

³Física Aplicada, Cinvestav, Unidad Mérida

⁴Universidad Autónoma de Campeche

⁵Laboratorio de Paleomagnetismo, Departamento
de Física, Universidad de Burgos, España
baguilar@geofisica.unam.mx

The magnetic characteristics of soils are widely used in environmental and Paleoclimatic investigations for studying the several factors involved in the soil. Magnetic parameters are easily, rapidly, and inexpensively determined providing a highly sensitive measurement of the compositional changes of mineral materials in the soil. Moreover, the measurements of soil magnetic properties provide information about the developmental history of the soil and thus may be used to investigate environmental change and pedogenesis.

Here, we investigate the magnetic evolution of four most common agricultural soils in south México (namely in Campeche area): Lithic Leptosol (LPLi), Chromic Stagnosol (STCh), Antrosol (AT) y Humic Rendzic Leptosol (LPhurz). These soil samples were heated from 250°C to 650°C using 50° C incremental step. The magnetic properties at each temperature steps have been measured using a Variable Field Translation Balance.

Variation of rock magnetic parameters as a function of temperature leads us to determine the main magnetic carriers and their physical characteristics. Almost pure magnetite, maghemite and some oxyhydroxides of various oxidation degrees and domain sizes are present in studied soils. Using a full battery of magnetic measurements (Bulk Magnetic Susceptibility, Natural Remanent Magnetization, Isothermal Remanence, Coercivity, Coercivity of Remanence, Saturation Magnetization) a comprehensive scenario for soil development was constructed during the consecutive agricultural burnings.

SE07-16 CARTEL

ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE EL ANÁLISIS ELEMENTAL DE SUELOS COMO INDICADORES EN EL PROCESO DIAGENÉTICO EN RESTOS ÓSEOS DE ENTIERROS PREHISPÁNICOS

Herrera Novelo Amalia Alejandra¹, Tiesler Blos Vera¹, Aguilar Treviño Daniel², Quintana Owen Patricia² y Bautista Francisco³

¹Facultad de Ciencias Antropológicas, Universidad Autónoma de Yucatán

²Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Unidad Mérida, IPN

³Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM
amalia892708@hotmail.com

Estudio preliminar sobre el análisis elemental de suelos como indicadores en el proceso diagenético en restos óseos de entierros prehispánicos

Amalia Herrera Novelo¹, Daniel Aguilar², Patricia Quintana², Vera Tiesler¹, Francisco Bautista³

1 Laboratorio de Bioarqueología, Facultad de Ciencias Antropológicas, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida Yucatán

2 Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Mérida

3 Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Centro de investigaciones en Geografía Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de México

El estudio de los entierros prehispánicos abarca muchos componentes que se involucran en el estado de su conservación, mucho se sabe sobre los factores que pueden dañar al entierro como el tipo de clima, el tipo de entierro, el deterioro causado por los animales; pero poco se sabe de los verdaderos influyentes que se encuentran en contacto durante años con los restos óseos, generando el fenómeno de la diagénesis, entendido como el proceso que sustituye o intercambia las propiedades de los huesos y los vuelve un biomaterial duro conforme a la compactación de sus componentes.

Algunos entierros que se presentan en este trabajo abarcan varios sitios de la Península de Yucatán, todos ellos prehispánicos en un total de 19 lugares estudiados y sus respectivas muestras de suelo que fueron adquiridas al momento del levantamiento a una profundidad entre 60 y 120 cm. Todos estos lugares se agruparon según la región geográfica en donde se encuentran, es decir los de tierra dentro y costa, y además se clasificaron por el grupo de suelo según la base de referencia del Recurso Suelo o WRB por sus siglas en inglés.

Se realizaron análisis con un Difractómetro de rayos X (Siemens D5000) en el laboratorio de Física Aplicada del CINVESTAV Unidad Mérida, en el cual se encontraron principalmente componentes calcáreos durante el estudio del suelo como la calcita, ankerita, y calcita magnesita, y otros en menor proporción como cuarzo, anatasa, caolinita, hematita y la hidroxiapatita. Del mismo modo, se realizaron análisis de elementos químicos por fluorescencia de rayos X (Jordan Valley EX-6600) en el cual pueden observarse elementos como: Ca, Si, Al, Fe, Mg P, K₂O, y en menor proporción Ti y K. Además, se detectaron trazas de Sr, Zn Pb, Cu, Rb e Y.

Los suelos cercanos a la costa de color gris claro mostraron una elevada cantidad de carbonatos, los rojizos se debe a la presencia de hierro y los de color oscuro casi negro debido a la presencia de materia orgánica.

Los principales elementos que influyen en el intercambio catiónico entre el suelo y hueso y por consiguiente en el proceso diagenético son el Ca, Si, Mg, Fe, Sr, Zn y Pb. Esta información permitirá analizar el proceso de conservación de los huesos dependiendo del tipo de suelo donde fueron depositados y por el contexto mortuario, relevante en el campo de la arqueología.

SE07-17 CARTEL

CARACTERIZACIÓN DE LAS FUENTES DE ERROR EN CÁMARAS HERMÉTICAS DURANTE LA MEDICIÓN DE GEI

Medina Orozco Lenin¹ y García Calderón Norma Eugenia²

¹Facultad de Biología, UMSNH

²Facultad de Ciencias, UNAM

leninmed@gmail.com

Los artefactos que ocurren al interior de las diversas cámaras de medición de gases de efecto invernadero (GEI) durante el cálculo de flujos de gas, pueden ser minimizados si son entendidas y caracterizadas las fuentes de error, previo al análisis de los datos. Lo anterior es necesario para tener mayor certeza de que la variación en los datos colectados en una campaña de muestreo es producto de variables ambientales y no de fuentes instrumentales. El objetivo del presente estudio fue caracterizar las fuentes de error de cámaras durante una campaña de muestreo anual de flujos de gas (CO₂) en suelos hidromórficos del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Se estudiaron comportamientos típicos de flujos de gas de una base de datos de más de 300 flujos medidos en cámaras. Se distinguieron tres fuentes principales de error como son: la concentración de gas al tiempo cero cuando fue medida al interior de la cámara, la sobrepresurización de la cámara al momento de su instalación, y el tiempo de medición de la concentración de gas en cámaras transparentes. Los resultados sugieren que la medición de la concentración de CO₂ de la atmósfera al exterior de la cámara

es mejor predictor del tiempo cero, que cuando se mide al interior para el mismo tiempo. La sobrepresurización fue minimizada dejando abierto el orificio de la toma de muestra durante 10 segundos al momento de colocarla sobre el suelo y sellada posteriormente. Los tiempos más adecuados de medición en cámaras transparentes se registraron para intervalos de medición de 3 minutos durante un lapso de 10, mientras que las cámaras oscuras presentaron mediciones adecuadas en intervalos de 30 minutos. En el caso de las cámaras transparentes se presentó un incremento muy rápido de su temperatura interna $> 10^{\circ}\text{C}$ en un día soleado con respecto al exterior, y se presentó opacidad creada por la condensación del vapor de agua en las paredes de la cámara.

Palabras clave: equilibrio gaseoso, variabilidad de flujos, zona vadosa.

SE07-18 CARTEL

PAPEL DE LA MATERIA ORGÁNICA EN LA ESTABILIZACIÓN DEL MERCURIO DEL SUELO DE ZONAS MINERAS

Solís Valdez Sara, García Calderón Norma Eugenia y Hernández Silva Gilberto
Centro de Geociencias, UNAM
sarasoli@geociencias.unam.mx

La materia orgánica del suelo juega un papel fundamental en las funciones de amortiguamiento que ofrece el suelo a los sistemas terrestres. De acuerdo a su constitución y calidad las distintas fracciones que la conforman (sustancias húmicas) condicionan la capacidad de los constituyentes orgánicos para atrapar elementos potencialmente tóxicos como el mercurio (Hg). La dinámica del mercurio en suelos esta condicionada tanto por los procesos biológicos del suelo como por sus propiedades físico-químicas, en donde las sustancias húmicas tienen un papel determinante. El carácter coloidal de estas sustancias permiten su interacción con cationes diversos favoreciendo o no su movilidad en el suelo. Con el Hg forman complejos estables que reducen su movilidad y disponibilidad para otros sistemas. Debido a lo complejo del tema, pocos estudios han examinado el papel que juega la materia orgánica sobre la retención y/o emisión del mercurio a la atmósfera. En este trabajo se determinó el contenido de mercurio unido a las fracciones de la materia orgánica de suelos de la región minera de San Joaquín, Querétaro y conocer la influencia de las sustancias húmicas en la dinámica y estabilización del mercurio en suelos. Al mismo tiempo, se determinaron las propiedades del suelo de acuerdo al ISRIC (2003) en suelos cercanos a minas de cinabrio con uso forestal y agrícola. El fraccionamiento de la materia orgánica se realizó por el método de Dabin (1971) y el método de la Sociedad Internacional de las Sustancias Húmicas (IHSS, 2009), obteniendo las fracciones de la materia orgánica libre (MOL), ácidos fúlvicos (AF), ácidos húmicos (AH) y huminas (HU). El contenido de HgT se determinó en cada fracción con digestión ácida por microondas y cuantificado por espectrofotometría de absorción atómica con generador de hidruros. Los suelos mostraron reacción neutra a ligeramente ácida (6.5 a 6.88) y textura limo arcillosa. El contenido de carbono orgánico oscila de 26.6 a 11.8 g.kg⁻¹ en suelos forestales y agrícolas respectivamente. El Hg retenido por las sustancias húmicas fue de 54% en suelos forestales y 61% en suelos agrícolas. El Hg se encontró mayormente unido a las fracciones menos estables.

SE07-19 CARTEL

EVALUACIÓN DE SUELOS EN ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO HACIENDO USO DE MICROLEIS DSS

Anaya Romero María¹, Abd-Elmabod SK², Muñoz Rojas Miriam¹, Bautista Zúñiga Francisco³ y De la Rosa Acosta Diego²

¹Empresa de Base Tecnológica Evenor-Tech, SL

²Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, CSIC, España

³Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM
m.anaya@evenor-tech.com

El suelo desempeña un importante papel en el nuevo escenario de cambio climático, ya que contribuye a la regulación del ciclo del carbono, pudiendo ser fuente y a la vez sumidero de carbono. El presente trabajo pretende aportar nueva información sobre los impactos del cambio climático, tanto actuales como previstos en diferentes escenarios, y a través de una serie de indicadores edáficos, sobre productividad y vulnerabilidad de los suelos, en Andalucía (S, España). Para el análisis de vulnerabilidad de suelos a los efectos del cambio climático, se ha realizado una evaluación agro-ecológica de los suelos andaluces haciendo uso de la tecnología MicroLEIS DSS. Para ello se ha llevado a cabo la aplicación de diferentes modelos de evaluación que analizan las distintas características del suelo y factores relacionados sobre funciones críticas en relación a:

- La potencialidad (capacidad de uso-disgregación de suelos agrícolas y marginales, distribución potencial y aptitud relativa agrícola y forestal).
- La vulnerabilidad (riesgos de erosión y contaminación).

Para la evaluación en escenarios de cambio climático se han utilizado los escenarios regionalizados de la Agencia estatal de Meteorología (AEMET). El escenario de cambio climático analizado es el A1B (IPCC, 2000) en los periodos 2040, 2070 y 2100. Por otra parte, los datos de suelo y manejo de los perfiles

representativos se han obtenido a partir del Sistema Español de Información de Suelos SEIS.net.

Los resultados muestran que en Andalucía, el efecto del cambio climático es negativo para todos los cultivos, con un mayor impacto en los cultivos de verano (maíz, girasol y algodón). En cuanto al análisis en las distintas unidades de estudio, las zonas de costa y marismas son en general las más afectadas, encontrando valores máximos de reducción de cosechas en la provincia de Almería, en la unidad del Bajo Almanzora.

Adicionalmente, el cambio climático previsto favorecerá a determinadas especies en algunas zonas forestales, mientras que empeorará las condiciones para el desarrollo de otras, provocando con ello cambios sustanciales en la distribución vegetal.

Por último, en Andalucía, el efecto del cambio climático en el riesgo de contaminación por metales pesados, nitrógeno y por fósforo es poco apreciable. En lo que se refiere a vulnerabilidad a la contaminación por pesticidas, el cambio climático va a tener un efecto negativo en las clases más altas de vulnerabilidad, tanto por adsorción por pesticidas, como por escorrentía. Los resultados de vulnerabilidad de riesgos de erosión en escenarios de cambio climático en Andalucía, muestran leves diferencias entre el escenario actual y futuro de cambio climático, siendo las clases bajas y altas las únicas sensibles a los diferentes escenarios. Los resultados alcanzados en el presente trabajo muestran la capacidad de discriminación del sistema MicroLEIS para evaluar suelos en escenarios de cambio climático. Ello contribuye a desarrollar estrategias de adaptación específicas para cada tipo de suelos.

SE07-20 CARTEL

THE MAGNETIC PROPERTIES AND THEIR RELATION TO DIAGNOSTIC HORIZONS, PROPERTIES AND MATERIALS IN A LUVIC KASTANOZEMS

Bautista Zúñiga Francisco¹, Cejudo Rubén¹, Aguilar Reyes Bertha¹, Gogichaishvili Avto², Sánchez Antonio³, Delgado María José³, Marín Purificación³, Gil Juana María³ y Díaz Elvira³

¹Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM

²Laboratorio de Paleomagnetismo, Departamento de Física, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Burgos, España

³Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura, CSIC
leptosol@ciga.unam.mx

The use of magnetic methods to characterized different soils are still scare and of dissimilar qualities. However, these techniques may provide some crucial information about the diagnostic materials, diagnostic horizons and diagnostic properties of soils. The principal aim of this study was to analyze the magnetic properties of a Luvic Kastanozems in order to elucidate the importance of Magnetic Soil properties (MSP) and its relationship with the results obtained by conventional techniques.

The studied soil is located in a tectonic depression of Murcia, Spain. The soil profile horizons were described and analyzed. The physical, chemical and mineralogical properties are analyzed with conventional techniques, while the MSP included: bulk susceptibility, frequency dependent susceptibility, isothermal remanent magnetization, acquisition curves, continuous susceptibility measurements and coercivity sensitive parameter S-200. Simple linear regressions were performed using the magnetic soil properties as independent variables together with conventional soil parameters.

A detailed soil profile description and results of conventional analysis allow the identification of a mollic horizon, a Bt horizon and a Ck horizon (Luvic Kastanozem, Endoclayic, Chromic). The MSP revealed that pedogenetic magnetite, most likely produced on the horizon A, is responsible for major part of magnetization. The pyrochlore and/or greigite also coexist but their contribution seems to be minor. The magnetic carriers in the Bt horizons are smaller related to the high percentage of clay, which suggests that they are illuviated. The evidence of goethite is detected in the C and Bt horizons in relatively low quantities.

The MSP allowed identify: a) Ti-magnetite/Ti maghemite is formed in the A horizons and mineral differences between A1 and A2; and b) the presence of clay accumulation in Bt horizon and illuviation of clay and magnetite particles. The MSP allow better characterization of the profile and understanding of pedogenic processes related to the translocation and formation of magnetic carriers.

Key words: Magnetic susceptibility, isothermic remanent magnetization, pedogenesis

SE07-21 CARTEL

PROPIEDADES MAGNÉTICAS Y POSIBLE CONTAMINACIÓN EN PLAYAS DE ANIDACIÓN DE TORTUGA NEGRA (CHELONIA AGASSIZII) EN MICHOACÁN

Fragoso Maldonado Marisol¹, Delgado Trejo Carlos¹,
Aguilar Reyes Bertha² y Goguichaishvili Avto²

¹Facultad de Biología, UMSNH

²Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural y Laboratorio
Universitario de Geofísica Ambiental, Instituto de Geofísica, UNAM
mari_fm15@hotmail.com

En las playas de Colola y Maruata, en el estado de Michoacán, se ubica la zona más importante de reproducción y anidación de la tortuga negra (*Chelonia agassizii*). Las tortugas seleccionan la playa dependiendo de las condiciones aptas para desovar sus huevos, tales como humedad y temperatura. Sin embargo, se ha detectado una fuerte reducción en las poblaciones de casi todas las especies de tortuga, debido principalmente a la absorción de metales pesados por estos organismos. Y es que los metales pesados se encuentran de manera natural en los sedimentos de las arenas, pero también puede haber un exceso debido a actividades antropogénicas. Tales sustancias pueden afectar el proceso de eclosión de los huevos e influir en el desarrollo de los nidos y supervivencia de sus crías.

El objetivo de este trabajo es aplicar la metodología magnética para evaluar un nivel relativo de contaminación, ya que se ha comprobado que concentraciones importantes de metales pesados elevan los valores de ciertos parámetros magnéticos tales como la susceptibilidad magnética, Xlf y la magnetización inducida, MRIS.

Se tomaron perfiles de 1 metro de profundidad en tres playas de la Costa Michoacana: Colola, Maruata y La Tortuga. La playa Colola (18° 18' 38" N, 103° 25' 50" W) pertenece al municipio de Aquila y es una playa abierta desprotegida de 4.8 km de largo y una anchura promedio de 150 metros que corre en dirección este – oeste. La playa de Maruata (18° 15' 30" N y 102° 48' 49" W) es una playa protegida en la bahía del mismo nombre. Colola y Maruata son las playas más visitadas por las hembras de *Chelonia agassizii*, donde se da la mayor cantidad de desoves de esta especie. La playa "La Tortuga" (18° 0' 43" N y 102° 23' 34" W) se localiza en el municipio de Lázaro Cárdenas y ahí desovan las tortugas marinas en menor cantidad.

Los resultados preliminares muestran para los perfiles de Maruata, los valores más elevados tanto de la Xlf como de la SIRM en la parte superior e inferior. En contraste, para Colola se obtuvieron los valores más altos en el medio del perfil así como en los últimos 10 cm, mientras que la playa La Tortuga muestra una mayor variabilidad en los valores de ambos parámetros. Algo a remarcar que es que los valores de la Xlf en los perfiles de Maruata son aproximadamente 50 veces los valores de Colola y 10 veces los de la playa La Tortuga.

SE07-22 CARTEL

ASSESSMENT OF HEAVY METAL POLLUTION USING LAND USES AND INDEXES IN URBAN SOILS IN MORELIA MICHOACÁN MÉXICO

Bautista Zúñiga Francisco¹, Aguilar Reyes Bertha²,
Quintana Patricia³, Aguilar Daniel³ y Goguichaishvili Avto²

¹Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Centro
de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM

²Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental,
Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM

³Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Unidad Mérida, IPN
leptosol@ciga.unam.mx

In Morelia, Michoacán, cancer is the third leading cause of death, with more than 23602 fatal cases in 2009. In absence of mandatory vehicle inspection, a large amount of gases emission is incorporated into the soils trough the atmosphere. The industry regulation on the emission of gases is ambiguous. It is well known that gas emissions due to fossil fuel combustion and industrial residues produce particles containing large amount of heavy metals (HM). Given the lack of knowledge related to cancer causes, it was necessary to elaborate a diagnosis of HM pollution in soils in Morelia. Eighty six soil sites were sampled using plastic cylinder of 2 in long and 2.5 in diameter. Soil samples were taken considering the use of land. The chemical elements and oxides were measured with a X ray fluorescence equipment with a Jordan Valley EX-6600 spectrometer. These elements and oxides were; Rb, Sr, Y, Zr, Nb, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Th, and Pb. Descriptive statistics were analyzed for each element. The HM content was compared with the background soil samples and contents of international critical levels. We applied the Contamination Factor (CF) to measured elements. Cu, Pb and Zn. are considered as well indicators of soil pollution in industrial and urban areas. $CF = (S / C)$, Where: S = test sample; C = control, values of HM for the ecological reserve soils. The classes were CF#1 means non contamination; 1<CF#2 low contamination; 2<CF#3 is median contamination; 3<CF#6 indicate high contamination; CF>6 is very high contamination. To test the relationship between land use and HM content a discriminate analysis was applied using Statgraphics software. Land use was the variable considered;

and the independent variables were the amount of the 13 analyzed elements. Variance analyzes were performed by land use and discriminant analysis to determine if land use is related to the content of HM. Pb, Zn and Cu are the HM with major number of polluted sites. In the case of lead, 12 sites showed high contamination and 16 sites had very high pollution. The three discriminant functions with p-values less than 0.05 are statistically significant at the 95% confidence level. The percentage of cases correctly assigned was 62.5%, being with a correct assignment most of the groups: ecological reserve sites and equipment. Site classification by land use makes sense in terms of soil contamination by HM. Soil samples from the industrial, housing, and mixed land uses are the samples with higher lead values. Industrial, mixed, equipment and housing are the land uses with higher amounts of Cu and Zn. In the city of Morelia soils are contaminated with Pb, Cu and Zn. The urban land uses are related to levels of contamination by HM.

Sesión Especial

PRIMER TALLER PANAMERICANO DE GEOMAGNETISMO (PANGEO)

Organizadores:

Esteban Hernández

Gerardo Cifuentes

Luiz Benyosef

Jeffrey Love

Jean Rasson

SE08-1

REVIEW OF THE MAJOR IRON ORE DEPOSITS OF WESTERN LATIN AMERICA: ROCK MAGNETISM AND MICROSCOPY

Alva Valdivia Luis Manuel
Instituto de Geofísica, UNAM
lalva@geofisica.unam.mx

There are many iron-ore deposits along most of the western continental margin of Latin America. The deposits, which are the most important from economic and genetic view points, are constituted of irregular bodies of magnetite that are superficially oxidized to hematite. The lithologic guide most important for prospecting is the contact between the host rocks and intrusive bodies. The host rocks are mainly: limestones, sandstones and lutites (exceptionally are also volcanic rocks) that are closely associated with the intrusive bodies. Zoning is most conspicuous in those deposits where skarn, hornfels and other alteration zones are present. Also important are faults and fractures (lineaments), linear and circular, associated with intrusives generally located parallel to the Pacific Basin margin.

The iron-ore deposits of Mexico are related to contact metamorphic or metasomatic types, but they range considerably from those in and near massive skarn and garnet zones through deposits where the principal alteration mineral is amphibole and even to bodies where only occasional garnet or skarn mineral is present. The iron-ore is not always controlled by intrusive magmas, as in the case of volcano-sedimentary and remobilized deposits. No single type of emplacement will explain the diversity of magnetite bodies, which are the product of several metallogenic processes occurring in different epochs.

The main iron-ore in the western part of Latin American deposits is magnetite which, depending of the intensity of oxidation and the erosion level, we can observe in a vertical sense, from the surface: hematite, specularite, limonite, jarosite, shale minerals, and sometimes supergenic of copper. Deeper the main mineral is magnetite with silicates (garnet) and sulfides (pyrite). The magnetite quantity increases until massive, almost always with pyrite, phyllosilicate, and calcopyrite. This zoning can be clearly observed in several bodies of the Las Truchas mining district.

Iron ore and associated lithologies have been sampled from the Cerro de Mercado, Peña Colorada, El Encino, and Las Truchas mines, western Mexico, and El Laco, Romeral, Pleito Melon and Cristales, Chile. Magnetic parameters have been studied to characterize the samples: saturation magnetization, Curie temperature, density, magnetic susceptibility, remanence intensity, Koenigsberger ratio, and hysteresis parameters. Rock magnetic properties are controlled by variations in titanomagnetite content, deuteric oxidation, and hydrothermal alteration. The magnetite grain sizes observed in iron ore, range from 5 to > 200 μm , which suggest predominance of multidomain (MD) states. Curie temperatures are characteristic of magnetite ($580 \pm 5^\circ\text{C}$). Hysteresis parameters indicate that most samples have MD magnetite, some samples pseudo-single domain (PSD), and just a few single domain (SD) particles. AF demagnetization and IRM acquisition indicate both NRM and laboratory remanences are carried by MD magnetite in iron ores and PSD-SD magnetite in the host rocks. The variation of NRM intensity and susceptibility suggests that the carrier of remanent and induced magnetization is the same in all cases (Ti-poor titanomagnetite). The Koenigsberger ratio falls in a wide range, indicating the significance of MD and PSD magnetites.

SE08-2

MAGNETOMETERS FOR A GEOMAGNETIC AND SEISMIC COMBINED SURVEY

Benyosef Luiz, Wiermann André y DeCarvalho Lopes José Roberto
Observatório Nacional/Coordenação de Geofísica, Brasil
benyosef@on.br

The Laboratory of Magnetic Sensors Development (LDMS/ON) from the Observatório Nacional develops and builds high sensitivity fluxgate sensors and magnetometers using nanocrystalline and amorphous alloys. The Seismological Team of the Observatório Nacional leads seismic studies using data from the IRIS Consortium. Six stations using broadband seismometers and high resolution fluxgate magnetometers to work combined are being installed in the Rio de Janeiro State.

The developed magnetometers have low noise ring-core sensors made using nanocrystalline (FeSiCuNbB) alloy. The system records magnetic data in a range (0.001 – 100) Hz.

SE08-3

ANÁLISIS DEL PRIMER AÑO DE OBSERVACIONES MAGNÉTICAS EN EL OBSERVATORIO OAGA, URUGUAY

Sánchez Bettucci Leda¹, Caraballo Ramón² y Núñez Pablo³
¹Instituto de Ciencias Geológicas, FC
²Facultad de Ingeniería
³Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Geológicas
ledasbettucci@gmail.com

Se analizan las medidas tomadas desde el OAGA para los meses de febrero, marzo, abril y julio de 2011. Se observa un valor promedio de la intensidad del campo magnético en el entorno de las 22900 nT para febrero y 22860 nT para Julio, eso implica una caída de 0,17% en seis meses. Las variaciones diurnas se caracterizan por presentar un carácter ecuatorial y polar aleatorio con amplitudes de hasta ~60 nT y perturbaciones que llegan a 100 nT frente a tormentas magnéticas. Para poder entender las causas de las variaciones de amplitud observadas, se obtuvieron los datos del índice de actividad geomagnética conocido como Planetary A-Index (AI) (<http://www.swpc.noaa.gov/Data/index.html>). Se contrastaron los cálculos de A-index planetarios según NOAA y el A-index calculado para el observatorio OAGA. Se observa que las mayores amplitudes medidas se correlacionan con altos valores del PAI. Durante el período analizado se observó una variación de la amplitud diurna de la intensidad del campo magnético que promedia a los observatorios regionales. Para estimar la amplitud se aplicó un filtro de mínimo y máximo con una ventana de 12h y se hizo la diferencia entre máximo y mínimo.

SE08-4

ANÁLISIS DE LAS VARIACIONES GEOMAGNÉTICAS LOCALES EN CUBA DURANTE EL PERIODO COMPRENDIDO DE 1999 AL 2008

Calzadilla Méndez Alexander¹, González Martínez Matilde² y Muñiz Sánchez María Elena²
¹Departamento de Geofísica Espacial, IGA
²Departamento de Geofísica Espacial, IGA
acmendez@iga.cu

A nivel mundial el monitoreo continuo del comportamiento del campo geomagnético, es de gran importancia para distintas áreas económico-sociales como la navegación, la ingeniería, la geofísica, la aeronautía (física de la ionosfera), la prospección geólogo-minera, líneas de transmisión eléctrica de alta tensión, oleoductos, la aeronáutica civil y militar y las telecomunicaciones, entre otras, debido a la vulnerabilidad que experimentan muchos de estos sistemas y el equipamiento tecnológico asociado, ante la variabilidad del clima espacial como consecuencia de la actividad solar. Las variaciones que experimenta el campo geomagnético a lo largo del tiempo tienen fundamentalmente un origen interno para las variaciones a largo plazo y un origen externo para las variaciones a corto plazo.

En este trabajo se presenta una evaluación estadística de la calidad de las mediciones realizadas en la Estación Geomagnética de la Habana, Cuba; que fueron registradas en formato digital durante el periodo comprendido entre 1999 luego de sustituirse los tradicionales variómetros de cuarzo de registro en papel fotográfico, hasta el año 2008. Aquí además se presentan las variaciones del registro de mediciones absolutas del campo geomagnético para este mismo periodo de tiempo, como parte del monitoreo de la variación secular del campo magnético terrestre como consecuencia de las variaciones a largo plazo de origen interno.

Así mismo durante este periodo de tiempo (1999 – 2008) fueron registradas localmente varias perturbaciones geomagnéticas intensas, aquí se presenta también un breve análisis de dos de estas tormentas geomagnéticas registradas por el observatorio de la Habana, el estado del medio interplanetario y la actividad solar que las condicionaron. Toda esta actividad climatológica espacial conforma fundamentalmente las variaciones de origen externo a corto plazo del campo geomagnético.

SE08-5

MODERNIZACIÓN INSTRUMENTAL DEL OBSERVATORIO CHIRIPA, COSTA RICA

Brenes Rodríguez Jorge
Geofísica, ICE
jbrenesr@ice.go.cr

Luego del inicio en 1984 de la operación y registro de las variaciones de campo magnético en Costa Rica, a través del Observatorio Magnético de Chiripa, ubicado en la provincia de Guanacaste, se comenzaron por primera vez a obtenerse los valores medios horarios, diarios, mensuales y anuales de las diferentes componentes del campo magnético. Estos registros se realizaron con instrumentación clásica Ruska.

Luego de 25 años de funcionamiento continuo se buscó la manera de modernizar dicha instrumentación pasándola a digital, para eso, se realizaron gestiones a nivel internacional y fue así como a partir del año 2006 se nos donó un equipo digitalizado de parte del grupo INDIGO. Nuestra experiencia ha sido buena, ya que ha facilitado el procesamiento y cálculo de las diferentes líneas base. Dicho equipo está formado por : un hardware que consiste de un magnetómetro fluxgate triaxial, un digitalizador, un GPS, una fuente de poder DC con una batería de respaldo para 18 horas, así como de un software para la capturar de los datos del digitalizador, de análisis básicos de los datos y graficación. Además con la instrumentación clásica solo teníamos promedios horarios –procesados a mano- mientras que ahora tenemos datos a minuto y de mejor calidad.

Para nosotros esto constituye un avance importante en la medición y registro del campo magnético terrestre así como un mejoramiento en la obtención de las líneas base de las diferentes componentes del campo magnético.

Actualmente y a largo de los años, hemos tenido problemas con los registros a raíz de algunos problemas presentados, los más importantes han sido: problemas de la electrónica, daños en el digitalizador por descargas eléctricas, condiciones meteorológicas severas etc.

Agradecemos profundamente a la comunidad internacional que nos han dado una mano en el mejoramiento y calidad de los datos registrados en el Observatorio de Chiripa.

SE08-6

CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES MAGNÉTICAS DEL EMPLAZAMIENTO DE UN OBSERVATORIO GEOMAGNÉTICO EN EL EDO. MÉRIDA, VENEZUELA

Camacho Linares Edwin¹ y Sagredo Arias Vicente²

¹Centro de Investigaciones de Astronomía, Observatorio Geomagnético, Universidad de los Andes, Venezuela

²Universidad de los Andes, Venezuela
edwincmch@cida.ve

Los observatorios geomagnéticos son centros científicos encargados del registro continuo de las componentes y las variaciones temporales del campo magnético terrestre, producidos por fenómenos que van desde el núcleo externo líquido hasta la magnetosfera, en diferentes escalas de tiempo como: milisegundos, segundos, minutos, días, entre otras. Por esta razón son considerados la columna vertebral para el registro del campo geomagnético. El campo geomagnético se puede considerar como un gran escudo que nos protege de partículas de alta energía que provienen del exterior, principalmente desde el sol.

Para cumplir con el objetivo principal del presente trabajo, la bibliografía revisada con anterioridad, nos ha señalado que “el emplazamiento de un observatorio geomagnético debe cumplir con ciertas características que nos permitan determinar si es adecuado para la instalación del observatorio”. Por esta razón se han tomado en cuenta recomendaciones relacionadas con los siguientes puntos en la escogencia del emplazamiento del observatorio:

- a.- El campo geomagnético a medir debe estar libre de anomalías magnéticas, para ser representativo de su región.
- b.- El subsuelo de la zona debe tener una conductividad eléctrica bastante homogénea, para no tener corrientes inducidas (Efecto Costa).
- c.- Los gradientes magnéticos horizontales y verticales deben ser menores a un nT/m (nano Tesla sobre metro).

Considerando que al seleccionar un lugar inadecuado para la toma de datos del campo geomagnético se pone en juego la calidad del mismo. Se propone realizar un estudio integral que nos permita caracterizar las propiedades magnéticas del suelo donde se ubicará el primer observatorio geomagnético de Venezuela mediante métodos geofísico, paleomagnéticos y físicos .

Este estudio comprende mediciones de prospección magnética con un magnetómetro protónico en el lugar donde se ubicará el observatorio, por otro lado obtención de la curva de magnetización remanente isoterma (IRM), curva de histéresis, medición de susceptibilidad magnética, y por último adquisición de la curva de difracción de Rayos “X”. Todo esto permitirá tener una idea más clara de las propiedades magnéticas del emplazamiento del observatorio geomagnético de Mérida, Venezuela y por lo tanto de su calidad para el objetivo ya señalado.

SE08-7

OBSERVATORIO GEOMAGNÉTICO DE MÉRIDA, VENEZUELA

Camacho Linares Edwin¹ y Gutiérrez Eric²

¹Centro de Investigaciones de Astronomía, Universidad de los Andes, ULA, Venezuela

²Centro de Investigaciones de Astronomía (CIDA), Venezuela
edwincmch@cida.ve

Un observatorio geomagnético se ha construido en Mérida, Venezuela (8°33'N, 71°19'W, 1755m), siendo este observatorio el primero en nuestro país. El emplazamiento del observatorio se encuentra lo suficientemente alejado de las perturbaciones provocadas por el hombre (ruido cultural), del mismo modo, se cuenta con un área apropiada para las funciones del observatorio; y además el lugar donde se construyó el observatorio posee una geología favorable la ubicación del observatorio obteniéndose un gradiente horizontal y vertical menor a 1 nT/m, esto es excelente para la operatividad del mismo. Toda la construcción se ha llevado a cabo bajo las recomendaciones de la IAGA mediante el libro: “Guide for magnetic measurements and observatory practice”.

Hoy en día se estima que hay aproximadamente 180 observatorios que operan en todo el mundo, la distribución de los observatorios es en gran parte determinada por la ubicación de la densidad de la población, por la disponibilidad de expertos en cada país, los recursos económicos y como resultado, es desigual y escaso en algunas regiones.

El observatorio esta conformado por tres (3) casas de maderas y dos pilares externos libres de materiales no magnéticos. Dos de las casas de maderas son de dimensiones de 3 por 3 metros y una de 3 por 6 metros, estas casas son construidas para albergar los equipos de medición “magnetómetros”.

Los instrumentos del observatorio están constituido por equipos de alta sensibilidad para las mediciones del campo geomagnético. Los magnetómetros con los que cuenta el observatorio de Mérida son: GSM v7.0 dldD, GSM-90F1 v7.0 Overhauser , GSM-19T v7.0 Protónico y Bartington Mag-01H.

En los próximos meses esperamos contar con el observatorio del 100% operativo, solo falta por instalar los sistemas de comunicación, sistema de energía, para luego proceder a instalar los instrumentos. Por otro lado, desde Junio del año pasado se han estado realizando mediciones preliminares del campo geomagnético con el magnetómetro GSM-90F, esta mediciones nos han permitido determinar los valores de variaciones del campo total “F” del campo en Venezuela, la forma de la curva de la variación diurna y registrar tormentas geomagnéticas.

SE08-8

ESTUDIO DE LAS PRIMERAS MEDICIONES DEL CAMPO GEOMAGNÉTICO EN URUGUAY

Caraballo Ramón¹ y Sánchez Bettucci Leda²

¹Observatorio Astronómico y Geofísico de Aigua, OAGA

²Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Geológicas
jolinar35@gmail.com

Desde el año pasado se comenzaron los trabajos para la instalación del primer observatorio geomagnético del país en las cercanías de la localidad de Aiguá (34° 20' 0.89" S ; 54° 42' 44.72" W). En el presente trabajo se brinda un análisis de las primeras mediciones de campo magnético tomadas con un magnetómetro Overhauser GSM 90S de GEM Systems Inc. y un magnetómetro portátil Geometrics G856X. Dichas medidas fueron tomadas durante los trabajos de acondicionamiento del laboratorio. Se presenta un estudio de la variación diurna del campo geomagnético así como los resultados de la prospección magnética del sitio del observatorio.

Además se realiza un estudio en frecuencia para determinar las componentes principales del campo geomagnético local. Se comparó el resultado de la línea de base para un día tranquilo

(índice geomagnético G0) con mediciones concretas tomadas en otro sitio a 150km de distancia, en la zona de Joanico. (34° 33' 15.13" S; 56° 17' 18" W) Dpto. de Canelones en similares condiciones. Los resultados arrojaron pocas diferencias, lo cual indica que se podría esperar una disposición espacial aproximadamente uniforme del campo geomagnético (al menos en el rango evaluado), salvo la presencia de anomalías puntuales debidas principalmente a; elementos tecnológicos, yacimientos de minerales ferromagnéticos, etc.

SE08-9

ESTADO DE AVANCE DEL PRIMER OBSERVATORIO GEOMAGNÉTICO EN URUGUAY

Sánchez Bettucci Leda¹, Núñez Pablo¹ y Caraballo Ramón²¹Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Geológicas²Facultad de Ingeniería

ledasbettucci@gmail.com

Se está llevando adelante la creación de un Observatorio Geomagnético que permitirá, de manera continua, precisa y constante, registrar observaciones vectoriales absolutas del campo magnético. Si bien Uruguay ha logrado alcanzar en las últimas décadas un nivel académico destacado en diversas disciplinas científicas y tecnológicas, el desarrollo de las Geociencias, y sus aplicaciones sociales e industriales, no ha tenido un desarrollo acorde a las necesidades y potencialidades del área. En particular, el monitoreo de parámetros geofísicos es casi nulo a nivel de territorio uruguayo. Uruguay se encuentra dentro de la Anomalía Magnética del Atlántico Sur, una región donde se han registrado los valores menores de campo magnético a nivel mundial. Las repercusiones de esta en superficie; como la vulnerabilidad a las radiaciones nocivas y susceptibilidad a las tormentas geomagnéticas, con consecuencias a nivel de las tele y radiocomunicaciones, y la generación de corrientes inducidas en líneas de alta tensión y ductos de larga extensión (gas, minero u oleoductos) aún son desconocidas. Por lo tanto, la instalación de una Estación Geomagnética será de utilidad para distintas áreas como la navegación, ingeniería, geofísica, aeronomía (física de la alta atmósfera), prospección geofísica, perforaciones, aviación militar y civil, y telecomunicaciones, entre otras. Así también será de utilidad para tareas de prevención/mitigación por ejemplo vinculadas a los sistemas de corriente eléctrica. Para la instalación del primer observatorio geofísico se ha seleccionado un lugar en el Departamento de Maldonado, a 220km de Montevideo. Allí se instalará el denominado Observatorio Astronómico y Geofísico de Aiguá (OAGA). Este se encuentra ubicado dentro de la Estancia Turística Lagunas del Catedral, cuyas coordenadas son -34° 20' 0.89" S/-54° 42' 44.72" W, h: 270m. El OAGA contará en una primera etapa de un magnetómetro GSM-90F5D v7.0 High Sensitivity Overhauser dIdD Magnetic Observatory System y de un magnetómetro protónico GSM-19T v7.0 Standard Proton Magnetometer, ambos de GEM Systems. Se presentan los resultados preliminares del primer monitoreo de la intensidad del campo magnético total medido con un magnetómetro protónico G856 geometrics, desde el OAGA.

SE08-10

DETERMINACIÓN DEL LUGAR PARA LA REUBICACIÓN DEL OBSERVATORIO GEOMAGNÉTICO DE LA REPÚBLICA DE CUBA

Muñiz Sánchez María Elena¹ y Gandarillas José²¹Departamento de Geofísica Espacial, IGA²Instituto de Geofísica y Astronomía, IGA

mariae@iga.cu

En estos momentos debido al desarrollo urbano resulta imposible continuar con el emplazamiento que ocupa el Observatorio Geomagnético "HABANA", por lo que se hace necesario buscar con la mayor brevedad un lugar para la reubicación del mismo. Para esto nos dimos a la tarea de buscar sitios que cumplieran con las características geológicas y geofísicas del CMT, además de cercanía y seguridad para la atención y cuidado del equipamiento.

Los trabajos previos incluyeron la búsqueda de información geológica de los sitios a investigar, consultas a especialistas (geólogos y geofísicos) y revisión de imágenes aéreas y satelitales.

En el trabajo se muestran los resultados de los levantamientos geomagnéticos realizados en áreas del Instituto de Ecología y Sistemática, Provincia La Habana (1 área) y en las inmediaciones del Observatorio Sismológico "SOROA"; Provincia Artemisa (4 áreas).

En todos se trazaron cuadrículas de 20 x 20 m, en las que se procedió a realizar mediciones de la componente total del campo geomagnético "T" cada 2 m, a 2 alturas sobre el nivel del terreno, para medir tanto el gradiente horizontal como vertical. Las mediciones se ejecutaron con un magnetómetro protónico "GSM 19T".

Se utilizó la metodología aprobada por la International Association of Geomagnetism and

Aeronomy (IAGA), para este tipo de investigación, confeccionándose los mapas de gradiente magnético horizontal y vertical de todos los lugares visitados.

Se concluye que de las 5 áreas estudiadas sólo dos cumplen los requisitos de bajo gradiente, menos de 2 nT/m, recomendándose las mismas para el traslado del Observatorio Geomagnético Cubano.

SE08-11

PROCESAMIENTO DE DATOS PARA LA CARTA MAGNÉTICA DE LA REPÚBLICA MEXICANA (ÉPOCA 2010.0)

Guzmán Armenta Biviana, Cifuentes Nava Gerardo y Hernández Quintero José Esteban

Instituto de Geofísica, UNAM

bivipp@hotmail.com

La última Carta Magnética de la República Mexicana publicada en el año de 1993 por el Instituto de Geofísica de la UNAM, corresponde a la Época 1990.0, constituida por 52 estaciones magnéticas de repetición localizadas homogéneamente en el territorio nacional.

Durante el periodo 2008-2012 se realizaron 8 campañas de mediciones magnéticas, tratando de llevar a cabo la re-ocupación de las 52 estaciones con las que se construyó la carta de 1990.0 para elaborar la correspondiente a la Época 2010.0. Se muestran las estaciones de repetición ocupadas, haciendo un total 42; en muchos casos, no fue posible realizar la medición debido al crecimiento urbano de los sitios visitados en 1990-1993, sin embargo se realizó la re-ocupación de estaciones de repetición, re-ubicando estos puntos en lugares estratégicos como escuelas, campos deportivos, aeropuertos y monumentos, en un radio menor a cinco kilómetros para darle continuidad al sitio.

La metodología incluye la observación solar para determinación de un azimut geográfico de referencia, así como la observación continua de las componentes geomagnéticas de Declinación, Inclinação e Intensidad Total durante todo un día en los sitios seleccionados que además son estudiados para constatar que poseen un gradiente magnético adecuado.

Mediante el uso de programas como el Almanaque del Observatorio Naval de los EE UU en combinación con otros desarrollados por el grupo de Geomagnetismo de la UNAM, se calculan las posiciones del norte verdadero en cada estación y los valores reales de las componentes geomagnéticas; en una segunda etapa se calcula el vector geomagnético completo (X,Y,Z,F,H,D,I). Los cálculos también involucran errores de sitio, de sonda, de azimut, de las observaciones de campo.

Los datos son reducidos en tiempo a la Época 2010.0 para presentar el producto final que son las Cartas Magnéticas para la República Mexicana de Declinación, Inclinação e Intensidad Total junto con los valores vigentes de Variación Secular para esa misma época.

SE08-12

GEOMAGNETIC FIELD VARIATIONS AT THE SOUTH AMERICA EQUATORIAL ELECTROJET

Benyosef Luiz, Piauino Larissa y Lopes Monique

Observatório Nacional, Coordenação de Geofísica, Brasil

benyosef@on.br

This paper presents a study of the geomagnetic field variations at the South America Equatorial Electrojet. We have used data from the horizontal (H) and vertical (Z) components of the geomagnetic Field recorded in two magnetic stations: Cachoeira do Arari (01°00'41"S and 48°57'48"O) and Capitão Poço (01°44'05.43"S and 47°03'43.72"O) located in the Para State. These variations at low latitude regions present original characteristics. Data from two magnetic observatories Vassouras (VSS) and Huancayo (HUA) were used in this study also.

SE08-13

VOLCÁN POPOCATÉPETL COMO UN OBSERVATORIO NATURAL

Kotsarenko Anatoliy¹, Grimalsky Vladimir², Yutsis Vsevolod³, Koshevaya Svetlana², Bravo Osuna Ana Gabriela¹ y Valdés González Carlos⁴¹Centro de Geociencias, UNAM²CIICAP, UAEM³Facultad de Geociencias, UANL⁴CENAPRED, IGF, UNAM

kotsarenko@geociencias.unam.mx

En el trabajo se discuten diferentes conceptos geofísicos, geológicos, atmosféricos y electromagnéticos, los que tienen que ver con el estudio del volcán Popocatepetl.

En la primera parte se presentan los signos evidentes de una alta probabilidad de existencia de una segunda cámara magmática (o un dique geológico). Se discuten aspectos de escenarios catastróficos comparando con el modelo del chorro sísmico y erupción del volcán Miyakejima en Japón 2000 (desde 26 de junio). Se presenta un modelo físico de generación del campo magnético anómalo.

En la segunda parte se proponen interpretaciones geofísicas de la geología de la montaña Tlamecas y sus alrededores, donde dudan varios ciclos de monitoreo

se han registrado anomalías en el campo magnético y en la emanación de Radón.

En la tercera parte se presentan y discuten diferentes modelos tanto cualitativos como cuantitativos sobre diferentes tipos de descargas eléctricas que contribuyen a la generación del campo magnético anómalo.

SE08-14

ANOMALÍAS MAGNÉTICAS EN VOLCÁN POPOCATÉPETL

Bravo Osuna Ana Gabriela¹, Kotsarenko Anatoliy¹, López Cruz-Abeyro
José Antonio¹, Grimalsky Vladimir² y Koshevaya Svetlana²

¹Centro de Geociencias, UNAM

²CIICAp, UAEM

nanette.gogol@gmail.com

La actividad en el área volcánica provoca una gama amplia de efectos que contribuyen en anomalías magnéticas. Entre ellas se encuentran: 1. Los efectos subterráneos (flujos convectivos y oscilaciones de magma en la cámara magmática, corriente de magma en canales del conducto principal y conductos laterales; estrés y movimiento de la tierra debido a los eventos volcánico-tectónicos; cambios geoquímicos e hidrológicos en los flujos del agua subterránea, etc.);

2. Efectos en la atmósfera provocados por las erupciones volcánicas (inyección de partículas metálicas e iones, aerosoles, etc) y en su orden, cambio local de las características de la atmósfera (compuesto químico, conductividad, carga eléctrica).

3. Efectos provocados por la emanación de Radón por las fracturas en el área volcánica e ionización intensiva en la capa superficial del aire, lo que provoca diferentes efectos locales, como re-distribución de la carga eléctrica alrededor de las zonas anómalas, descargas en el aire debido al gradiente de potencial eléctrico y, en combinación con los efectos de los cambios atmosféricos mencionados en (2), atracción de las descargas eléctricas tipo relámpagos en la zona anómala.

En el reporte se presentan resultados de análisis de frecuencia y fractales de las anomalías magnéticas observadas en la estación volcánica Tlamacas y su comparación con los registros de la estación de referencia Juriquilla.

SE08-15

CARACTERIZACIÓN FRACTAL DE CAMPO MAGNÉTICO EN MONTAÑA TLAMACAS

Bravo Osuna Ana Gabriela y Kotsarenko Anatoliy

Centro de Geociencias, UNAM

nanette.gogol@gmail.com

A través de análisis de registros magnéticos obtenidos durante los años 2005 y 2006 en la montaña Tlamacas (Long. 261.37, Lat. 19.0) se ha descubierto una anomalía magnética que afecta principalmente a la componente horizontal de los registros del magnetómetro. Tal perturbación es atribuida a la actividad volcánica de Popocatepetl.

Los procesos geodinámicos en el volcán modifican el campo magnético en las zonas aledañas.

En este estudio se utiliza análisis fractal, para encontrar un exponente de Hurst a través de un algoritmo basado en Wavelets. Tales herramientas permiten caracterizar la dinámica de los sistemas y su aplicación es muy amplia en el campo de la geología y la geofísica en la búsqueda de patrones.

El monitoreo fractal de campo magnético en la vecindad del volcán está orientado a encontrar patrones relacionados con manifestaciones volcánicas, aportando un parámetro que se suma al monitoreo sísmico y volcánico tradicional.

SE08-16

VARIACIONES GEOMAGNÉTICAS DIARIAS POR EFECTO DE LA LUNA

Rosales Corilloclla Domingo, Vidal Safor Erick y Orihuela Lazo Silvano

Observatorio Geomagnetico de Huancayo, IGP

domingo_igp@hotmail.com

La Luna aparentemente parece no tener un efecto geomagnético apreciable de período mensual, pero Keil [1839], Sabine [1853], Broun [1874] y muchos otros han demostrado que hay una variación lunisolar diaria. Se sabe que la variación solar (S) y lunar (L) tienen variaciones estacionales. Los cambios estacionales de S, particularmente en días quietos (Sq), han sido estudiados en mucho más detalle que los cambios estacionales de L. El propósito de este trabajo es describir con mayor detalle el efecto de la variación L en la zona del ecuador geomagnético, en ausencia de perturbaciones por el que se ha seleccionado convenientemente los datos registrados en el observatorio geomagnético de

Huancayo durante los años 2008 - 2009 que corresponden al período más prolongado de mínima actividad solar (fin del ciclo solar 23 e inicio del ciclo solar 24).

Para estudiar las periodicidades presentes en las fluctuaciones geomagnéticas se han aplicado un análisis espectral en alta resolución mediante las técnicas de Fourier y Wavelets. Mientras que la técnica de Fourier proporciona información sobre el contenido de frecuencias que posee una determinada señal, la técnica wavelets detecta la evolución en el tiempo de los parámetros (período, amplitud y fase), dicho de otra manera no solo nos proporciona las frecuencias principales, sino que nos indica cuándo ocurren y cuánto es su duración.

Los datos usados en este análisis consiste en valores promedio de minuto de las tres componentes H, D y Z del observatorio de Huancayo (12.041203°S, 75.320586°W, 3314 metros sobre el nivel del mar) para el intervalo del 1 de Enero 2008 al 31 de Diciembre 2009, se eliminaron las variaciones seculares en cada componente y se determinó las frecuencias usando la Transformada Rápida de Fourier FFT (Fast Fourier transform). Un análisis espectral en alta resolución en los datos geomagnéticos muestra las divisiones de la línea solar y lunar en sus frecuencias fundamentales y sus armónicos de las variaciones anuales. La variación semidiurna es la más notable, la misma que posee una variación estacional, siendo máxima amplitud en los meses de Enero-Febrero, Octubre-Noviembre y mínimo en el mes de Junio-Julio.

SE08-17

ANÁLISIS DE VARIACIONES DE LA COMPONENTE HORIZONTAL DEL CAMPO GEOMAGNÉTICO PROPIO DE TORMENTAS GEOMAGNÉTICAS ASOCIADO A CAMBIOS EN LA PRESIÓN ARTERIAL HUMANA, OCURRIDAS EN 2001 Y 2008

Martínez Bretón Julia Lénica y Mendoza Ortega Blanca

Instituto de Geofísica, UNAM

lenica@geofisica.unam.mx

Se analiza parámetros del plasma asociados a variaciones del índice geomagnético Dst (<http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/kp/index.htm>), propios de tormentas geomagnéticas. En investigaciones que reportan variaciones en la presión arterial (PA) humana asociada a la TG, [Dimitrova et. Al. (2008), Azcárate et. Al (2011)], ambas dentro del ciclo solar 23.

SE08-18

ESTUDIO MAGNETOMÉTRICO EN TLÁHUAC DE LA SUBCUENCA DE CHALCO, ZONA CONURBADA MÉXICO D.F.

Hernández Contreras Héctor Octavio Augusto, Hernández Quintero

Juan Esteban, Cifuentes Nava Gerardo y Quiroz Suárez Diego

Instituto de Geofísica, UNAM

h_octavio_augusto@hotmail.com

El instituto de Geofísica de la UNAM realiza una serie de estudios con métodos potenciales con el fin de determinar la profundidad del basamento cristalino en la subcuenca de Chalco para una posterior perforación que brinde muestras del mayor paquete de sedimentos posible para su análisis.

La zona de trabajo inicialmente propuesta está ubicada en la parte sureste de la Ciudad de México entre la delegación de la delegación Tlahuac (D.F.) y el Municipio de Chalco (Estado de México). Se encuentra entre las coordenadas -98.977° y -98.956° de longitud oeste y 19.2447° y 19.2572° de latitud norte.

Se realizó un levantamiento magnetométrico y gravimétrico durante los días 19 y 20 de mayo de 2012. Después de las pertinentes correcciones, los datos permitieron obtener un mapa de anomalías de la zona para realizar una interpretación preliminar.

Como resultado, se obtuvo un mapa de anomalías magnéticas que muestra una tendencia muy bien definida de disminución del campo magnético hacia el Norte#Noreste. Desde el punto de vista físico, esto implica que la fuente de esta anomalía (en este caso el basamento de la cuenca), se encuentra más cerca de la superficie en la parte Sur. Es decir, las anomalías positivas de más de 20 nT se encuentran en la parte sur-oeste, bajando su intensidad hacia el Norte. El valor nulo (0 nT) se encuentra en una zona con un rumbo bien definido NW#SE. Pasando a la anomalía negativa que van más allá de los #100 nT.

Posteriormente a los datos se les aplicó un filtro de reducción al polo (RTP) para construir un mapa que mostrara las anomalías ubicadas directamente sobre la fuente. En este mapa se muestra la presencia clara de un cuerpo con una susceptibilidad magnética positiva con respecto a su entorno. Las líneas y la morfología de esta superficie pueden relacionarse con tres características de este tipo de anomalías: el contraste de susceptibilidad magnética (que se relaciona principalmente con el contorno del cuerpo intrusivo); la profundidad de la fuente de anomalía (que en este caso solo puede estimarse obteniendo valores de susceptibilidad magnética del material de la cuenca y del intrusivo), y finalmente de la geometría del cuerpo que causa la anomalía, que puede definirse mediante un método de inversión.

El estudio de magnetometría dio por resultado dos principales conclusiones: La primera es que la cuenca tiende a profundizarse hacia el Norte y Noreste del sitio de estudio. En segundo lugar es la presencia de cuerpos someros distribuidos en la zona de transición entre los depósitos lacustres y el basamento. Esto puede contribuir a definir una o varias zonas de perforación en donde no existen este tipo de obstáculos para recobrar la secuencia sedimentaria sin atravesar productos volcánicos relacionados con el volcán Xico (por ejemplo).

Se demuestra la gran utilidad de los métodos potenciales como apoyo a exploraciones de este tipo en la cuenca de Chalco.

SE08-19

ESTUDIO ACTUALIZADO MAGNETOMÉTRICO EN LA ISLA MARÍA MADRE, ARCHIPIÉLAGO DE LAS ISLAS MARIAS, NAYARIT, MÉXICO

Morales Juárez Silvia Patricia¹, Hernández Quintero Juan Esteban², Caccavari Garza Ana², Schaaf Peter², Hernández Treviño Teodoro² y Pompa Mera Valeri²

¹Ingeniería Geofísica, BUAP

²Universidad Nacional Autónoma de México

klar311@hotmail.com

El Archipiélago de las Islas Marías se encuentra localizado a 110 km al oeste del Puerto de San Blas (Nayarit, México), ocupa un total de 242km², y se ubica geográficamente entre los 21°15' y 21°50' de latitud N y los 106°14' y 107° de longitud W en el Océano Pacífico; está formado por cuatro islas conocidas con el nombre de María Magdalena, María Cleofas, San Juanito y María Madre.

La Isla María Madre es la más grande del Archipiélago, tiene una superficie de 114 km². Su forma presenta un eje mayor orientado NW-SE.

En una primera etapa, se reportaron los datos preliminares de magnetometría, geomagnetismo y variación diurna de campo magnético local (Caccavari y Hernández, 2009; Morales Juárez S.P., et. Al., 2011). Como una segunda etapa, y basados en los datos magnetométricos adquiridos en Junio de 2009, en este trabajo se presentan los resultados en un conjunto de mapas magnéticos de los datos crudos, procesados y filtrados.

Se llevo a cabo un análisis geo-estadístico de los datos de campo y se calcularon los variogramas correspondientes en dos direcciones ortogonales NS y EW con el fin de validar la información con que se cuenta.

Posteriormente se realizaron las correcciones por IGRF y variación diurna, los datos se desplegaron como una anomalía sobre el área de estudio. El resultado de este proceso fue un mapa suavizado y un análisis del origen de las anomalías (profundas y someras). Este mapa aporta información general de los principales rasgos magnéticos, además se aplicaron una serie de filtros. Primero una reducción al polo (RTP) con el fin de ubicar con precisión las anomalías importantes sobre su fuente, posteriormente un filtro de convolución Sobel de tres puntos (utilizado principalmente en imágenes para acentuar gradientes y bordes); además se realizaron algunas pruebas con el filtro Butterworth para observar el comportamiento de la anomalía eliminando ventanas de altas y bajas frecuencias. Finalmente el mapa resultante nos proporciona más información ya que podemos observar que la geología superficial que presenta la Isla María Madre es correlacionable en un 80% con el mapa de anomalías magnéticas.

Con el apoyo de datos de susceptibilidad magnética adquiridos in-situ, se realizaron 7 perfiles geológico-geofísicos con el fin de enriquecer la información obtenida.

SE08-20

ACIERTOS Y PROBLEMAS EN LA PRÁCTICA DEL GEOMAGNETISMO EN AMÉRICA LATINA (1993-2012)

Hernández Quintero J. Esteban

Instituto de Geofísica, UNAM

estebanh@geofisica.unam.mx

En 1990, el estado de la mayoría de los observatorios geomagnéticos en América Latina presentaba en general el mismo perfil. El uso de Variógrafos fotográficos generaba una señal analógica que se almacenaba en registros de papel. El proceso de definir las líneas bases del observatorio se basaba en mediciones absolutas a partir de instrumentos de suspensión como el Quartz Horizontal Magnetometer (QHM), o el magnetómetro para componente horizontal (H) marca "Ruska", por ejemplo.

Carvalho de Godoy (1995) publicó el primer reporte de calibración de los observatorios latinoamericanos que operaban en 1990-1993. Con este proyecto se estableció un diagnóstico sobre los problemas de los observatorios en la región. Posteriormente se planteó la necesidad de mantener una comunicación constante entre aquellos profesionales en la región, dedicados a la práctica del Geomagnetismo.

En este trabajo, se hace un análisis del proceso de desarrollo del Geomagnetismo en América Latina; los cambios profundos que ha experimentado la infraestructura de los observatorios modernos, así como las nuevas y diversas aplicaciones. Señalando puntualmente ciertas acciones

importantes para actualizar y promover el desarrollo del geomagnetismo en los países en la región.

SE08-21 CARTEL

ESTUDIO MAGNETOMÉTRICO Y GRAVIMÉTRICO PARA DETECCIÓN DE FALLAS EN EL SISTEMA ACAMBAY EN EL ESTADO DE MÉXICO

García Serrano Alejandro¹, Sánchez González Jesús¹ y Cifuentes Nava Gerardo²

¹Facultad de Ingeniería, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

agarcia@dictfi.unam.mx

En el centenario de la conmemoración del terremoto intraplaca de Acambay del 19 de noviembre de 1912, se realizó un estudio de prospección magnética y gravimétrica para definir con mayor precisión la estructura de las fallas originadas por este suceso.

La zona de estudio se localiza aproximadamente a 11 km al Sur de Acambay, en la falla Acambay-Tixmadejé donde se realizaron dos mallas de magnetometría, la primera consta de 17 líneas con una separación de 35m y tomando datos a cada 5m y la segunda con un total de 12 líneas con la misma separación, ambas con dirección NW. Aunado a estas se realizaron dos líneas de gravimetría localizadas en la parte central de cada malla de magnetometría con estaciones a cada 25m, con el fin de poder correlacionar los resultados de ambos métodos, las longitudes de dichas líneas son de 600m y 550m respectivamente.

En este estudio se describe el procesamiento de los datos que incluyen derivadas direccionales, señal analítica e inversión generalizada, por medio de los cuales se obtienen resultados preliminares con variaciones magnéticas y rasgos de anomalía altamente correlacionables con dichas fallas.

Es de gran importancia la caracterización de estas fallas dado el gran crecimiento poblacional de la zona y asentamientos de casas sobre ellas, lo cual implica un alto riesgo en la seguridad de la población, teniendo en cuenta que son fallas geológicas activas y que no se pueden descartar movimientos sísmicos asociados a estas, por lo que es necesario que las autoridades y población cuenten con la información pertinente a estos fenómenos.

SE08-22 CARTEL

CARTAS GEOMAGNÉTICAS DE MÉXICO: RECURSOS Y ALTERNATIVAS PARA EL ANÁLISIS ESPACIO-TEMPORAL DEL CAMPO MAGNÉTICO DE LA TIERRA

Hernández Quintero J. Esteban y Cifuentes Nava Gerardo

Instituto de Geofísica, UNAM

estebanh@geofisica.unam.mx

Entre 2009 y 2011 se realizó el levantamiento de 36 estaciones geomagnéticas de repetición en México; los datos se fueron reducidos a 2010.0. Esta información sirvió para realizar un análisis espacio-temporal en conjunto con datos más antiguos (1990.0) con objeto de actualizar los principales rasgos encontrados en trabajos anteriores (Hernández-Quintero et Al., 2009).

El apoyo de datos aeromagnéticos, de satélite y en la superficie de la Tierra, se evalúa como una herramienta para acentuar rasgos geomagnéticos de interés, tales como anomalías en el tiempo, o bien relacionadas con su distribución espacial.

Es claro que debido a la naturaleza de la información obtenida para diferentes propósitos (por ejemplo aquella obtenida desde satélites, desde aeronaves, o en la superficie de la Tierra) es influenciada por diversas fuentes como la magnetosfera, ionósfera, como fuentes de corrientes que inducen campos magnéticos externos. Sin embargo, una mayor cantidad de información puede combinarse de manera adecuada y obtener resultados con distintos objetivos.

El estudio del Campo Magnético Principal en el espacio y en el tiempo es una aplicación clásica de las cartas magnéticas. Al combinar sus datos de Campo Principal con otros datos, puede enriquecer en gran medida su uso, y sus aplicaciones.

SE08-23 CARTEL

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA CARTA MAGNÉTICA DE MÉXICO

Becerril Herrera Ricardo¹, Sánchez Nájera José Angel², Ramírez Sánchez

José Luis², Cifuentes Nava Gerardo¹ y Hernández Quintero Esteban¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²ITCuautila

gercifue@geofisica.unam.mx

Los proyectos de servicios de consulta a través de GeoServidores y datos GeoReferenciados es una implementación completamente transaccional de la especificación para servidores WFS (Web Feature Service) del consorcio OGC

(Open Geoespatial Consortium), e incluye un Servidor Web de Mapas (WMS - Web Map Server) integrado.

Los servicios OGC, consisten en un conjunto de tecnologías que facilitan la disponibilidad y el acceso a la información espacial de la zona de estudio, haciendo uso de un conjunto de estándares y especificaciones, que permiten que las aplicaciones operen bajo condiciones conocidas.

Los servicios OGC son definidos según el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), como un conjunto de aplicaciones o de tecnologías con capacidad para inter-operar en la Web. Estas aplicaciones o tecnologías intercambian datos entre sí con el objetivo de ofrecer servicios. Los proveedores ofrecen sus servicios como procedimientos remotos y los usuarios solicitan un servicio llamando a estos procedimientos a través de la Web.

Los programas orientados a Sistemas de Información Geográfica (SIG), tanto gratuitos como comerciales, han implementado la especificación WMS, lo que les permite combinar capas de datos locales (almacenados en el equipo del usuario o disponibles a través de una red local o intranet) con capas residentes en sitios remotos, y accesibles mediante un servicio WEB.

La función primordial de un SIG es el manejo de datos para describir nuestro mundo de dos formas:

- Datos de Localización - ¿Dónde está?
- Datos de Atributos: ¿Qué es?

Para esto deben unir los datos de localización y los datos de atributos mediante el uso de diversas tecnologías como son: Los sistemas de manejo de Bases de Datos Relacionales, los Programas Gráficos CAD y los Paquetes para Análisis Estadísticos. Un programa de SIG es un lazo de unión entre capas de información de localización y atributos, mediante esta unión es posible hacer preguntas sobre nuestro mundo.

En este sentido los usuarios del Servicio WEB de información geo-espacial podrán combinar sus datos con diversa información disponible en las Geo-Databases.

En el marco de la UGM y como parte del Primer Taller Panamericano de Geomagnetismo (PANGEO), se pone a consideración la presente propuesta para el manejo de SIG, la cual está fundamentada en el manejo de herramientas y aplicaciones del tipo open source, tales como QGIS, postGIS, GRASS, MapServer, solo por mencionar algunas; pero pensando en el manejo de datos geofísicos, siendo el caso específico, el de la Carta Magnética de México y que se explicará a detalle dentro de las actividades de PANGEO.

Sesión Especial

TERCER SIMPOSIO "AVANCES Y PERSPECTIVAS DE LA ARQUEOMETRÍA EN MÉXICO"

Organizadores:

Ana María Soler

Galia González

Luis Barba

José Luis Ruvalcaba

Rodrigo Esparza

Ángel Ramírez

Jasinto Robles

SE09-1

ANÁLISIS QUÍMICO Y DE HUELLAS DE USO DE UNA PUNTA DE OBSIDIANA DEL TIPO FOLSOM (9000-7000 A.P.) POR LAS TÉCNICAS DE MEB, EDX Y PIXE

Esparza López Juan Rodrigo¹, Tenorio Castilleros Dolores², Jiménez Reyes Melania², Villaseñor Pedro² y Quero Edgar³

¹Centro de Estudios Arqueológicos, CEQ-COLMICH

²Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares

³El Colegio de Michoacán, A.C.

jresparza@yahoo.com

Durante las excavaciones del sitio arqueológico Guachimontones, en Teuchitlán, Jalisco, se registró el hallazgo de una punta de proyectil del tipo Folsom. Luego de realizar algunos estudios morfológicos al parecer se trata de una punta con una antigüedad mayor a los 9000 A.P. por lo que lo hace un hallazgo único en la región. A esta punta de proyectil se realizaron varios estudios a cerca de su composición química por PIXE y EDX, sus características físicas, sus huellas de uso y tafonómicas por microscopía electrónica con lo cual hemos podido en un primer momento demostrar el paso del hombre prehistórico en la región Valles de Jalisco, y por otro lado, deducir e inferir su procedencia de materia prima así como algunos detalles sobre su utilización para la caza probablemente de megafauna.

SE09-2

UN YACIMIENTO DE OBSIDIANA DESCONOCIDO EN LA SIERRA ALTA DE DURANGO. ANÁLISIS QUÍMICO POR ACTIVACIÓN NEUTRÓNICA (AAN) Y SU PROBABLE EXPLOTACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DURANTE LA ÉPOCA PREHISPÁNICA.

Esparza López Juan Rodrigo¹, Grave Tirado Luis Alfonso², Tenorio Castilleros Dolores³ y Jiménez Reyes Melania³

¹Centro de Estudios Arqueológicos, CEQ-COLMICH

²Instituto Nacional de Antropología e Historia, Centro Regional de Sinaloa

³Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, ININ

jresparza@yahoo.com

En la sierra alta de Durango, en uno de los valles intermontanos más grandes entre El Salto y la ciudad de Durango, precisamente conocido como Llano Grande, hay al menos tres concentraciones de obsidiana hace poco tiempo descubiertas. Se trata afloramientos con nódulos pequeños, los más grandes apenas son del tamaño del puño de una mano humana; sin embargo, al parecer fue utilizada profusamente por los grupos que habitaron la sierra en la época prehispánica e incluso fue sujeta de intercambio con las sociedades costeras del sur de Sinaloa. Su caracterización, mediante AAN, nos ayudará a establecer con mayor precisión su uso y distribución.

SE09-3

ANALIZADOR PORTÁTIL DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X EN LA CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DE LOS ARTEFACTOS LÍTICOS DE OBSIDIANA Y RIODACITA DEL SITIO ARQUEOLÓGICO LA PINTADA, SONORA: RESULTADOS PRELIMINARES DE LA FUENTE DE EXTRACCIÓN.

Gómez Valencia Alejandra Marisela¹, Vidal Solano Jesús Roberto¹, Hinojo Hinojo Adriana² y Contreras Barragán Erendira²

¹Departamento de Geología, UNISON

²Instituto Nacional de Antropología e Historia, Centro INAH Sonora

alejandram.gomezv@correoa.uson.mx

Los estudios interdisciplinarios entre el Departamento de Geología de la Universidad de Sonora y el Instituto Nacional de Antropología e Historia (Centro INAH-Sonora), han permitido, mediante el proyecto de investigación del sitio Arqueológico La Pintada, dar inicio a un estudio geoarqueológico en la Sierra Libre y Sierra Santa Ursula en el Estado de Sonora, México. Esta investigación integra, por un lado, el reconocimiento geológico de la región y el estudio petrológico de la posible litología que constituye las fuentes de extracción de la materia prima y, por otro lado, una caracterización petrográfica y geoquímica de los artefactos líticos recolectados en superficie y en excavaciones del sitio La Pintada (ubicado al Noroeste de la Sierra Libre).

El análisis petrográfico de 500 artefactos arqueológicos de litica tallada, permitió crear una base de datos con las principales propiedades físicas de los materiales como aspecto, color, textura y mineralogía, identificando varios grupos petrológicos dentro de los que destaca un 24% de obsidiana y un 62% de riodacita (dacitas ricas en Sílice). De acuerdo con estos resultados se seleccionaron 45 artefactos como especímenes representativos de estos pares líticos (37 obsidianas y 8 riodacitas). Estos fueron analizados químicamente al igual que las muestras geológicas de los afloramientos, bajo la detección de las concentraciones de los elementos Zr, Sr, Rb, Fe, Mn, Cr, Ti, Th, Ca, K, Zn,

Cu y Ni por medio de un analizador portátil de Rayos X Thermo Scientific Niton XRF Analyzers Modelo XL3t 500, propiedad del Servicio Geológico Mexicano, misma que funciona a la perfección como una técnica no destructiva del material Arqueológico. El procesamiento y análisis de estos datos se llevó a cabo utilizando los elementos más confiables por medio diagramas ternarios que pudieran definir grupos entre los ejemplares.

La evaluación geoquímica, hasta hoy realizada, en los materiales líticos de La Pintada refleja: a) que para las obsidianas existen 4 grupos químicos derivados de distintas fuentes y, b) que solo uno de esos grupos químicos corresponde al análisis de las muestras recolectadas en el único yacimiento de obsidiana descubierto hasta el momento en la región, c) que en las riodacitas existen 3 grupos químicos y, d) que uno de ellos es correlacionado con los artefactos analizados de la Sierra Santa Ursula localizada al sur de la Sierra Libre.

Estos resultados muestran la existencia de varias fuentes de extracción de obsidiana y riodacita como parte de la materia prima utilizada en los artefactos del sitio arqueológico La Pintada. La mayoría de estos yacimientos de abastecimiento no han sido aún descubiertos, sin embargo, gran parte de las sierras volcánicas de la región, que carecen de un reconocimiento geológico detallado, guardan un gran potencial para la ubicación de estas fuentes silíceas. La continuación de las investigaciones bajo esta temática vislumbra un importante aporte al conocimiento de las tradiciones culturales y al manejo productivo de los cazadores recolectores de la región.

SE09-4

ANÁLISIS NO DESTRUCTIVO DE LAS PIEDRAS VERDES DEL AJUAR FUNERARIO DEL REY PAKAL

Manrique Ortega Mayra Dafne¹, Ruvalcaba Sil José Luis¹, García Bucio María Angélica¹, Casanova González Edgar¹, Aguilar Melo Valentina¹ y Filloy Nadal Laura²

¹Instituto de Física, UNAM

²Museo Nacional de Antropología e Historia, INAH

mayma@fisica.unam.mx

Las técnicas espectroscópicas no destructivas se basan en el uso de propiedades físicas o químicas de materiales para la evaluación indirecta de muestras sin alterar sus propiedades. En general, si se emplean equipos portátiles se obtiene información menos precisa que con los equipos fijos de laboratorio; sin embargo, su uso es adecuado para aquellos casos en los que la toma de muestras no es factible. En particular, en la década reciente, se ha intensificado su uso para el estudio de patrimonio cultural puesto que éste, debido a su intrínseco valor histórico, artístico y técnico, requiere de metodologías de punta, preferentemente, no destructivas y no invasivas.

Como herramienta para caracterizar piezas de patrimonio cultural estos análisis proveen el conocimiento sobre los materiales empleados, su procedencia, las tecnologías de fabricación, el estado y los mecanismos de degradación así como también intervenciones posteriores permitiendo determinar los procedimientos más adecuados para la conservación y restauración de un bien cultural.

El presente proyecto forma parte de una de las colaboraciones interdisciplinarias del Instituto de Física de la UNAM y del Museo Nacional de Antropología del INAH para desarrollar y aplicar técnicas no destructivas y no invasivas para el análisis in situ de las piedras verdes del ajuar funerario del rey maya Pakal II, aportando con ello nueva información para establecer su composición y contribuir de manera relevante en la identificación mineral, su procedencia, la tecnología de manufactura y su cronología.

Históricamente, el jade es un material verde ampliamente valorado no sólo por su color, su dureza y resistencia sino también por su relativa escasez. Para las culturas mesoamericanas este material tuvo cuatro usos principales: funerario, ornamental, ritual y utilitario. Una de las mayores representaciones de su uso es el suntuoso ajuar que componía la ofrenda funeraria del rey maya K'inich Janaab Pakal de Palenque. Por otra parte, químicamente, el jade es un mineral difícil de identificar debido a que su estructura química puede presentar distintos tipos de sustituciones que dan lugar a varias especies minerales diferentes dependiendo del elemento que sea sustituido y el elemento sustituyente. Cabe señalar que además del jade se usaron en las culturas mesoamericanas del orden de una docena de variedades de minerales verdes, lo cual contribuye a la complejidad de estos estudios.

Debido a su importancia histórica y su difícil caracterización, este trabajo estableció una metodología integral que permitió identificar y caracterizar las piedras verdes presentes en el ajuar funerario del gobernante Pakal a través de las técnicas no destructivas y no invasivas como son las técnicas de imagen con luz ultravioleta, espectroscopias Raman e Infrarroja, fluorescencia de rayos X y la colorimetría, para así contribuir con información relevante para fines arqueológicos, de conservación y de restauración. En este trabajo se presentan los resultados principales.

Esta investigación ha sido realizada con apoyo de los proyectos PAPIIT UNAM IN403210 ANDREAH, CONACyT U49839-R y 131944 (MOVIL I y MOVIL II).

SE09-5

LOS ARTEFACTOS DE HUESO TRABAJADO DE CANTONA Y SUS IMPLICACIONES TECNOLÓGICAS

Valentin Maldonado Norma¹, Pérez Roldan Gilberto² y Robles Martínez Edsel R.³¹Subdirección de Laboratorios de Apoyo Académico, INAH²Universidad Autónoma de San Luis Potosí³Escuela Nacional de Antropología e Historia
nvalentinm@hotmail.com

En la antigua ciudad de Cantona (600 a.C. a 1050 d.C.) se hallaron un gran número de objetos de hueso que fueron encontrados en los entierros y ofrenda a las estructuras. En el presente trabajo se identificaron los huesos de los animales y la parte anatómica de donde se obtuvieron punzones, espátulas, omichicahuaztles, cuentas, desechos de manufactura, entre otros. Se estableció el uso de las técnicas de manufactura a partir de la arqueología experimental y el análisis en el microscopio electrónico de barrido (MEB).

SE09-6

ESTUDIO ARQUEOMÉTRICO DE LA ALFARERÍA PREHISPÁNICA DE COMALCALCO Y JONUTA, TABASCO

Acosta Alejandro Manuel¹, Gallegos Gómora MiriamJudith², Armijo Torres Ricardo² y Chávez Cruz Susana³¹División Académica de Ciencias Básicas, UJAT²Instituto Nacional de Antropología e Historia, Centro Tabasco³Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
maa690502@gmail.com

En este trabajo se presentan la caracterización microestructurales, morfológicas y químicas de cerámicas de diferentes sitios prehispánicos mayas asentados en las llanuras aluviales de Tabasco usando técnicas de análisis como Difracción de Rayos X (DRX), Espectroscopia Infrarroja (IR), Microscopia Electrónica de Barrido (MEB) y Espectroscopia por Dispersión de Energía de Rayos X (EDAX). Las muestras de cerámicas provienen de vasos, platos, incensarios, cazuelas, urnas y ladrillos de los sitios de Jonuta y Comalcalco. Los resultados obtenidos a través de estos análisis permitieron ahondar nuestro conocimiento sobre el proceso de manufactura alcanzado por los mayas, identificar los bancos de material, el tipo de hornos y temperaturas de cocción, la composición de sus pastas, entre otros aspectos.

SE09-7

LA MOVILIDAD EN LA TRADICIÓN TEUCHITLÁN: UN VESTIGIO DE LA INTERACCIÓN REGIONAL EN EL OCCIDENTE DE MÉXICO

Trujillo Herrada Armando

CNRS UMR 8096 Archéologie des Amériques, Univer-Paris1

atrujillo20@hotmail.com

La tradición Teuchitlán es una de las manifestaciones culturales más antiguas conocidas en el Occidente de México, su inicio se remonta al período Preclásico (1000 a.C. al 200 d.C.); su escala de tipo regional y la estructura de su organización permitieron implementar métodos de análisis espacial con la ayuda de Sistemas de Información Geográfica. El propósito de este trabajo es mostrar un panorama regional de las dinámicas de movilidad y la posible red de caminos del paisaje en el Valle de Tequila, Jalisco, México; para este fin se utilizaron herramientas propias de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Nuestro trabajo se centró en la búsqueda de caminos de menor costo (least-cost path, LCP) con ayuda de información como imágenes satelitales, ortofotos y modelos de elevación digital. Este estudio muestra cómo los habitantes de la tradición Teuchitlán convivían con su espacio mediante una red de caminos.

SE09-8

ANÁLISIS DE MICRO RESIDUOS: ALTERNATIVA A LA PRESERVACIÓN DE MATERIALES EN CONTEXTOS ARQUEOLÓGICOS

Acosta Ochoa Guillermo

Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM

acostaococha@gmail.com

La preservación de materiales orgánicos siempre ha sido un problema para la identificación de actividades humanas en los contextos arqueológicos, en particular en las regiones tropicales del sureste de México, donde la elevada humedad y temperatura no permiten la conservación de los macro-restos arqueológicos, sean vegetales o animales. En la presente ponencia se exponen algunas alternativas empleadas para definir la funcionalidad de los contextos y artefactos arqueológicos empleando distintas metodologías con la finalidad de recuperar micro residuos, tanto en artefactos arqueológicos como en pisos de ocupación, los cuales nos permiten reconocer el procesamiento de vegetales

(polen, almidones, fibras vegetales, estructuras de vaso, carbohidratos, etc.), animales (sangre, tejidos, albumina) y minerales (ocre). Como estudios de caso se exponen ejemplos de análisis de residuos de vasijas en cuevas húmedas, análisis de residuos en artefactos líticos y pisos de ocupación en cuevas secas, así como residuos en cálculos dentales de individuos procedentes de Teotihuacán

SE09-9

ARQUEOEDAFOLOGÍA DE SUELOS/SEDIMENTOS DEL TUNEL DE LA CIUADELA, EN TEOTIHUACAN (PROYECTO TLALOCAN)

Fernández Galán Beatriz Stephanie¹, Gutiérrez CastorenaMaría del Carmen², Goméz Chavéz Sergio³, Ángeles CervantesEfraín¹, Ibarra Morales Emilio⁴ y Sánchez Guzmán Patricio²¹Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM²Colegio de Posgraduados³Instituto Nacional de Antropología e historia⁴Instituto de Investigaciones Antropológicas

fernandezgalans@gmail.com

Las torrenciales lluvias del 2003, dejaron al descubierto una oquedad, la cual conduce a un túnel que tiene 12m de profundidad y aproximadamente 130m de largo alcanzando el centro de la pirámide de Quetzalcoatl, en Teotihuacán. La construcción de túneles por los teotihuacanos era una práctica común. Este túnel fue rellenado por los teotihuacanos con diferentes materiales (suelos y tepetates), durante la fase Patlachique y sellado finalmente por sedimentos aluviales, por lo que representa una cápsula de tiempo. Los objetivos fueron: 1. Determinar el tipo de suelos o materiales que utilizaron para el relleno del túnel de acuerdo con sus propiedades físicas, químicas, mineralógicas, y micromorfológicas, y 2. identificar el tipo de polen para identificar el tipo de suelo que rodeaban a la Ciudad de Teotihuacán en las primeras fases de su desarrollo así como su vegetación. Se tomaron muestras alteradas e inalteradas de suelo-sedimento a lo largo y ancho del túnel (RT), así como en los suelos de la plaza Ciudadela y bajo el Bosque de encino del Cerro Gordo. Los resultados mostraron que los teotihuacanos utilizaron un suelo que reúne las características de un Andosol Vitrítico en las primeras fases del relleno; posteriormente, utilizaron diversos materiales como sedimentos fluviales y en menor cantidad vertisoles. El túnel presentó dos tipos de sedimentos: con arenas y agregados del suelo y de arenas. Los andosoles son ahora suelos relictos y se encuentra en las partes altas del cerro gordo y sus agregados y propiedades edáficas son similares con la del relleno del túnel y de la plaza de la ciudadela, y de los agregados presentes en los sedimentos. El análisis polínico mostró similitud en la abundancia de polen de Pino (pinus), Encino (Quercus) y gramíneas en las muestras de Cerro Gordo y las del RT. Con el presente estudio se concluye que en las primeras fases de desarrollo, los teotihuacanos vivieron en una zona donde el bosque de pino y encino debió de estar cerca de la ciudad y sustentaba un suelo muy frágil como es el Andosol, el cual ya presentaba erosión hídrica. En la actualidad este suelo prácticamente ha desaparecido como resultado de una intensa degradación del ambiente.

SE09-10

PROTEGIENDO EL OBJETO DE ESTUDIO: RAMAN ENFRIADO CON HELIO

Casanova González Edgar¹, Pérez Castellanos Nora Ariadna²,García Bucio María Angélica¹ y Ruvalcaba Sil José Luis¹¹Instituto de Física, UNAM²Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM

casanova@fisica.unam.mx

La espectroscopia Raman es utilizada con frecuencia para el análisis de obras de arte, pero en algunos casos puede causar daños al objeto estudiado. Como el daño es causado por la energía depositada por el rayo laser de excitación, muchas veces puede evitarse o disminuirse reduciendo la intensidad del láser o el tiempo de adquisición. Estos ajustes muchas veces no se pueden realizar cuando se trabaja con equipos pequeños como los espectrómetros portátiles, por lo que fue necesario buscar una alternativa. Flujos de helio dirigidos a la zona de estudio han sido utilizados previamente en análisis realizados con aceleradores de partículas para evitar el daño por el haz de iones incidente; al acoplar este sistema a un espectrómetro Raman se evita o minimiza el daño al objeto estudiado y, en algunos casos, permite mejorar el espectro obtenido. Para tal fin, diseñamos un colimador pinhole acoplado a una línea de helio y un controlador de flujo de gases, que fue probado en muestras de piroxilina azul, ocre y bermellón, utilizando un laser de 785 nm a varios niveles de potencia. Las condiciones experimentales variaron ligeramente, pero en los tres casos se evitaron las pequeñas quemaduras en la superficie y solo una pequeña ablación se observó en la piroxilina azul, el material más sensible. La técnica fue empleada con éxito en el estudio de "El martirio de San Ponciano", de Baltasar de Echave Orio (siglo XVII), en colaboración con el Laboratorio de Diagnóstico de Obras de Arte del Instituto de Investigaciones Estéticas de la UNAM, con lo cual se contribuyó significativamente al estudio de la paleta del pintor. El uso de

este sistema permite la aplicación no destructiva de la espectroscopia Raman a una gran variedad de materiales, mientras la técnica continúa siendo portátil.

Esta investigación ha sido realizada con apoyo de los proyectos PAPIIT UNAM IN403210 ANDREA H y CONACyT 131944 MOVIL II.

SE09-11

ANÁLISIS NO DESTRUCTIVO PARA LA CARACTERIZACIÓN IN SITU DE PINTURA MURAL COLONIAL

Wong Rueda Malinalli¹, Casanova González Edgar¹, Manrique Ortega Mayra Dafne¹, García Bucio María Angélica¹, Claes Pieterjan¹, Aguilar Tellez Dulce María¹, Aguilar Melo Valentina¹, Taylor Shannon² y Ruvalcaba Sil José Luis¹

¹Instituto de Física, UNAM

²Massachusetts Institute of Technology
maliwong@fisica.unam.mx

El análisis no destructivo se refiere al empleo de técnicas espectroscópicas para el estudio y la caracterización de la composición física y química de diferentes materiales sin alterar sus propiedades. En este caso el objetivo principal se centra en el estudio de los pigmentos y componentes de la Pintura Mural Colonial de tres Templos Agustinos situados en el estado de Hidalgo: la iglesia y ex convento de San Andrés Apóstol en Epazoyucan, la iglesia y ex convento de San Nicolás Tolentino en Actopan y por último la iglesia y ex convento de San Miguel Arcángel en Ixmiquilpan. Estos tres recintos fueron elegidos por las características únicas de las pinturas que ostentan los muros así como por el estado de conservación que presentan. El equipo con el cual cuenta el Instituto de Física de la UNAM permite el estudio in situ de diferentes objetos y obras de arte; para este estudio se emplearon las siguientes técnicas: Fluorescencia de rayos X (XRF), espectroscopia Raman y espectroscopia infrarroja (FTIR). Debido a la naturaleza de estas obras, se requiere un análisis in situ de la pintura mural en cada uno de estos recintos, sin obtener muestras de los mismos y evitando el contacto directo con los muros. Se analizaron un total de nueve pinturas, dos en Epazoyucan y tres en Actopan donde se implementaron las técnicas de fluorescencia de rayos X y espectroscopia Raman, mientras que en Ixmiquilpan se estudiaron las cuatro pinturas restantes usando las tres técnicas mencionadas. Este proyecto se realizó en colaboración con el Laboratorio de Diagnóstico de Obras de Arte del Instituto de Investigaciones Estéticas de la UNAM, de tal forma que se realizó la recopilación de la información histórica de los mismos, así como una caracterización de imagen de los murales. A partir de los datos obtenidos de los pigmentos analizados y una comparación entre los conventos se observa un uso de los materiales propios de la Nueva España. Algunos de los pigmentos encontrados son el bermellón (color rojo), el oropimente (amarillo) y el resinato de cobre (color verde). En el caso particular de Ixmiquilpan se determinó la abundancia de pigmentos de tipo orgánico como el índigo y la cochinilla.

Estas investigaciones se han realizado con apoyo de los proyectos PAPIIT UNAM IN401710-2 de Pintura Mural Colonial y IN403210 ANDREA H, así como de los proyectos CONACyT 131944 MOVIL II y ICyTDF PICCO10-57.

SE09-12

ESPECTROSCOPIA RAMAN PARA ESTUDIO NO DESTRUCTIVO DE PINTURA NOVOHISPANA

García Bucio María Angélica, Casanova González Edgar y Ruvalcaba Sil José Luis
Instituto de Física, UNAM
magbucio@fisica.unam.mx

La caracterización de materiales a partir de técnicas espectroscópicas es de gran importancia para el estudio de objetos de interés cultural puesto que se puede obtener información muy completa de los materiales y procedimientos usados en su realización. Debido a la relevancia de estos objetos, la toma de muestras es en ocasiones imposible, por lo que es necesario el uso de estrategias no destructivas y no invasivas. Entre este tipo de técnicas se encuentra la Fluorescencia de Rayos X (XRF), la cual proporciona información de los elementos que componen los materiales estudiados. Por otra parte, las espectroscopias Raman e Infrarroja con Transformada de Fourier (FTIR) proveen información de la estructura molecular de dichos materiales, por lo que estas técnicas se complementan entre sí.

En particular, la espectroscopia Raman utiliza la interacción de un haz de luz monocromática con las moléculas que conforman el material, por lo que es factible el uso de un equipo portátil que permite el análisis de materiales in-situ, facilitando así el trabajo en sitios de interés cultural. En este trabajo, se presentan los resultados del estudio con espectroscopia Raman realizado a un relieve de madera del siglo XVI-XVII de Santa Clara, procedente de Atlixco, Puebla, con lo que se evidencia las principales desventajas de ésta técnica: su baja sensibilidad de detección y la fluorescencia del material provocada por la radiación incidente que en ocasiones se debe a combustiones en el material a estudiar provocada por el láser.

En años recientes se ha estudiado el uso de la Espectroscopia Raman Amplificada en Superficie (SERS) como una alternativa para minimizar las

dificultades de fluorescencia y de baja sensibilidad en la adquisición de los espectros Raman. La técnica SERS basa su eficiencia en el fenómeno de plasmón de superficie, es decir, la amplificación del campo electromagnético alrededor de un objeto metálico pequeño. Se presentan los resultados obtenidos del uso de la técnica SERS a través de un espectrómetro Raman portátil: Inspector Raman Delta Nu, con un láser de 785 nm; en particular en este trabajo, se utilizaron nanopartículas de plata obtenidas por la reducción de nitrato de plata con citrato de sodio (Coloide estándar de Lee-Meisel) para el estudio no destructivo de pigmentos usados entre los siglos XVI al XVII en tablas de referencia: paneles de madera preparados conforme a los tratados y recetas de época (elaborados en el Laboratorio de Diagnóstico de Obras de Arte del Instituto de Investigaciones Estéticas UNAM); del mismo modo se incluye la aplicación de dispositivo de enfriamiento con Helio acoplado al espectrómetro portátil Raman aplicado a los pigmentos en las tablas de referencia ya mencionadas, con lo que se establece una metodología de análisis y una base de datos de Raman para estos pigmentos.

Estas investigaciones se han realizado con apoyo de los proyectos PAPIIT UNAM IN402007 sobre Estudio científico de patrones de referencia de materiales y técnicas de ejecución de la pintura novohispana y IN403210 ANDREA H, así como de los proyectos CONACyT 131944 MOVIL II y ICyTDF PICCO10-57.

SE09-13

ESTUDIO NO DESTRUCTIVO DE CÓDICES PREHISPÁNICOS: RECIENTES INVESTIGACIONES, NUEVOS DATOS

Ruvalcaba Sil José Luis¹ y Sgamellotti Antonio²

¹Instituto de Física, UNAM

²Dipartimento di Chimica, Università degli Studi di Perugia, Italia
sil@fisica.unam.mx

Los códices prehispánicos y coloniales son documentos únicos de gran relevancia por la información que contienen sobre el universo y la cosmología de las culturas prehispánicas que los crearon. Religión, calendarios, y genealogías y sucesos de gobernantes son solo algunos de los aspectos que describen. Sobrevivieron menos de 15 documentos a la conquista española, éstos se encuentran dispersos en acervos de Europa, y en contados casos, en México. Dada su rareza, en el pasado sólo han sido estudiados en casos excepcionales, muchas veces con muestreos muy limitados sin una estrategia fundamentada.

Gracias al desarrollo de las técnicas in situ para estudios no destructivos en nuestro país dentro del proyecto MOVIL, fue factible llevar a cabo los primeros estudios sistemáticos de la materialidad de estos valiosos documentos. Entre los primeros códices estudiados se encuentran el código Colombino, el código de la Cruz Badiano, el código Azoyu I, de los cuales sólo el primero es prehispánico. Para estos estudios se emplearon técnicas de imagen con luz ultravioleta e infrarroja, fluorescencia de rayos X y espectrómetros para la medición de luz dispersada en la Biblioteca Nacional de Antropología e Historia de INAH.

De manera paralela el grupo MOLAB de la Universidad de Perugia, Italia, realizó el estudio del código Cospi en Bologna empleando técnicas similares con equipos portátiles.

Con base en estos antecedentes, se concretaron de manera afortunada colaboraciones entre ambos grupos de investigación y se estudiaron de manera conjunta con los acervos correspondientes el código Zouche-Nuttall en el British Museum en Londres, el código Tro-Cortesiano en el Museo de América en Madrid, y el código Frejérvary-Mayer en el World Museum de Liverpool. Gracias a este esfuerzo conjunto se han obtenido resultados novedosos sobre los pigmentos presentes en los códices prehispánicos, los cuales permiten vislumbrar los primeros patrones de composición en estos documentos. En este trabajo se presentan el desarrollo de estas investigaciones, las metodologías aplicadas y los primeros resultados de estos estudios.

Estas investigaciones se han realizado en colaboración con la Biblioteca Nacional de Antropología e Historia del INAH y el Laboratorio de Diagnóstico de Obras de Arte del Instituto de Investigaciones Estéticas de la UNAM; y con apoyo de los proyectos PAPIIT UNAM IN403210 ANDREA H, CONACyT U49839-R y 131944 (MOVIL I y MOVIL II), y del proyecto europeo CHARISMA.

SE09-14

APPLICATIONS OF ATR-IR SPECTROSCOPY AND CATHODOLUMINESCENCE IN THE CHARACTERIZATION OF MESOAMERICAN WALL PAINTINGS FROM TEOTIHUACAN, CACAXTLA, TULA AND TENOCHTITLAN

Castillo María Luisa¹, Riquelme Francisco², Vega Marina³, Levresse Gilles³ y Quintana Patricia⁴

¹Facultad de Filosofía y Letras, UNAM

²Posgrado en Ciencias Biológicas, Instituto de Física, UNAM

³Laboratorio de Fluidos Corticales, Centro de Geociencias, UNAM

⁴Laboratorio de Física, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, IPN, Unidad Mérida
marialuisa.castillo@gmail.com

One of the most remarkable natural materials used as base of wall paintings for Mesoamerican peoples in the Central Highlands of Mexico, is the earth plaster. However, their manufacture techniques, decay process, and conservation strategies are little studied so far.

This research describes and compares the pigments and earth base materials of wall paintings in four Mesoamerican sites, which includes Teotihuacan (La Ventilla, phase Miccaotli, I dC), Cacaxtla (room Portic "A", VII dC), Tula (IX dC), and Tenochtitlan (Templo Mayor and Casa de las Águilas, phase II, XIV dC). Although these materials comes from different cultural context and historic period, apparently show similarities between raw materials and the artisan's know-how. This may reveal the continuities or discontinuities at the pre-Columbian tradition of wall paintings techniques.

The pigments and earthy base (both mud and clay plaster) were examined by Attenuated Total Reflectance Infrared spectroscopy (ATR-IR) and Cathodoluminescence microscopy. In addition, the mineral characterization was complemented by polarized light petrography and XRD testing. Result show characteristic infrared spectra for red, yellow, and blue pigments associated with their mineral source and organic remains. Similar morphology of paint cross-sections have also been identified in most samples, such as a homogeneous pigment layer applied along a semi-crystalline wash coat. Additionally, plaster show chopped straw and fine to coarse rock-crushed aggregates from siliciclastic to dolomitic distributed in a harsh segment of mud and clay (# 2.5 cm thick), whereas an alternate layer arrangement was not found. This suggests that base has been applied in a single coat of mud and pigments late during drying of the base.

Accordingly, results also demonstrate that the ability to visualize accurately the spatial distribution of structural elements as well as detect the mineral composites applying combined ATR-IR and Cathodoluminescence is suitable as a method to study the earth base materials on the walls from ancient buildings.

Keywords: ATR-IR, Cathodoluminescence, Mesoamerican wall painting, mud/clay plaster.

SE09-15

MATERIAL ANALYSES OF THE MURAL OF THE FOUR ERAS FROM THE LATE CLASSIC MAYA PERIOD OF TONINÁ USING CATHODOLUMINESCENCE AND SYNCHROTRON-BASED INFRARED CHEMICAL MAPPING

Riquelme Francisco¹, Vega Marina², Levresse Gilles², Galindo Xareni³ y Yadeun Angulo Juan⁴

¹Instituto de Física, UNAM

²Laboratorio de Fluidos Corticales, Centro de Geociencias, UNAM

³Facultad de Ciencias, UNAM

⁴Dirección de Estudios Arqueológicos, INAH, México
riquelme.fc@gmail.com

Ancient Maya mural paintings are made by a complex mixture of materials that includes both minerals and organics as pigments, binders, and substrates distributed in multi-layered arrangements. Their morphological and biogeochemical characterization is an analytical challenge because involve mixture variations, mineral neomorphism, chemical dissolution, and organic deterioration evolving on time.

The present research is focused in one of the more outstanding mural paintings from the Late Classic Maya period: The Mural of the Four Eras at the city of Toniná, southern México. The constituent minerals in paint cross-sections, as well as composition, microstratigraphy, and technical qualities of materials from the lime base, which includes wash coat, plaster, and mortar, have been characterized using Cathodoluminescence-supported micropetrography and global Infrared chemical imaging based on Synchrotron light source.

This work highlights the Maya artist's know-how and lime technology, as well as current application of Cathodoluminescence and Synchrotron-based microscopy in archeological lime plaster analysis.

Keywords: The Mural of the Four Eras, Lime plaster, Cathodoluminescence, Synchrotron-based infrared spectroscopy.

SE09-16

DEL CENTRO DE BARRIO AL COMPLEJO PALACIEGO: LOS ARTESANOS LAPIDARIOS Y LAS TRADICIONES DE MANUFACTURA LOCALES Y FORÁNEAS VISTAS DESDE TEOPANCAZCO Y XALLA

Melgar Tisoc Emiliano¹, Solís Ciriaco Reyna¹ y Ruvalcaba Sil José Luis²

¹INAH

²UNAM

anubismarino@gmail.com

El estudio de la producción artesanal en Teotihuacan es una de las temáticas que ha ido en aumento en los últimos años. En el caso de los artesanos lapidarios, la mayoría se ha centrado en la clasificación tipológica y en la identificación de algunas de las materias primas. Sin embargo, son pocos los trabajos que abordan la tecnología empleada. Por ello, el propósito de este trabajo es mostrar la combinación de análisis químicos de las materias primas a través de varias técnicas (PIXE, XRF) y la caracterización de huellas de manufactura presentes en los objetos a través de la arqueología experimental y la observación con microscopía óptica y electrónica de barrido (MEB). Para ello se ha tomado como estudio de caso los materiales lapidarios de Xalla y Teopancazco, cuyo análisis ha permitido apreciar el acceso diferencial a determinados minerales, así como la presencia de dos tradiciones de manufactura, una local o teotihuacana y otra foránea, al parecer de origen maya.

SE09-17

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE TERMOLUMINISCENCIA EN LA DATACIÓN DE HORNO

Ramírez Luna Ángel¹, Schaaf Peter¹, Sperling Thomas² y Solar Valverde Laura³

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Departamento del Medio Ambiente de Baviera, Alemania

³Instituto Nacional de Antropología e Historia, Centro Zacatecas
rangel@geofisica.unam.mx

La termoluminiscencia es un método de fechamiento que ha sido muy utilizado en cerámica, también se puede aplicar este método a otro tipo de materiales siempre y cuando cumplan con ciertos requerimientos que el método exige. Uno de esos requerimientos fundamentales es que el material de estudio haya sido sometido a un proceso de calentamiento, esta condición (entre otras) la cumplen los hornos. Los Hornos son estructuras tradicionales formadas generalmente por barro, que por acción de la temperatura que se genera dentro de ellos termina comúnmente con paredes de alfarería. La importancia de los hornos en un contexto arqueológico radica en los usos que éste pudiera haber tenido y su correlación con las actividades sociales tales como su historia alfarera, hábitos de alimentación o fabricación de materiales de construcción. En este trabajo se presentan los resultados de la datación de hornos por el método de termoluminiscencia en los sitios de Kleinbettenrain en Alemania y del Cerro del Teúl en Zacatecas con el objetivo de ofrecer más opciones de datación en materiales encontrados en sitios arqueológicos. La técnica empleada para fechar estos hornos fue la de grano fino (4-11 micras). Durante el muestreo se realizó espectrometría gama para la determinación de radioisótopos en suelo. Para determinar la paleodosi se empleó el método aditivo irradiando la muestra con una fuente beta de ⁹⁰Sr. A partir de la concentración de uranio, torio, y potasio tanto en suelo como en horno más la dosis de radiación cósmica, se calculó la tasa de dosis anual. Una vez determinada la paleodosi y la tasa de dosis anual se calculó la edad en las muestras.

SE09-18

ESTIMACIÓN DEL EFECTO RESERVORIO A PARTIR DE EDADES DE 14C DE CONCHAS DE PACHYCHILUS SP. ASOCIADAS A MUESTRAS DE CARBÓN EN EL SITIO PREHISTÓRICO CUEVA SANTA MARTA, CHIAPAS

González Hernández Galia¹, Acosta Ochoa Guillermo², Beramendi Orosco Laura³ y Martínez Becerril Yesica Berenice⁴

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM

³Instituto de Geología, UNAM

⁴Universidad Veracruzana, UV
galia@geofisica.unam.mx

La cueva Santa Marta es un sitio de gran importancia arqueológica para el estudio de los primeros cazadores recolectores que poblaron las zonas tropicales y subtropicales del Sureste de México con evidencia de una incipiente horticultura ya en las ocupaciones precerámicas en el Pleistoceno tardío-Holoceno temprano, no obstante la cronología del sitio para las capas iniciales cuenta con pocas dataciones de 14C debido a la carencia de muestras

de carbón. Sin embargo en el sitio abundan otros materiales bien preservados como los caracoles, los cuales están asociados a estas muestras de carbón. Esta condición permitió obtener una cronología más robusta y determinar el efecto reservorio de radiocarbono (#R).

Se colectaron muestras de conchas de caracoles *Pachychilus* sp. y de carbón asociado de las capas más profundas de la excavación, capas XVI y XVII con 7 y 2 niveles respectivamente. Estas muestras fueron analizadas por el método de datación por 14C aplicando la técnica de Espectrometría de Centelleo Líquido (ECL) en el Laboratorio Universitario de Radiocarbono (LUR) de la UNAM.

La edad más temprana para el sitio, a partir de una muestra de carbón, coincide con la capa inicial XVII ubicándolo en $10,460 \pm 50$ a.P., los caracoles encontrados en esta capa tienen una edad de $10,880 \pm 90$ a.P. Para la capa superior XVI las muestras de carbón asociado tienen una edad promedio de $9,980 \pm 50$ a.P., las muestras de caracoles encontradas en los diferentes niveles de esta capa fluctúan entre $10,540 \pm 60$ y $9,670 \pm 90$ a.P. A pesar de que no se cuenta con muestras de carbón asociadas a todos los niveles de las dos capas analizadas, como resultado de la comparación de las edades obtenidas para los caracoles *Pachychilus* sp. con las edades de las muestras de carbón asociadas se pudo estimar que el efecto reservorio varía entre 340 y 485 años de 14C con un promedio de 415 ± 70 años de 14C.

La cuantificación del #R en estos caracoles dulceacuicolas permitirá obtener una cronología más precisa no solamente para las ocupaciones precerámicas de cazadores recolectores de esta cueva sino para otros sitios arqueológicos cercanos que están siendo objeto de estudio dentro de la Depresión Central de Chiapas.

SE09-19

FECHAMIENTO POR ARQUEOMAGNETISMO DE UN ELEMENTO CONSTRUCTIVO DE LA PRESA DE SAN VICENTE, IRAPUATO

Meave del Castillo Susana Leticia¹, Hernández Lozoya Juan Leonardo² y Cárdenas García Efraín¹

¹Centro de Estudios Arqueológicos, COLMICH

²Escuela de Arquitectura, Universidad Quetzalcoatl de Irapuato
susanameave@hotmail.com

La agricultura del bajo guanajuatense durante el siglo XVIII, estuvo caracterizada por la construcción de obras ingeniería hidráulicas encaminadas a controlar y aprovechar el agua de los ríos que lo atraviesan de norte a sur, y con ello obtener cosechas de trigo durante la temporada invernal, que corresponde a la temporada de seca, este proceso modelo un paisaje agrícola conocido como entarquinamiento o cajas de agua.

Las principales obras hidráulicas son, presas, represas, canales, acequias, bordos, partidores, tomas de agua y sacas de agua, para ellos utilizaron principalmente la técnica de cal y canto, que se caracteriza por el uso de cantos y cal como cementante. Esta técnica constructiva fue común durante los siglos del virreinato en la Nueva España.

Pese a esto, las obras localizadas durante los recorridos de campo que tuvieron como fin la reconstrucción de este sistema agrícola perteneciente al siglo XVIII en el valle de Irapuato, presentaban ladrillos, principalmente en las presas, asociadas a las compuertas.

Ante el desconocimiento, de saber si dichos ladrillos pertenecían a la misma etapa constructiva o eran producto de modificaciones realizadas durante el siglo XIX, se tomó una muestra de un ladrillo asociado a la presa de San Vicente, fechada por medio de una placa conmemorativa de terminación de obra para 1780.

Se utilizó la técnica de fechamiento por arqueomagnetismo, para poder dar respuesta a nuestra interrogante, y en este documento presentamos los resultados obtenidos y las implicaciones que para la arquitectura y la arqueología representa.

SE09-20

FECHAMIENTO POR C14 EN EL EDIFICIO 31 DE TOLUQUILLA, QUERÉTARO

Mejía Pérez Campos Elizabeth¹, Beramendi Orosc Laura² y González Hernández Galia²

¹Centro INAH, Querétaro

²UNAM

toluquilla2000@yahoo.com.mx

En los últimos años se pudo realizar el fechamiento de nuevas muestras de la zona arqueológica de Toluquilla, en este trabajo se muestran los resultados obtenidos por los laboratorios de la UNAM, así como el análisis contextual de dos muestras del mismo edificio.

SE09-21

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA ELEMENTAL Y DE MACRORESTOS BOTÁNICOS DE COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS DE SUELO PARA LA DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD AGRÍCOLA EN UN CONTEXTO PREHISPÁNICO E HISTÓRICO EN EL VALLE DE IRAPUATO

Meave del Castillo Susana Leticia¹, Godínez Martínez José

Luis², Quero Gutiérrez Edgar² y Cárdenas García Efraín¹

¹Centro de Estudios Arqueológicos, COLMICH

²Laboratorio de Análisis y Diagnóstico del Patrimonio, COLMICH
susanameave@hotmail.com

La agricultura en las diferentes culturas antiguas y modernas ha jugado un rol de primera importancia, no sólo por el tema de la subsistencia, sino por las implicaciones sociales, económicas, y rituales.

En el caso del Bajío Guanajuatense la agricultura floreció durante la época preclásica con la cultura Chupicuaro, aprovechando los valles aluviales del río Lerma. Durante el clásico, esta región tuvo su mayor auge y una gran cantidad de sitios fueron emplazados a lo largo de los valles regados por ríos de aguas intermitentes, la huella arqueológica de la agricultura está plasmada en la gran cantidad de terrazas agrícolas que fueron construidas en las laderas de los cerros que circundan los valles.

En este sentido, los valles abajeños muy probablemente se inundaban cada año, lo que favorecía la formación de humedales, mejorando los suelos y fertilizándolos de forma natural año con año. Durante la época prehispánica, los agricultores ya conocían los métodos del mejoramiento de los suelos, como ha sido ampliamente estudiado en el Altiplano, y el área Maya.

Sin embargo no hay estudios sobre la existencia de humedales en esta zona para el periodo clásico (600-1000 d.C.), ni la presencia de práctica agrícola en ellos. Las investigaciones recientes indican que toda actividad agrícola fue abandonada, junto con la construcción de nuevos emplazamientos para el año 1000 d.C.

Como resultado de la conquista y la colonización de estas tierras para mediados del siglo XVI, se inicia de nuevo la actividad agrícola y para el siglo XVIII esta práctica es intensiva a través del sistema de entarquinamiento.

Otra de las interrogantes que surge de este postulado, es si los españoles reutilizaron este paisaje de humedal dejado por los pobladores prehispánicos, o si el uso de este sistema modelo un paisaje agrícola, sin aprovechar el paisaje agrícola prehispánico.

Para responder estas preguntas, realizamos una serie de nucleaciones en el valle de Irapuato, en los lugares donde hay evidencia tecnológica del uso de las cajas de agua para el riego; detectando una serie de capas que van de la arcilla a la arena, lo que nos habla de periodos de inundación y sequía. A cada una de estas capas se les realizaron análisis elementales con la técnica SEM-EDS, mostrando una variación en su composición elemental entre una capa y otra. También se llevó a cabo la técnica de flotación, encontrando que la abundancia de macro restos botánicos cambia, aumentando y disminuyendo entre capas.

En este trabajo se discutirá la asociación de macro restos botánicos con la composición elemental de las capas, para demostrar la viabilidad de la agricultura en el periodo previo a la ocupación virreinal y la dinámica durante el virreinato.

SE09-22

AVANCES Y PERSPECTIVAS DE LA ARQUEOMETALURGIA EN AMÉRICA LATINA

Madridano Álvarez Blanca Estela¹ y Ruvalcaba Sil José Luis²

¹Centro de Estudios Arqueológicos, COLMICH

²Departamento de Física Experimental, Instituto de Física, UNAM
bem171@gmail.com

La arqueometría comprende la incorporación de técnicas físico-químicas aplicadas a la arqueología y disciplinas relacionadas. En las últimas seis décadas, la arqueología científica ha desarrollado poderosos medios para investigar el pasado, que van desde el fechamiento absoluto hasta la caracterización de materiales. Se ha constituido como un subcampo de la arqueología, la cual a su vez ha pasado de ser una disciplina enfocada fundamentalmente hacia la historia cultural y la validación histórico-documental, a la explicación de los procesos de cambio cultural en el pasado. Dentro de este amplio espectro surge el campo específico de la Arqueometalurgia, que abarca desde la determinación del origen o procedencia de un mineral o metal, en relación con el estudio del nivel de desarrollo o conocimientos metalúrgicos de una cultura o sus rutas comerciales, hasta el estudio de la tecnología utilizada en la producción y manufactura de un objeto metálico, desde el yacimiento minero hasta el resultado final. Esta disciplina científica pone de manifiesto la necesidad de estudios multidisciplinarios entre distintos especialistas en Historia, Arqueología y las ciencias experimentales, Física o Química. Los conocimientos aportados por estos estudios son de vital importancia para explicar las propiedades físicas, químicas o mecánicas de un metal o aleación,

y permiten además entender los procesos de corrosión que se producen en un objeto, facilitando su control y prevención, ayudando así a definir las técnicas más adecuadas de conservación y restauración del patrimonio cultural en metal.

El propósito de este trabajo es presentar una breve retrospectiva de la arqueometalurgia en México y otras regiones de Latinoamérica, con el fin de demostrar su importancia en los estudios científicos actuales, evaluar su desarrollo y evidenciar el potencial de su contribución a la investigación arqueológica del Nuevo Mundo. Con ello se pretende atraer a profesionales y estudiantes interesados en la ampliación de conocimientos sobre el tema, para constituir un Grupo de Investigación que estimule la colaboración regular y sostenida entre arqueólogos, especialistas en conservación y restauración de bienes de patrimonio cultural, científicos naturales, físicos y químicos, entre otros, y que fomente el desarrollo y aplicación de técnicas y métodos científicos a la investigación de tecnologías metalúrgicas prehispánicas e históricas en nuestro continente.

SE09-23

DE LOS SITIOS DE EXTRACCIÓN A LOS CENTROS DE INTERCAMBIO: EFECTOS EN LA DISTRIBUCIÓN DE MERCURIO TOTAL EN EL PAISAJE ACTUAL EN EL SUR DE SIERRA GORDA, MÉXICO

Herrera Muñoz Alberto y Mejía Pérez Campos Elizabeth
Centro INAH, Querétaro
ranasmex@gmail.com

De los sitios de extracción a los centros de intercambio: efectos en la distribución de Mercurio total en el paisaje actual en el sur de Sierra Gorda.

Los trabajos de prospección arqueológica regional en el sur de la Sierra Gorda desde la década de 1970 ha estado marcada por la búsqueda de la asociación entre los asentamientos y las minas donde se extrajo el sulfuro rojo de mercurio (Velasco 1975, Herrera 1984).

En una segunda etapa se buscó ordenar y correlacionar con materiales culturales entre los lugares de extracción y los lugares de habitación para el reconocimiento de patrones de uso del paisaje (Herrera 1994). Actualmente se integraron equipos de trabajo donde se tienen perspectivas diferentes: unos orientadas a determinar los factores naturales de la dispersión (Hernández 2008); mientras que el segundo busca probar que la especialización económica regional en la minería tuvo sus efectos en las condiciones físicas y de salud a las poblaciones antiguas (Mejía 2011).

En este trabajo se expone los resultados de las mediciones de mercurio en el paisaje con la correlación a los sitios y materiales arqueológicos que corroboran la importancia del factor antrópico en la distribución regional del mercurio.

SE09-24

LA DENDROCRONOLOGÍA EN MÉXICO Y RECONSTRUCCIONES PALEOCLIMÁTICAS CENTENARIAS

Villanueva Díaz José¹, Cerano Paredes Julian¹, Stahle
David W.², Estrada Avalos Juan¹ y Constante García Vicenta
¹INIFAP CENID RASPA
²University of Arkansas
villanueva.jose@inifap.gob.mx

El entendimiento de la variabilidad climática en México para períodos superiores al período de registro de datos climatológicos, está limitada en gran medida por su extensión, que generalmente no sobrepasan los 50 años de registro; además de su escasa representatividad y calidad de los mismos; una alternativa para extender el conocimiento hidroclimático en el tiempo, es a través del uso de fuentes indirectas, mejor conocidas como "proxy", una de las cuales y de mayor uso, la constituye los anillos de crecimiento de árboles o dendrocronología, con los que se generan series de tiempo de alta resolución, ya que los anillos de crecimiento anual de especies arbóreas que se utilizan para este tipo de estudios, deben fecharse con exactitud al año de su formación. En los últimos diez años, se ha generado una red dendrocronológica en México mediante el uso de diversas especies de coníferas de los géneros *Pinus*, *Psudotsuga*, *Abies*, *Picea*; así como de *Taxodium* y que está integrada por más de 120 series de tiempo, tanto de madera temprana, tardía, como de anillo total, cuya extensión fluctúa entre 100 y 1,300 años, pero con dominancia de series en el rango de 300 a 600 años. Con estas series de tiempo, se han desarrollado a nivel local y regional reconstrucciones estacionales de precipitación, volúmenes de caudales, fluctuación en los niveles del lagos, gastos ecológicos, analizado la dinámica de especies riparias con fines de conservación, impacto del clima en el comportamiento histórico de incendios; determinado la frecuencia y la extensión de sequías, sus tendencias y analizado la influencia hidroclimática de patrones atmosféricos de circulación general, caso concreto El Niño Oscilación del Sur y Oscilación Decadal del Pacífico. A pesar de este avance, la generación de series dendrocronológicas es muy limitada en ecosistemas templados y más aun en áreas tropicales, donde existe alto potencial para el desarrollo de este tipo de estudios, que son de gran relevancia para generar información paleoclimática en regiones con limitada disponibilidad de registros climatológicos y que pueden

ser de utilidad para un mejor entendimiento de la influencia de patrones circulatorios, huracanes, tormentas tropicales, entre otras variables climáticas que impactan estas regiones.

SE09-25

ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE METALES PESADOS EN RESTOS ÓSEOS DE INFANTES Y DE FETOS PROCEDENTES DE TOLUQUILLA, QUERÉTARO

Mejía Pérez Campos Elizabeth
Centro INAH, Querétaro
toluquilla2000@yahoo.com.mx

A partir del planteamiento del objetivo de probar la presencia de mineros en la Sierra Gorda, nos dimos a la tarea de análisis de metales pesados en huesos humanos, nuestro objetivo fue ocupar restos infantiles como un "blanco" suponiendo que no debían contener este tipo de restos y partiendo de la base de que solamente los hombres adultos se acercaban a las minas a laborar en ellas y por lógica serían los únicos contaminados. En este trabajo se presentan los resultados del análisis de la población infantil que incluye desde fetos hasta niños de 11 años.

SE09-26

PERCEPCIÓN REMOTA Y PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA EN LA LAGUNA, TLAXCALA

Blancas Vázquez Jorge¹, Barba Pingarrón Luis¹,
Ortiz Butron Agustín¹ y Carballo Corbo David²

¹Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM
²Boston University
jorgeblancasvaz@gmail.com

En la actualidad la percepción remota para aplicaciones arqueológicas y del patrimonio cultural constituye la primera etapa del análisis de la información y puede ser una técnica adicional para el estudio de un sitio. Las ventajas de las imágenes de satélite en comparación con las fotografías aéreas son el costo y la posibilidad de obtener información multispectral y georeferenciada. El contenido espectral de los datos, junto con una alta resolución espacial, hacen que las imágenes de satélite sean una fuente valiosa de información de un sitio arqueológico.

Las anomalías arqueológicas se caracterizan por señales espaciales y espectrales sutiles, el problema es que estas pequeñas anomalías son fácilmente enmascaradas por las señales fuertes emitidas por los materiales en la superficie como son: vegetación, rocas, suelos y el asfalto en las áreas urbanas. El propósito de la percepción remota en la arqueología es poder distinguir pequeñas diferencias en las reflectancias o en la temperatura del suelo y en la vegetación que se puedan asociar indirectamente con la presencia de estructuras arqueológicas bajo la superficie.

En este trabajo se aborda el empleo de imágenes satelitales de distintos sensores en conjunto con las técnicas geofísicas de prospección, para la identificación de rasgos asociados a las transformaciones del paisaje antiguo, inducido por las actividades humanas y por las estructuras arqueológicas enterradas.

La investigación se llevó a cabo en el sitio conocido como La Laguna en el estado de Tlaxcala, un lugar que tuvo un desarrollo significativo durante el período Formativo o Preclásico.

El análisis de las imágenes satelitales fue la primera aproximación al estudio del sitio. Se centró en la identificación de formas, texturas y cambios sutiles en la respuesta espectral de las distintas coberturas sobre el terreno, asociadas con el tipo de suelo, la salud de las plantas y con las modificaciones hechas al paisaje por las culturas que se asentaron en este lugar en distintos períodos.

Con la información obtenida de la percepción remota, los recorridos de superficie, el levantamiento topográfico y con las hipótesis planteadas por la arqueología, se realizó la prospección geofísica en las áreas de interés arqueológico, con la que fue posible localizar estructuras enterradas y determinar sus dimensiones, forma y profundidad para proponer el uso y las actividades culturales que en ellas se realizaban.

Los resultados derivados de este trabajo demostraron que se puede generar un producto temático útil para la investigación arqueológica aplicando distintas técnicas de proceso a las imágenes satelitales, y junto con los datos obtenidos de la prospección geofísica, constituyen una metodología apropiada para abordar este tipo de investigaciones, ya que permiten localizar indirectamente rasgos arqueológicos producidos por estructuras enterradas y abarcan desde una gran escala, hasta un nivel sub-métrico, que fue posteriormente verificado mediante la excavación arqueológica.

SE09-27

LA GEOFÍSICA EN LA DETECCIÓN DE ESTRUCTURAS ARQUEOLÓGICAS ENTERRADAS Y EL USO DE LA QUÍMICA PARA LA DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE ACTIVIDAD EN PISOS DE LA LAGUNA, TLAXCALA

Ortiz Butron Agustín¹, Barba Pingarrón Luis¹, Blancas Vázquez Jorge¹ y Carballo David²

¹Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM

²Boston University

ortizbutron@gmail.com

Desde hace ya tres décadas el Laboratorio de Prospección Arqueológica del IIA, UNAM ha establecido una metodología para el estudio de sitios arqueológicos desde la superficie. Dicha metodología incluye fotografía aérea, topografía con GPS, estudios de gradiente magnético, resistividad eléctrica, geo-radar y el análisis químico de los pisos excavados para la determinación de áreas de actividad. Esta metodología ha sido utilizada con éxito en un sitio conocido como La Laguna Tlaxcala, proyecto dirigido por el Dr. David Carballo desde 2008.

La Laguna, Tlaxcala, fue un centro regional de tamaño medio ocupado durante la segunda parte del Formativo (c. 600 a.C. - 100 d.C.), cuando las sociedades del Altiplano Central desarrollaron centros urbanos y eventualmente se consolidaron bajo el sistema teotihuacano.

La Laguna fue documentado como el sitio de mayor tamaño en el norte de Tlaxcala durante el Formativo por los recorridos de Snow (1966, 1969, 1972) y García Cook (Merino Carrión 1989). Las excavaciones en el sitio empezaron con los trabajos de Borejsza (2006) bajo el proyecto de Lesure (et al. 2006), y en 2005 se inició el Proyecto Arqueológico La Laguna (PALL) (Carballo, 2008).

Desde entonces se han excavado varias estructuras localizadas previamente mediante estudios geofísicos: un juego de pelota, un altar central en la plaza (E-12L-5), estructuras piramidales como las (E-12L-1 y la 13M-1), así como una zona de producción y probablemente habitacional denominada como Estructura 12M-3 a y b respectivamente y cuyos resultados son la base de la presente ponencia. El estudio incluye la detección de residuos químicos en las muestras obtenidas al perforar el piso de manera sistemática cada metro, siguiendo la retícula de excavación.

La estructura 12M-3 está localizada en la parte poniente del sitio. Se diferencia de las demás por su arquitectura y por sus elementos y materiales asociados: granero, horno, fogones, entierros y materiales sobre piso, los cuales, en combinación con el estudio químico de sus pisos han permitido entender el tipo de actividades que se realizaron y el papel que esta estructura jugó dentro del asentamiento.

SE09-28

ESTUDIO DE PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA. EL PROYECTO DEL PARQUE ECOARQUEOLÓGICO DE XOCLÁN, MÉRIDA, YUCATÁN.

Abejz García Luis Jorge¹, Barba Pingarrón Luis Alberto², Tresserras Juan Jordi³ y Ligorred Perramon Josep⁴

¹Fundació Bosch i Gimpera de la Universitat de Barcelona, Fgb

²Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM

³Universitat de Barcelona

⁴Facultad de Arquitectura, Universidad Autónoma de Yucatán

abejz@gmail.com

Un sitio arqueológico es una realidad diversa y compleja, cuyo conocimiento, protección y puesta en valor necesariamente debe de realizarse dentro de una concepción unitaria e integral. En este marco general, la prospección arqueológica se ha convertido en un modelo en donde es posible realizar una eficaz interrelación interdisciplinar si se contempla, igualmente, dentro de una propuesta metodológica amplia e integral para la investigación de un sitio arqueológico basada en la aplicación sistemática, secuencial y sumatoria de un conjunto de estudios. Se ha tomado como ejemplo la serie de trabajos que se han desarrollado y puesto en práctica en el Parque Ecoarqueológico de Xoclán, en la ciudad de Mérida, Yucatán, que alberga vestigios arqueológicos de un sitio maya prehispánico. La aplicación de estos estudios ha permitido realizar, en un primer momento, una aproximación al sitio de carácter diagnóstico; y, posteriormente, obtener un conocimiento preciso del mismo con el menor impacto posible sobre el patrimonio cultural y natural del parque. De este modo, se ha proporcionado una información cuantitativa y cualitativa con respecto al sitio arqueológico y al espacio en donde éste se halla, la cual ha podido ser utilizada por los responsables del parque tanto para la gestión inmediata del mismo como para el diseño de futuras actuaciones.

SE09-29

ESTUDIOS DE PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA EN MAGDALA, GALILEA, ISRAEL

Barba Pingarrón Luis Alberto¹, Blancas Vázquez Jorge¹, Ortiz Butrón Agustín² y Zapata Meza Marcela²

¹Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM

²Universidad Anáhuac México Sur

barba@unam.mx

Como resultado de un acuerdo de colaboración académica con la Universidad Anáhuac del Sur, el Laboratorio de Prospección Arqueológica del Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM realizó el estudio de 2 ha en un terreno ubicado en la costa poniente del Mar de Galilea, también conocido como Lago Tiberiades. Aplicando las técnicas geofísicas incluidas en la metodología de estudio establecida por el laboratorio se descubrió un sitio arqueológico sepultado durante dos mil años que presentó muros construidos con piedra que según Flavio Josefo fueron derrumbados por el ejército romano en el año 79 d.C., destruyendo la ciudad y provocando su abandono.

El análisis de la fotografía aérea no reveló indicadores de superficie que hubieran permitido prever la presencia del sitio, no obstante las excavaciones vecinas que habían descubierto años antes la presencia de restos romanos, lo sugerían. El levantamiento topográfico del terreno con GPS diferencial Ashtech mostró una superficie dividida en sectores escalonados y sugirió la forma en que los sedimentos pudieron haber cubierto el sitio acarreados desde las laderas del Monte Arbel. El estudio con gradiente magnético del terreno con un equipo Geoscan FM36 mostró la presencia de gran cantidad de fragmentos de piedra basáltica dispersos en el terreno. El contraste de propiedades magnéticas entre los sedimentos y las piedras de construcción permitió detectar con facilidad su presencia, no obstante esto también propició que el mapa final resultara muy ruidoso y difícil de interpretar. Finalmente el estudio de resistividad eléctrica del terreno con un equipo Geoscan RM15 permitió la visualización de muros en pie que formaron cuartos y conjuntos habitacionales como parte de la retícula urbana de la ciudad a poco más de un metro de profundidad. Esta combinación de técnicas permitió al final integrar la información de manera que se propusieron al proyecto arqueológico varias posibilidades de excavación.

Las excavaciones posteriores permitieron descubrir conjuntos habitacionales judíos con materiales arqueológicos propios de la vida cotidiana en esta región durante el primer siglo de nuestra era. Esto incluye cientos de monedas, muchos fragmentos de utensilios de vidrio y de cerámica, todos recuperados en el interior de espacios públicos y privados que incluyen baños rituales, panaderías, almacenes y cuartos de descanso. Estos espacios fueron divididos y comunicados por calles formando una retícula urbana.

SE09-30

IDENTIFICACIÓN DE TUMBAS DE TIRO EN EL ÁREA DE EL ARENAL, JALISCO, EMPLEANDO TOMOGRAFÍA RESISTIVA EN 2D

Alatorre Zamora Miguel Ángel¹, Gómez Gómez Gustavo² y Rosas Elguera José¹

¹División de Ingenierías, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, UDG

²Departamento de Física, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, UDG

alatorre2004@hotmail.com

El Occidente prehispánico de México se caracteriza por una relativa ausencia de grandes construcciones.

Recientemente se han reconstruido importantes zonas como Los Guachimontones, al occidente de Guadalajara. Un rasgo característico en estas zonas son sus pirámides centrales con diseños circulares que se consideran de una arquitectura especial en el mundo. La cultura que construyó esto complejos también destaca por la reproducción de tumbas formadas por un pozo vertical y una cámara horizontal. Estas tumbas, conocidas como tumbas de tiro, son únicas en México y le dan el nombre a una cultura conocida como Tradición Teuchitlán, que pobló los Estados de Colima, Michoacán, Zacatecas, Nayarit y, principalmente, Jalisco. Hacia el centro de Jalisco estas estructuras fueron realizadas aprovechando el gran espesor y la baja cohesión de depósitos pumíticos. También se encuentran en depósitos de cenizas y tefras soldadas.

Algunos estudios en los que se ha empleado Tomografía Resistiva, han mostrado la firma geofísica debida a tumbas de tiro de varios tipos. Destaca el estudio que se realizó en una plataforma circular hallada al ingreso de Los Guachimontones. Este estudio mostró la ubicación de dos tumbas de diferente diseño: una de bota y otra de botella, cuya ubicación era conocida. El estudio mostró la confiabilidad de la técnica eléctrica empleada para inferir la presencia y posición de las tumbas.

Considerando el éxito obtenido en Los Guachimontones, este estudio se aboca a aplicar tomografía resistiva en dos conjuntos piramidales localizados en el Rancho Santa Quiteria, del Municipio de El Arenal, en Jalisco, para identificar la presencia de tumbas de tiro. Aunque no son sitios reconstruidos, sus características arquitectónicas son semejantes con las de Los Guachimontones, con una estructura piramidal circular central rodeada por varias estructuras cuadradas. Según los descubrimientos realizados en Los Guachimontones y en

otros sitios semejantes, las tumbas deberían encontrarse debajo de cualquiera de estas estructuras.

Los dos conjuntos tienen topografía y geología diferentes, ya que uno se localiza en la cima de una montaña, entre derrames andesíticos y cultivos de agave, mientras que el otro se halla sobre una suave loma aparentemente constituida de cenizas volcánicas. En el primer conjunto (denominado Quiteria 1) se realizó una línea de 38 metros, mientras que en el segundo (denominado Quiteria 2) se midió en una línea de 64 metros, con distancia entre electrodos de 1 metro y el arreglo Wenner Alfa para ambos casos. De acuerdo a información local, Quiteria 2 fue destruido para fines agrícolas hace más de cuarenta años.

El modelado en Quiteria 1 no muestra la presencia de algún tipo de tumba, mientras que en el modelo en Quiteria 2 destacan anomalías de baja resistividad que parecen indicar la presencia de oquedades rellenas de arcillas o arenas con alta presencia de humedad. En especial una de estas podría corresponder con una antigua tumba en forma de bota, que podría ser una tumba saqueada o destruida accidentalmente, con una cámara horizontal sepultada. Altos resistivos se concentran en superficie, en puntos definidos que pueden corresponder con restos de las estructuras arquitectónicas.

SE09-31

CACAXTLA, EXPLORACIÓN GEOFÍSICA DE LOS DEPÓSITOS ARQUEOLÓGICOS

Sterpone Osvaldo José
Arqueología, INAH
osvaldo_sterpone@inah.gob.mx

El gran basamento de la ZMA de Cacaxtla ha sido explorado desde finales de los años 1970 con motivo del hallazgo de las pinturas con motivos asociados a manifestaciones culturales Mayas. Las distintas intervenciones han sido poco descritas y el Proyecto Arqueológico de Conservación del Gran Basamento de la ZA de Cacaxtla, Tlaxcala primera fase, ha recuperado información sobre las secuencias estratigráficas, además de generar modelos sobre los depósitos arqueológicos obtenidos mediante Resistivimetría y GPR. Con estos modelos se aborda la interpretación de las distintas problemáticas del Monumento Arqueológico como contribución para los procesos de conservación y restauración.

Coautores: Dr. Marius Ramírez Cardona, Ingeniero Geólogo Yoshio Castelan Luqueño

SE09-32

PRESENTACIÓN DEL LIBRO: "ESTUDIOS ARQUEOMÉTRICOS DEL CENTRO DE BARRIO DE TEOPANCAZCO EN TEOTIHUACAN" LINDA R. MANZANILLA (EDITORA) (COEDICIÓN ENTRE LAS COORDINACIONES DE HUMANIDADES Y DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA DE LA UNAM)

Manzanilla Linda Rosa
Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM
lmanza@servidor.unam.mx

Durante la reunión de la UGM-2010, se organizó un simposio sobre diversos aspectos de la arqueometría aplicados a un centro de barrio de Teotihuacan durante el Clásico: Teopancazco. De dicha reunión surge un libro editado por la directora del proyecto "Teotihuacan: elite y gobierno. Excavaciones en Xalla y Teopancazco", Linda R. Manzanilla, quien en los diversos proyectos emprendidos en el Valle de Teotihuacan ha enfatizado las virtudes de una perspectiva interdisciplinaria. En este libro se abordan las contribuciones que subrayan el aspecto arqueométrico del proyecto en Teopancazco, tanto en la prospección geofísica de superficie, el fechamiento, el análisis de la composición y procedencia de los materiales, los estudios de huellas de manufactura, así como los estudios de elementos traza y los análisis isotópicos sobre restos óseos humanos para determinar la procedencia y la paleodietas.

Los 33 participantes de este libro provienen de varias dependencias de la UNAM: el Instituto de Investigaciones Antropológicas, el Instituto de Física, el Instituto de Geofísica y el Instituto de Geología, resaltando la colaboración de personal académico de las Coordinaciones de la Investigación Científica y de la Coordinación de Humanidades de Ciudad Universitaria y del Campus Morelia. Además participan estudiantes de los posgrados en Estudios Mesoamericanos y de Antropología de la UNAM, así como académicos del Instituto Nacional de Antropología e Historia, tanto del Museo del Templo Mayor como de la Dirección de Salvamento Arqueológico; de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí; de la Universidad Autónoma de Coahuila, así como del Departamento de Historia del Arte de la Universidad de Valencia en España y del Departamento Bávaro de Geología y Paleontología de München, Alemania.

A través de este ejercicio interdisciplinario se abordó exitosamente la contrastación de los fechamientos radiocarbónicos y arqueomagnéticos, proporcionando una base cronológica para los diversos eventos del barrio; un análisis pormenorizado de la población multiétnica enterrada en Teopancazco por medios isotópicos; la identificación de los pigmentos, lapidaria y materiales

foráneos, así como sus posibles fuentes de procedencia, y las huellas de manufactura de objetos hechos en moluscos marinos y hueso.

Este volumen es el primero de varios que darán cuenta de la vasta información arqueológica y arqueométrica derivadas del proyecto "Teotihuacan. Elite y gobierno".

SE09-33 CARTEL

MODELO BIOCLIMÁTICO APLICADO A GUILÁ NAQUITZ (OAXACA, MÉXICO)

Pérez Crespo Víctor Adrián¹, Rodríguez Jesús²,
Arroyo Cabrales Joaquín³ y Alva Valdivia Luis M.⁴

¹Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM

²Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana, Burgos, España

³Laboratorio de Arqueozoología "M. en C. Ticul Álvarez Solórzano",
Subdirección de Laboratorios y Apoyo Académico, INAH

⁴Laboratorio de Paleomagnetismo, Instituto de Geofísica, UNAM
vapc79@gmail.com

Un sitio arqueológico de gran importancia es la Cueva de Guilá Naquitz; en este sitio se han encontrado restos humanos junto con las primeras evidencias de domesticación de maíz con una edad de 5 400 A. P., así como restos de aves, reptiles y mamíferos. Por tal motivo se han desarrollado diversos trabajos enfocados a conocer el ambiente existente en el sitio desde los 8,900 hasta los 6,700 años A. P., usando principalmente el registro palinológico del sitio. Sin embargo, otra forma de inferir el ambiente que existió en el pasado a partir de un yacimiento arqueológico es el uso de modelos bioclimáticos basados en el espectro bioclimático característico de la localidad obtenido a partir de los mamíferos que se encuentran representados en el yacimiento y en los biomas actuales; por ello usando esta técnica se propone un posible paisaje para Guilá Naquitz hace 5,000 años. Con base en 23 registros de especies y usando el modelo bioclimático, se obtiene que en la localidad se desarrolló un bioma que corresponde a un bosque tropical deciduo con lluvias en verano. Esto es concordante con el registro palinológico de la zona, mismo que indica la presencia de bosque de encinos y selvas bajas caducifolias en la zona con algunos bosques de pino que se desarrollaron en las partes altas de las serranías y las zonas ribereñas.

SE09-34 CARTEL

CRONOLOGÍA ARQUEOMAGNÉTICA DETALLADA DE TEOTIHUACAN Y BARRIOS ALEDAÑOS

Soler Arechalde Ana María
Instituto de Geofísica, UNAM
anesoler@geofisica.unam.mx

Se presentará la cronología de ocupación de Teotihuacan y barrios aledaños basada en los resultados paleomagnéticos obtenidos por más de 10 años de investigaciones en el área.

Se mostrarán secuencias obtenidas en excavaciones con estricto control estratigráfico.

Mediante una secuencia de imágenes se analizará el mejoramiento de la curva para Teotihuacan a través de los múltiples años de trabajo continuo del área.

SE09-35 CARTEL

ESTUDIOS ARQUEOMAGNÉTICOS EN: LA CIUDADELA, SIERRA DE LAS NAVAJAS Y XALASCO, CULTURA TEOTIHUACANA

Terán Guerrero Anuar Gabriel¹, Soler Arechalde Ana María², Gazzola Julie³, Pastrana Alejandro³, Caballero Miranda Cecilia² y Gómez Sergio³

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Instituto Nacional de Antropología e Historia
anuarteran@ciencias.unam.mx

En éste trabajo se presentan los resultados de la datación de material arqueológico obtenido en tres sitios arqueológicos La Ciudadela en Teotihuacan (Estado de México), Xalasco (Tlaxcala) y La Sierra de las Navajas (Hidalgo). El método de datación usado, trabaja con las propiedades magnéticas de los minerales embebidos en las muestras, y con la variación del campo magnético en el tiempo (variación secular). También se presentan los resultados de experimentos complementarios, los cuales permiten corroborar la hipótesis de existencia de minerales portadores de información magnética o minerales magnéticos, así como corroborar la hipótesis, en su caso, el tipo de magnetización y conocer la forma en que están organizados estos minerales magnéticos. Los resultados presentados en éste trabajo fueron cotejados con información arqueológica y mostraron una buena correlación, limitando aún más los períodos de ocupación que los obtenidos mediante técnicas de

radiocarbono, lo que permite suponer que servirán para construir una cronología más detallada de la dinámica de los sitios estudiados.

SE09-36 CARTEL

PETROGRAFÍA DE MATERIALES CERÁMICOS DEL SITIO ARQUEOLÓGICO DE CANTONA, PUEBLA: UNA VISIÓN DESDE LA CIENCIA DEL SUELO

Lailson Tinoco Becker¹, Cabadas Báez Héctor Víctor², Sergey Sedov³ y García Cook Ángel⁴

¹Coordinación de Ciencias Sociales y Humanidades, UASLP

²Estancia Posdoctoral Institut für Geographie und Geologie Julius-Maximilians-Universität Würzburg

³Instituto de Geología, UNAM

⁴Instituto Nacional de Antropología e Historia, DEA
lailsonb@gmail.com

El sitio arqueológico de Cantona se localiza al norte de la Cuenca Oriental de Puebla, en el oriente del Altiplano Central, con una altitud que va de los 2500 y los 2600 msnm. El área del sitio está limitada al norte por la Sierra de Zacapoaxtla y al oriente por la sierra que inicia en los volcanes Atitzin y Citlaltépetl y termina en el Cofre de Perote. Este sitio presenta una amplia ocupación humana dentro de los periodos Clásico y Epiclásico mesoamericanos y se caracteriza, principalmente, por ser edificado sobre un derrame basáltico del volcán Jalapasco.

En el marco del estudio de la cerámica como marcador cronológico de los asentamientos en el área, se decidió el ahondar en el conocimiento sobre los procesos de la producción alfarera en Cantona, para época prehispánica. Esto contribuirá para dilucidar respecto a fuentes de materia prima, procesos de producción, así como, las redes de intercambio o comercio de estos materiales a nivel regional. Tomando en cuenta estos aspectos, se realizó la caracterización petrográfica de los tipos cerámicos: Sotolaco Crema, Tezontepec Rojo, Tezontepec Negro, Payuca rojo, Mancuernas Negro, Xixiltepec Inciso, Poleo Rojo y Paxtle. Generalmente, análisis de este tipo, solamente intentan describir la mineralogía de las partículas gruesas o "desgrasante" que integran las pastas de las cerámicas; sin embargo, en los análisis presentes se considera, paralelamente, la descripción de la matriz arcillosa fina, de acuerdo a los parámetros manejados en el estudio micromorfológico del suelo (en particular, en lo referente a las propiedades de la masa basal). Es de resaltar que en las pastas cerámicas quedan relictos del "pasado pedológico" de sus materias primas: núcleos de Fe-Mn (relativos a procesos redox), "bloques retrabajados" de suelo (que poseen su propio comportamiento óptico, independiente del resto de la matriz arcillosa fina) que no lograron incorporarse totalmente a la pasta, rasgos de intemperismo diferencial, entre otros. La identificación de dichos relictos en las secciones delgadas, permite el filtrar la búsqueda de fuentes de material primas en el área o descartarlas definitivamente, antes de iniciar investigaciones en el marco de la geoquímica de elementos traza.

SE09-37 CARTEL

ESTUDIO DE FASES MINERALES EN JADES DE GUATEMALA Y MYANMAR POR ESPECTROSCOPIA RAMAN

Alba Aldave Leticia Araceli
Geología, UNAM
aldave@unam.mx

Jade es un término que se usa para describir dos tipos de roca: una compuesta por nefrita que es la variedad afelpada, de microcristalina a criptocristalina. del anfíbol tremolita-actinolita [Ca₂(Mg,Fe)5Si₈O₂₂(OH)₂] y otra compuesta principalmente por el mineral jadeíta que es un piroxeno [NaAlSi₂O₆].

Tanto Mesoamérica como China se distinguen como los hogares de las grandes culturas tempranas de jade, siendo la nefrita la fase predominante en el jade de China mientras que el de Mesoamérica está constituido predominantemente por la jadeíta. Los aztecas llamaban chalchihuites al jade jaspeado y quetzalitzli al jade verde esmeralda, el jade más apreciado.

Los jades tienden a ser texturalmente crípticos y composicionalmente heterogéneos, por lo que es difícil determinar su origen sólo por su composición química de elementos mayores y trazas. Es necesario llevar a cabo un análisis de asociación mineral detallado para poder descifrar entre las posibles fuentes.

La espectroscopía micro-Raman es una técnica muy poderosa para el estudio de piezas arqueológicas ya que es una técnica no-destructiva y puede analizar e identificar de manera selectiva minerales tan pequeños como 1 µm y que se presenten en fases minoritarias menores al 1%. Frecuentemente esta información no es fácil de obtener por otras técnicas analíticas clásicas tal como la difracción de rayos-X, ya que para poder detectar una fase minoritaria se requiere que ésta se encuentre en la muestra con una concentración relativa mayor de 5%, siendo además una técnica destructiva que afectar la integridad de la muestra para obtener los difractogramas.

A pesar de lo anterior, el estudio de muestras minerales y de interés arqueológico por espectroscopía Raman en México está muy poco desarrollado, por lo que se requiere hacer un notable esfuerzo al respecto para catalogar la gran riqueza mineral y arqueológica de nuestro país.

En el trabajo que se presenta se obtuvieron los espectros Raman de diversas fases cristalinas de jades con diferentes texturas y colores con el objeto de caracterizarlas y poder comparar su composición mineralógica. Se analizaron jades de diferentes tonos de verde, azules, lavanda, negros, grises y naranjas de Guatemala y de Myanmar. También se analizaron algunas piezas arqueológicas mexicanas y se pudo determinar cuáles contienen jadeíta y cuáles están formadas por serpentina, eclogita, cuarzo verde, etc. A partir de lo anterior se pudo observar una gran similitud entre una muestra colectada en la zona del Río la Palmilla, al norte de la falla de Motagua, con una cuenta de un collar encontrado en El Mogote, cerca de Tonatico, estado de México, así como diferencias notables en los minerales otra pieza arqueológica de jadeíta encontrada en un enterramiento de la zona arqueológica de Tzintzuntzan. También se observaron las similitudes y diferencias mineralógicas entre las jadeítas de Guatemala y Myanmar.

SE09-38 CARTEL

ISÓTOPOS DE SR APLICADOS A ESTUDIOS DE MIGRACIÓN HUMANA: CRÁNEOS ASOCIADOS A OFRENDAS DEL TEMPLO MAYOR

Solis Pichardo Gabriela¹, Barrera Huerta Alan², Chávez Balderas Ximena², Schaaf Peter³ y Hernández Treviño Teodoro³

¹Instituto de Geología, UNAM

²Escuela Nacional de Antropología e Historia

³LUGIS, Instituto de Geofísica, UNAM

gsolis@geofisica.unam.mx

En general, en el estudio de las sociedades humanas, varias técnicas isotópicas se han utilizado, entre otras cosas, para reconstruir nivel trófico, paleodietas, niveles o clases sociales por acceso diferencial a recursos alimenticios y de hábitos de migración. En el caso de la arqueología las relaciones de ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr medidas en huesos y dientes de esqueletos humanos prehistóricos se han utilizado como indicadores de datos directos sobre los ambientes en donde se desarrollaron los individuos. La teoría se basa en la incorporación del Sr a las estructuras biológicas por medio del proceso de nutrición.

Tradicionalmente, las osamentas humanas sólo eran objeto de observaciones descriptivas relacionadas con datos de edad, género, patologías aparentes, la clásica osteología cultural (deformaciones y mutilaciones macroscópicas rastreables en huesos y dientes) y las entesopatías (alteraciones óseas por trabajo o actividad). En los últimos años se han agregado a estos estudios los análisis isotópicos de Sr para demostrar aspectos de movilidad comparando dos momentos de la vida de una persona.

Por medio de esta técnica isotópica se puede estimar si algún individuo permaneció toda su vida en un sitio determinado o si éste emigró desde alguna otra región. Al mismo tiempo, comparando las relaciones isotópicas de ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr en el esmalte y los huesos de los individuos contra el estudio de suelo, podemos indagar la región o las regiones donde ellos desarrollaron su infancia y sus últimos años de vida.

En este trabajo se tomaron muestras de cráneos y dientes de 6 individuos provenientes de la colección de restos óseos encontrados durante nuevas excavaciones en el Templo Mayor de Tenochtitlan en el centro de la ciudad de México. La colección osteológica localizada en la Bodega de Resguardo del Museo del Templo Mayor comprende el material recuperado en lo que fue el edificio más importante dentro de la capital tenochca, el centro político y ritual por excelencia. El objetivo es identificar presencia de individuos no locales de la Cuenca de México colocados dentro de las ofrendas del Templo Mayor. Todos los cráneos mostraron firmas isotópicas del Valle de México mientras que algunos esmaltes dieron valores ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr más altos, lo cual es indicativo para contextos de migración. De donde? Las interpretaciones más detalladas se presentarán en la reunión.

SE09-39 CARTEL

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA ELEMENTAL Y DE FASES MINERALÓGICAS DE FRAGMENTOS DE "CERÁMICA CAFÉ DE EL PASO" SAMALAYUCA, CHIHUAHUA, MÉXICO

Carranco Rodríguez Jesús Alfredo, Domínguez Acosta Miguel, Elizalde Galindo José Trinidad y Farias Mancilla José Rurik
Instituto de Ingeniería y Tecnología, UACJ
fredy_c13@hotmail.com

La parte centro-norte del Desierto Chihuahuense (norte de México y sur de los Estados Unidos) fue utilizada como asentamiento cultural por diversos grupos indígenas prehispánicos, entre ellos los pertenecientes a la cultura Mogollón. En el área de Samalayuca al norte de Chihuahua, se han encontrado vestigios cerámicos (fragmentos) del tipo "Cerámica café de el Paso", los cuales pertenecieron a la vertiente Jornada-Mogollón (1800 a 1600 AP).

Estos fragmentos se distinguen por ser tecnológica y estéticamente sencillos, comúnmente monocromáticos con tonalidades de café a rojizos. En la estructura interna de los fragmentos se observa la presencia de una matriz mineral de grano muy fino que forma el material aglutinante. Incorporado a esta matriz se aprecian inclusiones más grandes de granos minerales en tamaños de arenas medianas a gruesas. Las superficies (interna y externa) de los fragmentos cerámicos presenta un frente de oxidación causado por la coadura de las piezas, mientras en algunos casos la parte interna permanece inalterada. El análisis químico y mineralógico de los fragmentos se efectuó para tres fracciones de material tamizado por tamaño, material por debajo de 0.075 mm, material entre 0.075 y 0.145 mm, y materiales por encima de 0.145 mm. La composición química elemental se obtuvo a través de espectroscopia de energía dispersada (EDS). La matriz o fracción de finos está compuesta por C, O, Mg, Al, Si, K, Ca, Fe, Na en la mayoría de las muestras, y Ti en solo una de las muestras. Las fases mineralógicas se determinaron por medio de difracción de rayos X (XRD), observando un dominio de aluminosilicatos (feldespatos y plagioclasas) y cuarzo. Estos análisis pueden aportar indicios respecto al origen de las fuentes de los materiales utilizados, en especial de las inclusiones.

SE09-40 CARTEL

ANÁLISIS DE JADES POR MÉTODOS DE RAYOS X

Girón García María Patricia

Geología, UNAM

pgiron@geologia.unam.mx

Por medio de las técnicas de análisis por Difracción de rayos X (DRX) y Fluorescencia de rayos X (FRX) ha sido posible identificar las fases mineralógicas presentes, así como la composición química, de una gran variedad de muestras de jade.

El jade es un término genérico que se refiere a dos minerales con una estructura cristalina muy diferente, uno de ellos la jadeíta, $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$ del grupo de los piroxenos; el otro, la nefrita $\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ del grupo de los anfíboles.

La jadeíta y la nefrita son de color blanco en su estado puro. Cualquier otro color es causado por la inclusión de otros minerales o por sustitución iónica de metales de transición. La jadeíta es la más densa y dura de las dos, con una variedad de colores que van desde el blanco, a tonos de verde pálido al verde esmeralda, menos frecuentes son las de color azul, violeta, amarillo, naranja y negro. Por ésta razón y debido a su escasez, la jadeíta es la más valiosa y apreciada de los dos minerales.

Se han analizado muestras de diferentes localidades, principalmente Guatemala, Myanmar, Canadá, China y Corea. Los análisis han sido realizados en el Instituto de Geología de la UNAM. La difracción de rayos X de las muestras en polvo se hizo en el Difractómetro Philips y la Fluorescencia de rayos X con el espectrómetro Siemens SRS 3000.

Los resultados obtenidos por DRX muestran que en el caso de algunos jades de Guatemala, solo se observa el patrón típico de jadeíta, mientras que en muestras de Myanmar, los minerales asociados a jadeíta son albíta, alciná y pirofilita. En el caso de las nefritas, las fases identificadas para las nefritas de Canadá son actinolita, tremolita y clinocloro, mientras que en muestras de Corea sólo se observa actinolita y tremolita.

La composición química obtenida por FRX, muestra que tanto jadeítas como nefritas tienen concentraciones similares de SiO_2 , mientras que CaO y MgO son considerablemente mayores en las nefritas y las de Al_2O_3 y Na_2O son mucho mayores en las jadeítas. La pérdida por calcinación (PxC) de las nefritas es mayor que en las jadeítas, debido a la presencia del grupo OH en la estructura de las nefritas.

Como conclusión se puede decir que los métodos de análisis aplicados, nos ha permitido diferenciar jadeítas de nefritas, así como identificar muestras de serpentinitas y cuarzo verde que parecían ser jades.

SE09-41 CARTEL

EXTRACCIÓN DE GRANOS DE ALMIDÓN EN CÁLCULOS DENTALES PARA EVALUAR LA DIETA

Cruz Palma Jorge Ezra¹, Acosta Ochoa Guillermo¹ y García Hernández María del Carmen²¹Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM²Escuela Nacional de Antropología e Historia

jorge_ezrat@hotmail.com

El presente proyecto intenta evaluar la alimentación de los antiguos pobladores de Teotihuacán en base a una evidencia directa localizada en los restos óseos de poblaciones prehispánicas: Los cálculos dentales. A diferencia de la extracción de almidones arqueológicos de suelos o artefactos arqueológicos (los cuales son susceptibles a la contaminación del contexto), los almidones extraídos de la matriz cementada del sarro (cálculo) dental son resultado directo de los restos de la alimentación del individuo que los consumió en vida. Diversos factores como la dieta o la escasa higiene dental favorecen el desarrollo de

este depósito formado por sales minerales, restos de comida y otros desechos, formando una superficie rugosa que atrapa más desechos y partículas de alimentos (entre ellas, los almidones) en un ciclo continuo de formación y acumulación. De esta manera, el sarro no solo es un indicador directo del tipo y hábitos de alimentación del individuo, sino que permite la preservación de los restos de su alimentación en una capa endurecida que puede persistir a la muerte del individuo.

En base a una investigación previa (Análisis de granos de almidón en arqueología: aplicaciones en el estudio de la agricultura temprana), hemos establecido los protocolos necesarios para la recuperación e identificación de almidones procedentes de contextos y artefactos arqueológicos. Como una nueva etapa de esta investigación, proponemos la posibilidad de una aplicación concreta de estos protocolos con la finalidad de estudiar la alimentación prehispánica, para tal efecto se tomará como estudio de caso los entierros procedentes de 2 barrios en Teotihuacán: Atetelco y La Ventilla. Con ello, se pretende contribuir al conocimiento de la alimentación prehispánica, evaluando la importancia relativa de alimentos como el maíz, el frijol y camote

Sesión Especial

**AVANCES RECIENTES EN
PALEOMAGNETISMO Y
PROPIEDADES MAGNÉTICAS DE
ROCAS - 5TO ANIVERSARIO DE
LABORATIO INTERINSTITUCIONAL
DE MAGNETISMO NATURAL**

Organizadores:

Bertha Aguilar Reyes
Juan Morales Contreras
José Rosas Elguera
Isabel Israde
Rafael Maciel
Cecilia Caballero
Manuel Calvo Rathert

SE10-1

ANISOTROPY OF MAGNETIC SUSCEPTIBILITY AND MAGNETIC PROPERTIES OF OBSIDIANS: VOLCANIC IMPLICATIONS

Cañón Tapia Edgardo y Cárdenas Karla
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
ecanon@cicese.mx

The anisotropy of magnetic susceptibility (AMS), hysteresis and thermomagnetic curves of two sets of obsidians with contrasting bulk compositions are reported in this work. The cooling and deformation history of one of those obsidians is perfectly known, as these specimens were produced in the laboratory using material from a basaltic lava flow. The other samples are occurrences of a more silicic composition, and for which the AMS has been documented to have a close relationship with the distribution of microlites. The results of our measurements indicate that although the deformation and cooling histories of the lava might influence the exact composition of the ferromagnetic fraction, the relationship between the AMS and the deformation history does not seem to be altered. Furthermore, the results of this work indicate that the AMS can be associated to a population of ferromagnetic minerals of a submicroscopic size, despite of which it can be very well defined and yield large degrees of anisotropy. It is suggested that the AMS associated to such population of small grains might indeed be the origin of the AMS of other igneous rocks that have an optically observable fraction of mineral grains, although until present it had been overlooked in most instances. Use of tests designed to identify the contribution of a superparamagnetic fraction (SP) in the magnetic properties of a rock can help us to identify the presence of such a SP-related AMS in other cases.

SE10-2

JURASSIC-LOWER CRETACEOUS RECONSTRUCTION OF THE NW MARGIN OF SOUTH AMERICA: PALEOMAGNETIC INSIGHTS

Bayona Germán¹, Nova Giovanni¹, Montaña Paola¹, Rapalini
Augusto², Cardona Agustín³, Montes Camilo⁴ y Vasquez Mónica⁴

¹ARES

²Universidad de Buenos Aires, Argentina

³Universidad Nacional de Medellín, Colombia, ARES

⁴Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia, ARES

gbayona@cgaes.org

Two different assemblages of Jurassic rocks, a westward domain of magmatic origin and an eastern domain of sedimentary origin with minor magmatic activity, are presently juxtaposed in the Andes of northern Peru, Ecuador, Colombia and Venezuela. In contrast, Lower Cretaceous siliciclastic and carbonate strata cover uniformly these different Jurassic provinces in Colombia and Venezuela Andes. We use paleomagnetic techniques to investigate whether the magmatic arc of the western domain was located at the same paleo-latitude of the sedimentary rocks of the eastern domain in Jurassic and early Cretaceous time. We evaluate the results of more than 161 paleomagnetic sites of lower-middle Jurassic rocks and 80 paleomagnetic sites of Cretaceous rocks carried out in the last 40 years by several authors and our work in Colombia and Venezuela.

Paleomagnetic data indicate that middle Jurassic magmatic rocks from the western domain of Colombia (Putumayo-Central Cordillera- San Lucas Range-Santa Marta massif and adjacent Magdalena-Cesar and Rancheria basins; 59 sites) and sedimentary of the southern Eastern domain (middle Jurassic rocks of the Eastern Cordillera; 5 sites) originated in southern latitudes (northern Peru), whereas Lower Cretaceous paleomagnetic data (41 sites) indicate an equatorial position. Declination data constrain localized vertical-axis rotations.

In contrast, the paleo-latitudinal location of northern ranges of the eastern domain (Merida Andes, Perija Range and Cosinas Range) indicate that Jurassic volcanoclastic and siliciclastic strata (97 sites) and Lower Cretaceous strata (41 sites) accumulated more likely in northern paleo-latitudes, with slightly higher latitudes in middle Jurassic time and equatorial latitudes in Early Cretaceous time. Declination values of the Santa Marta massif (western domain), Perijá and Cosinas ranges (eastern domain), document a regional clockwise rotation of the Maracaibo microplate and the Guajira Range, but with significant variation among ranges.

Our preliminary interpretation leads us to propose a paleo-suture in late Jurassic time. Lower-middle Jurassic magmatic arc related to subduction in the north-central margin of the South America plate had a linear trend; a significant decrease of magmatic activity along this margin in late Jurassic time is associated with the relative northward migration of a fragment of this magmatic belt in late Jurassic. This along-margin movement of terranes, supported by paleomagnetic data and decrease of magmatic activity, explains the juxtaposition of two northward-oriented middle Jurassic magmatic belts in the Colombian Andes (Central Cordillera-Santander massif), and the NE-striking Merida graben. The middle Jurassic extensional basins and associated magmatic arcs in the northernmost South America plate and amalgamated Mexican terranes were more dispersed, in contrast to the linear trend proposed farther south. The relative southward migration of northern ranges in late

Jurassic is associated with the development of the proto-Caribbean plate that separated Mexican and Colombian terranes, which were formerly amalgamated during the Pangea collision.

This hypothesis of upper Jurassic paleo-suture is tested with other techniques, like comparison of geochemistry signature of the magmatic arcs of the western and eastern domains, geochronological data of plutonic, volcanic and sedimentary rocks, and affinity of ammonites documented in Peru, Colombia and Mexico.

SE10-3

AN UPDATED PALEOMAGNETIC TEST OF THE PATAGONIAN OROCLINE

Rapalini Augusto Ernesto¹, Peroni Javier², Luppo Tomás¹,
Tassone Alejandro¹, Lippai Horacio¹ y Vilas Juan Francisco¹

¹Instituto de Geociencias Básicas, Aplicadas y
Ambientales de Buenos Aires, IGEB, Argentina

²Servicio Geológico y Minero Argentino, SEGEMAR, Argentina
rapalini@gl.fcen.uba.ar

The southern Andes show a major bending at the southern tip of South America, where the Fuegian Cordillera shows a nearly E-W trend. This curvature is widely known as the Patagonian Orocline and whether this is a primary or secondary feature remains controversial. Paleomagnetism is a powerful tool to determine the primary or secondary origin of curved orogens. Paleomagnetic data along the Patagonian Orocline are still scarce to provide a reliable and unambiguous answer to this question. New paleomagnetic results on Late Jurassic to Late Cretaceous magmatic units along the Fuegian Cordillera of Argentina and Chile are reported. Five sites on Late Jurassic-Early Cretaceous metabasalts and metagabbros of the Lemaire Formation showed a post-tectonic characteristic remanence with significant counterclockwise rotations (26-50°) in four of them. Paleomagnetic data from a Late Cretaceous dacite and three small intrusions (the Jeupén, Krank and Santa Rosa plutons) also showed ccw declination anomalies between 28° and 35°. A small area of the latter, affected by an E-W sinistral strike-slip fault, presented much larger declination anomalies indicating the presence of a local tectonic rotation. From these and previous data a picture of a nearly homogeneous post-Late Cretaceous regional rotation of the Fuegian Cordillera is suggested. This supports a model of nearly 30° of ccw secondary bending of the Patagonian Orocline since the latest Cretaceous (72 Ma). Occasional larger declination anomalies are likely related to local rotations associated to strike-slip tectonics.

SE10-4

THE APPARENT POLAR WANDER PATH MESS, AND WHY NOT DISCARD THE RED BED DATA YET

Molina Garza Roberto
Centro de Geociencias, UNAM
rmolina@geociencias.unam.mx

Apparent polar wander paths (APWPs) have been key to validate paleogeographic reconstructions, as well as quantifying terrane and block rotations or displacements. Constructing APW paths is a contentious issue, with controversy arising from data selection, use of time scale, form of averaging poles, and plate kinematics assumptions. More recently two additional considerations have been included in this discussion: the claim that most (if not all) paleomagnetic records in sedimentary rocks are biased by inclination shallowing, and the use of "imported" poles from other plates (disregarding plate reconstruction uncertainties). We present an evaluation of igneous-rock-based APWP for North America based on a global database, and demonstrate that its use leads to insurmountable problems. For instance, at face value this APW path would indicate about 850 km of latitudinal displacement of the southern Arizona Corral Canyon locality since the Middle Jurassic, or 1200 km for correlative rocks in Sonora; both are not supported by geological constraints. Similarly, the reference pole for earliest Jurassic (~200 Ma) would indicate that eolianites of the Wingate Sandstone in SE Utah and fluvial sandstones of the Moenave Formation in NE Arizona are affected by flattening factor of 0.2 to 0.4. Such high f values are unrealistic for sandstone-dominated facies. Analysis of sample distributions in those rocks cannot support f values smaller than 0.6. The claim that most redbed records are affected by inclination shallowing is based on a particular secular variation model, which assumes a smooth latitudinal dependence of VGP (virtual geomagnetic pole) dispersion. But this dependence has been recently shown to be an artifact of the directional to pole space transfer function. The ellipticity (elongation) of a directional data distribution has been proposed as the means for identifying inclination shallowing. We show that the viscous, chemical and detrital magnetizations in redbeds all result in elongations below that predicted by the E/I method, but this do not indicate that samples were subjected to inclination shallowing.

SE10-5

**ESTUDIO PALEOMAGNÉTICO DE LOS BASALTOS DE LA
PROVINCIA MAGMÁTICA DE PARANÁ, AMÉRICA DEL SUR:
IMPLICACIONES GEOMAGNÉTICAS Y GEODINÁMICAS**Cervantes Solano Miguel Angel¹, Gogichaisvili Avto², Sánchez Bettucci Leda³,
Mena Mabel⁴, Trindade Ricardo⁵, Aguilar Reyes Bertha² y Morales Contreras Juan²¹Escuela Nacional de Estudios Superiores, Campus Morelia²Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, UNAM³Universidad de la República, Uruguay⁴Universidad de Buenos Aires, Argentina⁵Universidad de São Paulo, Brasil

miguel_cervantes@comunidad.unam.mx

Actualmente se piensa que las inversiones de polaridad geomagnética ocurren espontáneamente como resultado de la acción normal de dinamo más que por un efecto externo. Si este es el caso, es de esperar que en los periodos en los que la frecuencia de las inversiones geomagnéticas sea sustancialmente diferente, dichos periodos se caractericen por diferentes formas de variación secular. Dos de estos periodos fueron el Súper Cron Normal Cretácico (CNS: 84-125 Ma) cuando el campo se encontraba predominantemente en un estado de polaridad y el periodo Jurásico (145-200Ma) cuando las inversiones se presentaron en una rapidez promedio de 4.6 Ma-1 Ma. Sin embargo, aún no hay información disponible de los regímenes intermedios, a pesar de los incrementos recientes en cantidad y calidad de los datos paleomagnéticos, no todos son confiables y su distribución geográfica es muy escasa, esto se hace más evidente cuando se habla del hemisferio sur. En el siguiente trabajo se reportan los resultados de un estudio paleomagnético y de magnetismo de rocas realizado a distintas formaciones geológicas pertenecientes a la Provincia Magmática de Paraná (PMP) con la finalidad de establecer posiciones más precisas de los polos paleomagnéticos estables de América del Sur y contribuir al estudio de la variación paleosecular del campo magnético de la Tierra durante el Cretácico temprano, el estudio consiste en el análisis de muestras recolectadas en las siguientes formaciones, la Formación Posadas en Misiones Argentina, la Formación Arapey en Uruguay y la Formación Alto Paraguay.

Considerando en conjunto a estas tres formaciones, se puede afirmar que, en promedio, los polos paleomagnéticos encontrados concuerdan con los polos reportados anteriormente para la Provincia Magmática de Paraná. Por otro lado, las posiciones de los polos paleomagnéticos son diferentes a los esperados por las reconstrucciones realizadas a partir de la posición del Hotspot lo cual puede deberse a un evento de real deriva polar, al movimiento del Hotspot, a rotaciones tectónicas locales no identificadas o a un muestreo insuficiente para descartar la variación paleosecular. Los resultados del análisis de la variación secular nos sugieren un estilo diferente de variación secular durante y justo antes del Supercrón Normal Cretácico, lo que apoya la afirmación de que existe una relación entre la variación paleosecular y la frecuencia de las inversiones geomagnéticas.

SE10-6

**ROCK-MAGNETIC AND PALEOMAGNETIC STUDIES ON
SEDIMENTS FROM LAGUNA CHALTET (PATAGONIA, ARGENTINA)**Gogorza Claudia^{1,2}, Irurzun María^{1,2}, Sinito Ana^{1,2}, Palermo
Pedro¹, Fey Michael³, Ohlendorf Christian³ y Zolitschka Bernd³¹Instituto de Física Arroyo Seco, UNCPBA, Argentina²CONICET, Argentina³GEOPOLAR, Institute of Geography, University of Bremen, Germany
cgogorza@exa.unicen.edu.ar

We have performed paleomagnetic and rock magnetic studies on four short sediment cores from Lake Chaltet (Patagonia, Argentina) (49°57'S 71°06'W). Measurements of intensity and directions of Natural Remanent Magnetization (NRM), magnetic susceptibility (k), isothermal remanent magnetization, saturation isothermal remanent magnetization (SIRM), back field and anhysteretic remanent magnetization at 100 mT (ARM100mT) were performed and several associated parameters calculated (ARM100mT/k and SIRM/ ARM100mT). Also, as a first estimate of relative magnetic grain-size variations, the median destructive field of the NRM (MDFNRM), was determined. Stability of the NRM was investigated by alternating-field demagnetization (AF). Most of the samples show no systematic change in the direction of their remanent magnetization during AF demagnetization; few of them have a viscous magnetization, which could easily be removed by AF demagnetization at about 10 mT. Rock magnetic properties document that the main carriers of magnetization are ferrimagnetic minerals, predominantly pseudo-single domain magnetite. A total of nine samples was dated by AMS 14C techniques at the Poznań Radiocarbon Laboratory, Poland. Radiocarbon ages were calibrated with the southern hemisphere calibration curve (SHCal04, McCormac et al., 2004) using the software CALIB 5.0.1 (Stuiver and Reimer, 1993; Stuiver et al., 2005) and are given as calibrated years before present (cal. BP). A basal age of 4616 cal. BP is obtained for the core CHA-04-4. The NRM as well as declination and inclination logs of the characteristic remanent magnetization for all samples

as function of calibrated ages were obtained. The new paleomagnetic inclination and declination record from Lake Chaltet since 4700 cal. BP is compared with the closest available records, including lacustrine records from further north in Argentina (lakes El Trébol, Moreno and Escondido) and Laguna Potrok Aike.

Our new results represent a step forward in constructing a reference PSV curve for SW of Argentina that can be used to date sedimentary sequences. These results can also be used to improve the reliability and accuracy of global geomagnetic field models.

SE10-7

**CAMPO GEOMAGNÉTICO PROMEDIADO EN EL
TIEMPO, VARIACIÓN SECULAR Y CORRELACIÓN
MAGNETOESTRATIGRÁFICA EN FLUJOS DE LAVAS DEL
PLIOCENO - RECIENTE DEL SUR-OCCIDENTE DE COLOMBIA**Sánchez Duque Alexander^{1,2}, Mejía V.³, Opdyke
N. D.⁴, Rosales A.³, Torres P.⁵ y Pinilla A.⁶¹Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Colombia²LIMNA, UNAM, Campus Morelia³Departamento de Física y Química, Universidad
Nacional de Colombia, Sede Manizales, Colombia⁴Department of Geological Sciences, University of Florida, USA⁵Departamento de Biología, Universidad del Cauca, Colombia⁶Departamento de Geociencias, Universidad
Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Colombia
asanchezduq@gmail.com

Cuarenta sitios de edad Plioceno - Reciente, cada uno correspondiente a un flujo de lava, un flujo piroclástico o un domo, pertenecientes a los complejos volcánicos del sur-occidente de los Andes Colombianos (volcanes Puracé, Galeras, Chiles, entre otros), fueron muestreados para realizar estudios del campo geomagnético promediado en el tiempo (TAF por sus siglas en inglés) y de variaciones paleoseculares. Un total de 10 núcleos fueron extraídos por sitio, sometidos en laboratorio a un tratamiento de desmagnetización progresiva por campo alterno (AF) y en algunos casos a un tratamiento adicional de desmagnetización térmica. Se empleó el análisis de componentes principales (PCA) para calcular la dirección (declinación e inclinación) de la magnetización característica (ChRM) de cada núcleo, estadística de Fisher para calcular la dirección media por sitio; 28 sitios (16 con polaridad normal y 12 con inversa), fueron seleccionados para cálculos posteriores según estrictos criterios de calidad de datos. Se encontró que los resultados paleomagnéticos de los sitios en la región sur-occidente de Colombia (D=357.7°; I=7.0°; #95=7.3°, Dispersión de VGPs = 14.0o) coinciden con los modelos más aceptados en la literatura (modelo GAD y modelo G), excepto con el modelo GAD mas pequeña (5%) componente cuadrupolar, modelo con el que se esperaba tener mejor ajuste.

Se tomó la decisión de separar los datos paleomagnéticos obtenidos en dos conjuntos, cada uno correspondiente a un segmento volcánico ubicado en las regiones de Cauca y Nariño -separados geográficamente por la depresión Cauca-Patía y distanciados por lo menos un grado de latitud- para así evaluar el impacto sobre el cálculo de la dirección paleomagnética media regional de las sutiles diferencias entre ambos segmentos y verificar la existencia de algún efecto de la tectónica local. Los resultados paleomagnéticos de los sitios en el área del Cauca (D=1.2°; I=21.0°; #95=9.2°, Dispersión de VGPs = 15.5o) no coinciden con alguno de los modelos (GAD, GAD mas pequeña (5%) componente cuadrupolar y modelo G), mientras que el análisis de los sitios localizados en el área de Nariño (D=355.6°; I=2.2°; #95=8.5°, Dispersión de VGPs = 13.5o) coincide con dichos modelos. El valor alto de la inclinación calculada en Cauca, sugiere que el área fue afectada por movimientos tectónicos de basculamiento. Para ambas regiones se elaboró una correlación magnetoestratigráfica que incluyó la mayoría de los sitios muestreados, encontrándose coincidencia entre la polaridad magnética de las lavas, obtenida en el laboratorio, y la polaridad esperada de acuerdo a la escala de tiempo de polaridad magnética y las edades reportadas en la literatura.

SE10-8

ESTUDIO PALEOMAGNÉTICO INTEGRAL DE LOS FLUJOS DE LAVA ASOCIADOS AL CAMPO VOLCÁNICO MICHOACÁN GUANAJUATO

Maciel Peña Rafael¹, Gogichaishvili Avto², Henry Bernard³,
Sánchez Bettucci Leda⁴, Aguilar Reyes Bertha² y Morales Juan²

¹Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural,
Sede Tacambaro, Departamento de Geociencias, ITST

²Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural,
Instituto de Geofísica, Unidad Michoacán, UNAM

³Laboratoire de Paleomagnetisme, Institut de Physique de Globe de Paris, Francia

⁴Facultad de Ciencias, Instituto de Geología y
Paleontología, Universidad de la República, Uruguay
rafaelmaci@hotmai.com

Detalles de registros paleomagneticos permiten observar las variaciones remotamente la actividad del centro de la Tierra en diferentes escalas de tiempo. Por otro lado los estudios de variación paleosecular (PSV, por sus siglas en ingles) y campo promediado en tiempo (TAF) estan siendo considerados como un factores decisivos para precisar la descripción de las fluctuaciones del campo magnético de la tierra. El TAF evidencia los desvíos del dipolo geocéntrico axial (GAD). La iniciativa del TAF comenzó con crear una base de datos de observaciones geomagnéticas para los últimos 5 Ma. El análisis de esta nueva generación de resultados paleomagneticos muestra que los datos a bajas latitudes pueden ser más dispersos que los de altas latitudes. Este punto depende de manera crítica sobre un conjunto de datos de latitud cercana a los 20°N. Muchos registros paleomagneticos de la Faja Volcánica transmexicana muestra una dispersión relativamente alta y evidencia de rotaciones tectónicas (principalmente en sentido contrario a las manecillas del reloj, de 10° a 20°) lo cual hace difícil concluir acerca de la variación de la campo magnético de la Tierra. En este trabajo se presenta nuevos resultados paleomagnéticos de 73 unidades de enfriamiento independientes pertenecientes al Campo Volcánico Michoacán Guanajuato (CVMG) en el oeste de México. La mayoría de los sitios estan fechados por el método radiométrico de Ar-Ar y K-Ar y las edades van desde 5 Ma hasta la actualidad.

SE10-9

IRON MINERALS NEAR THE EARTH'S SURFACE: SOME KNOWN KNOWNS, SOME UNKNOWN UNKNOWNNS!

Banerjee Subir¹, Lee Penn R.² y Berquo Thelma S.³

¹Institute for Rock Magnetism, University of Minnesota, USA

²Department of Chemistry, University of Minnesota, USA

³Department of Physics, Concordia University, USA
banerjee@umn.edu

In paleo- and rock magnetism the most common iron mineals in the sedimentary carapace are magnetite, maghemite and hematite and their titanium and aluminium substituted compounds. These are the 'known knowns', meaning that both the sources of their magnetization and the explanation of their prsence are known to us, with minor qualifications. Therefore, the presence or absence of them can be easily detected by magnetic methods and interpreted with confidence as signaures of past geological events. These can therefore be called 'known knowns', even though recent research has emphasized the complexities introduced by order disorder phenomena in titanium substituted hematites.

In this talk, I will focus on the 'unknown unknowns': certain iron oxides, oxyhydroxides, carbonates, sulfides and even phosphates. They are frequently found in micrometer or nanometer sizes in soils and in sediments form lakes, karst regions, dust deposits and ocean basins. I would claim that not all their magnetizations and their variations with size, doping, crystal structures, and inter-particle interactions need much new research. Only then can we hope to remove the appellation of 'unknown'. Secondly, because these iron minerals often occur in diverse settings, some of them common but others not, we have to admit that their true worth as 'signatures' of environmental and climate changes can be another 'unknown'. Hence the reference to 'unknown unknowns' in the title here.

SE10-10

DEFECT MOMENT AND MAGNETIC MEMORY IN HEMATITE

Özdemir Özden

Chemical and Physical Sciences, University of Toronto, Canada
ozdemir@physics.utoronto.ca

Saturation isothermal remanent magnetization has been studied on submicron hematites and natural hematite single crystals before and after zero-field cycling through the Morin transition (TM). SIRM cooling and warming curves for single-domain crystals are similar to those of multidomain hematites. Both have

similar remanence losses at TM, a similar defect moment below TM, and similar memory. Regardless of grain size, higher SIRM memory ratios are associated with higher defect moments below the Morin transition.

In SD and MD hematites alike, room-temperature magnetic memory seems to be an amplification of residual weak ferromagnetism that persists even at very low temperatures, much below TM. Applying a strong field to initially demagnetized SD and MD hematites at 20 K produced a substantial SIRM, which spontaneously increased by a factor 10-28 upon crossing the transition at TM.

These observations imply that some spins do not participate in the general rotation from the ferromagnetic c-plane to the antiferromagnetic c-axis below TM. The defect moment of these spins serves to restore preferred directions of spins and ferromagnetic domains during zero-field warming through the Morin transition and is thus responsible for the memory phenomenon. We propose that the mechanism of memory is clusters of spins pinned magnetoelastically by lattice defects. These spins rotate only partially out of the basal plane during cooling through TM. Some basal-plane anisotropy, also magnetoelastic in origin, must remain below TM in order to explain the existence of low-temperature SIRM and also to guide spin nuclei into preferred orientations above TM on rewarming through the transition.

SE10-11

HIGH-TEMPERATURE SUSCEPTIBILITY OF SIZED MAGNETITES AND CRYSTALLINE ROCKS

Dunlop David

Physics Dep't, University of Toronto, Canada
dunlop@physics.utoronto.ca

The dependence of initial weak-field magnetic susceptibility k_0 on temperature T is important in identifying magnetic minerals by their phase transitions and in interpreting magnetic anomalies because k_0 tends to increase at high T, e.g., in the deep crust or uppermost mantle. Both applications depend on the Hopkinson peak in k_0 just below the Curie temperature T_C , caused by nucleation or unpinning of domain walls in multidomain (MD) grains or by rotation of magnetic moments of single-domain (SD) grains. Self-demagnetization restrains any increase of net magnetization in MD grains but is ineffectual in SD grains. Thus one would expect a large Hopkinson peak in SD materials but little or no peak if domain walls are present.

Experimentally, however, well-defined Hopkinson peaks are not limited to the finest grains. For 1 μm magnetites, the peak is 1.5 times k_0 at room temperature and even 14 μm grains have a peak of 1.25. T-independent susceptibility is observed only for much larger grains, e.g., 110 μm . This pseudo-single-domain (PSD) behaviour of susceptibility extends the realm of PSD phenomena beyond TRM to short-term induced magnetization. Kappabridge measurements of initial susceptibility k_0 as a function of T for 9 fractions of crushed natural magnetites (median sizes: 0.6, 1, 3, 6, 9, 14, 20, 110 and 135 μm) show a progressive increase in the size of the Hopkinson peak as grain size decreases. The trend is sufficiently regular to have potential as a granulometric tool.

To reveal the hidden details of intrinsic susceptibility $k_i(T)$ in grains of all sizes, k_i values were generated from measured coercive force $H_c(T)$ data according to the relation $k_i H_c \approx 45 \text{ kA/m}$ (Stacey and Banerjee, 1974). Synthetic $k_0(T)$ data calculated from the standard equation $k_0(T) = k_i(T) [1 + N k_i(T)]^{-1}$ agreed well with $k_0(T)$ measurements in both heating and cooling branches for the 14, 110 and 135 μm magnetites, but for sizes $\leq 6 \mu\text{m}$ observed Hopkinson peaks were smaller than predicted. Although the inverse relation between k_i and H_c is verified in general terms, the product of the two parameters seems to decrease at high T in the finer grains, likely because H_c is reduced by thermal fluctuations.

Two crystalline rocks, a gabbro and a diabase, combine single-domain (SD)-like Hopkinson peaks and MD flat ramps in their $k_0(T)$ data. In the diabase, a Hopkinson peak is prominent in separated plagioclase grains, which evidently contain SD or small PSD magnetite, but is masked in whole-rock data. The gabbro has a clear superposition of SD and MD $k_0(T)$ functions in its whole-rock data, with a normalized Hopkinson peak of 1.35. If oceanic layer-3 gabbros have similar susceptibility enhancement at 500°C and above, their role as magnetic anomaly sources could be greater than room-temperature k_0 measurements on dredged or fault-uplifted samples would suggest.

SE10-12

CONTINUOUS THERMAL DEMAGNETIZATION OF BASALT CONTAINING TITANOMAGHEMITE

Coe Robert¹, Le Goff Maxime² y Petersen Nikolai³

¹Earth and Planetary Sciences, UCSC

²Institut de Physique du Globe de Paris

³Earth and Environmental Sciences, LMU, Munich
rco@pmc.ucsc.edu

Continuous thermal demagnetization of basalt samples containing titanomaghemite sometimes reveals the primary direction of remanence

when conventional demagnetization fails to do so. The reason is that when titanomaghemite inverts to magnetite plus ilmenite during heating, raising its blocking temperature, it may preserve its direction of remanent magnetization while. If low-unblocking temperature natural remanent magnetization is a secondary component and is promoted to higher unblocking temperatures that are comparable with those of the primary remanence, then further thermal demagnetization will not separate the two components. In basalts initiation of inversion is typically detected somewhere between 200 and 400 °C and, because titanomaghemite is metastable, inversion cannot be suppressed by heating in an inert atmosphere or vacuum. The rate of inversion, however, depends on time as well as temperature. The advantage of continuous thermal demagnetization is that the sample spends much less time at temperature than in conventional thermal demagnetization, and so may demagnetize the secondary component before its unblocking temperatures intermingle with those of the primary component. We report here results of continuous thermal demagnetization of 0.7 cc cylindrical samples of Miocene Lovejoy and Steens basalt samples from the western U.S. using the Triaxle vibrating sample magnetometer system of Le Goff and Gallet, (EPSL 229, 31– 43, 2004). Magnetization was measured at temperature so demagnetization was accomplished very quickly, taking only 10-15 minutes from 200-600 °C. Samples with single low Curie temperatures generally yielded similar results in both conventional and continuous thermal demagnetization, but samples with double or a range of Curie temperatures often did not, leading in some cases to dramatically different interpretations of the high-temperature remanence.

SE10-13

**STUDY OF OVERLAPPED DIACHRONOUS DIAGENETIC EVENTS,
IN A STRATIGRAPHIC SECTION FROM THE LLANOS FORELAND
BASIN (COLOMBIA), USING A NEURO FUZZY LOGIC ALGORITHM
APPLIED TO ROCK MAGNETIC AND PETROPHYSICAL DATA**

Vincenzo Costanzo¹, Aldana Milagrosa¹, Bayona
Germán², López Rodríguez Diego³ y Camacho Victoria¹

¹Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela

²Corporación Geológica Ares, Bogotá, Colombia

³Laboratorio de Física Teórica de Sólidos, Escuela de Física,
Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela

vcosta@usb.ve

In order to quantify the contribution of overlapped early and late diagenetic events that might have affected the magnetic signature of a stratigraphic sequence at the Llanos foreland basin (Colombia), we applied a hybrid adaptive neuro fuzzy inference system (ANFIS) to rock magnetic and petrophysical data. For the ANFIS tests we used experimental S-ratios as output variables whereas k, SIRM/k and Vsh (calculated from gamma ray data) were used as input variables. These tests were performed throughout a 512 meters sedimentary section (100 samples) that includes part of the Miocene lower Guayabo and the upper León formations, of the stratigraphic well Saltarin 1A. The interpretation of the ANFIS results was also complemented with rock magnetic evidence derived from the analysis of thermomagnetic and low temperature susceptibility measurements, scanning electron microscopy (SEM), energy dispersive X-ray (EDX) and isothermal remanent magnetization (IRM) acquisition curves of some selected samples. ANFIS tests that used 50 and 100% of the data available showed that the best inferences are obtained either when a Gaussian membership function is employed with a semilog relationship (logk, SIRM/k, Vsh with 4 fuzzy rules [2,2,1]) or with a direct relationship (k, SIRM/k, Vsh with 4 fuzzy rules [2,3,1]) respectively. The correlation parameters obtained were RMSE = 0.1147, R² = 0.6778 and RMSE = 0.1626, R² = 0.54 in each case. These results seem to indicate that, whereas S-ratios are related to the original redox conditions of the sedimentary paleoenvironments, as well as to the lithological contrasts that are accompanied by variations of distinct types of magnetic minerals and the magnetic grain size distributions, they might have also been obliterated, in about a 50%, by other factors such as hydrocarbon-related late diagenesis. Indeed, in samples from the León formation the presence of pyrrhotite, identified in the rock magnetic experiments, could have resulted from an early diagenesis that took place in a lacustrine environment via sulfate reduction. However, traces of crude oil in samples from the Carbonera formation, and the additional occurrence of hematite and magnetite at the bottom of the Guayabo, León and Carbonera, suggests that a hydrocarbon-mediated late diagenesis could have also had an influence upon the lowermost levels of Saltarin 1A. Thermochemical conditions above a proximal accumulation of crude oils with high sulfur content, would allow the reduction of hematite to secondary magnetite and pyrrhotite. From the rock magnetic evidence alone it appears unclear in what extent pyrrhotite is either a late or a stable early diagenesis magnetic phase in these samples though.

SE10-14

**NANOPARTICLE CHARACTERIZATION STUDIES FORMED
IN EARTH NATURAL SYSTEMS: TEMPERATURE EFFECT
IN THE PEÑA COLORADA IRON-ORE DEPOSIT, MEXICO**

Alva Valdivia Luis Manuel y Rivas Sánchez María
Instituto de Geofísica, UNAM
lalva@geofisica.unam.mx

The main objective of research on nanoparticles and plans for a near future is perform the identification and specifically characterization of mineral nanostructures in rocks, ores, sediments, soils, biomineralization, atmospheric dust, etc. In this specific case, we have been studying the physico-chemical characterization of the rocks and minerals of the iron-ore deposits, to investigate the effect of temperature changes in these nanoparticles during the rock formation processes, as: magma differentiation (crystallization-nucleation of nano-minerals) and metamorphism. It is clear that the identification and study of nano-minerals in mineral deposits (hydrothermal and sedimentary) is a very useful tool for the knowledge of the mechanisms and environment that provoke the formation of them. We show some results of one of the major iron-ore deposits of Mexico: Peña Colorada, Colima.

SE10-15

**QUANTIFICATION OF MAGNETIC MINERALOGIES:
IMPLICATION IN THE CHARACTERIZATION OF
AUTHIGENIC HYDROCARBON RELATED PROCESSES**

Aldana Milagrosa¹, Costanzo Álvarez Vincenzo¹, Ramírez
Keyla², Quijano John², Díaz Marisel³ y Bayona German⁴

¹Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela

²Coordinación de Ingeniería Geofísica, Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela

³Centro de Física, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Venezuela

⁴Corporación Geológica Ares, Bogotá, Colombia
maldana@usb.ve

In order to identify and discriminate magnetic authigenesis processes related with hydrocarbon migration, we have determine and quantify the main magnetic phases present at shallow samples from wells at different oil fields applying a Direct Signal Analysis (DSA) of the IRM curves. The samples analyzed correspond to the first 1200 m depth of producer wells at eastern and western Venezuelan oil fields (El Furrial and Guafita) and at the Colombian Llanos foreland basin (Saltarin 1A). At these shallow levels, localized magnetic susceptibility (MS) anomalies, related with hydrocarbon migration, have been detected. Applying the DSA, bar plots showing the relative variation of the amounts of the main magnetic minerals along the studied stratigraphic levels were obtained. Logs of extractable organic matter (EOM) and free radicals concentration on the EOM (OMFRC) were also measured for these samples and integrated with the DSA data. The results suggest different diagenetic processes along the whole sedimentary column of the wells. The relative amounts of magnetite, pyrrhotite, hematite and goethite quantified along the studied profiles, reveals the dominant presence of magnetite in the sediments characterized by the anomaly of relatively high magnetic susceptibility associated with hydrocarbon migration. Nevertheless, the relative mineral proportions vary from well to well and even distinct minerals are observed at these anomalous levels (e.g. presence of pyrrhotite in the Colombia well, that is absent in the Venezuelan ones). These results point to distinct authigenic processes, giving rise to the MS anomalies, as was expected due to the different thermochemical conditions observed at the studied fields. Combined with EOM and OMFRC data, the authigenesis mechanisms were described. Also, a clear relationship between lithology and magnetic mineral assemblages can be deduced from the bar plots. As an example, for the Saltarin 1A well, the bottom of the Guayabo (upper) formation shows hematite and goethite and appears to record a thoroughly documented mid Miocene regression. On the other hand, samples of the León (middle) formation coincides with a paleoenvironmental change from oxidized paleosols to alluvial plains accumulated in reducing conditions, and shows only hematite and goethite. Finally, pyrrhotite appears as an important magnetic mineral in the rest of the vertical succession analyzed for the lower Guayabo, León and Carbonera formations (medium to fine-grained lacustrine mudstones and fluvial-deltaic units). Goethite, in nearly all these samples, must be the latest by-product resulting from the weathering of the earliest magnetic minerals such as pyrrhotite.

SE10-16

ESTUDIOS PALEOMAGNÉTICOS Y DE MAGNETISMO DE ROCAS EN METEORITOS CONDÍTICOS E IMPLICACIONES SOBRE LA EVOLUCIÓN TEMPRANA DEL SISTEMA SOLAR

Urrutia Fucugauchi Jaime¹, Flores Gutiérrez D.², Pérez Cruz L.¹,
Díaz Pérez D. P.³, Urrutia Odabachian A.³ y Linares López C.¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Astronomía, UNAM

³Facultad de Ciencias, UNAM

juf@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

Los meteoritos constituyen una de las fuentes de información más importantes para comprender el origen y evolución del sistema solar. Los estudios sobre la composición, estructura y propiedades físicas y químicas proveen nuestra única evidencia directa sobre las etapas iniciales en la nebulosa protoplanetaria. Los meteoritos condíticos están formados por cóndrulos, inclusiones de calcio y aluminio (CAIs), agregados irregulares blancos, inclusiones negras y una matriz de grano fino de coloración negra. La característica distintiva es la ocurrencia de pequeños esferoides de silicatos, que constituyen los cóndrulos y que presentan texturas características que sugieren enfriamiento rápido a partir de material fundido, semejantes a gotas de magma. En los modelos de formación de meteoritos condíticos, los cóndrulos representan el material condensado después de la formación de las CAIs, a menor temperatura. El registro paleomagnético de estos meteoritos ha sido analizado para investigar los campos magnéticos en las etapas tempranas de formación del sistema solar. Allende es una condrita carbonácea CV3, oxidada y con hierro en los silicatos y óxidos. En este trabajo se presentan los resultados de estudios micromagnéticos y microestructurales en cóndrulos individuales separados del meteorito Allende. Los datos de histéresis magnética, adquisición de magnetización isoterma y desmagnetización de la magnetización de saturación sugieren la presencia de magnetita de grano fino de dominio pseudo-sencillo. Las graficas de cocientes de los parámetros de histéresis presentan relaciones con la forma y tamaño de los cóndrulos, en particular los cocientes de magnetización y de coercitividad. La morfología, estructura interna y composición elemental investigadas por microscopía electrónica de transmisión y espectrometría correlacionan con los parámetros magnéticos. Los cóndrulos muestran valores bajos de cocientes de magnetización, entre 0 y 0.22, y de coercitividad, entre 3 y 24 mT. Los valores bajos sugieren que los cóndrulos fueron afectados por alteración y remagnetización, lo cual limita los estudios de paleointensidad para la determinación de campos magnéticos en la nebulosa. Una relación lineal es observada entre los cocientes de magnetización y la coercitividad, para el rango entre 0.17 y 17 mT. Esta relación muestra correlación con los datos microestructurales y la composición, con cóndrulos compuestos mostrando valores altos de histéresis. Los cóndrulos cuyos parámetros salen fuera de la tendencia presentan estructuras y texturas que indican cóndrulos compuestos, fragmentación y alteración. Los análisis de microscopía electrónica y espectrométricos muestran arreglos mineralógicos relacionados al tamaño de cóndrulo, forma y microestructura. Los resultados se analizan en término de sus implicaciones para la evolución de protoplanetarios y la posible generación de campos magnéticos internos como origen del registro paleomagnético de las condritas carbonáceas.

SE10-17

MAGNETIC PROPERTIES OF ATMOSPHERIC DUST: REVIEW OF PRESENT STATE OF THE ART

Petrovsky Eduard, Kapicka Ales y Grison Hana
Department of Geomagnetism, IG ASCR
edp@ig.cas.cz

Magnetic properties of environmental samples can serve as fast and relatively cheap proxy method to investigate occurrence of iron oxides. These methods are very sensitive in detecting strongly magnetic compounds such as magnetite and maghemite and can reveal concentration and assess grain-size distribution of these minerals. This information can be significant in estimating e.g. the source of pollutants, monitoring pollution load, or investigating seasonal and climatic effects. Recent progress in rock-magnetic instrumentation enabled measurements of samples containing minute amount of iron oxides, such as atmospheric dust. Many studies have focused on dust deposited on bio-carriers, such as tree leaves and needles. These studies could benefit from instrumentation fitted for standard paleomagnetic samples, usually 2x2x2 cm cubes. However, extremely small concentration of ferrimagnets practically limited the studies to saturation remanence. Another limitation is the bio-carrier, which requires certain time to accumulate sufficient amount of dust. Finally, the dust material could not be sorted and grain-size related studies could not be performed. At present, further development facilitates measurements of dust deposited on snow or measurements of PMx collected using high-volume samplers - routine procedure for the air quality assessment. In our contribution we will review typical examples of the past and recent studies of magnetic properties of atmospheric dust, showing different environmental interpretation, ranging from the assessment of air pollution through climatic events to estimates

of source markers. We will discuss some considerations necessary in these studies, such as minute concentration of ferrimagnetic iron oxides and resulting significant contribution of diamagnetic effect of sample holder and/or dust carrier. In conclusions, this contribution should provide an evidence of the value of rock-magnetic methods in environmentally motivated studies of atmospheric dust.

SE10-18

PROPIEDADES MAGNÉTICAS DE HOJAS DE ÁRBOLES Y POLVO URBANO EN LA CIUDAD DE BILBAO, ESPAÑA

Bógalo Román María Felicidad¹, Calvo Rathert M.¹, Aguilar Reyes Bertha² y Vegas N.³

¹Departamento de Física, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Burgos, España

²Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural,
Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

³Departamento de Geodinámica, Universidad del País Vasco, España
mfbogalo@ubu.es

En este trabajo se presentan los resultados del estudio de magnetismo ambiental llevado a cabo en la ciudad de Bilbao (España). Para ello se han medido las propiedades magnéticas de hojas de dos tipos de árboles caducifolios: tilo plateado (*Tilia tomentosa*) y arce negundo (*Acer negundo*) y de polvo urbano. El muestreo se realizó durante una semana a finales del mes de septiembre de 2011 y se muestrearon un total de 52 sitios entre los que se incluyeron calles con diferente intensidad de tráfico, parques y plazas. En todas las muestras se han realizado medidas de la susceptibilidad magnética a baja frecuencia, curvas de adquisición de la magnetización remanente isoterma (IRM) y de backfield, y curvas de histéresis. En las muestras de polvo se realizaron, además, curvas termomagnéticas y de susceptibilidad con la temperatura. Estos análisis muestran diferencias de comportamiento magnético entre las muestras de hojas de árboles y de polvo. En todos los casos (hojas y polvo), la señal magnética está dominada por minerales ferrimagnéticos, siendo la magnetita el mineral magnético predominante en las muestras de polvo con mezcla de tamaños de grano SD + MD en distinta proporción, además de SP. En algunas muestras de polvo se ha observado, además, la presencia de hematites. Los experimentos de microscopio electrónico realizados en las hojas muestran la presencia de esférulas magnéticas, producto de la combustión de hidrocarburos. Por otra parte, no se observa correlación entre la intensidad de tráfico y la concentración de minerales magnéticos, indicando, probablemente que la contaminación en la ciudad de Bilbao se debe no sólo al tráfico, sino también a la actividad industrial.

SE10-19

LÍQUENES COMO BIOMONITORES DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EMPLEANDO MÉTODOS MAGNÉTICOS

Aguilar Reyes Bertha¹, Sánchez Bertucci Leda²,
Gogichaishvili Avto³, Morales Juan³ y Bautista Francisco⁴ y⁵

¹Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural y Laboratorio
Universitario de Geofísica Ambiental, Instituto de Geofísica, UNAM

²Departamento de Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Uruguay

³Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM

⁴Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Instituto de Geofísica, UNAM

⁵Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM
baguilar@geofisica.unam.mx

Los líquenes son organismos que resultan de una asociación simbiótica estable entre un hongo, o micobionte, y al menos un acompañante fotosintético, o ficobionte, que puede ser un alga, una cianobacteria o ambos. Siendo organismos muy sensibles a los efectos nocivos de la contaminación atmosférica, la presencia o ausencia de líquenes en una región es un elemento natural significativo que brinda información del estado de contaminación de la atmósfera. Por ello, los líquenes son usados como bioindicadores o biomonitores. Es justamente el objetivo de este trabajo, el presentar un estudio de la eficacia de los líquenes para "almacenar" partículas magnéticas contaminantes, independientemente de la especie.

Se estudiaron las propiedades magnéticas de 15 muestras de líquenes de 9 especies, a lo largo de 13 puntos de muestreo en la ciudad de Montevideo, Uruguay. Se determinó la susceptibilidad magnética y se realizaron experimentos de adquisición de magnetización remanente isotérmica (MRI) hasta la saturación (MRIS). Los resultados muestran un aumento en la concentración magnética en los puntos con mayor afectación por el tráfico vehicular; esto fue comparado con parámetros medidos para polvos urbanos muestreados en los mismos puntos. Los valores más bajos corresponden a dos sitios de control ubicados fuera de la zona urbanizada, y estas diferencias son independientes de la especie de líquen.

SE10-20

**TOWARD A BETTER UNDERSTANDING OF PALEOINTENSITY:
WHY DOES NOT THE HAWAIIAN 1960 LAVA FLOW WORK?**Zhao Xixi¹, Morales Juan², Coe Robert³, Aguilar Reyes Bertha² y Gogichaishvili Avto²¹Earth Science, UCSC, USA²LIMNA, Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia³Earth and Planetary Science, University of California Santa Cruz, USA

xzhaio@ucsc.edu

Retrieving the ancient intensity, the paleointensity, of the Earth's magnetic field from lavas constitutes a major challenge. The anomalous paleointensity results from the Hawaiian 1960 lava flow have led to serious questioning of techniques for paleointensity determination, even whether or not lava flows are suitable for Thellier-type paleointensity experiments. To test the hypotheses whether the anomalous paleointensity results from the Hawaiian 1960 lava flow was due to local magnetic anomalies, magnetic terrain effect, thick lava pile underneath or within-flow variability, we conduct a detailed field investigation with in-situ fluxgate magnetometer measurements on lava that was emplaced close to the lighthouse at Kapoho on the Big Island of Hawaii, coupled with laboratory magnetic measurements on samples from some oriented blocks from the same outcrop. We found that the Hawaiian 1960 lava is strongly magnetized, with sample NRM intensity ranging from 7 to 12 A/m! There are significant variations in both in-situ field intensity and inclinations (up to 18° shallower or steeper than the expected inclination for Hawaii at the sampled sections). The anomalous inclinations values are also confirmed by measuring corresponding lava samples in the lab. Our preliminary finding indicates that there are strong magnetic field anomalies due to the thick lava pile underneath and suggests that significant sample variability within a single flow is perhaps the most likely source for the anomalous paleointensity results from the Hawaiian 1960 flow. Our results also emphasize that performing paleomagnetic and rock magnetic analyses on only one representative sample per flow is not appropriate. It is important to measure multiple samples from each cooling unit to obtain consistency and confidence in the paleointensity results.

SE10-21

**POSIBLE EXPLICACIÓN DEL ENIGMA
MAGNÉTICO DEL VOLCÁN PARICUTIN**Morales Juan¹, Zhao Xixi², Aguilar Reyes Bertha¹, Carvallo Claire³,
Hugo Garduño Víctor⁴, Camps Pierre⁵ y Gogichaishvili Avto¹¹Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural,
Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia²Earth and Planetary Science, University of California Santa Cruz, USA³Institut de minéralogie et de physique des milieux condensés, Paris, Francia⁴Departamento de Geología y Mineralogía,
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo⁵Geoscience Montpellier, Université de Montpellier 2, Francia
jmorales@geofisica.unam.mx

El paleomagnetismo se basa en la capacidad que poseen ciertos minerales magnéticos de registrar fielmente la dirección y magnitud del campo magnético terrestre existente al momento de la formación de las rocas. Pareciera, sin embargo, que esta premisa no se cumple del todo para los flujos de lava de ciertos volcanes; específicamente para aquellos asociados al volcán Parícutin, emplazadas en el periodo de 1943-1946. Múltiples estudios paleomagnéticos previos y recientes han tratado de explicar por qué se obtienen direcciones paleomagnéticas desviadas y paleointensidades absolutas sobre y subestimadas, con respecto a los valores esperados, de acuerdo a los datos directos provenientes de observatorios geomagnéticos y a los modelos globales de referencia. En este estudio se han realizado experimentos detallados de magnetismo de rocas y microscopía, a saber: curvas termomagnéticas continuas, ciclos de histéresis en función de temperatura, ciclos FORC, microscopía con luz reflectada y transmitida.

Las determinaciones de la paleointensidad absoluta fueron realizadas aplicando varias metodologías, desde el método clásico de Thellier hasta el de microondas y el de multi-especímenes, sin lograr explicar las direcciones anómalas de las lavas de este volcán. Debido a lo anterior se procedió a estudiar la variación de los elementos de campo magnético terrestre in situ, por medio de un magnetómetro fluxgate. Los primeros resultados indican una notable variación de la inclinación, declinación e intensidad medidas directamente en los afloramientos. La influencia de una anomalía magnética, principalmente producida por el terreno y acumulación de lavas, podría explicar parcialmente el fenómeno observado.

SE10-22

**PALEOMAGNETIC ANALYSIS (DIRECTION, INTENSITY) OF THE UPPER
VOLCANIC SUPERGROUP, SIERRA MADRE OCCIDENTAL, MEXICO**Perrin Mireille¹, Alva Valdivia Luis², Benammi Mouloud³, Rosas Elguera
José⁴, López M.⁵, Rivas Sánchez María de la Luz² y Camps Pierre⁶¹CNRS, CEREGE, France²UNAM³IPHEP, Poitiers, France⁴Universidad de Guadalajara⁵CICESE⁶Géosciences Montpellier, France

perrin@cerege.fr

The Sierra Madre Occidental SMO results from Cretaceous to Cenozoic magmatic and tectonic activity related to the subduction of the Farallon plate beneath North America and the opening of the Gulf of California. A paleomagnetic study was conducted mainly on the silicic ignimbrites emplaced during two pulses in the Oligocene (ca. 32–28 Ma) and Early Miocene (ca. 24–20 Ma). Two new ⁴⁰Ar/³⁹Ar age determinations for these ignimbrites are reported, respectively at 20.4 ± 0.2 Ma and 29.2 ± 0.5 Ma. A total of 97 samples were drilled from 12 sites in the southern part of the SMO from Huejuquilla to Jesus Maria. Characteristic remanent magnetizations could be defined by thermal and/or alternating field demagnetizations for 8 out of the 12 sites. Individual directions of magnetization were averaged per site and statistical parameters calculated assuming a Fisherian distribution. Both normal and reversed directions were independently averaged and passed the reversal test of McFadden and MacElhinny (1990), with an angle of 3.6° between mean normal and reversed directions. A mean 28-31Ma paleomagnetic direction and pole were then calculated for the SMO. Timing of magnetic acquisition was further constrained by comparison with the geomagnetic polarity timescale GPTS and the chronology of emplacement could be estimated. Finally a comparison between the SMO VPG and the North America Synthetic Apparent Polar Path indicates that the Sierra Madre Occidental has been shifted compared to stable North America by an angle on the order of 10-15°. From a rock magnetic point of view, these samples are characterized by a mixture of (titano)magnetite and titanohematite with varying ratio depending on the samples, and no real differences as a function of lithology. The grain size is also variable and a mixture of SD and MD grains is likely present in all samples. All sites presenting a well-defined ChRM were subjected to Thellier & Thellier paleointensity experiments. Results are extremely scattered, ranging from 7.5 to 93.9 μT and their reliability questionable. This study does not support Gee et al (2010) suggestion that ignimbrites can constitute a viable material for reliable paleointensity determinations.

SE10-23

**NEW PALEOMAGNETIC AND PALEOINTENSITY DATA FROM
PLIOCENE LAVA FLOWS FROM THE LESSER CAUCASUS**Calvo Rathert Manuel¹, Bógalo María Felicidad¹,
Gogichaishvili Avto², Sologashvili Jemal³ y Vashakidze Goga⁴¹Departamento de Física, EPS, Universidad de Burgos, España²Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural,
Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia³Caucasus International University, Georgia⁴Alexandre Janelidze Institute of Geology, I. Javakishvili Tbilisi State University, Georgia
mcalvo@ubu.es

A paleomagnetic, rock-magnetic and paleointensity study has been carried out on 14 basaltic lava flows from two Pliocene (K-Ar age between 3.09 ± 0.10 Ma and 4.00 ± 0.15 Ma) sequences (Apnia and Korxi) from the eastern Djavakheti Highland in southern Georgia (Caucasus).

Measurement of magnetisation versus temperature curves allows distinguishing three types of thermomagnetic curves: (i) Reversible curves with magnetite as only carrier of remanence (type H); (ii) irreversible curves with magnetite as only carrier of remanence (type H-) and (iii) irreversible curves showing a low Curie-temperature phase and magnetite. Analysis of hysteresis curves showed the presence of magnetic grains characterised by pseudo-single domain structure, which was interpreted in terms of a mixture of single-domain and multi-domain grains.

Paleomagnetic experiments allowed determining characteristic components for all flows. In six flows a normal-polarity magnetisation could be recognised, in other six flows a reversed polarity was found, one site unmistakably showed an intermediate polarity while in another one interpretation of the magnetisation direction was ambiguous, as it could be considered either reversed or transitional. Paleomagnetic poles were calculated using only those sites unequivocally showing normal or reversed polarities. The paleomagnetic pole obtained for both combined sequences (latitude $f = 80.4^\circ\text{N}$, longitude $l = 157.9^\circ\text{E}$, $n=12$, $A95 = 11.6^\circ$, $k = 14.9$) showed a good agreement with the 5

Ma window of the European synthetic polar wander path of Besse and Courtillot (2002).

Paleointensity experiments with the Coe method were performed on 31 specimens from 10 flows. After application of specific selection criteria, 19 samples from 8 flows were observed to provide successful determinations, with mean flow values showing a wide scatter. If only flows with more than one successful paleointensity determination are taken into account, virtual dipole moments (VDM) vary between 3.5×10^{22} Am² and 8.3×10^{22} Am². In both sites showing intermediate polarity no weak transitional paleostrength values were observed.

SE10-24

RESULTADOS PRELIMINARES DEL ESTUDIO DE UNA TRANSICIÓN DE POLARIDAD REGISTRADAS EN SECUENCIAS DE LAVA EN LA ISLA DE LA GOMERA, ISLAS CANARIAS, ESPAÑA

Caccavari Garza Ana¹, Calvo Rathert Manuel, Gogichaishvili Avto¹, Soler Vicente², Vegas Nestor³ y Aguilar Reyes Bertha¹

¹Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

²Estación Volcanológica de Canarias, CSIC, España

³Universidad del País Vasco, España
anavari@gmail.com

Con el objeto de estudiar las transiciones de polaridad del Campo Magnético Terrestre, se realiza el estudio de una secuencia de coladas basálticas ubicada en la Isla Gomera, en las Islas Canarias en España. Teniendo antecedentes en trabajos previos (Glen et al., 2003) de la presencia de una transición de polaridad en esta secuencia. Cabe mencionar que en este estudio realizado antes no se cubre por completo la transición. Actualmente se tienen un total de 33 coladas basálticas muestreadas, con alrededor de 7 muestras por sitio. Se presentan los resultados de magnetismo de rocas realizados para identificar los minerales portadores de remanencia y su estabilidad paleomagnética: determinación de los parámetros de la curva de histéresis, adquisición de magnetización remanente isoterma (IRM) y medida de curvas termomagnéticas (magnetización inducida y susceptibilidad en función de la temperatura). Teniendo titanomagnetita con diferente contenidos de Titanio como principal portador de la remanencia y un comportamiento multidominio y de dominio simple. Se han desmagnetizado 192 muestras, un promedio de 6 por sitio (salvo algunos donde se cuenta únicamente con 2 especímenes), 114 por campos alternos y 78 por desmagnetización térmica. Las primeras 26 coladas presentan direcciones normales, y el resto claramente transicionales con paleolatitudes menores. El muestreo adicional de lavas superiores ayudara a definir si se trata de una excursión o inversión completa del campo geomagnético.

SE10-25

THERMAL DEMAGNETIZATION TAILS: A RELEVANT CRITERION TO SELECT SAMPLES FOR ABSOLUTE PALEOINTENSITY EXPERIMENTS?

Camps Pierre¹, Poidras Thierry¹, Fanjat Grégory¹, Carvallo Claire² y Nicol Patrick¹

¹Géosciences Montpellier, France

²IMPMC Paris, France
pcamps@univ-montp2.fr

Paleointensity determinations from volcanic rocks by means of the conventional Thellier and Thellier (1959)'s method are frequently characterized by a high failure rate, commonly of the order of 70 to 90%. Failure is mainly caused either by alteration of the magnetic minerals and consequently of their magnetic properties during laboratory heatings or by the unwanted presence of multi-domain grains since they display a non-ideal magnetic behavior in Thellier's experiments.

This high failure rate imposes a stringent sample selection prior to any determinations. Extensive preliminary magnetic studies are generally carried out. Paleomagnetic cleanings by means of Alternating Fields or thermal treatments are performed on sister samples to avoid samples carrying significant secondary magnetizations, while K-T (or Js-T) curves allow to avoid samples showing obvious thermal instability. Several experiments have been proposed to estimate the domain state behavior of a sample rock. Some of them have been directly confronted with paleointensity determinations. The aim of this study is to discuss the use of thermal demagnetization tails of viscous remanence (VRM) (Dunlop and Ozdemir, 2000) as a selective procedure for absolute paleointensity. We have selected samples from both contemporaneous and ancient flows for which sister samples have already been subjected to paleointensity analysis. The relevance of the use of VRM thermal demagnetization tails as selective criterion will be assessed against three alternative approaches: (i) the thermomagnetic criterion of Shcherbakova et al. (2001), (ii) the Forcs diagrams analysis by Carvallo et al. (2006), and (iii) the analysis of thermal demagnetization spectra as proposed by Valet et al. (2010).

SE10-26

LONG-TERM TRENDS IN ABSOLUTE PALEOINTENSITY AS A PROXY FOR THE DEEP EARTH'S PROCESSES

Aleksey V. Smirnov

Dept of Geological and Mining Engineering and Sciences, Michigan Tech, USA
asmirnov@mtu.edu

Data on the behavior of the geomagnetic field are crucial for understanding the origin and nature of Earth's early geodynamo. Identification of long-term trends in geomagnetic field intensity may also provide the insight necessary for determining the timing of important transitions within the Earth's interior, such as the formation and growth of the solid inner core. Precambrian paleointensity data may also be useful for investigating potential causative links between the long-term behavior of the geomagnetic field and the evolution of atmosphere and biosphere. However, our current knowledge of the field history in the Precambrian remains very limited. Most notably, the database on the field strength (paleointensity) contains only a handful of reliable data points. Notwithstanding the database limitations,

some authors have proposed far-reaching conclusions about characteristics of the Precambrian field. In the author's view, these conclusions are rather premature; a great caution should be exercised when using the database to infer on the long-term behavior of Precambrian field and its implications for the Earth system evolution. Instead, our efforts should be focused on obtaining robust paleointensity determinations using modern paleointensity techniques that have shown great promise for obtaining reliable paleointensity determinations even from the oldest rocks. The new paleointensity data from several collections of Paleoproterozoic and Neoproterozoic rocks will be presented and discussed in the context of current models of the long-term geomagnetic and thermal evolution of our planet.

SE10-27

INTER-LABORATORY AND MULTI-APPROACH 'PALEOINTENSITY' EXERCISE ON CERAMIC ARTIFACTS AND BRICKS BAKED UNDER CONTROLLED TEMPERATURE AND FIELD CONDITIONS

Morales Juan¹, Gogichaishvili Avto², Calvo Rathert Manuel³, Camps Pierre⁴, Carrancho Alonso Ángel³ y Aguilar Reyes Bertha²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

³Laboratorio de Paleomagnetismo, Departamento de Física, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Burgos, España

⁴Geoscience Montpellier, Laboratoire de Paleomagnetisme, Université de Montpellier 2, France
jmorales@geofisica.unam.mx

Inter laboratory testing enables a laboratory to compare its analytical results on an assigned sample with similar other laboratories. This program is self-regulatory and enables the laboratory to monitor the quality of 'its' results and make corrective actions, if required. On the other hand, the yet live debate on the reliability of the different paleointensity (PI) methods has motivated the design of more laborious variations of the pioneer PI protocols, as well as the proposition of new alternative methodologies based on sophisticated technology for the investigation of the ancient geomagnetic field intensity; yielding sometimes significantly different results.

Possible inter-laboratory differences combined with potential inherent method's drawbacks could result in erroneous paleomagnetic conclusions.

We'll present the results of an Inter-laboratory (LIMNA, Universidad de Burgos and University of Montpellier paleomagnetic laboratories) and multi-approach (Thellier Classic, Thellier-Coe, microwave and multispecimen methods) simulated archeointensity study carried out on ceramic artifacts and bricks baked under continuously monitored temperature and precisely determined ambient magnetic field strength. A detailed set of rock magnetic experiments will be also presented.

Such an inter-laboratory and multi-approach comparison of PI data, as the one presented here, has never been conducted previously.

SE10-18

**NORTHERN HEMISPHERE GEOMAGNETIC
FIELD MODEL FOR THE HOLOCENE**Pavón Carrasco Francisco Javier¹, Osete María
Luisa², Torta J. Miquel³ y De Santis Angelo⁴¹*Geomagnetismo, Aeronomía e Geofísica Ambiental, INGV, España*²*Universidad Complutense de Madrid, España*³*Observatori de l'Ebre, CSIC, Universitat Ramon Llull, España*⁴*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Italia*

fjpavon@fis.ucm.es

In this work, we propose the first regional geomagnetic field model for the Northern Hemisphere based on archaeomagnetic and lava flow data. The regional model, called *scha.dif.14k*, allows us to analyze the low degree of the secular variation of the geomagnetic field for the last 14000 years: from 12000 BC to 1900 AD. Several strategies have been developed for the inversion process of the palaeomagnetic data by applying a bootstrap algorithm. In space, we have used the spherical cap harmonic analysis (SCHA) and penalized B-splines in time. An initial dipolar model has been obtained using directly the components of the palaeofield, i.e., declination, inclination and intensity. We have perturbed this dipolar field in order to obtain a regional model with a high spatial variability, up to the quadrupolar and/or octupolar geomagnetic field contributions. We have also compared the model with the recent published palaeosecular variation curves and with the global model for the Holocene: *cals10k.1b* (Korte et al., 2011). The model fits pretty well with the different palaeosecular variation curves and improves, in terms of amplitude, the prediction of the *cals10k.1b* global model.

SE10-29

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS MUESTRAS EMPLEADAS
EN LAS DATACIONES ARQUEOMAGNÉTICAS MEXICANAS**Soler Arechalde Ana María
Instituto de Geofísica, UNAM
anesoler@geofisica.unam.mx

Se presentará un análisis estadístico detallado de los sitios y muestras colectadas para obtener dataciones arqueomagnéticas. Las muestras serán analizadas de acuerdo a su tipo: piso, muro, talud, pintura y si fueron o no expuestas al fuego.

La inclusión de las muestras de estuco sin haber sido expuestas al fuego debido a la inclusión de ceniza y escoria volcánicas permitió su empleo para datación como un tipo de magnetización detrítica, por lo que su análisis es importante para poder ser incluidas en la curva de variación secular para el Centro de México.

Se emplearán para el análisis no únicamente los parámetros estadísticos de la determinación de direcciones características sino también propiedades magnéticas de rocas.

SE10-30

**GEOMAGNETIC FIELD INTENSITY IN GEORGIA DURING THE PAST 6
MILLENNIA: EVIDENCE FOR REMARKABLE TEMPORAL VARIABILITY**Shaar Ron¹, Tauxe Lisa¹, Gogichaishvili Avto²,
Calvo Manuel³, Davidze Marina⁴ y Licheli Vakhtang⁵¹*Scripps Institution of Oceanography, UCSD, USA*²*Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural,
Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia*³*Departamento de Física, EPS, Universidad de Burgos, España*⁴*M. Nodia Institute of Geophysics, Georgia*⁵*Institute of Archaeology, Tbilisi State University, Georgia*
ronshaar@yahoo.com

Information on the temporal and spatial evolution of the geomagnetic field is essential for understanding Earth's geodynamo. Thus, obtaining records of the past geomagnetic field is one of the key challenges in the geomagnetic research. Archaeomagnetism, the study of magnetized archaeological objects, is a main source of information for field behavior on time scales of decades to millennia. Recent archaeomagnetic data from Europe and Middle East demonstrated dramatic changes in field intensity over relatively short time span. Yet, there is a clear need for high quality data to better understand these secular variation features. Here we present archaeomagnetic data from Georgia that describes extraordinary variations in field intensity during the past six millennia. The new compilation includes previous studies, which were published during the soviet times, as well new data obtained from well-dated pottery. While previous publications contain a large amount of data, it is difficult to evaluate the quality of the measurements and to estimate the uncertainties in the dating. Thus, we designed a new survey aimed at verifying the previous data using modern

techniques and data analysis methodologies. Our preliminary results combined with the previous data indicate two lows in geomagnetic field intensity, each correspond to a virtual geomagnetic dipole (VADM) of 40-60 ZAm². The earliest low was around 2000-1700BC and the recent low was around 0 BP. Between the two lows the field intensity rapidly increased to VADM values of more than 160 ZAm² at around 900 BC, and then rapidly decayed again. This behavior is different during the past 2000 years in Georgia, which was characterized by a steady increase in VADM values to ~120 ZAm² followed by a steady decay to today's field (VADM of ~80 ZAm²). Also, the period between the lows is different than the period before 2000 BP, which is characterized by a relatively steady field. We suggest the occurrence of an unusual period with highly variable secular variation between ~2000 BP to ~0 PB.

SE10-31

**AN INTEGRATED ARCHEOMAGNETIC AND C14 STUDY ON
PRE-COLUMBIAN POSTHERDS AND ASSOCIATED CHARCOALS
INTERCALATED BETWEEN THE HOLOCENE LACUSTRINE
SEDIMENTS (WESTERN MEXICO): GEOMAGNETIC IMPLICATIONS**Aguilar Reyes Bertha¹, Gogichaishvili Avto¹, Morales Contreras
Juan¹, Garduño Víctor Hugo², Pineda Duran Modesto³, Carvallo
Claire⁴, González Morán Tomas⁵ y Calvo Rathert Manuel⁵¹*Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural,
Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia*²*Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH*³*Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Sede Tacámbaro, Michoacán*⁴*Institut de Minéralogie et de Physique des Milieux
Condensés, Université Pierre et Marie Curie, Paris, France*⁵*Laboratorio de Paleomagnetismo, Departamento de Física,
Escuela Politécnica Superior, Universidad de Burgos, España*
baguilar@geofisica.unam.mx

Burned archaeological artifacts, such as ceramics, kilns, bricks and ancient fireplaces carrying a thermoremanent magnetizations may be used (similar to volcanic rocks) to retrieve the directions and absolute intensity of Earth's magnetic field. While archaeodirections (inclination and declination) may be directly obtained from in situ, oriented objects, intensity determination requires a complex and laborious experiments. In other hand, un-oriented potteries are most abundant material in any archaeological excavation and thus should be considered as potentially unlimited source to define the variation of geomagnetic field strength during the last three millennia. The great problem in any archaeomagnetic study is the relationship between the samples and absolute ages which are usually determined or estimated using alternative methods (archaeological context, thermoluminescence, C14 etc.). In this paper we report new archaeointensity determinations on potsherds which are unambiguously correlated with the charcoal samples since they were found together in three thin lacustrine sedimentary layers in western Mexico. New radiometric ages are obtained from all charcoal samples (Beta Analytics) while double heating Thellier experiments yielded 21 technically high quality determinations.

SE10-32

**EL LABORATORIO INTERINSTITUCIONAL DE MAGNETISMO
NATURAL – SUS INICIOS, PRESENTE Y PERSPECTIVAS**Gogichaishvili Avto¹, Aguilar Reyes Bertha¹, Morales Contreras Juan¹, Rosas Elguera
José², Israde Isabel³, Garduño Víctor Hugo³, Maciel Peña Rafael⁴ y Pineda Duran Modesto⁴¹*Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural,
Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia*²*Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Sede
Guadalajara, CUVALLES, Universidad de Guadalajara*³*Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH*⁴*Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Sede Tacámbaro, Michoacán*
avto@geofisica.unam.mx

El Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural (LIMNA) se estableció en junio de 2006 en Coeneo, Michoacán, en las instalaciones del MEXART y es un proyecto en el cual participan investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) y de la Universidad de Guadalajara (U de G). Fue formalmente inaugurado el 7 de Noviembre de 2007 por el Dr. Juan Ramón de la Fuente – rector de la UNAM – en presencia de los gobernadores constitucionales de Michoacán de Ocampo y Jalisco. El LIMNA está constituido por cuatro ejes principales: el Geomagnetismo, el Paleomagnetismo, el Arqueomagnetismo y el Magnetismo Ambiental. El Laboratorio está dedicado principalmente a temas regionales como la paleotectónica de la porción oeste de la Faja Volcánica Mexicana, la estratigrafía magnética de alta resolución de las unidades volcánicas y sedimentarias, el estudio de volcanes recientes del estado de Michoacán, el Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato (CVMG) y el Arqueomagnetismo de los sitios arqueológicos del estado de Michoacán y Jalisco. La nueva línea de investigación, Magnetismo Ambiental, se enfoca principalmente al estudio de la contaminación por metales pesados

en materiales ambientales como suelos y plantas en áreas urbanas y rurales con el objetivo de ofrecer una herramienta confiable, rápida y de bajo costo para el monitoreo de la contaminación ambiental.

El LIMNA posee un espíritu claramente internacional, pero sobre todo Latinoamericano. Las áreas de estudio se extienden a lo largo y ancho del continente americano, pero también de Europa, Asia y África del norte. Estos últimos 5 años se han publicado 52 artículos en revistas de SCI y se han defendido 4 tesis de Doctorado, 5 de Maestría y 4 de Licenciatura. Dentro de los planes inmediatos del LIMNA se encuentra la apertura de sedes en Guadalajara, Jalisco y Tacámbaro, Michoacán con el fin de convertirse en un laboratorio de referencia nacional.

SE10-33 CARTEL

ABSOLUTE GEOMAGNETIC INTENSITY DETERMINATIONS ON FORMATIVE POTSDHERDS FROM THE OAXACA VALLEY (SOUTHWESTERN MEXICO) BETWEEN 1400 AND 700 BC

Petronille Marie¹, Gogichaishvili Avto¹, Morales
Juan¹, Carvallo Claire² y Hueda Tanabe Yuki³

¹Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural,
Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

²Institut de Minéralogie et de Physique des Milieux
Condensés, Université Pierre et Marie Curie, Paris, France

³WWF Programa Oaxaca
marie.petronille@wanadoo.fr

Despite recent archeomagnetic studies in Mesoamerica, variations of the Earth's magnetic field over the past few millennia in this region remain poorly constrained. To provide new data, an archeomagnetic study was carried out on 15 Formative potsherds from the Oaxaca Valley (southwestern Mexico), archeologically dated between 1400 and 700 BC. Rock-magnetic experiments suggest the predominance of mixtures of PSD and SP Ti-poor titanomagnetite and/or magnetite as remanence carriers. Thellier-Coe archeointensity determinations were performed on 7 reliable potsherds out of 15 analyzed. The mean archeointensities obtained for the 3 Formative phases involved, around 30 μ T, agree with both predicted absolute intensities global models and some other reliable data close in age. This suggests that, between 1500 and 700 BC, the geomagnetic field intensity, representing 75% of the actual field value, was relatively stable at the location of Oaxaca. Finally, the establishment of a local master curve over the last 3500 years using selected results is not possible yet because of the few data available for Mesoamerica and of their dispersion. However, the construction of such a curve is very useful, first as a dating tool, but also to be compared with other data, like climatic events and civilization evolutions, in order to try to understand their possible correlations. Mesoamerica, with its archeological and geological potential, is a particularly good candidate.

SE10-34 CARTEL

NEW ARCHAEOINTENSITY RESULTS FROM ITALIAN KILNS AND ARCHAEOMAGNETIC DATING BASED ON THE FULL GEOMAGNETIC FIELD VECTOR

Tema Evdokia¹, Morales Juan², Gogichaishvili Avto² y Camps Pierre^{3,4}

¹Dipartimento di Scienze della Terra, University of Torino, Italy

²Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural,
Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

³Géosciences Montpellier, CNRS, France

⁴Université Montpellier 2, France
evdokia.tema@unito.it

Archaeomagnetic dating is based on the comparison of the geomagnetic field vector registered on baked archaeological material during their last firing and the reference secular variation curves that describe the changes of the geomagnetic field in the past at a certain region. However, in most of the up to now published studies, only two of the geomagnetic field elements (declination and inclination) are used. In this study we present the archaeomagnetic dating results of three Italian kilns based on the full geomagnetic field vector (declination, inclination and intensity). The three kilns (Ascoli Satriano, Vagnari and Fontanetto Po kiln) have been studied for archeointensity determination using the Thellier modified by Coe method. Rock magnetic studies identify magnetite and Ti- magnetite as the main magnetic minerals, with some minor hematite only in few cases. Magnetic susceptibility versus temperature shows a good thermal stability of the samples. The intensity results have been corrected for anisotropy of the thermoremanent magnetization and cooling rate effects. The archaeodirections of the Ascoli Satriano and Vagnari kilns have previously studied and published by Tema et al., 2006. For the Fontanetto Po kiln only the archaeomagnetic inclination has been defined because the presence of methane metallic tubes in a depth around 1 m below the kiln, and the bad weather conditions during sampling, prevented the use of magnetic compass and the sun orientation of the samples, respectively (Tema et al., 2010). The directional results of the three kilns together with the new intensity determinations have

been used for comparison with the reference secular variation curves. The archaeomagnetic ages of the kilns have been obtained using the Matlab Tool developed for archaeomagnetic dating by Pavón-Carrasco et al., 2011 and the reference secular variation curves calculated directly at the sampling sites by the SCHA.DIF.3K regional geomagnetic field model. The final dating intervals have been calculated after combination of temporal probability density functions of the three geomagnetic field elements, with only exception the Fontanetto Po kiln for which only inclination and intensity values were available. The ages obtained are in good agreement with the archaeological evidence of the sites and suggest that, when it is possible, the full geomagnetic field vector must be used for archaeomagnetic dating.

SE10-35 CARTEL

ARCHAEOMAGNETIC STUDY OF A BRICK KILN EXCAVATED AT FONTANETTO PO (VERCELLI, NORTHERN ITALY)

Tema Evdokia¹, Morales Juan², Gogichaishvili Avto², Ferrara E.³ y Camps Pierre^{4,5}

¹Dipartimento di Scienze della Terra, University of Torino, Italy

²Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural,
Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

³Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica, INRM, Torino, Italy

⁴Géosciences Montpellier, CNRS, France

⁵Université Montpellier 2, France
evdokia.tema@unito.it

A complete archaeomagnetic study was carried out as part of a rescue archaeological excavation on a kiln discovered during the installation of methane gas pipelines beneath a rice field, along the southern border of Fontanetto Po village (Vercelli province, Italy). Hierarchical sampling process has been followed collecting 23 independent brick samples oriented in situ with an inclinometer; the use of magnetic compass was not possible due to the existence of the metallic methane pipelines already situated at a depth of around one meter below the structure while the wooden and plastic protection coverage mounted to protect the kiln from adverse weather conditions made impossible the use of sun compass. Standard archaeomagnetic procedures have been used for the determination of the archaeomagnetic inclination and absolute geomagnetic intensity. Isothermal remanent magnetization (IRM) experiments pointed to Ti-magnetite as the main magnetic carrier in most of the samples; high coercivity mineral, most probably Ti-poor (titano) hematite, is also present in some cases. Stepwise thermal and AF demagnetization shows a stable characteristic remanent magnetization (ChRM) and no or negligible secondary magnetization (probably of viscous origin) components. The calculated mean inclination of the 23 samples is $I = 65.30$ with $\#95 = 2.40$ and $k = 156$. Archeointensity experiments have been done on 22 specimens obtained from 15 independent bricks. The classical Thellier method as modified by Coe with regular partial thermoremanent magnetization (pTRM) checks has been used. The cooling rate and remanence anisotropy effects upon thermoremanent magnetization (TRM) have been investigated in all the specimens. A total of 15 archeointensity determinations (at specimen level) that correspond to linear NRM-TRM plots and satisfy several acceptance criteria were used for the calculation of the site mean archeointensity that is $45.9 \pm 2.6 \mu$ T. The archaeomagnetic age has been obtained after comparison of the kiln's archaeomagnetic parameters with the inclination and intensity reference curves produced by the SHA.DIF.3K European regional geomagnetic field model. Two possible dating intervals result for the last 1000 years calculated at 95 % confidence interval: a first one from 1515 to 1606 AD, and a second one from 1768 to 1872 AD. According to thermoluminescence (TL) dating results available from two bricks of the same kiln, the second dating interval seems more probable and suggest that the last firing of the kiln could have occurred as late as the 19th century AD.

SE10-36 CARTEL

ROCK-MAGNETIC AND MACROSCOPIC INDICATORS OF HEAT TREATMENT IN PALAEO-LITHIC ARTEFACTS. AN EXPERIMENTAL APPROACH

Carrancho Angel^{1,2}, Alonso Rodrigo³, Terradillos
Bernal Marcos⁴, Morales Juan⁵ y Gogichaishvili Avto⁵

¹Departamento de Física, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Burgos, España

²Centro Nacional de Investigación en Evolución Humana, España

³Museo de la Evolución Humana, Burgos, España

⁴Área de Prehistoria, Universidad de Burgos, España

⁵Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental,
Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia
acarrancho@ubu.es

La identificación de estructuras de combustión o artefactos quemados en yacimientos arqueológicos, además de tener gran interés como potencial interpretativo del comportamiento humano es una valiosa fuente de información para estudios arqueomagnéticos. Identificar procesos de alteración térmica en yacimientos prehistóricos, principalmente paleolíticos, es problemática porque las evidencias suelen ser pocas, ambiguas y generalmente, mal conservadas.

Entre estas evidencias, no es extraño identificar artefactos líticos que por sus rasgos macroscópicos, sugieren haber sido calentados para mejorar sus propiedades de talla.

Presentamos aquí un estudio sobre las variaciones en las propiedades magnéticas y macroscópicas generadas por el calentamiento experimental de artefactos líticos de diversas litologías (caliza, sílex, obsidiana y dos tipos de cuarcita). A partir de las variaciones magneto-mineralógicas observadas, el objetivo principal es establecer criterios magnéticos que permitan identificar procesos de calentamiento en yacimientos arqueológicos, con especial aplicación a las litologías estudiadas. Mediante un sistema de termopares para controlar la temperatura, realizamos una quema experimental bajo condiciones controladas. Los experimentos magnéticos realizados comprendieron la medida de la susceptibilidad magnética, curvas de adquisición progresiva de la magnetización remanente isoterma (IRM), ciclos de histéresis y curvas termomagnéticas. Todos ellos se realizaron tanto en clastos originales de cada litología sin quemar como en muestras quemadas. Se estudian y comparan las variaciones en la composición, concentración y granulometría de los minerales ferromagnéticos presentes para cada litología.

El calentamiento a altas temperaturas (~ 700 °C) genera un incremento de los parámetros dependientes de la concentración mineral y variaciones macroscópicas notables. Aunque todas las litologías presentan como mineral magnético dominante la magnetita, se aprecian diferencias notables entre ellas. El sílex y la caliza son magnéticamente débiles, mientras que la obsidiana y un tipo de cuarcita (Río Arlanzón) son más intensas, porque presentan mayor concentración de minerales magnéticos. Las alteraciones macroscópicas observadas (cambios en la coloración, cúpulas térmicas, rubefacción, fisuras, fracturas o microretoscos) son especialmente visibles en el sílex que por el contrario es una litología que apenas varía sus propiedades magnéticas. Actualmente se están realizando experimentos de paleointensidad con el fin de estudiar la capacidad de estas litologías para registrar el módulo del campo geomagnético y evaluar su aplicación a materiales arqueológicos similares. Finalmente, se discuten los resultados obtenidos y sus implicaciones tanto geofísicas como arqueológicas.

SE10-37 CARTEL

DETERMINACIÓN DE LA ARQUEOINTENSIDAD GEOMAGNÉTICA ABSOLUTA SOBRE CERÁMICAS PRECOLOMBINAS DEL OCCIDENTE DE MÉXICO

Pineda Durán Modesto¹, Gogichaishvili Avto², Morales
Contreras Juan Julio² y Aguilar Reyes Bertha²

¹Ingeniería en Geociencias, ITST
²UNAM

mpinedad@hotmail.com

En el presente trabajo se reportan los resultados de mediciones sistemáticas de arqueointensidad efectuadas en 35 fragmentos (245 muestras) de cerámica de los sitios: El Opeño, Araró, Tzintzuntzan y Capacha. Todos ellos ubicados en el occidente de México, dentro de la zona geográfica conocida como Occidente de Mesoamérica.

Análisis estándares de magnetismo de roca fueron aplicados a estos fragmentos a fin de identificar la mineralogía magnética así como el estado de dominio magnético de los portadores de la magnetización presentes en las muestras, y de esta forma seleccionar aquellas muestras potencialmente más adecuadas para determinaciones de arqueointensidad.

Los valores promedios de arqueointensidad encontrados fueron de 36.41 ± 1.1 μT para Araró, 51.0 ± 3.5 μT para Tzintzuntzan y 33.6 ± 1.2 μT para Capacha; para El Opeño los valores promedio varían entre (27.6 ± 5.7) μT a (38.7 ± 1.6) μT y utilizando un valor de corte de 10% se puede identificar cinco grupos principales; El grupo principal y los dos grupos secundarios reflejarían probablemente tres diferentes períodos de fabricación dentro de la ocupación de El Opeño alrededor del siglo XVI a.C.

Se encontraron similitudes en los valores de magnetismo de rocas entre fragmentos de cerámica de El Opeño y Capacha que parecen estar relacionados por las fuentes de arcilla compatibles. Valores comparables de arqueointensidad entre la cerámica de El Opeño y Capacha podría sugerir: (1) un autóctono e independiente origen de las piezas correspondientes, o por el contrario, (2) un activo comercio entre estas culturas, que también es apoyado por similitudes estilísticas.

Además de estudiar el magnetismo de rocas de los fragmentos arqueológicos, también se diseñó una estrategia de evaluación experimental para aplicarla en un horno abierto original, con el objetivo de conocer mejor el comportamiento térmico de los hornos usados para cocer los artefactos arqueológicos y medir la adquisición de magnetización termorremanente en condiciones actuales.

SE10-38 CARTEL

PROPIEDADES MAGNÉTICAS Y ARQUEOINTENSIDAD DE CERÁMICAS PREHISPÁNICAS DEL OCCIDENTE DE MÉXICO Y COLOMBIA

Berkovich Cesar, Morales Juan, Gogichaishvili Avto y Aguilar Reyes Bertha

Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural,
Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

c_berkovich_geologia@yahoo.com.mx

Se reportan los resultados preliminares de propiedades magnéticas y arqueointensidad de cerámicas arqueológicas de México y Sudamérica. Los fragmentos cerámicos mexicanos provienen de sitios arqueológicos del Occidente de Mesoamérica (Michoacán: Ihuatzio y Loma Santa María; Guanajuato: Cerrito de Jerez y Peralta), con fechamientos radiométricos que van desde el Preclásico (1000 años aEC) hasta la época colonial, mientras que los restantes corresponden a la región andina (La Sonrisa I, ubicado en Honda, Tolima, Colombia; 850 ± 80 y 282 ± 51 años AP). La caracterización magnética de las muestras se realizó con base en la medición de la susceptibilidad magnética a baja frecuencia y en función de la intensidad de campo. Se obtuvieron asimismo curvas continuas de χ vs. Temperatura y de desmagnetización por campos alternos. A partir de las curvas $\chi - T$ se aprecia (1) que el principal mineral magnético es la titanomagnetita pobre en titanio, evidenciada por el decrecimiento progresivo de la susceptibilidad magnética a partir de los $420-450^\circ\text{C}$, y (2) que mientras en las curvas de enfriamiento la susceptibilidad magnética es mayor que en la curva de calentamiento para las muestras mexicanas, en las muestras colombianas la curva de enfriamiento corre por debajo de la de calentamiento. Esto se interpreta, tentativamente, como la existencia de diferencias significativas en las condiciones de cocimiento para ambos tipos de muestras. Los resultados obtenidos son un reflejo tanto de la cantidad y cualidad de los minerales magnéticos presentes en las cerámicas, cuanto a su grado de cocción y al tipo de decoración. La determinación de arqueointensidades se realiza en fragmentos cerámicos, embebidos en pastillas de sal, mediante el método Thellier-Coe en aquellas muestras con componentes univectoriales tendientes al origen y con curvas $\chi - T$ con alto grado de reversibilidad.

SE10-39 CARTEL

INTENSIDAD GEOMAGNÉTICA HISTÓRICA DE BUENOS AIRES (SIGLOS XVI- XX): UN ESTUDIO EN EDIFICACIONES ARQUITECTÓNICAS URBANAS

Morales Juan¹, Gogichaishvili Avto², Schävelzon
Daniel³, Vazquez Carlos⁴ y Aguilar Reyes Bertha²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural,
Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

³Centro de Arqueología Urbana, Buenos Aires, Argentina

⁴Instituto de Geociencias Básicas, Aplicadas y
Ambientales de Buenos Aires, IGEB, Argentina
jmorales@geofisica.unam.mx

Buenos Aires es una ciudad con más de 10 millones de habitantes; es decir, es una de las grandes concentraciones urbanas del continente. La dinámica de crecimiento acelerado ha significado una destrucción enorme de riqueza, especialmente de la arquitectura urbana; pero debido a factores ideológicos y de una arraigada concepción de progreso, prácticamente nada ha perdurado del siglo XVI a la primera mitad del siglo XIX. Este hecho es considerado ya es una verdadera tragedia urbana irreparable. En este trabajo presentamos los resultados de experimentos típicos de 'magnetismo de roca' y arqueointensidad magnética realizados en fragmentos de ladrillo de muros, de un bloque obtenido de un fogón, de una vasija cerámica y de una teja del techo de una de las dos casas estudiadas, para investigar la Intensidad Geomagnética Histórica de Buenos Aires del lapso en cuestión a partir de edificaciones urbanas.

Los fechamientos arqueomagnéticos obtenidos para las piezas analizadas varían entre 1739 y 1900 AD, en excelente concordancia con las evidencias cronológicas e históricas de la ciudad.

SE10-40 CARTEL

NEW PALEOINTENSITY AND AR-AR GEOCHRONOLOGIC RESULTS FROM THE COLUMBIA RIVER BASALTS

Zhao Xixi¹, Zheng Zhong², Perrin Mireille³ y Lo Ching-Hua⁴

¹Earth Science, UCSC, USA

²Geoscience Division, Sogokaihatu Co, Ltd., Tokyo, Japan

³CEREGE UMR 6635 Europole de l'Arbois BP80 13545 Aix en Provence Cedex 4, France

⁴National Taiwan University, College of Science, Taiwan
zxzhao@ucsc.edu

The Columbia River basalts (CMB) are the smallest and youngest (17-5 Ma) large igneous province in the world, characterized by large individual flow

volumes with both normal and reversed polarities. We have collected basaltic samples at sites distributed in large areas of the Columbia River Basalt province and applied our new paleointensity method on these samples for paleointensity determination. Results from our experiments show that the inert atmosphere (provided by a vacuum oven) can avoid the relative low temperature oxidation. Only specimens with higher coercivity ($>15\text{mT}$) were possible for paleointensity experiment. Samples with lower coercivity ($<15\text{mT}$) were mostly contaminated by viscous remanent magnetization (VRM). Completely removing of this VRM need 15mT AF demagnetization or 230°C thermal demagnetization. Thus 15mT AF demagnetization pretreatment was conducted during every paleointensity experiment step. Paleointensity results from the Columbia River basalt formations range from $8.0\pm 1.7\text{ uT}$ ($\sim 5\text{ Ma}$) to $6.9\pm 1.1\text{ uT}$ ($\sim 17\text{ Ma}$). Our Ar-Ar geochronologic study on selected samples from the Mesa formation of the Columbia River Basalt province, parallel to our paleointensity investigation yielded $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ ages ($10.4\text{-}14.6\text{ Ma}$) for these rocks; not only confirming that the eruption ages at the sampling sites, but also providing constraints for correlation the observed polarity with the geomagnetic polarity time scale (Chron C5n.2n).

SE10-41 CARTEL

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA ASM EN LA FORMACIÓN SIERRA DE RÍOS, URUGUAY

Sánchez Bettucci Leda¹, Pérez Cecilia¹ y Rapalini Augusto²

¹Instituto de Ciencias Geológicas, Laboratorio de Geofísica-Geotectónica, Facultad de Ciencias, UDELAR

²Departamento de Ciencias Geológicas, Instituto de Geociencias, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina
ledasbettucci@gmail.com

Un rasgo típico en el cinturón orogénico Dom Feliciano es el desarrollo de cuencas extensionales y de antepaís periférico. Estas cuencas desarrollan importantes episodios volcánicos bimodales, uno de estos está representado por la Formación Sierra de Ríos. La edad de estas secuencias es de ca.580 Ma. Se realizó un estudio de la fábrica magnética en la Formación Sierra de Ríos la cual se encuentra constituida por riolitas, flujos riolíticos e ignimbritas. Se tomaron muestras de 14 sitios diferentes en las proximidades de la ciudad de Melo. Según su ubicación geográfica, los 14 sitios fueron divididos en dos zonas, denominadas Zona A (SR1 a SR7) y Zona B (SR8 a SR14). En la zona A, en tres de los siete sitios, el parámetro de forma es prolado y en los otros cuatro el mismo es oblado. En los siete sitios el grado de anisotropía es bajo, en los sitios SR6 y SR7 es moderado a bajo. En cuanto a la lineación magnética es subvertical y en algunos sitios es subhorizontal con dirección NE-SW. La foliación magnética es subvertical a vertical con dirección NE. En la zona B, todos los sitios muestreados presentan parámetro de forma oblado. El grado de anisotropía es en general bajo y moderado a bajo. La lineación magnética es subhorizontal con dirección al E y WSW en algunos sitios. La foliación magnética es de alto ángulo con dirección E-W y al ENE.

Se puede decir que estas rocas presentan fábrica planar, la cual está representada por la foliación magnética interpretada en este trabajo. La foliación magnética es subvertical, con dirección NE en la zona A y dirección E-W en la zona B. La lineación magnética es predominantemente subhorizontal con dirección NE en la zona A y dirección al E y WSW en la zona B.

SE10-42 CARTEL

OCCURRENCE OF PSEUDOPEPERITES AND PSEUDOAMYGDULES IN PARANA BASALTS (SOUTH AMERICA): EVIDENCE OF SIMULTANEOUS VOLCANIC AND SEDIMENTARY PROCESSES

Sánchez Bettucci Leda¹, Koukharsky Magdalena², Gogichaishvili Avto³ y Trindade Ricardo⁴

¹Área Geofísica-Geotectónica, Departamento de Geología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

²CONICET, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina

³Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

⁴Departamento de Geofísica, Instituto de Astronomía, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de , São Paulo, Brazil
ledasbettucci@gmail.com

The Large Igneous Provinces are well preserved in Cretaceous where they occur as continental flood basalts as in case of Paraná Magmatic Province (PMP). While numerous paleomagnetic studies are devoted to the Brazilian part of PMP, similar investigations in Paraguay are still very scarce and of dissimilar qualities. The Early-Cretaceous Paraguayan alkaline magmas are silica-under-saturated, enriched in incompatible-trace elements (Gibson et al. 2006). The late phase (127.5 Ma) of Paraguayan alkaline magmatism is concentrated in an intra-cratonic rift zone and melt generation appears to have been triggered by lithospheric extension. At some localities, active interactions of basalts with simultaneous sedimentary processes are observed and evidenced peculiar structures. One of them was the presence of physical

mixtures of the two lithologies as long as 3m from the contact line. Sedimentary fragments are present in the basalt and some "drops" of basalt are included in the sedimentary rock, considered a type of "pseudopeperites". Other peculiar textural feature was the recognition of cavities in the sedimentary rocks, which were filled with well crystallized phyllosilicates. They have some similarities to amygdules contained in the basalts, and for that reason they were considered as "pseudoamygdules". The magnetic properties of such rocks are different from the typical Parana Basalts showing the remagnetization at relatively low/moderate temperatures.

SE10-43 CARTEL

ESTUDIO DE MAGNETISMO AMBIENTAL EN EL RELLENO KÁRSTICO DE GALERÍA (ATAPUERCA, BURGOS, ESPAÑA)

Bógallo Román María Felicidad¹, Calvo Rathert M.¹, Villalain Santamaría J. J.¹ y Pérez González A.²

¹Departamento de Física, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Burgos, España

²Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana, Burgos, España
mbogalo@ubu.es

En este trabajo se presentan los resultados de un estudio de magnetismo ambiental llevado a cabo en el relleno kárstico de la cueva de Galería, en el yacimiento paleo-antropológico de Atapuerca (Burgos, España), con el fin de analizar la correlación de las propiedades magnéticas de los sedimentos con la secuencia de las fases de relleno así como obtener información acerca de las condiciones paleoambientales en dicha área.

De las cinco fases de colmatación que pueden diferenciarse en la cueva de Galería, se han tomado muestras de cuatro de ellas (GI a GIV). La edad de la unidad más antigua (GI) está establecida en más de 780 ka, mientras que la datación de GIV, la de menor edad de las estudiadas, la sitúa entre 185 y 211 ka. La unidad GI, de carácter autóctono, está constituida por depósitos laminares de texturas muy finas, espeleotemas y fases arcillosas masivas. Las unidades GII a GIV, de carácter alóctono, están compuestas, principalmente, por flujos de materiales detríticos, de clastos calizos en matrices arcillosas y gravillas calizas homométricas, organizadas por corrientes hídricas.

Se ha realizado un muestreo de alta resolución (cada 4-8 cm.). Las muestras han sido sometidas a diversos experimentos magnéticos: medida de la susceptibilidad magnética; análisis de ciclos de histéresis y determinación de parámetros de la curva de histéresis; registro de curvas de susceptibilidad magnética en función de la temperatura; medida de la susceptibilidad a diferentes frecuencias y temperaturas y estudio de la magnetización remanente isoterma a temperatura ambiente y baja temperatura (77 K). Los experimentos realizados ponen de manifiesto que las propiedades magnéticas están influenciadas, principalmente, por la concentración de fases ferrimagnéticas, las cuales muestran importantes variaciones a lo largo del perfil, aunque también se han detectado fases de alta coercitividad, como goethita. La unidad inferior GI, autóctona, presenta un comportamiento más homogéneo y una menor concentración de minerales magnéticos (valores de susceptibilidad por unidad de masa $10\text{-}7\text{ m}^3\text{kg}^{-1}$) que los niveles superiores ($10\text{-}6\text{ m}^3\text{kg}^{-1}$), observándose una zonación de las propiedades magnéticas consistente con la secuencia de fases de colmatación y las condiciones sedimentarias correspondientes a ambientes de cueva abierta o cerrada.

SE10-44 CARTEL

NEW ROCK-MAGNETIC AND PALEOMAGNETIC RESULTS FROM THE TEPIC-ZACOALCO RIFT REGION (WESTERN MEXICO)

Calvo Rathert Manuel¹, Aguilar Reyes Bertha², Gogichaishvili Avto², Franco Garces Hector², Morales Juan², Rosas Eleguera José³, Soto Ruth⁴, Carrancho Angel¹ y Delgado Hugo⁵

¹Departamento de Física, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Burgos, España

²Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

³LIMNA, Centro Universitario de los Valles, Universidad de Guadalajara

⁴Instituto Geológico y Minero de España, España

⁵Departamento de Vulcanología, Instituto de Geofísica, UNAM
mcalvo@ubu.es

A rock-magnetic and paleomagnetic investigation was carried out on Pleistocene and Pliocene $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ dated lava flows from the Tepic-Zacoalco rift region in the western sector of the Trans-Mexican Volcanic Belt (TMVB).

Thermomagnetic curves displayed a single ferromagnetic phase (magnetite) and nearly reversible curves in a few cases, but in most samples more phases and an irreversible behaviour were observed. Analysis of hysteresis parameters showed a mixture of single domain and multidomain particles, the fraction of the latter varying between 40% and 80%.

Paleomagnetic results were obtained in all sites, but in 7 sites characteristic remanence directions and remagnetisation circles were combined in order to calculate site means. The six Pliocene sites not showing intermediate polarity

yielded a paleomagnetic pole (latitude = 81.1°; longitude = 94.3°; A95 = 7.3°, k = 74.9) which roughly agrees with the synthetic North American polar wander path from Besse and Courtillot (2002). Paleomagnetic directions do not indicate significant vertical-axis block rotations in the western TMVB area.

Reversed polarities observed can be correlated to the Gilbert chron (sites TEP3, TEP9 and TEP1), normal polarities to the Gauss chron (TEP11, TEP10 and TEP7) or the Brunhes chron (TEP5) and intermediate polarities to the Cochiti-Gilbert (TEP2) or the Gilbert-Gauss (TEP8) transition. The reversed or intermediate polarity magnetisation recorded in site TEP4 (542±24 ka) corresponds either to the West Eifel 4 or the West Eifel 5 excursion, while the reversed polarity observed in TEP6 (220 ± 36 ka) very likely provides new evidence for the Pringle Falls excursion or the event recorded in the Mamaku ignimbrite.

SE10-45 CARTEL

ESTUDIO PALEOMAGNÉTICO Y MICROSCOPIA BAJO LUZ REFLEJADA DE LOS FLUJOS DE LAVA ASOCIADAS AL CAMPO VOLCÁNICO LOS AZUFRES (MICHOCÁN, MÉXICO)

Escutia Saucedo Noemí¹, Gogichaishvili Avto², Garduño Monroy
Victor Hugo¹, Calvo Rathert Manuel³, Sánchez Bettucci Leda⁴, Macías
Vázquez José Luis⁵, Aguilar Reyes Bertha² y Morales Contreras Juan²

¹Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

²Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural,
Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

³Universidad de Burgos, España

⁴Universidad de la República, Uruguay

⁵Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia
escutian@gmail.com

Se reportan los resultados paleomagnéticos detallados de 23 unidades ígneas que pertenecen mayormente al Campo Volcánico Los Azufres. Se recolectaron 204 muestras orientadas, fechadas previamente por el método geocronológico 40Ar-39Ar abarcando los últimos 5 Ma; Los experimentos magnéticos obtenidos por medio de balanza de traslación a campo variable (VFTB por sus siglas en inglés) incluyen mediciones de susceptibilidad en función de temperatura y ciclos de histéresis indicando en la mayoría de los casos que la remanencia magnética es portada por titanomagnetita pobre en titanio de estructura de dominio pseudo-simple resultado de la oxi-exsolución de la titanomagnetita original durante el enfriamiento del flujo inicial, lo cual indica que la magnetización primaria es de origen termoremanente a pesar de alteraciones hidrotermales visibles en algunos flujos de lava. Las observaciones en el Microscopio de Luz Reflejada mostraron que se encontraron minerales metálicos en las muestras como: cromita, hematita, ilmenita y magnetita. Tres sitios dieron polaridad magnética invertida (AZ-01, AZ-10 y AZ-15), tres más dieron polaridad intermedia (AZ-02, AZ-09 y AZ-18), y los restantes polaridad normal como se esperaba para las unidades correspondientes al Cron de Brunhes. Dos sitios presentaron inconsistencias al calcular la dirección media por lo que se desecharon (AZ-05 y AZ-12). La paleodirección principal, obtenida de 18 flujos es Inc = 38.2°, Dec = 353.7° con #95 = 6.9° y k = 26, la cual es prácticamente indistinguible de la paleodirección esperada para el Cratón Norteamericano. Se detectó una clara evidencia del cambio de polaridad Matuyama-Brunhes en rocas fechadas cerca de 0.79 Ma mostrando sin ambigüedad las paleodirecciones intermedias lo cual ayuda a establecer las principales características del campo magnético terrestre durante las transiciones de polaridad.

SE10-46 CARTEL

ESTUDIO DE LA VARIACIÓN PALEOSECULAR DE CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE EN UNA SECUENCIA VOLCÁNICA EN LA MESETA DE DJAVAKHETI (SUR DE GEORGIA – CAUCASO MENOR)

Caccavari Garza Ana¹, Vegas Nestor², Aguilar Reyes Bertha¹,
Calvo Rathert Manuel³, Gogichaishvili Avto¹ y Vashakidze Goga⁴

¹Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural,
Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

²Universidad del País Vasco, España

³Universidad de Burgos, España

⁴Alexandre Janelidze Institute of Geology of I. Javakhishvili Tbilisi State University
anavari@gmail.com

La variación secular es una de las dos variaciones notables que presenta el Campo Magnético Terrestre, se presenta tanto en la intensidad como en la dirección y de manera continua con periodicidades del orden de 102 a 104 años, razón por la cual el estudio de este cambio se realiza a través de datos paleomagnéticos, principalmente en rocas volcánicas debido a que presentan un registro casi continuo con buena señal. En este trabajo se analizan los datos paleomagnéticos y de magnetismo de rocas para estudiar la variación secular de una secuencia de 39 coladas de lava basáltica de edad Neógena (2.2 Ma

(Lebedev et al., 2008)) ubicadas en la meseta de Dzavakheti, en el sur de Georgia, Se

analizaron los minerales portadores de remanencia obteniendo del análisis de las curvas termomagnéticas titanomagnetita con diferentes contenidos de Ti como el principal portador. Y el análisis de la curva de histéresis sugiere un dominio pseudo simple para la mayoría de las muestras. Se desmagnetizaron 239 muestras de las 39 coladas, un promedio de 7 muestras por sitio: 216 por campos alternos y 77 por desmagnetización térmica. La mayor parte de los sitios (22/39) muestra una sola componente paleomagnética, mientras que el resto (17/39) muestra una componente viscosa (D=347°, I=38°) que fue fácilmente removida con un campo débil (alrededor de 0-10 mT). En la desmagnetización térmica las muestras se encontraban totalmente desmagnetizadas a 480° aproximadamente. La totalidad de los flujos muestra una polaridad inversa con dirección media de D = 205.6°, I = -60.7°, # (95%) = 2.0, yk = 129.6° y un polo paleomagnético # = 123.1°, # = 71.1°, # (95%) = 2.8°, k = 72.07. Se comparó el paleopolo obtenido en este trabajo con la curva de deriva polar aparente sintética, APWP (Aparent Polar Wander

Path) para Europa calculada para ventanas de cada 5 Ma obteniendo una distancia angular de 16.7°. Esta diferencia puede estar asociada a rotaciones sobre ejes verticales en la secuencia. Igualmente se calculó la dispersión angular del VGP, obteniendo como valores: SB = 12.9 con un límite de confianza superior de Su=14.28 y un límite de confianza inferior de Si= 10.45 para la secuencia con una latitud de 41°, este resultado fue comparado con los modelos de variación latitudinal de la dispersión de VGP, Modelo G(McFadden et al., 1988) y con el modelo TK03 (Tauxe y Kent, 2004). Notando que es ligeramente menor que el valor obtenido en estos modelos para los últimos 5 millones de años.

SE10-47 CARTEL

PRIMEROS RESULTADOS PALEOMAGNÉTICOS DEL ARCO VOLCÁNICO CHIAPANECO, CHIAPAS MÉXICO: IMPORTANCIA GEOMAGNÉTICA Y GEODINÁMICA

Maciel Peña Rafael¹, Mora Juan Carlos², Gogichaishvili Avto³, Sánchez
Leda⁴, Henry Bernard⁵, Aguilar Reyes Bertha² y Morales Juan³

¹Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, ITST

²UNAM

³LIMNA, UNAM

⁴Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

⁵Institut de Physique du Globe de Paris, Francia
rafaelmaci@gmail.com

Se presentan resultados preliminares del estudio paleomagnético efectuado sobre 13 coladas independientes pertenecientes al arco volcánico Chiapaneco (ChVA) al sureste de México. Seis sitios fueron fechados por el método radiométrico Ar-Ar o K-Ar; con un intervalo de edades que va de 2.14 Ma a 0.23 Ma. Se aisló la paleodirección característica para 11 lavas. Este estudio produjo como principal dirección de inclinación magnética I=30.7°, declinación, D=4.1° y con parámetros de precisión de estadística de Fisher, k=63 y #95=5.8°. Con su respectiva posición del paleopolo de Plat=83.3°, Plong=203.8°, K=227, A95=5.1°.

La inclinación esta en concordancia con la esperada para el mioceno tardío, como lo establecido por el polo de referencia norte americano por Besse and Courtillot (2002). Sin embargo la declinación es diferente a la esperada (D = 355.9°) lo que sugiere una rotación horaria de 9° del ChVA. Se determinó que la variación paleosecular de la dispersión del polo virtual geomagnético, dado por, Sb=14.5°, =19.6° and =11.7° (parámetros de variación paleosecular con los límites superior e inferior respectivamente), los cuales coinciden razonablemente con el modelo G de McFadden et al. (1988, 1991) y con el modelo de Johnson et al. (2008) para los últimos 5 Ma. En general la polaridad obtenida de los flujos estudiados es consistente con la posición estratigráfica y con la edad absoluta determinada, excepto el sitio Huitepec, que presenta una paleodirección (I=-21.8°, D=16.2°, #95=2.3°, k=342, n=12) correspondiente al polo virtual geomagnético de latitud 58.1°N.

SE10-48 CARTEL

PALEOMAGNETISM OF THE EASTERN ALKALINE PROVINCE (MEXICO)

Alva Valdivia Luis Manuel¹, Camps Pierre² y González Rangel Antonio¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Universidad de Montpellier, Francia
lalva@geofisica.unam.mx

The Mexican Volcanic Belt (MVB) is a Neogene volcanic arc built on the southern edge of the North American plate showing a wide range of chemical composition resulting from the Neogene Cocos-Rivera subduction system. We performed a comprehensive paleomagnetic survey (direction and intensity) of 35 lava flows located in the Eastern MVB. Most of the sites correspond with previously radiometrically-dated studies. Rock-magnetic experiments point

to simple magnetic mineralogy. In most cases, the remanence is carried by primary titanomagnetite showing different degrees of high temperature oxidation. Hysteresis parameters and FORC diagrams show in most of the cases a pseudo-single-domain magnetic behavior, such domain state being usually favorable for paleointensity determinations. However, a high failure rate (around 70%) is encountered in this study, which is partly explained by induced changes of the magnetic properties during the laboratory heatings.

These new data (paleodirection and paleointensity) are combined with selected data from the Eastern MVB gathered in the literature. This study is an opportunity to make an objective appraisal of the knowledge of the behavior of the Earth's magnetic field as recorded by the Late Miocene and Quaternary basalts from the Eastern Alkaline Province.

SE10-49 CARTEL

MULTIPLE-SPECIMEN ABSOLUTE PALEOINTENSITY DETERMINATION WITH THE MSP-DSC PROTOCOL: ADVANTAGES AND DRAWBACKS

Camps Pierre¹, Fanjat Grégory¹, Poidras Thierry¹, Carvallo Claire² y Nicol Patrick¹

¹Géosciences Montpellier, France

²IPMC, Paris, France

pcamps@univ-montp2.fr

The MSP-DSC protocol (Dekkers & Bohnel, 2006, EPSL; Fabian & Leonhardt, 2010, EPSL) is a recent development in the methodology for documenting the intensity of the ancient Earth magnetic field. Applicable both on rocks or archaeological artifacts it allows us to use samples that until now were not measured because their magnetic properties do not meet selection criteria required by conventional methods. However, this new experimental protocol requires that samples be heated and cooled under a field parallel to its natural remanent magnetization (NRM). Currently, standard paleointensity furnaces do not match precisely this constraint. Yet, such new measurement protocol seems very promising since it would possibly double the number of available data.

We are developing in Montpellier (France), a very fast-heating oven with infrared dedicated to this protocol. Two key points determine its characteristics. The first is to heat uniformly a rock sample of a 10-cc-standard volume as fast as possible. The second is to apply to the sample during the heating (and the cooling) a precise magnetic induction field, perfectly controlled in 3D. We tested and calibrated this oven along with the MSP-DSC protocol with 3 historical lava flows, 2 from Reunion Island (erupted in 2002 and 2007) and one from Etna (erupted in 1983). These lava flows were selected because they have different magnetic behaviors. Reunion 2002 is rather SD-PSD-like, while Reunion 2007 is PSD-MD-like, and Etna 1983 is MD-like. The paleointensity determinations obtained with the original protocol of Dekkers and Bohnel (2006, EPSL) are within $\pm 1 \mu\text{T}$ of the known field for the three lava flows. The same precision is obtained when we applied the fraction correction (MSP-FC protocol). However, we systematically observed a loss in the linearity of the MSP-FC plots. In addition, like Muxworthy and Taylor (2011, GJI), we found that the Domain State Correction is difficult to apply since $\alpha = 0$ is always found whatever we use an ordinary least square regression or a robust regression. We will present and discuss in this talk some modifications of the MSP-DSC protocol which are currently tested in our laboratory.

SE10-50 CARTEL

EVOLUCIÓN PALEOAMBIENTAL DEL PLEISTOCENO-Holoceno EN EL VALLE DE LOS ESPEJOS

Carranza Ana Gabriela¹, Israde Alcántara Isabel¹, Aguilar Reyes Bertha², Gogichaishvili Avto² y Domínguez Vázquez Gabriela³

¹Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

²Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Instituto de Geofísica, UNAM

³Facultad de Biología, UMSNH
gabs_any@hotmail.com

Se reporta el estudio de un núcleo sedimentario de 21.48 m de largo, extraído del depocentro de la cuenca lacustre del Valle de los Espejos. Este se ubica en el límite Sur del Graben de Acambay, ocupa la porción septentrional de la falla Acambay-Tixmadeje; presenta una estructura circular de más de 90 km², y su planicie denota haber alojado un extenso lago. Se analizaron distintos indicadores paleoambientales: contenido de carbono orgánico e inorgánico, espectrometría de masas y diatomeas, así como algunos parámetros magnéticos en un muestreo continuo cada 10 cm, o más cerrado cuando se le observaban cambios en la sedimentación.

El núcleo está caracterizado por un dominio de facies arcillosas, limosas y limoarenosas. Se individuaron 7 zonas en base a la litología. Niveles de Turba se presentan a los 1.14 y 3.85 metros, mientras que el registro de vulcanismo se observa en 4 niveles hacia los 8.70, 8.90, 10.50 y 10.60 metros. Además, de que se observaron 6 principales indicios de aporte detrítico. Esta sedimentación detrítica está muy bien diferenciada por los valores de la susceptibilidad magnética. La mayor parte del núcleo contiene diatomeas

siendo las especies que predominan: Navicula, Aulacoseira, Stephanodiscus, Campylodiscus, Denticula, Eunotia, Epithemia, Fragilaria, Rhopalodia, Surirella y Nitzschia. El contenido de carbono orgánico e inorgánico en conjunto con la espectrometría de masas y la susceptibilidad magnética, permiten diferenciar una fase seca con cortos intervalos de humedad de la base del núcleo (21.48 m) hasta los 7.5 m de profundidad, mientras que de los 7.5 hacia la cima dominan condiciones húmedas con pequeñas intercalaciones de sequías.

SE10-51 CARTEL

APORTACIONES DEL LABORATORIO INTERINSTITUCIONAL DE MAGNETISMO NATURAL AL CONOCIMIENTO DE LA TECTÓNICA DEL OCCIDENTE DE MÉXICO DURANTE EL PERIODO 10-35 MA

Rosas Elguera José^{1 y 2}, Gogichaishvili Avto¹, Alva Valdivia Luis³, Aguilar Reyes Bertha¹, Morales Juan¹, Israde Isabel¹, Peña Rafael¹ y Pineda Modesto¹

¹Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM

²División de Estudios Científicos y Tecnológicos, CUVALLES, UDG

³Laboratorio de Paleomagnetismo, Instituto de Geofísica, UNAM
jrosaselguera@yahoo.com

En un esfuerzo entre la Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad Michoacana el 7 de Noviembre de 2007 fue formalmente inaugurado el Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural (LIMNA) aunque sus actividades académicas y de investigación se venían realizando desde el 2002.

Entre otras actividades el LIMNA ha estudiado temas regionales como la tectónica de la porción occidental de México. En la Faja Volcánica Mexicana (FVM) hemos reportado rotaciones regionales contrarias al sentido de las manecillas del reloj que no exceden los 25 grados para las rocas miocénicas de la FVM (aprox. 10 Ma) que se han interpretado en términos de la interacción entre las placa de Norteamérica y las placas oceánicas involucradas. El estudio paleomagnético relativo a los diques (aprox. 35 Ma) del bloque Michoacán sugieren también rotaciones anti-horarias de 24 grados.

Sesión Especial

**PALEOSEISMOLOGY,
SEISMIC AND TSUNAMI HAZARD/
PALEOSISMOLOGÍA, PELIGRO
SÍSMICO Y DE TSUNAMI**

Organizadores:

María Teresa Ramírez H.

Marcelo Lagos

Nestor Corona

SE11-1

EL TSUNAMI DEL 3 DE JUNIO DE 1932 EN LAS COSTAS DE TOMATLÁN, JALISCO: MEMORIA DE UN DESASTRE

Castillo Aja María del Rocío, Ornelas Luis Valdivia y Trejo Mariana Estrada
Departamento de Geografía y Ordenación Territorial, UDG
 rocasaja@yahoo.com

Se presentan las evidencias hemerográficas y testimoniales de la ocurrencia de un tsunami cuyas olas penetraron hasta 8 km tierra adentro y destruyeron el poblado de Mismaloya, causando la muerte a 4 personas en las costas del municipio de Tomatlán, Jalisco (México). El hallazgo inicial de una nota periodística sirvió de hilo conductor para localizar, primero, los telegramas originales enviados por el presidente municipal de Tomatlán pidiendo ayuda y reportando los daños; y, posteriormente, los datos se corroboraron mediante entrevistas a dos supervivientes y un informante. La construcción de un modelo digital de elevaciones, complementado con imágenes aéreas, permitió identificar los lugares hasta donde llegó la invasión marina así como la loma que sirvió de refugio a aproximadamente 100 personas que lograron así salvar sus vidas. El desconocimiento de este hecho hasta nuestros días sólo se explica por una situación coyuntural, dado que en sólo diecinueve días se registraron tres sismos importantes que ocasionaron tsunamis, siendo el último de ellos el más grande ocurrido el 22 de junio de 1932 en Cuyutlán, Colima. Las noticias provenientes de Tomatlán, haciendo referencia a los daños ocasionados por el tsunami del 3 de junio, se trasladaron con los reportes correspondientes al tsunami de Cuyutlán. Sin embargo, en la memoria colectiva de los habitantes de Tomatlán y, sobre todo en la de los de Cruz de Loreto quienes son los descendientes de los sobrevivientes de Mismaloya, el evento está claramente registrado.

SE11-2

REVEALING THE ORIGIN OF THE GREAT TSUNAMI OF JUNE 22, 1932 OFF THE PACIFIC COAST OF MEXICO

Corona Morales Néstor y Ramírez Herrera María Teresa
Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, CIGA
 ncorona@pmip.unam.mx

On June 22, 1932 a tsunami with wave height >10 m struck ~60 km of the Pacific Mexican coast. Its origin and causal mechanisms were previously unclear. Historic documents, survivor testimony, tsunami catalogs, post-tsunami survey and modeling aid in identifying the cause and mechanism of the event. Four scenarios of tsunami generation and propagation were modeled based on a rotational submarine landslide to identify a behavioral pattern similar to what was observed and recorded with this tsunami event. We determined the elapsed time between the seismic event and the arrival of the tsunami wave to be approximately 5-9 min, the direction from which the wave train originated - SSE-NNW, the affected surface area ~60km, and the maximum height of the tsunami ~11.6 m. The determined maximum tsunami wave height, tsunami arrival time and affected land area suggest that the causal mechanism was, in fact, a rotational submarine landslide, that originated several kilometers to the east of the epicenter of the June 22 event and no more than 20km southeast of Cuyutlán, in the submarine canyon facing the Armería River. In determining the cause and mechanisms of generation of the 1932 tsunami in Cuyutlán, using a combination of historical data and modeling, the percentage of tsunamis attributed to unknown causes or with unclear causes is reduced.

SE11-3

THE GEOLOGIC SIGNATURE OF HISTORICAL AND PREHISTORICAL EARTHQUAKES AND THEIR TSUNAMIS ON THE GUERRERO, MEXICAN PACIFIC COAST – WHAT WE LEARNED SO FAR?

Ramírez Herrera María Teresa¹, Rangel Velarde Violeta¹, Kostoglodov Vladimir², Ruiz Fernández Ana Carolina³, Machain María Luisa⁴, Caballero Margarita², Gogichaisvili Avto⁵, Hutchinson Ian⁶, Nava Hector⁷, Corona Nestor⁸, Goff James⁹ y Chague-Goff Catherine¹⁰

¹Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, CIGA, UNAM, Campus Morelia

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, Unidad Mazatlán

⁴Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

⁵Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

⁶Department of Geography, Simon Fraser University

⁷Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, UMSNH

⁸Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, CIGA, UNAM, Campus Morelia

⁹Australia-Pacific Tsunami Research Centre, University of New South Wales, Australia

¹⁰Institute for Environmental Research, Australian Nuclear Science and Technology Organisation, Australia
 mtramirez@ciga.unam.mx

Historical, ethnographic and instrumental data show that the Pacific coast of Mexico has been exposed to destructive tsunamis over at least the past 500 years. This coast parallels the active Mexican subduction zone, where earthquakes $M > 8$ have been registered and are known to have triggered tsunamis. Tropical environments have proven to be a challenge for tsunami deposits preservation, however the multiproxy approach proposed and applied in these studies aid in distinguishing tsunami deposits. The purpose of our study was two-fold, a) to determine whether we could distinguish the geologic signature of historical and pre-historical earthquakes, and b) whether tsunami deposits are preserved in the tropical environments of the Guerrero coast. Multiple sites were dug and cores recovered to determine the presence, continuity and extension of sharp basal contacts between stratigraphic units. Several lines of evidence using a multi-proxy approach (historical studies, interviews with local witnesses, geomorphological and geological surveys, coring and trenching, and laboratory analyses including grain size, micropaleontology, geochemistry, magnetic susceptibility and radiometric dating – Pb-210 and C-14) indicate the occurrence of earthquakes that we link to local events: the 1985 (M 8.1) Mexico and possibly the 1907 (M 8.3) earthquake at Barra de Potosí. Buried evidence of liquefaction also confirms the occurrence of a large earthquake at Barra de Potosí. No conclusive evidence of tsunami deposits was recognized for the 1985 and 1907 events at Barra de Potosí. However, tsunami deposits are evident at Ixtapa estuary that coincide with two tsunamis linked to local events: the 1985 Mexico and possibly the 1979 Petatlan earthquakes. An anomalous sand layer with incorporated mud clasts, shallow marine foraminifera, and the presence of organic debris in this sand bed suggests a mixture of terrestrial influence associated with the inland transport of high-energy marine material most likely from a nearshore beach environment. The radiocarbon dates provide a minimum age i.e. the maximum estimate for the period of burial of the plant material in the lower observed sand layer of ca. 2320-2050 cal yr BP (Cal BC 370 to 100). Deposits from three marine inwash events (tsunamis) dating from the past 4600 years have been identified at Ixtapa, Barra de Potosí and Laguna Mitla on the Guerrero coast. We thereby provide onshore geological evidence of historical coseismic deformation associated to large earthquakes and their tsunamis on the Pacific coast of Mexico. Further work on these tropical environments will aid in refining a multiproxy approach in paleoseismology and tsunami deposits studies.

SE11-4

“UNSETTLING” TIMES – LEARNING FROM THE CATASTROPHIC MILESTONES OF PREHISTORIC POLYNESIA

Goff James

School of Biological, Earth and Environmental Sciences, UNSW
 j.goff@unsw.edu.au

The Pacific Ocean covers about one third of the planet's surface and it forms the coastline of many nations, some of which are island states and others such as Mexico that are continental landmasses. We are all well aware of many catastrophic events that have touched Pacific Ocean our coastlines over the last few years – these include major earthquakes, tsunamis and cyclones. When we go back in time into prehistory however, such catastrophic events are not recognised because they happened on a certain day at a certain time, but because of their environmental impacts. The impacts can vary from local, to regional, to global effects that occurred “around about the same time”. The dating is never as precise as an historical event, but the data are no less significant. In studying the effects of palaeotsunamis it is important to draw on a toolkit of proxy data that includes not only earth science (geology and geomorphology) but also archaeology, anthropology and palaeoecology, to name a few. This by no means dilutes the significance of any one of the disciplines, but rather adds value to each. For example, contemporary science

and Traditional Environmental Knowledge (TEK) are two sides of the same coin. While the study of palaeotsunamis in the Pacific is in its infancy it does not diminish the message - larger events have occurred in prehistory than have occurred in historic time. Larger events have occurred in prehistory than have been reported in probabilistic tsunami hazard assessments. While the story is far from complete, this talk presents work that draws together a range of evidence for such catastrophic events and makes one key point – palaeotsunamis and their generating mechanisms had significant effects on Polynesian settlements and culture over the past 3000 years or so during the time when the Pacific was settled. This also has fundamental implications for understanding how countries around the periphery of the Pacific Ocean may also have been affected and may have affected others.

SE11-5

A DETAILED ROCK-MANETIC AND AMS INVESTIGATION ON TSUNAMI INDUCED DEPOSITS IN IXTAPA-ZIHUATANEJO AREA (WESTERN MEXICO)

Gogichaishvili Avto¹, Ramírez Herrera Teresa², Aguilar Reyes Bertha¹, Morales Contreras Juan¹, Bautista Francisco¹, Carrancho Angel³, Calvo Manuel³ y Caballero Cecilia⁴

¹Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

²Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, CIGA, UNAM, Campus Morelia

³Laboratorio de Paleomagnetismo, Departamento de Física, Universidad de Burgos, España

⁴Laboratorio de Paleomagnetismo, Instituto de Geofísica, UNAM avto@geofisica.unam.mx

Rock-magnetic methods proved to be a promising approach for identification of Tsunami or Storm induced deposits. Previous studies are focused on 1755 Lisbon tsunami deposits from Algarve (Portugal) yielding some contradictory results. Here, we test the hypothesis in the Pacific coast of Mexico which is located over the active subduction zone (~1000 km) that has experienced numerous large magnitude earthquakes in historical time (Mw>7.5), and more than 50 documented tsunamis since 1732. We present here results from a study using magnetic parameters (bulk and frequency dependent susceptibility, Isothermal Remanence, Hysteresis Parameters and Anisotropy of Magnetic Susceptibility) to distinguish tsunami deposits in the Ixtapa-Zihuatanejo area. In contrast of Lisboa tsunami, here we found a significant increase of magnetic susceptibility in layers containing tsunami deposits while other magnetic parameters such as SIRM, Js, Jr, Hc, Hcr remains relatively unaltered. Results showed that in most cases, the tsunami-induced deposits are featured by relatively high susceptibility signal due to admixture of ferromagnetic materials from the littoral pit. The AMS measurements reveal essentially sedimentary fabric and very little difference between tsunami-induced and 'virgin' layers. The almost similar magnetic properties of tsunami and underlined layers indicates the common source of Fe-Ti oxides.

SE11-6

THE POWER OF GEOCHEMICAL PROXIES IN TSUNAMI RESEARCH AND HAZARD ASSESSMENT

Chague-Goff Catherine

School of Biological, Earth and Environmental Sciences, UNSW and ANSTO
c.chague-goff@unsw.edu.au

The tsunami proxy toolkit has 'grown' over the years and now includes much more than sedimentology and micropalaeontology. It will also continue to grow as scientists develop more diagnostic criteria to identify tsunami deposits and their extent in the geological record. One of these proxies, geochemistry, has now been used for more than 20 years in studies of historical and palaeotsunamis. However, it is only recently that it has been recognised as a valuable proxy.

Scientists have also mostly ignored geochemistry in post-tsunami surveys, although environmental impact assessments were carried out following the 2004 Indian Ocean Tsunami. Recently, geochemical surveys were coupled with geological surveys, after the 2009 South Pacific Tsunami, 2010 Maule Tsunami in Chile and 2011 Tohoku-oki tsunami in Japan. Data show that geochemical signatures are often site-specific and depend on the nature and origin of the tsunami deposits (e.g. coral, volcanic sand, weathered granite, etc.). Marine chemical indicators on the other hand are more 'universal'.

Our studies revealed that geochemical markers could identify the limit of tsunami inundation, even in the absence of any sedimentological evidence or debris, at least within a few months after the event. Furthermore, they are still retained and are usually better preserved in fine-grained organic-rich sediments. Thus they can help identify the marine origin of tsunami mud units within the terrestrial environment in which they are deposited. This is particularly relevant in areas such as flat coastal plains, where the extent of the tsunami sand deposit has been found to be as little as 50-60% of the limit of tsunami inundation.

Studies of the 2011 Tohoku-oki tsunami indeed suggest that the magnitude of its predecessor was underestimated, mostly because researchers used the limit of sand deposition as the minimum inundation limit. This led to a costly underestimate of the hazard risk for the region. Geochemical markers can be used to redraw tsunami inundation maps, which has important implications for tsunami hazard assessment and preparedness.

SE11-7

PALEOSISMOLOGÍA EN COSTAS TROPICALES DE GUERRERO, BAHÍA DE BARRA DE POTOSÍ, MÉXICO

Rangel Velarde Violeta y Ramírez Herrera María Teresa
Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, CIGA, UNAM
imatevior@yahoo.com.mx

La reconstrucción de ambientes pasados y caracterización de los actuales, permiten la identificación de terremotos y sus tsunamis, permitiendo así su evaluación cuantitativa en una escala espacial y temporal. México se ubica en una zona de convergencia de placas tectónicas. En las costas de Guerrero la brecha sísmica de Guerrero, no ha presentado actividad desde 1911. El presente estudio se ubica en la localidad de Barra de Potosí, Guerrero, en el límite norte de la brecha sísmica. El objetivo fue identificar evidencias geológicas de grandes sismos y de sus posibles tsunamis, ocurridos en tiempos históricos y en el Holoceno tardío, en sitios preseleccionados. Se exploraron una serie de pozos y núcleos, y se seleccionó un pozo para el análisis detallado y el submuestreo (Pit 005-A). El Pit 005-A presenta cuatro unidades, A, B, C, y D en orden cronológico del más antiguo al más joven y una estructura incluida en la unidad C y D, denominada E; las unidades y estructura A, B y E, están constituidas por arenas que van de finas a gruesas; mientras que las unidades C y D, por arcillas y limos. Todos los contactos basales de dichas unidades son abruptos, que indican cambios rápidos en los procesos de sedimentación. Las diatomeas permite inferir cambios en la salinidad del ambiente y están presentes en dos unidades: la estructura E (15 cm), representan un ambiente marino o salobre con una granulometría de arenas media a gruesa. En ésta, se encuentran diatomeas marinas (*Diploneis notabilis*); salobres, como *Tryblionella balatonis* y *Cyclotella meneghiniana*; y de agua dulce *Eunotia pectinalis*, *Gomphonema olivaceum* y *Pinnularia abaujensis*. La unidad D (11.5 cm) compuesta por una matriz de arcillas y limos, las diatomeas son de origen de agua dulce, en su mayoría del género *Gomphonema* sp. En la unidad B se observan estructuras en forma de "flamas" o diques-estrato, aquí nombrada estructura E. En contraste con la litología que la rodea, estas estructuras están constituidas de arena media a gruesa, con cuarzos subredondeados, conformando una estructura (sill), que se inyecta en la matriz de la unidad C y D (arcillas), característico del proceso de licuefacción, que se presenta únicamente como producto de sismos de M # 5.5. La estratigrafía y las edades inferidas a través de las tasas de sedimentación (Ramírez-Herrera et al. 2010), apoyan la hipótesis de que dos probables terremotos: 1) Las unidades A y B, demuestran un cambio abrupto de ambiente de marino a terrestre, interpretado como un cambio del nivel de la costa. Este evento podría corresponder al terremoto de 1907 en la costa de Guerrero (M 8.3) o bien al evento de 1911 en la costa de Michoacán (M 7.9). 2) La tasa de deposición en la parte superior de la columna (14 cm), sugiere una edad entre 25 a 32 años. Por lo tanto, el segundo evento, inferido por los rasgos de licuefacción, asociados a deformación cosísmica, se relacionan al terremoto de Mw = 8.1, ocurrido en las costas de Michoacán, el 19 de septiembre de 1985.

SE11-8

PALEOSEISMOLOGY OF THE VENTA DE BRAVO, TEPUXTEPEC AND TEMASCALCINGO FAULTS (TRANSMEXICAN VOLCANIC BELT)

Ortuno Candela María¹, Zúñiga Dávila-Madrid Ramón², Corominas Ona³, Perea Hector⁴, Ramírez Herrera María Teresa⁵, Stepánková Petra⁶, Pilar Villamor⁷ y Norini Gianluca⁸

¹Dept. Geodinámica i Geofísica, Universidad de Barcelona, España

²Centro de Geociencias, UNAM

³Dept. de Geodinámica i Geofísica, Universidad de Barcelona, España

⁴Centre Mediterrani d'Investigacions Marines i Ambientals CSIC, Barcelona, España

⁵CIGA, UNAM

⁶Academy of Sciences of the Czech Republic

⁷Institute of Geological and Nuclear Science of New Zealand

⁸Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali, CNR di Milano, Italia
ortuno.maria@gmail.com

The Trans-Mexican Volcanic Belt (TMVB) is characterized by a relatively low rate of seismicity. However, several damaging earthquakes have produced a loss of hundreds of human lives in the past centuries (e.g. 27/12/1568; 19/11/19123; 03/01/1920).

The seismic risk in this region, in which maximum magnitudes of M 7 are expected, is increased by several factors: a) the earthquakes are generated by faults whose traces are next to overpopulated cities (e.g. México City, Toluca, Guadalajara); b) the E-W oriented faults within the TMVB are associated with lacustrine basins now occupied by many cities and towns. The seismic

amplification in these basins might generate site effects, increasing the damage due to an earthquake; c) since the last damaging earthquakes occurred 100 years ago, there is a lack of awareness concerning the exposure to seismic hazard, which is reflected in a low resilience of the population.

In this work, we present the results of a paleoseismological research performed within three faults located in the central part of the TMVB, the Venta de Bravo fault (50 km), the Temascalcingo fault (21 km) and the Tepuxtepec fault (7 km). The activity of these E-W oriented crustal faults has displaced Miocene to Holocene deposits, and has been mainly controlled by transtensional kinematics resulting in a system of parallel horsts and grabens.

The identification and ¹⁴C dating of seismic events affecting Late-Pleistocene and Holocene deposits have led to the recognition of the seismogenic nature of those three faults; the Venta de Bravo fault has produced at least two (and possibly more) large earthquakes during the last 30 ka and the Temascalcingo and Tepuxtepec faults have produced three large earthquakes since 16 ka and 14 ka ago, respectively. Their fault traces suggest that the maximum magnitudes of a possible earthquake can reach M 7. This, together with the site effects and the high population leads us to consider the region to be exposed to a relatively high seismic risk.

SE11-9

ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO, PALEO-SÍSMICO Y CINEMÁTICO DE LA FALLA EL BORREGO, SIERRA CUCAPAH, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Hernández Flores Ana Paula¹, Fletcher Mackrain John¹,
Spelz Madero Ronald M.² y Grijalva y Ortiz Nicolás³

¹Departamento de Geología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE

²Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Marinas, UABC

³Colegio de Geofísica, Facultad de Ingeniería, BUAP

aioxpih@hotmail.com

El Valle Borrego es un graben asimétrico paralelo a la cuenca Laguna Salada, ambos formados en la zona de deformación transtensional del límite de placas Pacífico-Norteamérica en el noreste de Baja California. La subsidencia del graben Borrego es controlada por las fallas maestras: Borrego y Cascabel. En el presente trabajo se estudió y cartografió la distribución de los abanicos aluviales Cuaternarios a lo largo del Valle, así como la distribución de las fallas maestras y los paleo-escarpes que cortan dichos abanicos para estimar el tiempo y la magnitud de los sismos formadores de escarpes ocurridos en el área de estudio, siendo el más reciente el Mayor-Cucapah Mw=7.2 ocurrido el 4 de abril de 2010.

La cinemática de la ruptura de 2010 es compleja y la falla Borrego acomoda sistemáticamente una cizalla lateral-derecha y normal, no obstante la magnitud del desplazamiento es muy variable a lo largo de la falla. La inversión de esfuerzos de los datos cinemáticos indica que todos los segmentos de la falla Borrego tienen desplazamientos con un único campo de esfuerzos tridimensional y que la variación en el tipo de fallamiento depende de la orientación de la falla. El desplazamiento lateral-derecho es dominante en los segmentos orientados NW, mientras que el desplazamiento normal domina en segmentos con orientación N. La inversión del tensor de esfuerzos muestra altos valores del parámetro # sugiriendo que #1 #2 #3. El análisis indica que #3 está orientado sub-horizontalmente con tendencia EW, mientras que #1 y #2 conforman un plano vertical ortogonal a #3. Esta configuración de esfuerzos produce una deformación prolada consistente con la frontera transtensional del límite de placas.

En este estudio, mediante DEM's obtenidos de imágenes LiDAR se realizaron 49 perfiles topográficos para registrar los desplazamientos verticales absolutos acumulados en diversos escarpes a lo largo de la falla Borrego. El desplazamiento vertical es de hasta 8m y las superficies de abanicos más antiguos muestran de manera sistemática los mayores desplazamientos. Se documentaron 3 rupturas superficiales correspondientes a 3 eventos sísmicos de Mw#7, incluyendo el de 2010, cuya distribución evidencia la existencia de dos segmentos de falla con historias contrastantes de ruptura. El desplazamiento vertical a lo largo del segmento norte es producto del evento más antiguo y del más reciente. El desplazamiento en el segmento sur corresponde a un evento de edad intermedia. Los tres eventos se traslapan a lo largo de 1.5 km en el extremo norte del segmento sur donde la configuración telescópica de los abanicos aluviales observada a lo largo del Valle cambia a una configuración anidada donde Q4 y Q5 se encuentran a la misma altura. Los desplazamientos verticales en las 3 rupturas son similares en magnitud (2-4m), validando en parte el modelo del sismo característico. Sin embargo nuestros datos muestran que la falla no rompe en toda su longitud durante un solo evento si no que lo hace de forma alternada, siendo esto consistente con la teoría del rebote elástico.

SE11-10

MORPHOTECTONIC AND GEOCHRONOLOGICAL ANALYSES OF THE KHLONG MARUI FAULT, SOUTHERN THAILAND

Charusiri Punya¹, Keawmuangmoon Sarun², Kosuwan Suwirth³, Saithong Preecha³, Kaowisate Kitt⁴ y Pailoplee Santi²

¹EATGRU, c/o Department of Geology, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand

²Earthquake and Tectonic Geology Research Unit (EATGRU), c/o Department of Geology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok 10330 Thailand

³Environmental Geology Division, Department of Mineral Resources, Bangkok 10400 Thailand

⁴Bureau of Geological Survey, Department of Mineral Resources, Bangkok 10400 Thailand
cpunya@chula.ac.th

Khlomg Marui Fault (KMF) in southern Thailand has been investigated for identifying its characteristic using morphotectonic and geochronological analyses. Evidence from field survey and remote sensing interpretation advocate the KMF having the length of 180 km long and striking principally in the NE-SW direction. The fault generally dips westward with high angles, shows a left-lateral sense movement, and consists of 14 fault segments. Khao Panom segment in the southern part of the KMF depicts a well – defined tectonic geomorphology along both sides of the mountain. Four geomorphic indices including mountain front sinuosity index, (S) stream length gradient index (SL), Transverse Topographic Symmetry factor (TTS) and Ratio of valley floor width to valley floor height (Vf), have been applied. The highest SL values, the lowest S and Vf values, and low TTS have been used to estimate the activeness of the KMF fault. The results from these geomorphic indexes help to select areas for palaeoseismic trenching exploration at Ban Bang Luek village on the eastern flank of Khao Phanom. Field investigation at this village displays the clear-cut triangular facets, offset streams, and linear valleys. The results on C-14 AMS, TL and ESR methods for sediments collected in the trench reveal that the KMF generated 3 paleoearthquake events. The first detected movement is the 9,000-10,000 yr event with the slip rate of about 0.11 mm/yr. The second earthquake event occurred at about 2,700-3,000 yrs ago with the slip rate of about 0.4-0.5 mm/yr. The last event happened about 2,000 yrs with the slip rates of about 0.43mm/yr. with the recurrence interval for the KMF is 1,000 ± 300 yrs. The maximum paleoearthquake magnitudes estimated from the length of fault segments the KMF generated several paleoearthquakes with magnitudes of about 6.3 to 7.2 on the Richter scale. The active fault segments may produce earthquakes with intermediate to small magnitudes in the future.

SE11-11

ESTUDIO DE SEMIPERIODICIDADES Y PRONÓSTICOS DE GRANDES SISMOS. APLICACIÓN A JAPÓN Y VENEZUELA.

Quinteros Cartaya Claudia Beatriz Mercedes, Nava Pichardo Fidencia Alejandro, Glowacka Eva y Frez Cárdenas José Douglas

CICESE

cquinter@cicese.edu.mx

Se considera generalmente que la generación de sismos en alguna región dada corresponde a procesos de sistemas críticamente autoregulados, los cuales presentan semiperiodicidad para eventos grandes. Los estudios usuales de periodicidad suponen, simplistamente, que los sismos observados en una región determinada corresponden al mismo proceso; lo cual los lleva a estimar erróneamente los periodos de recurrencia. Nuestro estudio toma en cuenta la posibilidad de que la sismicidad sea causada por más de un proceso semiperiódico y/o de tener sismos que no estén relacionados con los procesos semiperiódicos observados. A partir de la identificación de secuencias semiperiódicas mediante la transformada analítica de Fourier, es posible pronosticar el próximo sismo de cada secuencia, así como evaluar su nivel de significatividad. Como aplicación del método, se analiza la sismicidad de algunas regiones de Japón y Venezuela, que tienen características sísmicas y tectónicas distintas.

SE11-12

RAPID ASSESSMENT OF TSUNAMI INUNDATION AREAS USING SATELLITE DATA AFTER THE 2011 TOHOKU TSUNAMI

Ramírez Herrera María Teresa¹ y Navarrete Pacheco José Antonio²

¹Laboratorio Universitario de Geofísica Ambiental, CIGA, UNAM

²Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM
mtramirez@ciga.unam.mx

The Mw = 9.0 earthquake that occurred off the coast of Japan's Tohoku region produced a great tsunami causing catastrophic damage and loss of life. Within hours of the tsunami event, satellite data were readily available and massive media coverage immediately circulated thousands of photographs and videos of the tsunami. Satellite data allow a rapid assessment of inundated areas where access can be difficult either as a result of damaged infrastructure (e.g., roads,

bridges, ports, airports) or because of safety issues (e.g., the hazard at Nuclear Power Plant at Fukushima).

In this study, we assessed in a day tsunami inundation distances and runup heights using satellite data (very high-resolution satellite images from the GeoEye1 satellite and from the DigitalGlobe worldview, SRTM and ASTER GDEM) of the Tohoku region, Northeast Japan. Field survey data by Japanese and other international scientists validated our results. This study focused on three different locations. Site selection was based on coastal morphologies and the distance to the tsunami source (epicenter). Study sites are Rikuzentakata, Oyagawahama, and Yagawahama in the Oshika Peninsula, and the Sendai coastal plain (Sendai City to Yamamoto City). Maximum inundation distance (6 km along the river) and maximum runup (39 m) at Rikuzentakata estimated from satellite data agree closely with the 39.7 m inundation reported in the field. Here the ria coastal morphology and horn shaped bay enhanced the tsunami runup and effects. The Sendai coastal plain shows large inundation distances (6 km) and lower runup heights. Natori City and Wakabayashi Ward, on the Sendai plain, have similar runup values (12 and 16 m, respectively) obtained from SRTM data; these are comparable to those obtained from field surveys (12 and 9.5 m). However, at Yagawahama and Oyagawahama, Miyagi Prefecture, both SRTM and ASTER data provided maximum runup heights (41 to 45 m and 33 to 34 m, respectively), which are higher than those measured in the field (about 27 m). This difference in DEM and field data is associated with ASTER and SRTM DEM's pixel size and vertical accuracy, the latter being dependent on ground coverage, slope, aspect and elevation. Countries with less access to technology and infrastructure can benefit from the use of satellite imagery and freely available DEMs for an initial, pre-field surveys, rapid estimate of inundated areas, distances and runup, and for assisting in hazard management and mitigation after a natural disaster.

SE11-13

AVANCES EN LA MITIGACIÓN DEL PELIGRO DE TSUNAMI EN CHILE

Lagos López Marcelo
Instituto de Geografía, UC, Chile
mlagoslo@uc.cl

Chile es un país de recurrentes tsunamis, hecho confirmado en sus evidencias geológicas, historia y recientes eventos. Sin embargo, al igual que muchos países costeros de América Latina, el peligro de tsunami siempre fue subestimado. La densa urbanización de sus costas, la localización de infraestructura crítica en áreas potencialmente inundables y sistemas de alerta temprana básicos lo confirman. Sin embargo, la magnitud e impacto que tuvo el tsunami chileno de 2010 en sus costas, se ha traducido en repensar nuevas formas de protección y ocupación del borde costero. El Gobierno de Chile ha elaborado planes que buscan reconstruir los asentamientos costeros impactados por el tsunami, con un estándar superior al que tenían antes del desastre, destacando la necesidad de hacerlos más seguros ante este tipo de peligros. Los planes consideran diferentes medidas estructurales de mitigación, como bosques costeros, parques, muros y rellenos de terreno, rescatando experiencias internacionales. Ciertamente, Chile nunca antes había invertido e implementado medidas de este tipo contra tsunamis, hecho que ha justificado su previa evaluación, de modo de confirmar si las medidas estructurales propuestas, realmente atenúan la magnitud de un futuro evento. Es así como en esta investigación, se caracterizan y evalúan diferentes escenarios de mitigación contra tsunami propuestos en Chile. La evaluación se realiza mediante técnicas de modelación numérica y la incorporación de diferentes escenarios de mitigación. Los resultados permiten comprender de forma general el comportamiento de inundaciones producidas por tsunamis frente a las medidas propuestas, optimizando el diseño y apoyando la toma de decisiones para la inversión pública. Las lecciones aprendidas en el proceso de reconstrucción de asentamientos costeros en Chile, pueden ayudar a guiar los futuros escenarios de mitigación en las costas de América Latina. Esta investigación ha sido financiada por el proyecto FONDECYT 11090210.

SE11-14

TSUNAMI INUNDATION HAZARD ON THE CORRALERO LAGOON SECTOR, OAXACA, MEXICAN PACIFIC COAST

Chang Martínez Karen Bibiana y Ramírez Herrera María Teresa
Centro de Investigación en Geografía Ambiental, CIGA
kchang.unam@gmail.com

The history of nature is full of great intensity natural events that often become great disasters to society. The importance of their study is essential for the population and the understanding of their interaction with the environment. In this work, we focus on tsunamis that have been scarcely studied in Mexico.

Most of the major tsunamis are caused by earthquakes. In México, most of these earthquakes and their tsunamis occur along the Mexican subduction zone. The Pacific coast of Oaxaca is a clear example of the effects of subduction zone's seismicity. Approximately 25% of the earthquakes in all the country occur here. Because of this, the historical record of tsunamis, which includes a large

tsunami in 1787, and the local geomorphology, the coast of Oaxaca was chosen to analyze the hazard by tsunami inundation.

The main objective of this study is to determine tsunami inundation hazard by means of three main factors: the local geomorphology, elevation, and distance to the coastline. However, the geomorphology factor was given a higher weight. A geomorphologic classification of the zone was developed with the aid of remote sensing and GIS tools, to generate a geomorphology map. Based on this map, landforms were classified into three categories for tsunami hazard (high, medium, and low hazard), which generated a first tsunami hazard map based solely on geomorphology. Subsequently, landform elevation and distance to the coastline were integrated in the analysis to generate a final tsunami inundation hazard map (TIHM). The distance to the coastline from any analyzed site was obtained by means of satellite images and GIS, and the elevation was obtained from a DEM. The ultimate TIHM has four categories: very high, high, medium, and low or zero hazard, shown in red, yellow green and blue respectively. The final map allows for easy distinction of the areas of most hazard to tsunami inundation, the location of populations, and roads. The latest were incorporated in order to further develop an evacuation route map.

Our results show that more than half of the study area is at high risk of tsunami inundation, even up to 4km inland, in the worst scenario. Results also show that the low elevation landforms (approx. 10m) and proximity to the sea, such as beaches, coastal plains, and landforms in connection with the sea, marshes and lagoons, are at a higher hazard of tsunami inundation. The lagoon, estuaries and marshes tend to propagate the tsunami waves inland, and are areas that should be avoided in case of a large tsunami. Furthermore, along the coast were found medium to high hills, i.e. potentially safe areas in case of tsunami.

The present work aimed to promote the importance of this type of study. This research is novel in Mexico. This hazard map and the information generated are addressed to the local population and the scientific sector, as well to the government institutions that should consider this initial results for further land management and conservation of natural areas.

SE11-15

EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL TSUNAMI DEL 27 DE FEBRERO DE 2010 EN EL PUEBLO DE DICHATO, COMUNA DE TOMÉ, REGIÓN DEL BIOBÍO, CHILE

Mejías MacLean María José¹, Quintero Pérez José Antonio¹ y Lagos López Marcelo²

¹Instituto de Geografía, UNAM

²Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile
geo.njmejias@gmail.com

La madrugada del 27 de febrero de 2010 tuvo lugar un terremoto tsunamigénico, que afectó principalmente las costas del Centro-Sur de Chile, alcanzando una magnitud Mw. 8.8, cuyo epicentro se localizó frente a la costa de la Región del Maule (35.93°S – 72.78°W), a una profundidad de 35 km.

El área de estudio corresponde a la localidad de Dichato, la cual se encuentra en la Bahía Coliumo, que es muy confinada, lo que hace que las ondas se amplifiquen y sean más grandes de lo común. Es por esto que está altamente expuesto frente a los tsunamis, ya que no sólo es afectado por tsunamis de campo cercano, sino que también de campo lejano.

Es muy poco probable que el segmento que rompió el 27 de febrero de 2010 genere un sismo de magnitud similar en el corto plazo, sin embargo, sí es probable que Chile tenga terremotos generadores de tsunami en otros segmentos de la costa, en la zona norte o central del país, los cuales también pueden afectar las costas de Dichato.

La exposición de Dichato frente a los tsunamis se ve agravada por sus características particulares, por lo que el objetivo principal de este trabajo es estudiar el comportamiento de las variables espaciales que causan o modifican su vulnerabilidad, con base en sus relaciones espaciales frente a la amenaza, lo cual se realizará mediante un modelo de análisis geoespacial.

Existen diferentes medidas para proteger a la sociedad y su infraestructura frente a las amenazas naturales. La implementación de estas medidas necesariamente debe partir por conocer el medio físico y biológico que sustenta las actividades humanas del área a intervenir y los cambios que se producen en ésta, ya que cada lugar presenta condiciones específicas que determinan como es influido por un evento en particular, definiendo por ende, su vulnerabilidad (Quintero, 2012).

Es por esto, que es necesario conocer el impacto que tuvo el reciente tsunami en el pueblo de Dichato a escala local: ¿cuáles fueron los factores que se conjugaron para que el área fuera tan afectada?, ¿cuáles son las relaciones espaciales que aumentaron su vulnerabilidad frente al tsunami?

La ocurrencia de estos fenómenos plantea una oportunidad para conocer más sobre ellos, con el fin de intervenir la vulnerabilidad y reducir los daños futuros, así como también se debe aprender de ellos y recolectar la información necesaria para validar los modelos que se han desarrollado, ya que la historia indica que los tsunamis son eventos recurrentes, y los asentamientos que han sido inundados en el pasado volverán a ser inundados.

El tsunami que se produjo luego del terremoto del 27 de febrero de 2010 tuvo alturas de ola excepcionales, pero solo cobró la vida de 521 personas y 56 desaparecidos. Esto evidencia que la población sí está preparada para enfrentar un evento como éste. El problema es que en Chile hace falta ocuparse de tener comunidades costeras preparadas, no sólo en cuanto a educación y alerta temprana, sino también que sean menos vulnerables y así evitar grandes pérdidas.

SE11-16

LA SUSCEPTIBILIDAD A TSUNAMIS DE LA COSTA DEL PACÍFICO SUR DE MÉXICO

Peña Ruiz Omar Aurelio

CIGA

omarpenaruiz@gmail.com

Este trabajo caracterizó morfológicamente la costa del Pacífico Sur de México fundamentándose en una matriz que reúne información de impacto-efecto de tsunamis sobre las costas del mundo. El procesamiento de esta base de datos fue incorporada a un Sistema de Información Geográfica y mediante la identificación a escala 1:250000 de las formas de la costa y su altitud se elaboró la colección de cartas de "La clasificación morfológica de la costa", que comprende desde Punta Mita en Nayarit, hasta la desembocadura del Río Suchiate, Chiapas, México. Ya completada esta parte, por medio del análisis de la matriz y la identificación de la morfología de la costa se obtuvo el grado de susceptibilidad de la costa a tsunamis. De esta manera se generó "La carta de susceptibilidad a tsunamis de la costa del Pacífico Sur de México" que muestra bahías-deltas, bahías-esteros, costas expuestas-deltas y con esteros que presentan el mayor grado de susceptibilidad a estos fenómenos y se encuentran en costas como Corralero, Oaxaca, Cuyutlán, Colima, Puerto Vallarta, Jalisco. Por el contrario, morfologías como barras, escarpes, presentan el menor nivel de susceptibilidad, como en sitios de la costa de Michoacán. Con este trabajo se pretende iniciar un análisis exhaustivo y detallado, a escalas grandes, de los sitios con mayor susceptibilidad a tsunamis sobre la costa del país.

SE11-17 CARTEL

PARTITION OF THE TECTONIC ACTIVITY IN THE PYRENEES: THE ROLE OF DIFFERENTIAL ISOSTATIC COMPENSATION OF THE EROSION

Ortuño Candela María¹ y Lacan Pierre²¹Dept. Geodinámica i Geofísica, UB²Centro de Geociencias, UNAM

ortuno.maria@gmail.com

In spite of a very slow convergence rate between the Iberian and European plates since the Miocene, the Pyrenees ex-hibit continuous seismic activity with at least seven earthquakes with magnitude $M > 5$ in the last 400 years. During the last decades, seismotectonic, neotectonic and paleoseismological studies have focused on identifying the main active structures of the areas experiencing damaging earthquakes. These studies have not been enough to properly constrain the regional stress regime and there is no unequivocal seismotectonic model at the scale of the range.

The revision and the integration of previous works on active faults in the Pyrenees lead us to distinguish two main neotectonic regions according to their seismicity, faulting style and morphologic evolution: the High Chain, where active faults are controlled by vertical maximum stresses, and the Low Chain, where horizontal maximum stresses of variable orientation seem to be dominant. The distribution of these conflicting stresses is explained within a new neotectonic model. We relate the dominant vertical stress to larger isostatic rebound, resulting from enhanced erosion in the High Chain, where the crust is thicker, and the dominant horizontal stress to the effect of the convergent forces in the Low Chain, where the crust is relatively thinner. This neotectonic model might be also plausible in other orogenic belts located in similar intraplate regions.

SE11-18 CARTEL

ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN ESTRUCTURAL DEL VOLCÁN SAN PEDRO DENTRO DEL GRABEN DE ACAMBAY (MÉXICO), A PARTIR DE MODELOS ANALÓGICOS

Suñé Puchol Ivan¹, Lacan Pierre¹, Zuñiga Dávila-MadridRamón¹, Cerca Martínez Mariano¹ y Ortuño María²¹Centro de Geociencias, UNAM²Universitat de Barcelona, UB, España

ivanbatea@gmail.com

El Graben de Acambay se encuentra a unos 120 km al NW de la Ciudad de México, en el centro del Cinturón Volcánico Transmexicano. Esta provincia volcánica atraviesa de Esta a Oeste todo el país, y entre los numerosos volcanes

que lo forman está el San Pedro (también conocido como Temascalcingo, debido al nombre del pueblo vecino). El Volcán San Pedro (VSP) es un estratovolcán de composición andesítica-dacítica localizado en el Graben de Acambay y se encuentra cortado por diversas fallas sismogénicamente activas. La mayor parte del crecimiento del Volcán San Pedro tuvo lugar al comienzo de la apertura del graben (que todavía sigue activo y provocando terremotos como el de Acambay en 1912), ese mismo esfuerzo extensional que abre el graben, altera la morfología del edificio volcánico, cortándolo y reduciendo su altitud. En este trabajo hemos modelado análogicamente la apertura de una cuenca tectónica (guben) y la deformación de un cono (a modo de volcán) en el interior del graben generado. Este modelo, junto a los trabajos de campo realizados anteriormente, confirman nuestras hipótesis de la evolución estructural de la zona estudiada, nos permite demostrar la influencia reciproca entre la ubicación de las fallas y del volcán San Pedro, la influencia de la actividad de las fallas en el colapso regional del flanco Oeste del volcán, caracterizar los puntos débiles provocados por la extensión y por donde fluye el magma hasta llegar a la superficie así como la geometría de las fallas que cortan el edificio volcánico, etc. Se han registrado videos de los dos modelos corridos, donde se ve de forma rápida y animada la evolución de todas estas estructuras.

SE11-19 CARTEL

ESTUDIO GRANULOMÉTRICO Y ANÁLISIS DE COMPONENTES DEL DEPÓSITO DEL TSUNAMI DE CUYUTLÁN COLIMA MÉXICO, DEL 22 DE JUNIO DE 1932: IMPLICACIONES DEL ÁREA FUENTE, MECANISMOS DE TRANSPORTE Y ANÁLISIS BATIMÉTRICO

Ledesma Herrera Karina y García Tenorio Felipe

Ciencias de la Tierra, IPN

celtakarina@hotmail.com

El 22 de Junio de 1932 a las 7:00 hora local, ocurrió un sismo de $M 6.9$ con epicentro en las coordenadas 18.74 de latitud norte y 104.68 de longitud oeste, sobre el graben el Gordo a una profundidad de 33 km, ocasionando sobre la falla norte del graben un deslizamiento en el talud continental, generando un muro de agua vertical de más de 10m de altura, impactando el poblado de Cuyutlán, hasta 1km de distancia (Sánchez-Devora y Salvador-Farreras, 1993). Estudios de estratigrafía en la costa de Cuyutlán, permitieron identificar capas anómalas de sedimentos del tamaño de arenas y gravas de espesores de 3 a 15 cm (a profundidades someras), cuyas características sugieren están relacionadas al evento de tsunami de 1932. Las capas presentan gradación normal, imbricación, laminación difusa en la cima y rip up, adelgazamiento de grano con la distancia de run-up. El análisis petrográfico, granulométrico y de componentes de los sedimentos indican que el depósito está compuesto de: Cuarzo en dos variedades, cuarzo ígneo intrusivo (monocristalino), cuarzo metamórfico (policristalino), plagioclasas (andesina), feldespatos potásicos (ortoclasas), fragmentos líticos metamórficos (gneis), sedimentarios (mudstone, espatita y micrita), ígneos volcánicos (andesita y dacita), ígneos hipabisales (dioritas, doleritas y diabasas), e ígneos plutónicos (granitos, granodioritas, dioritas y gabros); y minerales accesorios (hematita, magnetita, pirita, turmalina, ortopiroxenos, clinopiroxenos, biotita, anfíboles, granates, calcita, anhidrita, epidota, travertino, rodocrosita y azufre). Y organismos marinos (caparzones de bivalvos, braquiópodos, gasterópodos, poliquetos de subducción, y macro foraminíferos), costeros (rizolitos), también se encontraron restos de madera. La presencia constante de líticos volcánicos, hipabisales y plutónicos así como el gran contenido de feldespatos, indican que la principal fuente es el batolito de Manzanillo. Sin embargo, la presencia de otros componentes como: los fragmentos de madera indican acarreo de material de un ambiente continental; la anhidrita indica ambientes lagunares; la espatita y mudstone indican un ambiente de plataforma; micrita, azufre, travertino, rodocrosita, son indicadores de aguas profundas (zonas batial-abisal), así como ambientes hidrotermales. La presencia de poliquetos de subducción y macro foraminíferos es muestra de un ambiente batial. Estos últimos pueden reflejar la zona fuente del área de deslizamiento. Por otra parte, las características de adelgazamiento de espesor y de grano, con la distancia de la línea de costa y de gradación normal de la base a la cima de las capas, implican trasportación por tracción en la base del depósito y corriente en suspensión en la cima del depósito, así como es evidente una corriente run-up y una corriente backwash en el evento de tsunami.

SE11-20 CARTEL

ANÁLISIS COMPARATIVO DEL TSUNAMI DEL 22 DE JUNIO DE 1932, EN CUYUTLÁN COLIMA, MÉXICO VERSUS EL TSUNAMI DEL 17 DE JULIO DE 1998 EN PAPUA NUEVA GUINEA. CARACTERÍSTICAS DE TSUNAMIS ANÓMALOS DISPARADOS POR SISMOS DE BAJA MAGNITUD.

Ledesma Herrera Karina

Ciencias de la Tierra, IPN

celtakarina@hotmail.com

El tsunami del 17 de Julio de 1998 en Papua Nueva Guinea y el tsunami del 22 de Junio de 1932 en Cuyutlán Colima, México, son considerados eventos de tsunamis locales anómalos, por su gran potencial de destrucción y por ser asociados a sismos moderados; son controversiales por ser el producto

de un deslizamiento submarino, ya que los deslizamientos, no habían sido considerados como fuentes de tsunamis catastróficos (Tappin et al., 2008). Es importante hacer notar que el comportamiento de un tsunami por deslizamiento es diferente al de un tsunami generado por un sismo; el tamaño, la amplitud y longitud de onda difieren entre sí. Características tales como altura de ola, distancia de run up, magnitud del sismo, profundidad del sismo, marco tectónico, topografía y características del deslizamiento son estrechamente parecidos entre estos dos tsunamis y a su vez, comparten una gran capacidad de destrucción. Es de importancia realizar este tipo de evaluaciones en la zona costera de México, porque existe un gran potencial de sismos moderados, similares al del evento de Cuyutlán del 22 de junio de 1932. Es necesario para generar zoneamiento de tsunamis por deslizamientos sobre el litoral Mexicano.

SE11-21 CARTEL

ASPECTOS DE ESTRATIGRAFÍA COSÍSMICA Y ARQUEOSISMOLOGÍA EN LOS ESTUDIOS DE LAS SECUENCIAS LACUSTRES DE LOS LAGOS DEL CENTRO Y OCCIDENTE DE MÉXICO

Garduño Monroy Víctor Hugo¹, Soria CaballeroDiana Cinthia² y Vázquez Bucio M. Magdalena³¹*Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH*²*Posgrado en Geociencias, Instituto de Geología, UNAM*³*Posgrado en Geografía, CIGA, UNAM*

vgmonroy@umich.mx, vhgardunom@gmail.com

En este trabajo se presentan resultados de estudios de Paleosismología realizados en los lagos con un origen ligado a procesos sísmicos relacionados con segmentos de fallas activas, generalmente de dirección E-O. Este tipo de estudios se han venido realizando en los principales lagos del centro occidente de México. Los eventos sísmicos hasta ahora registrados no pertenecen, en su mayoría a efectos primarios de los sismos, ellos corresponden a efectos secundarios que han generado plegamientos, cabalgamientos, licuefacción, microfallamiento, slumps.

Como ejemplo, en el lago de Juanacatlán se ha encontrado una gran estructura de dirección E-O, con evidencias morfológicas de ser una falla activa y que se asocia a una serie de centros volcánicos que se emplazan sobre la misma estructura. Seguramente los sedimentos del lago de Juanacatlán han grabado parte de su historia sísmica. En la depresión de Zacoalco se han identificado una gran pila de sedimentos afectados por un microfallamiento formado por la actividad sísmica ligada a la actividad del punto triple, dicha actividad debe estar registrada en las grandes secuencias del lago de Chapala. En otros trabajos ya se han presentado las secuencias lacustres deformadas de Pátzcuaro y Zacapu. Cerca de estas zonas se han identificado dos cráteres de erupciones freatomagmáticas fallados, ellos son Los Espinos en la región de Zacapu y en La Alberca, Teremendo, el primero con una falla NE-SO y el segundo con una falla E-O. En esta última encontrando evidencias de que este segmento afecta a los suelos recientes. Igualmente el segmento de falla de San Pedro el Alto, Estado de México, exhibe un registro sedimentario bien preservado, en el cual se logran identificar estructuras de deformación relacionadas con reciente actividad sísmica.

Con estos antecedentes en el registro sísmico en los lagos del Cinturón Volcánico Trasmexicano y considerando que fue en estos lagos donde existió el mayor desarrollo de las culturas precolombinas, seguramente que ellas mantuvieron una convivencia con los sismos que ocasionaron que estos pueblos dejaran registros de estos eventos en sus códigos y en sus técnicas constructivas.

Sesión Especial

CAMBIO CLIMÁTICO Y CIUDADES

Organizadores:

Víctor Magaña Rueda
Adalberto Tejeda Martínez
Rafael García Cueto

SE12-1

MODELO EMPÍRICO PARA LA ESTIMACIÓN DE LA RADIACIÓN DIFUSA HORARIA BAJO CONDICIONES DESPEJADAS PARA LA CIUDAD DE XALAPA

López Velázquez Jose Ernesto¹ y García Martínez Ivonne Mariela²¹Grupo de Climatología Aplicada, UV²Universidad Veracruzana

netox6@gmail.com

Los datos de radiación solar no se encuentran fácilmente disponibles, mucho menos de radiación difusa, los cuales son necesarios para la instalación de sistemas de aprovechamiento de energía solar. Modelos empíricos para la estimación de la radiación difusa han sido desarrollados en varias partes del mundo. Sin embargo, en busca de adecuar dichos modelos a un sitio en particular se han establecido correlaciones entre los datos de radiación global y difusa medidas en la ciudad de Xalapa, donde opera la estación solarimétrica del Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), la cual cuenta con dos piranómetros CMP-11 Kip-&Zonnen, uno de ellos midiendo la radiación global, y otro junto a un aro de sombra, la radiación difusa (con registros de junio 2011 -junio 2012).

En base a lo propuesto por Liu & Jordan en 1960, se adecuaron modelos lineales simples y polinomiales para la estimación de la radiación difusa horaria, diaria y mensual a partir de establecer las correlaciones entre los índices Kt (radiación global / radiación extraterrestre), Kd (radiación difusa / radiación extraterrestre) y Kd/Kt bajo condiciones despejadas. Se seleccionó el mejor modelo para cada frecuencia (horaria, diaria y mensual) tras evaluarlo estadísticamente contra los valores registrados, se determinó que los mejores modelos para estimar la radiación difusa en Xalapa resultaron ser el polinomial propuesto para datos horarios de la estación solarimétrica del IIE, y así también el modelo propuesto por Liu & Jordan de estimación mensual mostró satisfactorios resultados.

SE12-2

IMPACTO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO SOBRE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE UNA ZONA SEMI-ÁRIDA DE MÉXICO

Mata Martínez Martha Adriana¹ y Carrera Hernández Jaime Jesús²¹División de Geociencias Aplicadas, IPICYT²Centro de Geociencias, UNAM

adriana.mata@ipicyt.edu.mx

El propósito de este trabajo es detectar los cambios de uso de suelo ocurridos entre 1980 y 2010 para determinar el impacto sobre la Evapotranspiración (ET) en una zona semi-árida de México ubicada en la Mesa Central. La metodología que se aplicará incluye el procesamiento de imágenes de satélite Landsat MSS y TM en el Sistema de Información Geográfica GRASS para generar los mapas de usos de suelo por medio de la técnica de clasificación supervisada. Para calcular la distribución espacial de la ET se usará el modelo METRIC (Trazo de Mapas de Evapotranspiración de Alta Resolución con Calibración Interna). Este modelo está basado en el Balance de Energía de la Superficie (BES), es decir, se estima la cantidad de energía consumida por el proceso de ET en función de la radiación neta, el flujo de calor conducido por el suelo y el flujo de calor sensible en cada píxel de la imagen. La auto-calibración del modelo se realiza usando la evapotranspiración de referencia aplicando la ecuación estandarizada desarrollada por la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE) y seleccionando dos condiciones extremas (seca y húmeda) a las cuales se realiza el BES usando datos meteorológicos.

El cambio en el uso del suelo influye en una gran variedad de fenómenos naturales y procesos ecológicos, tales como las condiciones del suelo, la erosión, la biodiversidad y ciclo hidrológico. Este último es afectado por el cambio en el uso de suelo al modificarse la cantidad de energía que absorbe la superficie, el contenido de humedad y la temperatura de la atmósfera. La ET es el segundo término más importante del balance hidrológico, ya que engloba la transferencia de agua de la superficie a la atmósfera por evaporación de los cuerpos de agua, del suelo desnudo y de la superficie de plantas, además de la transpiración de la vegetación. La medida en que el cambio de uso de suelo afecta el ciclo hidrológico en una cuenca depende del grado de modificación de la cubierta vegetal, la extensión de los cambios y su localización dentro de ella. Los resultados obtenidos de este trabajo contribuirán a un mejor entendimiento del régimen hidrológico de la zona.

SE12-3

CAMBIO DE COBERTURA DE SUELO: CARACTERIZACIÓN E IMPACTO EN EL CLIMA URBANO DE MEXICALI, MÉXICO

Haro Rincón Zalia Patricia, Santillán Soto Néstor y García Cueto Rafael

Instituto de Ingeniería, UABC

ing.zalia.haro@hotmail.com

En este estudio se propone analizar algunos de los materiales que predominantemente se utilizan en las coberturas urbanas de la ciudad de

Mexicali, B.C., con el fin de contribuir al conocimiento e impacto que estos generan en los procesos ambientales y de confort humano. Para ello se realizó una campaña de mediciones del balance de energía atmosférico superficial en la estación de verano del 2011, sobre coberturas actualmente utilizadas como suelo nativo, asfalto, concreto, césped y poliestireno cubierto con pintura elastomérica. El equipo utilizado fue: sensores de temperatura de aire, sondas humedad relativa, sistema de covarianza turbulenta el cual consiste en un anemómetro sónico tridimensional e higrómetro de krypton, radiómetros netos, piranómetros y pirgeómetros así como equipo de registro y adquisición de datos. Los resultados muestran importantes diferencias en la respuesta energética de cada material analizado, en particular el poliestireno expandido con pintura elastomérica libera la mayor parte de energía mediante flujo de calor sensible. Esta campaña de mediciones forma parte de una investigación proyectada para todas las estaciones del año y contribuirá al conocimiento de las afectaciones térmicas de las coberturas urbanas con el propósito de recomendar los mejores materiales para mitigar el efecto de calentamiento urbano.

SE12-4

LA RELACIÓN ENTRE DESCARGAS ELÉCTRICAS, INESTABILIDAD ATMOSFÉRICA Y LA CONCENTRACIÓN AMBIENTAL DE PARTÍCULAS EN LA MESETA CENTRAL DE MÉXICO

Cervantes Villa Juan Sebastián y Raga Graciela

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

jsebastian.cervantes@gmail.com

Las descargas eléctricas son el resultado de un fenómeno complejo dentro de nubes convectivas profundas, que se desarrollan en respuesta a la inestabilidad convectiva disponible en la atmósfera. Otros estudios han mostrado una relación lineal positiva entre inestabilidad y descargas y entre concentración de partículas y descargas. En este estudio se utilizan datos de descargas eléctricas determinados por la World Wide Lightning Location Network, radiosondeos desde la Ciudad de México y la concentración de la fracción fina de partículas en suspensión (PM2.5, Red Automática de Monitoreo Atmosférico) para evaluar las relaciones entre las mismas para el período de 2005 al 2011. Se consideraron los radiosondeos de abril a agosto para cada año y se estimó la inestabilidad atmosférica mediante el índice CAPE (sigla en inglés de Convective Available Potential Energy).

En abril se presenta la máxima inestabilidad pero la mínima cantidad de descargas, mientras que en mayo se observa una gran inestabilidad y el máximo de descargas. Sin embargo, la mayor cantidad de descargas no correspondió a los eventos de mayor CAPE durante mayo. En 54% de los casos se verificó la hipótesis de una mayor cantidad de descargas relacionadas con una mayor concentración de PM2.5. La concentración de PM2.5 explicó más eventos de máxima actividad eléctrica que la inestabilidad atmosférica.

SE12-5

DINÁMICA DE LAS TORMENTAS EN EL VALLE DE MÉXICO

Magaña Rueda Víctor, Aquino Martínez Paola y López Bravo Luis Clemente

Instituto de Geografía, UNAM

victormr@unam.mx

La ciudad de México ha experimentado cambios importantes en su clima caracterizados por el aumento en la temperatura y en la intensidad de su ciclo hidrológico. Mediante un análisis histórico de datos de alta resolución espacial y temporal se muestra cómo el cambio de uso de suelo es el factor determinante en los cambios de las características en las tormentas. El cambio en la temperatura en la capa límite combinado con un aumento en la humedad en el valle de México resultan en cambios en la intensidad de las tormentas.

EL entendimiento de la dinámica de las tormentas en esta zona de México es clave para desarrollar cualquier sistema de alerta de inundaciones.

SE12-6

LAS ONDAS CÁLIDAS Y AFECTACIONES EN LA SALUD: ANÁLISIS Y EVOLUCIÓN HISTÓRICA EN MEXICALI B.C. MÉXICO

Contreras Navarro Elvia, García Cueto Onofre Rafael y Santillán Soto Néstor

Instituto de Ingeniería, UABC

guerita_ecn@hotmail.com

Dado que en la ciudad de Mexicali, B.C. existe un problema recurrente de salud pública producto de las ondas cálidas, se propone realizar su caracterización histórica, para lo cual se propuso primeramente una definición local de éstas, y la realización de un análisis conjunto de problemas asociados con el calor y los eventos extremos de altas temperaturas. Este estudio se basa en técnicas de estadística descriptiva, redes bayesianas, series de tiempo y el parámetro de Hurst. Con la aplicación de dichas técnicas se logró tener un conocimiento claro del comportamiento de la frecuencia, intensidad y severidad de las ondas cálidas. Entre los resultados más importantes destacan los siguientes:

a) La asociación de las temperaturas extremas, máxima y mínima, y la salud humana permitió definir una onda cálida como aquel evento conjunto en que la temperatura máxima $\# 42^{\circ}\text{C}$ y la temperatura mínima $\# 29^{\circ}\text{C}$, por dos o más días consecutivos; b) Con esa definición aplicada, en el período de 1950 al 2009, se presentaron un total de 83 ondas cálidas; c) El mes de Agosto es el más frecuente y severo, ya que se presentaron un total de 43 ondas cálidas con una intensidad de 2 a 4 días consecutivos, d) Le sigue el mes de Julio que presentó un total de 38 eventos, destacándose el año 2009 en el que se presentó una onda cálida con una intensidad de 12 días consecutivos; e) El resultado anterior concuerda con lo que el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, en su reporte de 2007, ha encontrado respecto al incremento en la intensidad y severidad de las ondas cálidas; f) Las afectaciones más importantes por una onda cálida en la ciudad de Mexicali, B.C son, en orden de frecuencia: Golpe de Calor, Agotamiento por Calor, Deshidratación Moderada, Deshidratación Severa e Insolación; g) De acuerdo a los resultados de la red Bayesiana el mes de Julio es el de mayor probabilidad de que una persona sea afectada por el golpe de calor; h) De acuerdo a los resultados obtenidos por el parámetro de Hurst se puede hacer una predicción con altos niveles de confianza.

SE12-7

CARACTERIZACIÓN DE LAS ONDAS DE FRÍO Y DE CALOR EN EL CENTRO DEL ESTADO DE VERACRUZ (MÉXICO)

Tejeda Martínez Adalberto, Landa García Laura,
Díaz Lázaro Marina y Castillo Pérez Nadia Itzel
Grupo de Climatología Aplicada, Universidad Veracruzana
atejeda@uv.mx

En esta comunicación se proponen dos índices para evaluar el comportamiento de las olas de frío y ondas de calor en la zona central del estado de Veracruz, a partir de datos de 30 años (1930-2009) de tres estaciones climatológicas ubicadas entre los paralelos 18 y 19°N con marcada diferencia altitudinal: Veracruz, al nivel del mar; Xalapa, a 1400 msnm, y Las Vigas, a 2400 msnm.

Para caracterizar las ondas de calor (olas de frío) se probarán temperaturas umbral con los percentiles 90 y 95 (10 y 5), tanto de temperaturas máximas como mínimas diarias, lo que permite clasificarlas como ondas diurnas, nocturnas o circadianas.

Se analizarán las tendencias de ocurrencia de las ondas en cada estación, y se harán comparaciones con la frecuencia e intensidad de estos fenómenos bajo condiciones de El Niño y La Niña.

Los dos índice propuestos consideran tanto la duración como el rigor de las ondas de calor (frío): el Índice de Intensidad, que se usa para tipificar las ondas como diurnas, nocturnas o circadianas, y el Índice de Intensidad-Duración, que evalúa ponderando la presencia a lo largo del día (diurna, nocturna o circadiana) de manera implícita pero no explícita.

SE12-8

CONDICIONES BIOCLIMÁTICAS EN CIUDADES DEL CENTRO DE MÉXICO ANTE ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

Luyando López Elda y Tejeda Martínez Adalberto
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
eluyando@yahoo.com

El crecimiento de las ciudades ha significado un drástico cambio en el uso del suelo. La energía que se acumula en la superficie urbana, por su mayor densidad y capacidad de absorber calor, se utiliza para calentar el aire y no para evaporar agua, como sucede en las zonas con áreas verdes. Esto puede originar que la atmósfera dentro de las ciudades pueda ser incómoda, sobre todo a algunas horas y épocas del año. Sin embargo, este efecto de calentamiento también puede reducir el estrés por frío y mejorar la sensación térmica. Ha surgido, entonces, el interés por valorar las sensaciones térmicas dentro de la ciudad, considerando el incremento de temperatura por efecto del calentamiento urbano y, agregando también, el incremento esperado por el efecto del cambio climático. Las ciudades del centro de México: Puebla, Cuernavaca, Toluca, Pachuca y la Ciudad de México en su conformación como una megalópolis a futuro, sufrirán entonces un efecto combinado que se reflejará, posiblemente, no sólo en una mayor incomodidad por calor, sino en una afectación a la salud de sus habitantes.

La ciudad de México, cuyo crecimiento desmedido ha resultado en una superficie heterogénea, densamente edificada, donde las áreas verdes no han sido una prioridad en los planes de urbanización, presenta, por su extensión, una variedad de efectos combinados de las variables atmosféricas debido a los distintos tipos de uso de suelo. Estas diferencias conducen a diversas condiciones bioclimáticas, espacial y estacionalmente.

Las sensaciones térmicas se han valorado a través de un índice bioclimático simple como es el de la Temperatura Efectiva de Misenard, el cual representa la temperatura del aire en calma que experimentaría un sujeto sedentario, a la sombra, si la humedad relativa fuera del 100%. El bioclima del área de estudio muestra cómo son las condiciones de bienestar térmico en la actualidad y cómo

pueden ser a mediados del siglo XXI debido al incremento de temperatura, ya sea por el proceso de urbanización como también por el aporte del Cambio Climático. De este último se estima el efecto a través de las salidas del modelo de circulación ECHAM 2030 y 2050 en los escenarios A2 y B2 en cada una de las zonas metropolitanas del centro de México, y en la ciudad de México para dos zonas con uso de suelo diferente. Se hace uso de bioclimogramas para representar las condiciones bioclimáticas horaria y estacionalmente.

SE12-9

CONTRIBUCIÓN DEL TRANSPORTE PARTICULAR PRIVADO DE LA CIUDAD DE MEXICALI AL CAMBIO CLIMÁTICO

Santos Gómez María de los Angeles¹, Leyva Camacho Osvaldo² y Galindo Duarte Moisés²

¹Facultad de Arquitectura y Diseño, Instituto de Investigaciones Sociales, UABC

²UABC

msantos@uabc.edu.mx

Ante los efectos ocasionados por el cambio climático y la aceptación de que los gases efecto invernadero (GEI), principalmente los que provienen de fuentes antropogénicas, son los causantes de dicho fenómeno, la mayoría de los países ha buscado estrategias para reducir sus emisiones. Un sector altamente comprometido en este aspecto es el de transporte, por ser un generador de GEI y por ser un medio donde se pueden aplicar acciones de mitigación. En la ciudad de Mexicali, Baja California, se ha presentado una creciente dependencia al vehículo particular pues la cantidad de automóviles ha elevado en promedio 6.29% anual en los últimos 30 años, mientras que la población ha aumentado un promedio de 2.07% por año, en el mismo periodo. Para esta ciudad, se analiza la cantidad de GEI que son producidos por los viajes realizados en vehículo particular en Mexicali, ya que es en esta modalidad como se realiza la mayor cantidad de viajes intraurbanos. Para ello, se utilizó la metodología recomendada por el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés). El objetivo es el de cuantificar la cantidad de GEI que se producen en Mexicali por la utilización del automóvil particular y su proyección a futuro a través de la evaluación de diferentes escenarios planteados con la finalidad de reducir este tipo de contaminación.

SE12-10

RIESGO CLIMÁTICO EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Magaña Rueda Víctor y Neri Vidaurri Carolina
Instituto de Geografía, UNAM
victormr@unam.mx

La vulnerabilidad de la ciudad de México ante cambio climático debe construirse a partir de indicadores relevantes de y de una caracterización adecuada de los peligros. En el caso de la ciudad de México se han caracterizado los peligros y sus tendencias a partir de información meteorológica de alta resolución espacial. La vulnerabilidad se ha construido a partir de información socioeconómica de alta resolución relacionada con las características de la vivienda, el ingreso y el tiempo de residencia de la población.

La información combinada permite identificar las zonas de mayor riesgo a olas de calor y tormentas intensas, resultando en un modelo que puede ser utilizado para generar escenarios de impacto y para la definición puntual de las medidas de adaptación.

Los resultados muestran en la décadas por venir los riesgos mayores son los cambios climático que genera la urbanización.

SE12-11

CARACTERIZACIÓN DE ONDAS DE CALOR EN LA REPÚBLICA MEXICANA

Méndez Pérez Juan Matías¹, Cortés Aguilar José Martín², Domínguez Eusebio Carlo Alberto² y Mendoza Aguilar Brenda Yutziny²

¹Climatología Aplicada, UV

²Facultad de Instrumentación Electrónica y Ciencias Atmosféricas, UV
jumendez@uv.mx

Ante una situación de calentamiento global es razonable suponer que en el futuro las ondas de calor en algunas regiones del mundo, incluyendo México, pudieran incrementarse en frecuencia, severidad, duración y extensión superficial. Con la finalidad de conocer el comportamiento de estos fenómenos y confrontar sus impactos (principalmente en el sector salud), en este trabajo se muestra una caracterización espacio-temporal de ondas de calor en la República Mexicana. Para esto se aplica una nueva propuesta de definición de onda de calor (Tejeda et al 2012 en SE12: Cambio climático y ciudades) basada en datos de temperatura máxima diaria y que considera la duración e intensidad de estas ondas. Se presentan mapas promedios de intensidad, duración, valores máximos, y compuestos de este índice bajo condiciones de ENSO, PDO, AMO en sus fases cálida y fría.

SE12-12

ANÁLISIS Y MODELACIÓN DE TEMPERATURAS EXTREMAS EN ALGUNAS CIUDADES DE BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

García Cueto Rafael¹, Cavazos Pérez Tereza², De Grau Pamela³ y Santillán Soto Néstor¹¹Instituto de Ingeniería, UABC²Departamento de Oceanografía Física, CICESE³Departamento de Oceanografía Física, CICESE

rafaelcueto@uabc.edu.mx

En respuesta al cambio climático global, en diversas regiones del mundo, se pueden esperar cambios en la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos. Estos cambios son particularmente importantes para la sociedad y el medio ambiente, ya que por definición ocurren fuera del rango de adaptabilidad habitual, y por tanto pueden producir severos impactos y un incremento significativo de pérdidas económicas. De particular importancia son las variaciones de las temperaturas extremas por su relación con la biodiversidad, el confort térmico humano y por su utilización en las evaluaciones de variabilidad y cambio climático en sectores como la agricultura, ganadería, recursos hídricos y demanda de energía. Por lo anterior en este ensayo se analiza y modela el comportamiento de las colas de la distribución de la temperatura máxima y temperatura mínima en cuatro ciudades de Baja California. Se aplicó la distribución de valores de extremos generalizados, mediante la aproximación de máximo por bloques anuales y se incluyó la tendencia temporal como covariable en el parámetro de ubicación. Con los modelos obtenidos se estimaron las probabilidades futuras para los próximos 100 años (2015-2110) a diferentes horizontes de tiempo y se compararon con los escenarios de cambio de temperaturas máxima y mínima de un ensamble de 4 modelos de circulación general bajo condiciones de altas emisiones (RCP85). Para finales del siglo XXI, los escenarios de cambio de temperaturas máximas de verano son del mismo orden con ambos modelos (aumentos de 4-6°C). El escenario invernal es que las temperaturas mínimas podrían ser menos severas; los aumentos sugeridos por el modelo probabilístico son más grandes que los proyectados por el ensamble de los modelos globales bajo el escenario RCP85 para finales de siglo. Se discuten las implicaciones de los resultados obtenidos.

SE12-13

PROPUESTA DE UN ÍNDICE BIOCLIMÁTICO PARA USUARIOS DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Méndez Pérez Irving Rafael¹ y Montano Rivas Julia Aurora²¹Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana²Facultad de Estadística e Informática, Universidad Veracruzana
irmendez@uv.mx

Se realizaron dos campañas de mediciones y encuestas al azar de la percepción térmica de los usuarios del Metro de la Ciudad de México en tres estaciones: a gran profundidad, a profundidad media y media con ventilación natural. Dichas mediciones y encuestas fueron realizadas en lobby, andén y al interior del vagón. Las mediciones se efectuaron del 28 de febrero al 10 de marzo (período frío), y del 16 al 26 de mayo de 2011 (período cálido).

De acuerdo a las encuestas de percepción de los usuarios, en la época fría, aproximadamente el 45% del total manifiesta estar en condiciones de comodidad ya sea en lobby, andén o vagón en los tres tipos de estaciones. En la época cálida, el mayor porcentaje (entre el 35 y el 46%) manifiesta estar en incomodidad en andén y en vagón.

A partir de estos datos y con herramientas estadísticas se propone un índice bioclimático para los usuarios del Metro de la Ciudad de México.

SE12-14

INDUSTRIA Y EMISIONES DE CO₂: UN COMPARATIVO A NIVEL MUNICIPAL

Ley García Judith y Denegri de Dios Fabiola Maribel

Instituto de Investigaciones Sociales, UABC

jley@uabc.edu.mx

Diversas ciudades se han conformado y transformado como producto del crecimiento de la actividad industrial, la cual representa diversos beneficios económicos al constituirse en una fuente importante de generación de empleos e ingresos, sin embargo, esta actividad también participa en la generación de emisiones contaminantes tales como los de gases efecto invernadero (GEI), relacionados con el cambio climático del planeta; así la estructura industrial de cada lugar implica patrones contaminantes particulares, y por lo tanto, a cada beneficio económico local se le puede asociar una porción distinta de la contaminación global. En este sentido, el objetivo de esta presentación es mostrar un primer acercamiento a la caracterización de las aportaciones de CO₂ del sector industrial a partir de indicadores económico-ambientales calculados

con datos de los censos económicos sobre gastos en consumo de combustible y electricidad a nivel municipal en México.

SE12-15 CARTEL

VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN LA REGIÓN MONTAÑOSA CENTRAL DE VERACRUZ ESTUDIO DE CASO: TEOCELO

Luna Díaz Peón Antonio

Grupo de Climatología Aplicada, UV

diazpeon@yahoo.com.mx

El clima es el conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas caracterizado por los estados y las evoluciones del tiempo en una porción determinada del espacio (OMM, 1971). Las variaciones de estas las denominaremos variabilidad. El municipio de Teocelo se ubica en la región montañosa central del estado de Veracruz, limita al norte con Xico y Coatepec, al sur con Cosautlán de Carvajal, al sureste con Tlaltetela, al oeste con Ixhuacán de los Reyes, cuenta con 54.28 km² de extensión en los cuales existen 20 localidades rurales y la cabecera municipal, en esta última se cuenta con una estación climatológica donde se mide la temperatura (máxima, mínima y ambiente, esta última a las 08:00 horas) y precipitación acumulada en 24 horas, se ubica en las coordenadas geográficas 19°23'10" latitud norte y 96°58'25" longitud oeste a una altura de 1,218 metros sobre el nivel del mar. La información climatológica data desde agosto de 1944 cuando se comenzó a medir la precipitación acumulada en 24 horas, en marzo de 1945 agregan los termómetros contando ya con una estación termopluviométrica, sin embargo algunos imprevistos ocasionaron que la continuidad se interrumpiera en alguna de las variables, por lo que se tomó la decisión de usar el período 1951-2008. La temperatura registrada en Teocelo oscila desde los 2.0°C (temperatura mínima extrema registrada el día 30 de diciembre de 1997) hasta los 42.0°C (temperatura máxima extrema registrada los días 15 de marzo y 11 de abril del 2008). La variabilidad de la temperatura mínima no muestra tendencia alguna, 32 días registraron temperaturas por debajo de los 5.0°C y 81 días del período analizado las temperaturas mínimas se registraron por arriba de los 20.0°C, la temperatura más alta de las mínimas fue el día 6 de marzo de 1983 con 25 °C. En el caso de la temperatura máxima es a partir de 1990 cuando se muestra una tendencia positiva, en 6 ocasiones se rebasaron los 40.0 °C y 5 veces no alcanzaron los 9.0 °C, incluso la registrada el día 13 de febrero de 1960 sólo alcanzó 7.0°C, ese mismo día la temperatura mínima fue de 5.0 °C y al otro día fue de 3.0 °C. En el caso de la precipitación la variabilidad se ha mantenido relativamente constante, la acumulada mensual más alta registrada fue en junio de 1952 con 850.0 mm y el día 24 de junio de 1951 es cuando se tiene el registro máximo de precipitación en 24 horas con 183.0 mm, el mes más seco fue en enero de 1969 donde no se tiene registro de precipitación, seguido por mayo de 1998 donde sólo un día registro 0.5 mm.

SE12-16 CARTEL

TENDENCIAS CLIMÁTICAS DE LA ZONA MONTAÑOSA CENTRAL DE LA VERTIENTE DEL GOLFO DE MÉXICO

Cortés Aguilar José Martín¹, Mendoza AguilarBrenda Yutziny² y Domínguez Eusebio Carlo Alberto²¹Facultad de Instrumentación Electrónica y Ciencias Atmosféricas, UV²Universidad Veracruzana

nagini_krig@hotmail.com

En el presente trabajo se describe el comportamiento climático de la zona montañosa central de la vertiente del golfo de México, mediante el análisis de veinte estaciones climatológicas para el período 1981-2008, distribuidas de norte a sur desde Tuxpan (20°57'N, 97°24'W, 9 msnm) hasta la región de los Tuxtlas (18°25'N, 95°08'W, 332 msnm), y en la línea este-oeste desde la central nucleoelectrónica Laguna Verde (19°43'N, 96°24'W, 24 msnm) hasta Huamantla, Tlaxcala (19°18'N, 97°55'W, 2489 msnm). Se aplicaron pruebas de homogeneidad a cada estación como paso previo para detectar tendencias climáticas, la concentración temporal de la precipitación mediante el cálculo del índice de Gini, y la intensidad de la canícula mediante el método del área funicular propuesto por Mosiño (1966). Esta zona presenta una orografía compleja, que va desde planicies costeras hasta zonas montañosas, cuyo uso del suelo está siendo modificado con severidad, y que es afectada tanto por sistemas meteorológicos tropicales como extratropicales que son modificados por la orografía, por lo que su descripción climática y análisis de tendencias constituyen los primeros pasos del proyecto CONACYT-Universidad Veracruzana "Interacción superficie/atmósfera en la zona montañosa central de la vertiente del Golfo de México: observaciones y modelación a alta resolución".

SE12-17 CARTEL

**RIESGOS DERIVADOS DE TEMPERATURAS EXTREMAS:
EL CASO DEL VALLE DE MEXICALI, B.C., MÉXICO**Debo Montero Yessica Beatriz¹, García Judith Ley² y García Cueto Onofre³¹Facultad de Ciencias Marinas, UABC²Instituto de Investigaciones Sociales³Universidad Autónoma de Baja California

noordarigely@gmail.com

Las temperaturas extremas se convirtieron en caso de estudio en 1960 cuando una helada azotó el este de Siberia, fue entonces que los científicos comenzaron a darse cuenta que el clima del planeta estaba cambiando y con ello las temperaturas. En la actualidad las temperaturas se han vuelto más extremas, convirtiéndose en un peligro en las zonas donde se presentan, si al peligro se agrega una sociedad con alta vulnerabilidad entonces el riesgo derivado de dichas temperaturas aumentará. Este trabajo presenta una metodología para estimar los riesgos derivados de las temperaturas extremas en la zona rural, analizando a detalle los asentamientos humanos y la actividad agropecuaria en el valle de Mexicali. La metodología utilizada para el desarrollo de la misma se dividió en tres fases: análisis del peligro, evaluación de la vulnerabilidad y estimación del riesgo. Una vez obtenido el nivel y grado de riesgo se ubicaron las zonas más afectadas para cada elemento analizado. Se encontró que el riesgo es heterogéneo en el valle y en los diferentes elementos analizados.

SE12-18 CARTEL

**COMPARACIÓN DE PERFILES DE VIENTO EN LA CIUDAD DE
XALAPA Y LA ZONA COSTERA DEL ESTADO DE VERACRUZ**Pérez Méndez Martha¹, García Martínez Ivonne Mariela² y Tejeda Martínez Adalberto²¹Ciencias Atmosféricas, UV²Universidad Veracruzana

noisy_346@hotmail.com

Se comparan los perfiles verticales de viento de la ciudad de Xalapa (19.5° N, 96.9°W y 1360 msnm) y la central nucleoelectrica de Laguna Verde (19.4° N, 96.2°W y 10 msnm). Para el primer sitio se contó con datos de sondeos realizados del 30 de noviembre al 8 de diciembre del 2011, y para Laguna Verde fueron obtenidos a través de sodar para las mismas fechas. Se identificaron eventos meteorológicos típicos de esta región durante el invierno (frentes, surada, norte, entre otros), así como días nublados y despejados para realizar una comparación de los perfiles de viento ante distintas situaciones meteorológicas.

Ante un evento de frente frío los perfiles de vientos para ambos sitios muestran un comportamiento similar, de aumento en la intensidad del viento desde superficie hasta los 100 metros. En contraste, cuando no se presenta una perturbación atmosférica importante, los perfiles quedan determinados por las condiciones atmosféricas locales: brisas muy débiles en Xalapa y el sistema brisa marina-terral en Laguna Verde.

SE12-19 CARTEL

**APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS ALTERNATIVAS PARA
EL APROVECHAMIENTO DE AGUA PLUVIAL EN EL
ESPACIO ABIERTO DE CONJUNTOS HABITACIONALES**Amaya Pandura Nallely¹ y Cortes Silva Alejandra²¹Posgrado de Arquitectura, UNAM²Instituto de Geofísica, UNAM

nallely.amaya@gmail.com

La excesiva construcción de conjuntos habitacionales de alta densidad en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), ha contribuido al crecimiento acelerado de la mancha urbana, ocasionando un grave impacto hidrológico que se ve reflejado en el aumento de la demanda de agua potable, superando su disponibilidad y regeneración natural, lo cual se suma a una grave pérdida y degradación de las superficies permeables, generando un aumento en los caudales de escorrentía, que son conducidos generalmente hacia el drenaje.

En este sentido, la implementación de técnicas de tratamiento e infiltración de agua de lluvia en el espacio abierto de conjuntos habitacionales puede ser una propuesta para el aprovechamiento y una posible contribución a disminuir el impacto de la sobreexplotación del sistema acuífero de la ZMVM.

Para el tratamiento en la zona de estudio, se propuso la construcción de trincheras de infiltración con material granular, que al mismo tiempo funcionan como elementos de diseño en el espacio abierto. Su funcionamiento fue evaluado a través de un modelo matemático, lo que permitió conocer el impacto hidrológico al medio de dicha técnica. Al implementarse esta propuesta en un mayor número de casos el efecto podría considerarse significativo.

SE12-20 CARTEL

**COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA, HUMEDAD
Y PRECIPITACIÓN PARA DOS SITIOS DISTINTOS ANTE
FENÓMENOS METEOROLÓGICOS EN LA CIUDAD DE XALAPA**Luévano de la Cruz Ana Ceres¹ y López Velázquez José Ernesto²¹Grupo de Climatología Aplicada, UV²Universidad Veracruzana

anaceres25@gmail.com

Xalapa es una ciudad ubicada sobre terreno orográficamente complejo que aun preserva grandes áreas de vegetación en su territorio. El presente trabajo compara el comportamiento de las variables meteorológicas registradas por dos estaciones instaladas en distintos puntos de la ciudad, ante distintos fenómenos meteorológicos (suradas, nortes, días lluviosos y días despejados) ocurridos de junio 2011 a junio del 2012.

Una estación se localiza al norte de la ciudad (19.33° N, 96.55°W, 1464 msnm) en un ambiente urbanizado, y la otra al sur (19.30° N, 96.54°W, 1358 msnm) en un sitio suburbano rodeado de vegetación. Se analizaron datos horarios de las variables y se concluyó que su comportamiento obedece mayormente al contraste de las condiciones orográficas, y en menor medida a la urbanización y la ubicación geográfica de las estaciones analizadas.

Sesión Especial

ESTUDIOS INTERDISCIPLINARIOS EN LA ZONA DEL MÍNIMO OXÍGENO DEL PACÍFICO TROPICAL ORIENTAL

Organizadores:

Miguel Lavín

Laura Sánchez-Velasco

Emilio Beier

SE13-1

EL LÍMITE NORTE DE LA POSICIÓN SOMERA DE LA ZONA DEL MÍNIMO DE OXÍGENO EN EL PACÍFICO ORIENTAL TROPICAL MEXICANOCepeda Morales Jushiro¹, Gaxiola Castro Gilberto¹, Beier M. Emilio² y Godínez Víctor M.³¹Departamento de Oceanografía Biológica, División de Oceanología, CICESE²CICESE, Unidad La Paz³Departamento de Oceanografía Física, División de Oceanología, CICESE

jcepeda@cicese.mx

El incremento de las zonas de hipoxia en los océanos ha sido señalado como una de las principales consecuencias del efecto del calentamiento global. La disminución del contenido de oxígeno disuelto (OD) tiene profundo impacto en la distribución de organismos pelágico, así como en los ciclos biogeoquímicos (p.e. carbono y el nitrógeno). En la región del Pacífico Oriental Tropical frente a México (POTM) se encuentra localizada una de las tres zonas del mínimo de oxígeno (ZMO) más importantes del mundo. Han sido realizados pocos estudios de la relación de procesos dinámicos sobre la distribución de la ZMO en el POTM. Utilizando datos del Ocean Data World 2009 más nueve campañas oceanográficas realizadas para la región, se analizaron las variaciones espaciales y temporales de ZMO, enfocadas en los mecanismos responsables de los cambios de la profundidad de su límite superior o inicio (IZMO). Nuestros resultados demostraron que en el POTM la distribución promedio de largo periodo del IZMO presentó un patrón de inclinación profundo (400 m) en el noroeste (~24°N) y somero (80 m) en el sureste (~18°N). La diferencia en la profundidad del IZMO fue atribuida a la distribución espacial de las masas de agua que convergen en la región las cuales presentan diferente contenido de OD. En la región se identificaron dos masa de agua hipóxica (OD #9 µmol/L), el Agua Subtropical Subsuperficial (ASSts), ubicada entre las isopícnas de 25.0 a 26.5 kg m⁻³ y en densidades mayores (26.5#27.5 kg m⁻³) se ubicó el Agua Intermedia del Pacífico. Por el noroeste, se identificó la influencia de Agua de la Corriente de California modificada caracterizada por salinidad #33.9 y con elevado contenido de OD (100#150 µmol -1L) que ingresa entre las isopícnas 24.0 a 25.5 kg m⁻³ y actúa como un mecanismo de transporte de agua rica en OD, lo cual modifica la profundidad del IZMO. Nuestros resultados nos permiten identificar que la posición somera del IZMO es consecuencia de la distribución espacial y temporal del ASSts. Esta relación permite evaluar el efecto de diferentes procesos dinámicos (remolinos de mesoescala, variaciones asociadas al ciclo estacional, surgencias costeras) en la variabilidad de la posición somera del IZMO y en el contenido de OD de la capa superficial del océano en el POTM.

SE13-2

SUBSATURACIÓN DE CARBONATO EN LA ZONA DE MÍNIMO DE OXÍGENO DEL PACÍFICO TROPICAL MEXICANOFranco Novela Ana Cristina¹, Hernández Ayón José Martín², Beier Emilio³, Sosa Ávalos Ramón⁴, Olivares Ortiz Aramis⁴, Farber Lorda Jaime⁵ y Roa Mendoza Roberto⁶¹Facultad de Ciencias Marinas, UABC²Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC³CICESE, Unidad La Paz⁴CEUNIVO, UCOL⁵CICESE⁶Instituto Oceanográfico del Pacífico, Sexta Región Naval
franco.novela@gmail.com

Recientemente se ha sugerido que la profundidad a la cual las partículas de carbonato de calcio (CaCO₃) comienzan a disolverse (profundidad de subsaturación de carbonato) se ha hecho más somera, con una disminución de ~ 1 – 2 m/año. La disminución del estado de saturación del CaCO₃ tiene consecuencias negativas en la calcificación, desarrollo y metabolismo de los organismos que construyen esqueletos de este mineral en cualquiera de sus formas (aragonita o calcita). Algunos de estos organismos se encuentran en la base de la cadena trófica, y otros son comercialmente importantes. Se ha reportado que en el Pacífico Tropical Mexicano (PTM), la profundidad de subsaturación de aragonita es naturalmente muy somera (70 – 100 m), y se encuentra acoplada con el límite superior de la zona de mínimo de oxígeno (ZMO) presente en la región, donde se alcanzan condiciones subóxicas (< 20 µmol/kg) en los primeros 100 m de profundidad. A su vez, se ha reportado que la profundidad de subsaturación de aragonita y el límite superior de la ZMO se encuentran reguladas por la profundidad de la masa de agua subsuperficial subtropical (ASSts). Por lo anterior, el objetivo de este trabajo es determinar la profundidad de subsaturación de aragonita en la ZMO del PTM así como su relación con el límite superior de la ZMO y el ASSts en las temporadas de verano (agosto) y otoño tardío (noviembre). Para ello, se realizó un crucero en cada temporada, donde se colectaron muestras discretas de carbono inorgánico disuelto (CID) y alcalinidad total (AT). A partir de estas dos variables se calculó el valor de omega aragonita y calcita. Adicionalmente se obtuvieron perfiles de temperatura, conductividad, oxígeno y presión. Los resultados mostraron que la profundidad de aragonita se encontró muy somera (70 – 100 m), y estrechamente asociada al límite superior de la ZMO (20 µmol/kg). Además,

estas dos características se encontraron en la profundidad de la isopícnica de 25 kg/m³, la cual caracteriza el límite superior del ASSts. Por ello, la variación en la profundidad de esta masa de agua (giros ciclónicos o surgencia) implicó cambios en la profundidad de subsaturación de aragonita y el límite superior de la ZMO del PTM. Particularmente, durante el muestreo de noviembre de 2009 se registró influencia del fenómeno del Niño, donde se observó un mayor volumen de agua superficial, el cual favoreció que tanto el límite superior del ASSts y la profundidad de subsaturación se encontraran más profundas. Por otro lado, durante el muestreo de agosto, frente a las costas de Guerrero, se detectó una región influenciada por agua superficial tropical (AST), donde la profundidad de subsaturación de aragonita se encontró ligeramente más profunda que el límite superior de la ZMO, posiblemente debido a los altos valores de omega aragonita (3.64 ± 0.24 en promedio) que presentó el AST.

SE13-3

REMOLINOS EN EL PACÍFICO TROPICAL-SUBTROPICAL FRENTE A MÉXICO: FORMACIÓN, TRAYECTORIAS E IMPACTO EN LA COLUMNA DE AGUAKurzczyn Robledo Jorge Alejandro¹, Beier Emilio²,
Lavin Peregrina Miguel F.¹ y Godínez Víctor¹¹Departamento de Oceanografía Física, CICESE²CICESE, Unidad La Paz

alexk@cicese.edu.mx

En un estudio reciente sobre los remolinos de mesoescala que ocurren en esta región, se encontró que uno de los forzamientos principales en la generación de remolinos es el viento superficial favorable a eventos de surgencias. En noviembre de 2005, desde el B/O Francisco de Ulloa se muestreó un remolino ciclónico cuya generación pudo ser atribuida (gracias a imágenes de satélite) a un evento intenso de surgencia costera. El muestreo in-situ de sus propiedades muestra el impacto que este vórtice tuvo sobre la distribución de las propiedades termodinámicas, y la profundidad que alcanzó. La distribución vertical de la velocidad de rotación fue estudiada a partir de las anomalías del geopotencial y a partir de observaciones directas obtenidas mediante un perfilador de corrientes acústico Doppler; se encuentra muy buena correlación entre los resultados de los dos métodos. Usando un algoritmo automatizado para la detección de remolinos vistos por altimetría de la superficie del mar, se estableció su trayectoria, así como la evolución temporal de algunas de sus propiedades superficiales (diámetro, velocidad de propagación, desplazamiento de la superficie del mar, etc.) durante su tiempo de vida.

SE13-4

VARIABILIDAD INTERANUAL DE LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA EN EL SISTEMA FRONTAL DE BAJA CALIFORNIA SUR DURANTE 1997-2010López Alcántar Dalia Guadalupe¹, Espinosa Carreón Leticia¹, Bueno Ibarra Mario¹, Beier Emilio², Cepeda Morales Jushiro³ y Quiroz del Campo Nallely N.¹¹IPN-CIIDIR Sin²CICESE, Unidad La Paz³CICESE

dada_58@hotmail.com

La productividad primaria (PP) en el océano se ve afectada por procesos particulares de cada zona geográfica, los cuales son modulados por factores físicos tanto locales como globales. El Sistema Frontal de Baja California Sur (SFBCS) se encuentra al sur del Sistema de la Corriente de California frente a las costas de Baja California Sur (20°-24° N y 107°-117° W). El objetivo del presente trabajo fue describir la variabilidad interanual de la PP en la zona eufótica (Zeu), calculada a partir de compuestos mensuales de imágenes de color del océano procedentes del sensor SeaWiFS y del AVHRR mediante el modelo de Productividad Vertical Generalizado (VGPM) de 1997 a 2010, así como conocer la relación de la PP y los diferentes índices climáticos (MEI, PDO, ONI y NPGO). Mediante el análisis de funciones empíricas ortogonales (FEO's) se obtuvieron los principales patrones espacio-temporales sin ciclo estacional que causan variabilidad en la PP en el SFBCS, los primeros 4 presentan el 31% de varianza explicada (VE). El primer modo representó el 12%, en el patrón espacial se observan dos zonas, la región costera que se extiende hasta la boca del Golfo de California (GC) y la oceánica. Durante el evento El Niño 1997-1998 se registraron bajas concentraciones de PP en la región costera y altas en la oceánica, y en el evento La Niña (1999-2001) se registraron altas PP en la zona costera y boca del GC, y bajas en la oceánica; la correlación (#=-0.05; n=112) entre la serie de tiempo de PP y los índices climáticos MEI, PDO, ONI y NPGO fue significativa en todos los casos, y negativa en los primeros tres (r=-0.58, r=-0.30, y r=-0.53 respectivamente) y positiva con el NPGO (r=0.38). El segundo modo representó el 10%, el patrón espacial delimita dos áreas (norte y sur) aproximadamente entre los 23°N-24°N, se marcó una tendencia de 1997-2000 donde la PP en el área norte es baja, y alta en la sur; la tendencia cambió de 2001-2008 donde se registraron altas concentraciones de PP en la norte y bajas en la sur. En este modo no se presentaron correlaciones significativas con ningún índice climático, lo que sugiere que el patrón de PP en este modo podría

estar influenciado por las masas de agua. El tercer modo representó el 5% de VE, el patrón espacial separó la región de la boca del GC mediante una línea al sur de Cabo San Lucas y el resto del área. La relación de la PP con los índices climáticos fue significativa para MEI ($r=0.20$) y ONI ($r=0.18$), y no tuvo relación con PDO ni con el NPGO. La correlación espacial de los índices y la PP en toda el área de estudio, presentó en la zona costera y boca del GC, una relación negativa con el MEI, PDO y ONI, mientras que en la oceánica fue positiva con el MEI y ONI. Con el NPGO mostró una correlación positiva en la zona costera, boca del GC y parte de la oceánica.

SE13-5

DISTRIBUCIÓN TRIDIMENSIONAL DE LARVAS DE PECES EN LA REGIÓN DE LA CONVERGENCIA TROPICAL-SUBTROPICAL DEL PACÍFICO FRENTE A MÉXICO

Davies Musil Susan Mery¹, Sánchez Velasco Laura¹ y Beier Emilio²¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
sdavies23@hotmail.com

La capa de Mínimo de Oxígeno ($< 1\text{ mL/L}$) en la Convergencia Tropical-Subtropical a lo largo del Pacífico de México se ha extendido en los últimos años implicando una posible compresión de hábitat para las de larvas de especies, entre otros organismos. En este trabajo se analizó los efectos del Límite Superior del Mínimo Oxígeno (LSMO) sobre los hábitats tridimensionales de larvas de peces, desde la entrada del Golfo de California (GC) hasta Cabo Corrientes, durante Febrero 2010. Se realizó un muestreo hidrográfico y de zooplankton intensivo, usando una red de cierre-apertura-cierre (505 mm) en tres estratos de profundidad: la capa de mezcla superficial, en la termoclina y en el LSMO. De 60 muestras totales de zooplankton, se colectó un total de 5,090 larvas de peces incluyendo 128 taxa y 66 familias. El índice de Bray-Curtis definió tres hábitats de larvas de peces diferentes. El hábitat Golfo de California que se localizó al norte de la entrada del GC con valores de temperatura de 24°C , espacialmente restringido por un frente salino caracterizado por altos valores (~ 34.8). Este hábitat (79 larvas/10 m² abundancia larval y 21 taxa) fue dominado por larvas de *Anchoa* sp. y *Benthosema panamense*. El hábitat de la Capa de Mezcla se localizó entre dos frentes salinos (área norte de la entrada del GC y el área sur en Cabo Corrientes) y se caracterizó por valores de temperatura de 24°C y valores de oxígeno disuelto de 3-5 mL/L. Este hábitat (114 larvas/10 m² abundancia larval y 27 taxa) fue dominado por *Vinciguerria lucetia* y *Cubiceps pauciradiatus*. El hábitat del Mínimo de Oxígeno se ubicó frente a Cabo Corrientes entre los 120-160 m de profundidad caracterizado por valores de oxígeno disuelto menores a 1 mL/L. Este hábitat (162 larvas/10 m² abundancia larval y 32 taxa) fue fuertemente dominado por *Bregmaceros bathymaster*. Esto indica que las larvas de *B. bathymaster* están adaptadas a zonas de hipoxia. Se concluye que la LSMO así como a los frentes salinos pueden actuar como barreras físico-químicas para algunas especies generando hábitat larvarios.

SE13-6

DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE LARVAS DE PECES E HIDROGRAFÍA DE LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA SUR (JUNIO 2010)

Davies Musil Susan Mery¹, Sánchez Velasco Laura¹ y Beier Emilio²¹Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
sdavies23@hotmail.com

En este trabajo se analizó el efecto del límite superior del mínimo oxígeno (LSMO) sobre la distribución vertical de larvas de peces en la costa occidental de la Península de Baja California sur durante el verano (Junio 2010). Sobre un transecto intensivo, se tomaron datos físico-químicos mediante un CTD y LADCP en una roseta equipada con botellas Niskin de 5 litros y muestras de zooplankton mediante una red de cierre-apertura-cierre de 505 μm . Los arrastres se realizaron cada 15 m, en los primeros 45 m de profundidad, y cada 50 m, desde los 200 hasta los 50 m de profundidad. De un total de 1,741 larvas de peces colectadas en el crucero se obtuvieron 34 familias y 73 taxa. La oxiclina de 1 mL/L se observó a los 70 metros de profundidad al sur del transecto (sur de la Península de Baja California sur), hundiéndose hacia el norte (Punta Eugenia) hasta los 200 metros de profundidad. A través del transecto estudiado, se observa un frente salino (~ 34.4) que rompe la superficie y se profundiza hasta los 200 m de profundidad. Al lado norte del frente se caracteriza por valores de ~ 33.6 y de temperatura entre $18-20^{\circ}\text{C}$. Mientras que al lado sur del frente se observó valores de salinidad entre $\sim 34.8 - 34.6$, y de temperatura entre $14-20^{\circ}\text{C}$ a través de toda la columna de agua. La distribución de la biomasa de zooplankton presentó sus mayores valores ($\# 500\text{ mL}/1000\text{m}^3$) en los estratos superficiales de las estaciones al norte del transecto, esto coincide con los valores máximos superficiales de oxígeno de 3-5 mL/L. Mientras que las mayores abundancias de las larvas de peces ($\# 250\text{ larvas}/10\text{ m}^2$) estuvieron en las estaciones localizadas al sur a través de toda la columna de agua, coincidiendo con una oxiclina de 1 mL/L ubicada a los 70 m de profundidad y valores muy

bajos de oxígeno ($0.2-0.5\text{ mL/L}$) a través de la columna de agua. Las especies dominantes fueron *Vinciguerria lucetia*, seguida de *Diogenichthys laternatus* y *Triphoturus mexicanus*, con fuerte heterogeneidad en su distribución vertical; lo cual es un reflejo de la variabilidad organográfica de la región.

SE13-7

DINÁMICA OCEANOGRÁFICA EN EL PACÍFICO TROPICAL NORORIENTAL Y VARIABILIDAD EN LA DISTRIBUCIÓN DE UN TIBURÓN PELÁGICO DURANTE UN EVENTO EXTREMO EL NIÑO/LA NIÑA

Vögler Santos Rodolfo Edward y Beier Emilio

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
rodolfovogler@gmail.com

Utilizando datos biológico-pesqueros recopilados por observadores a bordo de la flota palangrera comercial mexicana desde enero de 1997 hasta diciembre de 1999, se construyeron modelos aditivos generalizados para investigar la influencia de factores ambientales sobre la distribución de capturas (número de individuos) de tiburón azul (*Prionace glauca*) obtenidas en el Pacífico Tropical Nororiental durante un evento extremo El Niño / La Niña. Las variables independientes incluidas en los modelos correspondieron a dos variables oceanográfico-pesqueras (distancia entre el lance de pesca e isolíneas de anomalías de altura superficial del mar, anomalías de temperatura superficial del mar en la posición del lance de pesca), una variable geográfica (latitud) y una variable temporal (meses). Durante el período de muestreo el mayor esfuerzo pesquero (373 lances, 79.7%) se concentró entre $17.0-30.0^{\circ}\text{N}$ y $106.0-118.0^{\circ}\text{W}$. El modelo mejor ajustado incluyó a cinco variables independientes e incluyó el 64.7% de la desviación explicada para capturas de tiburón azul. La latitud fue el factor más influyente cuando se ajustó a los efectos de todas las demás variables. Altos niveles de captura estuvieron asociados con distancias menores a 100 km entre el lance de pesca y la isolínea correspondiente a 10 cm de anomalía de altura superficial del mar, así como también se asociaron con anomalías neutras o positivas de temperatura superficial del mar. Se detectó un acoplamiento espacial y temporal entre la posición de las zonas de pesca y la migración de la Zona de Convergencia Intertropical. Las capturas de tiburón azul aumentaron fuertemente durante el El Niño 1997-98, observándose un desplazamiento progresivo hacia el noroeste tanto de la Zona de Convergencia Intertropical como de las zonas de pesca. Por el contrario, los niveles de captura disminuyeron durante La Niña 1998-99, ocurriendo un desplazamiento de las zonas de pesca que acompañó la migración de la Zona de Convergencia Intertropical hacia el sureste.

SE13-8 CARTEL

OBSERVACIONES PRELIMINARES SOBRE LA DINÁMICA PLANCTÓNICA MICROBIANA Y LOS NUTRIENTES EN LA CUENCA ALFONSO, BAHÍA DE LA PAZ

Hakspiel Segura Cristian¹, Martínez López Aída¹, Verdugo Díaz Gerardo¹, Escobedo Urías Diana² y González Acosta Bárbara¹¹IPN-CICIMAR²IPN-CIIDIR

cristian_hakspiel@yahoo.com

En el Golfo de California, el nitrógeno es considerado el nutriente predominantemente limitante para la producción fitoplanctónica. Así como en varios sistemas de esta región, la Bahía de la Paz posee una marcada estacionalidad en los niveles de producción primaria y en el aporte de algunas fuentes de nitrógeno a la zona eufótica. Dentro de estos fuentes de enriquecimiento se destacan los procesos oceanográficos como la mezcla invernal y en particular, el bombeo de agua profunda generado por la recurrencia de un giro ciclónico de sub-mesoscala entre mayo-julio. A este último ha sido asociado el ingreso de nitrógeno nuevo a la capa fótica así como a proliferaciones algales en subsuperficie. A pesar de esta condición limitante en la razón N:P, se aprecian altas abundancias en diferentes fracciones del fitoplancton durante todo el año, sugiriendo la presencia de otras rutas que podrían estar vinculadas al ingreso de nitrógeno nuevo, como podría ser el caso de la fijación de nitrógeno por parte de organismos diazotrofos. Por lo que se pretende evaluar la dinámica temporal (febrero-agosto de 2012) de las fracciones planctónicas microbianas en relación con el comportamiento del nitrógeno inorgánico disuelto en la columna de agua de Cuenca Alfonso, bajo la influencia del giro ciclónico de sub-mesoscala y la presencia de condiciones de mínimo oxígeno. Los resultados incluyen datos ambientales mensuales (estructura termo-halina, oxígeno y nutrientes) y algunos conteos de fracciones planctónicas ($<20\text{ }\mu\text{m}$) en el período febrero-agosto de 2012, así como la ejecución de tres experimentos in situ (marzo, mayo y agosto) para determinación de fijación de nitrógeno y productividad primaria. La dinámica de las variables físicas en Cuenca Alfonso reveló una tendencia gradual a la somerización de la termoclina y oxiclina hacia mayo, en correspondencia también con un ascenso a manera de domo de las isolíneas de temperatura, densidad y salinidad sugiriendo la actividad del giro ciclónico. El virioplancton, bacterioplancton y picoplancton autótrofo presentaron sus máximos en

superficie y subsuperficie, aunque rara vez coincidieron temporalmente. El nanoplancton autótrofo y heterótrofo eventualmente mostró incrementos por debajo de la zona eufótica. El Picoplancton y nanoplancton autótrofo fueron en la mayoría de los casos los componentes planctónicos que contribuyeron mayoritariamente a la concentración de clorofila *a*, exceptuando mayo, cuando el microfitoplancton representó entre un 57 y 100 % del total de este pigmento. En general, la densidad de las fracciones autótrofas pequeñas (<20 µm) fueron consistentes con los incrementos de clorofila *a*. La distribución del amonio reveló alta variabilidad en la columna de agua durante los dos primeros meses, sin embargo, temporalmente se observó una tendencia a disminución hacia los últimos muestreos, lo que sugiere un posible incremento en el consumo de nitrógeno o disminución en los aportes procedentes de aguas profundas. Los resultados de los conteos sugieren la presencia de un aporte importante de nitrógeno hacia los meses cálidos que posiblemente están relacionados con la capacidad para fijar nitrógeno de las fracciones más pequeñas del fitoplancton.

SE13-9 CARTEL

DISTRIBUCIÓN DE FITOPLANCTON EN LA ZONA EUFÓTICA EN EL SISTEMA FRONTAL DE BAJA CALIFORNIA SUR (SFBSCS)

Vazquez Martínez Irene¹, Espinosa Carreón Leticia¹, Ulloa Pérez Ana Elsi¹, Beier Emilio², López Alcántar Dalia¹ y Jiménez Estrada Marytza Y.¹

¹IPN-CIIDIR Sin

²CICESE, Unidad La Paz

irevamanu@yahoo.com.mx

El fitoplancton, constituye la etapa inicial del proceso de producción de materia orgánica en el mar, su variabilidad espacio-temporal, depende de las condiciones ambientales así como de procesos físicos de mesoescala, que pueden incrementar o disminuir la disponibilidad de nutrientes inorgánicos en la zona eufótica (Zeu). Frente a Baja California Sur, se encuentra una región biológicamente rica, denominada Sistema Frontal de Baja California Sur (SFBSCS), donde se generan estructuras de mesoescala como surgencias costeras, frentes y remolinos. En este trabajo se caracterizó la composición de la comunidad fitoplanctónica del SFBSCS, así como los factores que determinan su variabilidad. A bordo del B/O "Francisco de Ulloa" del CICESE se realizó un crucero oceanográfico del 15 de junio al 1º de julio de 2010. En cada estación se obtuvieron registros verticales de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, y alícuotas para determinar la concentración de clorofila-*a*, nutrientes inorgánicos disueltos y fitoplancton a diferentes profundidades (10, 20, 30, 50, 75, 100 y 150m) y niveles de irradiancia (100%, 50%, 30%, 20%, 10% y 1%). Se presentan tres secciones verticales de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, NO₃ y clorofila-*a*. De acuerdo al bajo nivel del mar, la sección vertical A está asociada a aguas advectadas de surgencias costeras, la temperatura superficial en el área cercana a la costa fue ligeramente menor a la registrada fuera de la costa, el núcleo de baja salinidad (<34.5) se ubicó entre los 20-50m de profundidad, la nutriclina (>1µM) se registró a ~20m, el máximo de clorofila (>1.6mg m⁻³) se ubicó entre 30 y 50m, el oxígeno disuelto presentó sus valores más altos en la superficie. En la sección B se observó parte de las aguas advectadas de surgencia y la presencia de un remolino anticiclónico, es evidente el hundimiento de las isolíneas de temperatura, oxígeno disuelto, nutriclina, así como el máximo de clorofila (>0.8 mg m⁻³) en el remolino anticiclónico, el núcleo de salinidad esta bien delimitado y se ubicó entre los 60 y 130 m de profundidad. La sección C, de acuerdo a la altura del nivel del mar, atraviesa parte de una zona de surgencia costera (bajo nivel del mar), así como una zona de "transición" entre remolinos anticiclónicos, además presentó un hundimiento en las isolíneas de temperatura, oxígeno disuelto y nutriclina hacia las estaciones fuera de la costa, el máximo de clorofila (>0.8 mg m⁻³) se registró en la zona de surgencia entre 30-50m, mientras que en la zona de transición entre 50-100m. La abundancia fitoplanctónica en la Zeu en la estación de agua advectada (B02, Zeu=38m) con respecto a la de surgencia (C04, Zeu=60m), fue de 3-5 más cantidad de células, siendo el grupo dominante en la B02 el nanofitoplancton mientras que en la C04 fueron tanto el microfitoplancton y nanoplancton, lo que sugiere una sucesión de especies desde la surgencia de aguas frías y ricas en nutrientes (C04) hacia una estado maduro de la comunidad con aguas que han sido advectadas (B02) con el consecuente incremento y sucesión del fitoplancton.

SE13-10 CARTEL

REVISIÓN DE LAS CONDICIONES QUE DOMINAN EL HÁBITAT DE LOS DELFINES MANCHADOS PANTROPICALES Y LOS DELFINES ROTADORES EN LA ALBERCA CÁLIDA DEL PACÍFICO ORIENTAL TROPICAL

Pardo Mario A.¹, Beier Emilio² y Gerrodette Tim³

¹Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

²CICESE, Unidad La Paz

³Southwest Fisheries Science Center, NMFS, NOAA
m.pardo@comunidad.unam.mx

La Alberca Cálida del Pacífico oriental tropical es una región de convergencia y poca mezcla dominada por la presencia del Cuenco de Tehuantepec, cuya

abrupta termoclina es hasta 20 m más profunda que en la periferia. Debido al poco movimiento vertical en la capa superficial y la poca difusión que permite la termoclina, la capa de mínimo oxígeno de esta región se encuentra más somera que en cualquier otra parte del mundo. Bajo estas condiciones abundan los delfines manchados pantropicales (*Stenella attenuata*) y los delfines rotadores (*Stenella longirostris*), que se alimentan principalmente de calamares y peces mesopelágicos. Estas especies cazan en grupos de tamaño muy variable, entre 1 y 3000 animales. Los mecanismos que influyen en la formación de estos grupos y en la distribución de la densidad poblacional de estas especies son aún desconocidas. Como estrategia antidepredatoria, los calamares, principal presa de estos delfines, presentan adaptaciones fisiológicas que les permiten vivir asociados a la capa de mínimo oxígeno. Los peces mesopelágicos, otra presa importante, se alimentan de la biomasa que se genera cerca del límite inferior de la termoclina, donde hay suficiente aporte de nutrientes para el fitoplancton. Debido a esto, sugerimos que las variaciones espaciotemporales en la conformación grupal y densidad poblacional de estas dos especies de cetáceos, dependen de los cambios en la profundidad de la termoclina, que a su vez determinaría la profundidad de la capa de mínimo oxígeno. Para probar esta hipótesis contamos con una base de datos de avistamientos de cetáceos llevados a cabo por NOAA en muestreos dedicados desde 1986 hasta 2006, durante verano y otoño. La densidad poblacional y el tamaño grupal promedio de ambas especies fueron estimados en cuadrantes de 1x1 grado mediante el método de muestreo de distancias, para luego ser comparados con los valores promedio de la altura de la superficie del mar, como indicador de la profundidad de la termoclina. El entendimiento de las condiciones que determinan los parámetros poblacionales de estas especies es clave para su conservación y para trazar planes de manejo tendientes a recuperar las abundancias que había antes de la interacción negativa con las pesquerías de atún en la región.

Sesión Especial

PROCESOS FÍSICOS EN SISTEMAS COSTEROS

Organizadores:

Ismael Mariño Tapia
Alec Torres Freyermuth
Adrián Pedrozo Acuña

SE14-1

CICLONES TROPICALES: COMPARATIVA DE CAMPOS DE VIENTO PARAMÉTRICOS Y DE ALTA RESOLUCIÓN

Robles Díaz Lucía¹, Appendini Christian M.¹, Díaz Hernández Gabriel², Torres Freyermuth Alec¹ y Salles Afonso de Almeida Paulo¹

¹Instituto de Ingeniería, UNAM

²Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria, Universidad de Cantabria, España
luciaroblesdiaz@gmail.com

Los modelos paramétricos de viento son una opción ampliamente usada en la definición de los campos de viento asociados a eventos ciclónicos. Esto es debido a que son modelos sencillos y de muy bajo costo computacional que permiten estimar con una gran definición dichos campos de viento. Por ello suponen una herramienta útil en la mejora de la resolución de los campos de vientos de las bases de datos de reanálisis, que comúnmente subestiman las velocidades de viento durante eventos ciclónicos. En las últimas décadas se han presentado multitud de formulaciones paramétricas que intentan reproducir con mayor exactitud la gran complejidad de los campos de vientos asociados a estos fenómenos meteorológicos. Este estudio tiene como objetivo principal validar tres de las formulaciones pioneras en la parametrización de vientos de elevada vorticalidad, Depperman (1947), Holland (1980) y Young and Sobey (1981). De esta forma determinar en que medida las formulaciones de viento más básicas son capaces de reproducir vientos ciclónicos.

Metodología: Se implementaron tres modelos paramétricos de viento con distintas correcciones a partir de la base de datos HURDAT que contiene información de los parámetros característicos de un evento ciclónico (ubicación, velocidad máxima del viento, presión central y ambiental y radio de viento máximo) para huracanes del Atlántico desde 1944. En base a 4 huracanes, se definieron los campos de viento obtenidos por los modelos paramétricos y sus correcciones (geostrofica y de asimetría), en un dominio computacional de 8° de extensión a partir del centro del huracán con una resolución espacial de 0.3°. Los campos de viento son evaluados a partir de datos de alta resolución espacio-temporal (Hwind). Para ello se hace uso de diversos parámetros estadísticos como el error sistemático y el coeficiente de correlación. Posterior a la evaluación de los modelos paramétricos, se estiman el desempeño de los diferentes modelos en la modelación de oleaje. Para ello se utilizó un modelo de oleaje de tercera generación (Boij et al. 1999), forzado con campos de viento de los modelos paramétricos y campos HWIND, con un dominio computacional cubriendo el Golfo de México y el Mar del Caribe con una resolución espacial máxima de 5 Km.

Resultados y conclusiones: Los resultados presentan la comparativa entre los campos de viento del Hwind y los modelos paramétricos, y comparativas de oleaje entre los resultados utilizando los vientos del Hwind y de los modelos paramétricos comparados con mediciones con boyas de la NDBC de la NOAA. Se presentan también estimaciones de error para los campos de viento. El trabajo concluye que los modelos paramétricos sin corrección producen sobreestimación tanto de la velocidad de viento como de la altura de ola; la corrección geostrofica reduce las sobreestimaciones de viento y oleaje durante el pico del huracán; y finalmente que el modelo que proporciona el mejor ajuste es Young and Sobey (1981), mientras que Rankine (Depperman, 1947) a menudo subestima la velocidad de viento.

SE14-2

MONITOREO DE OLEAJE CERCA DE LA COSTA UTILIZANDO RADARES DE NAVEGACIÓN

Díaz Méndez Guillermo Mauricio, Haller Merrick, Pittman Randall y García Medina Gabriel
Escuela de Ingeniería Civil y de Construcción, OSU
guillermo.diaz@oregonstate.edu

Como parte de un Sistema Integrado de Observación del Océano, investigadores de la Universidad Estatal de Oregón han instalado un radar de navegación en Yaquina Bay, Oregón, con el fin de estimar las condiciones del estado del mar cercanas a la costa. Se trata de un sistema desarrollado por Imaging Science Reserach, Inc. y consiste de un radar comercial de banda-X (9.4 GHz) y un sistema de control integrados a una computadora para el procesamiento y almacenamiento de datos. Con base en sus especificaciones de diseño y parámetros de operación, el sistema adquiere series temporales de la intensidad del eco del radar I_{rad} en un dominio circular con radio de 4 km cada 1.25 s, con resolución radial de 3 m y angular de 0.8 grados. Estas series de datos se analizan mediante técnicas Fourier para obtener espectros de I_{rad} en tres dimensiones $S(k_x, k_y, f)$, a partir de los cuales se infieren parámetros asociados con la hidrodinámica cercana a la costa, de acuerdo con Young et al. (1985) y Nieto Borge et al. (2004). Nuestros resultados muestran una alta correlación con parámetros de oleaje (número de onda k , periodo T y dirección de propagación θ) obtenidos a partir de simulación numérica de alta resolución realizada con el sistema OSUWW3 (García-Medina et al., en preparación). Se concluye que el radar de navegación es una alternativa confiable para el monitoreo del estado del mar, en particular para regiones costeras donde el

anclaje y/o el emplazamiento submarino de sensores de oleaje resulte costoso o peligroso.

SE14-3

DEVELOPMENT OF NWPS: A HIGH-RESOLUTION NEARSHORE WAVE MODELING SYSTEM

Padilla Hernández Roberto¹, Van der Westhuysen Andre², Santos Pablo³, Gibbs Alex³, Gaer Douglas⁴, Nicolini Troy⁵, Tjaden Sten⁶, Devaliere Eve-Marie⁶ y Tolman Hendrik⁷

¹NOAA/NCEP/MMAB

²NOAA/NWS/NCEP/EMC/MMAB-UCAR

³NOAA/NWS/Miami Weather Forecast Office

⁴NOAA/NWS/Southern Region Headquarters

⁵NOAA/NWS/Eureka Weather Forecast Office

⁶ERT at NOAA/NESDIS/JCSDA

⁷NOAA/NWS/NCEP/EMC/MMAB

roberto.padilla@noaa.gov

In order to meet the increasing demand for high-resolution nearshore forecast products, the United States National Weather Service (NWS), through the Weather Forecast Offices (WFO) and the National Centers for Environmental Prediction (NCEP), is developing the Nearshore Wave Prediction System (NWPS). This system will provide on-demand, high-resolution nearshore wave model guidance to forecasters. It is designed to run locally at WFOs due to the required amount of computing resources, administration and the fact that every coastal WFO differ with respect to the relevant physical processes, requirements for grid resolution and expertise available. NWPS will be driven by forecaster-developed wind grids, offshore wave boundary conditions from NCEP's operational WAVEWATCH III, and water level and current fields from NCEP's Real-Time Ocean Forecast System (RTOFS). The nested nearshore wave model used is SWAN, and optionally a new nearshore version of WAVEWATCH III. NWPS is based on the earlier IFP-SWAN and SR-SWAN guidance, systems developed by the NWS Western and Southern Regions, respectively. It consolidates these earlier systems by baselining their functionality into the new Advanced Weather Information Processing System (AWIPS) II and extending its capabilities. These include user-friendly installation and setup of the system, the optimization of wave model settings, and the refinement of wave partitioning and spatial and temporal tracking algorithms, from which the Gerling-Hanson graphs are derived. Initial validation against observations shows good agreement with observations. A description of the system and its functionality, along with results of the aforementioned calibration and validation is presented.

SE14-4

EFFECTO DE LA RUGOSIDAD ARRECIFAL EN LA HIDRODINÁMICA EN ZONAS COSTERAS

Franklin Gemma Louise¹, Mariño Tapia Ismael², Torres Freyermuth Alec³, Valle Levinson Arnoldo⁴ y Enríquez Ortiz Cecilia³

¹Recursos del mar, CINVESTAV, Unidad Merida, IPN

²Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Instituto Politécnico Nacional, Unidad Merida

³Instituto de Ingeniería, UNAM, Campus Sisal

⁴University of Florida, Gainesville, FL, USA

louiseg@mda.cinvestav.mx

El objetivo del presente trabajo es conocer a detalle los procesos hidrodinámicos impulsados por el oleaje que ocurren en la zona rompiente de una laguna arrecifal y el efecto de la rugosidad del arrecife sobre estos procesos. La rotura del oleaje en la zona rompiente resulta en la generación de corrientes (a lo largo de y perpendicular a la costa), los cuales son de alta importancia para procesos claves como el transporte de sedimento, larvas, y absorción de nutrientes entre otros. Estudios de campo aún son insuficientes para entender a detalle la hidrodinámica en estas zonas que son morfológicamente complejas.

En este trabajo se integran observaciones en el campo y simulaciones de un modelo numérico de dos dimensiones (2DV). Se utilizó el modelo de Cornell Breaking Wave and Structures (COBRAS), el cual resuelve las ecuaciones de Reynolds-Averaged Navier-Stokes (RANS). El efecto de diferentes coeficientes de rugosidad (Nikuradse) en la altura de ola, tensor de radiación y sobre-elevación del nivel medio del mar fue investigado para diferentes perfiles y niveles del agua. Los resultados del modelo fueron comparados con datos obtenidos en el campo a partir de un arreglo de instrumentos instalados en la zona rompiente de la laguna arrecifal de Puerto Morelos, Quintana Roo, México.

Los datos de campo muestran un flujo cercano al fondo (perpendicular al arrecife) dentro de la zona de rompientes cuando las alturas de ola son de ~1 m, pero para olas mas pequeñas se observan flujos hacia el mar asociados con pequeñas aumentos en la altura de ola. Una gradiente localizado en la sobre-elevación del nivel del mar por oleaje podría generar una corriente parecida a la resaca, lo cual no ha sido reportado previamente. Los resultados

del modelo también muestran la presencia de este flujo y su intensidad varía con forme cambia la rugosidad del arrecife. En conclusión, parece que al aumentar la rugosidad, se aumenta la sobre-elevación, y la intensidad de la corriente de la resaca disminuye. Creemos que es muy importante tomar en cuenta la rugosidad en el estudio de la hidrodinámica en arrecifes, considerando que sus efectos podrían tener importantes implicaciones ecológicas en el funcionamiento del sistema (e.g. transporte de larvas).

SE14-5

VARIABILIDAD MORFODINÁMICA EN PROGRESO, YUCATÁN, MÉXICO

Ruiz Martínez Gabriel¹, Mariño Tapia Ismael¹ y Silva Casarin Rodolfo²

¹Laboratorio de Procesos Costeros y Oceanografía Física, Recursos del Mar, CINVESTAV

²Instituto de Ingeniería, UNAM

gruizm@mda.cinvestav.mx

La estabilidad de la línea de costa se encuentra en función de un equilibrio donde intervienen las distintas interacciones que existen entre el oleaje, las corrientes marinas, el transporte de sedimentos y finalmente, las acciones humanas. Comprender a fondo los procesos costeros que originan la erosión de playas es trascendental para poder llevar a cabo esquemas eficientes de manejo costero, los cuales provoquen el mínimo daño colateral a la infraestructura costera y promuevan una estabilidad ecológica. Las playas de la costa Norte de Yucatán han sufrido un permanente proceso de erosión a lo largo de los últimos 15 años (López, 2011). Las medidas de mitigación que se han adoptado, principalmente, incluyen rellenos de playa y el uso de estructuras perpendiculares semi rígidas (espolones) o sumergidas, como lo son geotextiles y arrecifes artificiales en la zona litoral. Sin embargo se ha observado que tales soluciones, solo han tenido un éxito parcial y en algunas ocasiones han agudizado el problema de la erosión costera, puesto que los proyectos han sido realizados con base a un proceso de prueba y error. A partir de ello, el trabajo que se presenta tiene como objetivo estudiar la influencia del comportamiento morfodinámico que es el responsable de los procesos costeros observados en la región de Progreso, Yucatán, México. La morfodinámica del lugar se estableció a partir de las simulaciones numéricas realizadas con el modelo hidro-morfodinámico DELFT3D. Para la modelación se crearon un conjunto de escenarios que contemplaron diferentes condiciones energéticas de oleaje, así como distintas configuraciones de estructuras sumergidas que se colocaron en las isobátas de uno y dos metros. Las condiciones de frontera que delimitaron la zona de estudio y que se proporcionaron al esquema numérico fueron datos correspondientes a los niveles de superficie libre del agua y magnitudes de corrientes marinas registrados por medio de una boya oceanográfica del CINVESTAV-Mérida. Por otro lado, mediante la variación de los parámetros de la ecuación de Bailard (1984) en el modelo, se estudió la influencia que tiene el sesgo del oleaje en el transporte de sedimentos y cómo tal fenómeno aunado al efecto de las corrientes marinas en playas con pendientes someras, son los elementos que controlan el movimiento de los sedimentos en la playa. Los resultados preliminares que se obtuvieron al modificar los distintos coeficientes de transmisión de los espigones permeables o los arrecifes de bola característicos de la región, mostraron la influencia de los distintos esquemas de protección costera en la morfodinámica de la región. Adicionalmente, se analizó a detalle el efecto que producen rellenos de playa sumergidos y subaéreos, así como la influencia de la circulación marina de amplia escala en la dinámica sedimentaria. A partir de los resultados generados se concluyó que dada la baja energía del oleaje, los procesos de plataforma continental puedan ejercer una fuerte influencia en el acarreo litoral en Progreso, Yuc. El modelo numérico fue adaptado para incorporar tales efectos.

SE14-6

EFFECTO DEL PUERTO DE ALTURA DE PROGRESO EN LA TRANSFORMACIÓN DEL OLAJE Y TRANSPORTE DEL SEDIMENTO EN LA PLAYA DE CHELEM, YUCATÁN

Lira Pantoja Alejandra, Torres Freyermuth Alec, Appendini Albrechsten Christian, Salles Afonso de Almeida Paulo, Mendoza Ponce E. Tonatiuh y López González José

Instituto de Ingeniería, UNAM

mlirap@ingen.unam.mx

La costa del estado de Yucatán ha experimentado una severa erosión durante las últimas décadas, con tasas de 0.9 m/año medidas durante el período de 1948-1978 (Meyer-Arendt, 1993) y con valores semejantes en años más recientes, especialmente en la playa de Chelem localizada 5 km al oeste del muelle fiscal de Progreso y del puerto de Yucalpetén. La erosión en esa zona ha llegado al punto en que las casas en la primera línea de playa han sufrido daños importantes y son altamente vulnerables a eventos extremos. Son pocos los estudios realizados en esta área que pueden ser útiles para determinar las causas de la erosión y poder dar soluciones viables para la recuperación de las playas, por lo que con este trabajo se pretende contribuir evaluando el efecto del muelle fiscal de Progreso analizando los datos de campo y aplicando modelación numérica. El muelle fiscal tiene 6 km de longitud y se divide en 2 secciones, la primera de 2.17km construida por arcos de concreto simple que permiten el transporte de sedimento longitudinal a través de la estructura y una

extensión impermeable de 4 km construida en 1985. Las campañas de campo consistieron en la medición bimestral de perfiles de playa en el área de estudio y mediciones del oleaje que incide en la zona. El análisis de los perfiles confirmó la tendencia erosiva que ha deteriorado la playa. A partir de las mediciones de oleaje frente al área de estudio se caracterizó el oleaje en la zona para el forzamiento de un modelo de transformación de oleaje. Se evaluó el efecto del muelle fiscal en la dinámica marina mediante el modelado del oleaje con y sin la estructura. Posteriormente, las predicciones de oleaje cercano a la costa fueron utilizadas para el modelado de transporte longitudinal en diferentes puntos, con el objetivo de identificar el efecto de la estructura. El modelo numérico sugiere que bajo condiciones medias de oleaje el muelle de Progreso induce gradientes en el transporte longitudinal a gran escala. Por otro lado, durante las tormentas de invierno cuando la dirección de las olas es del N-NW la estructura no tiene un efecto importante en la transformación del oleaje incidente y por lo tanto ocurren pérdidas de transporte transversal asociadas con el ciclo estacional. La estructura debilita la capacidad de transporte durante las condiciones medias del oleaje. En una menor escala, la marina de Yucalpetén interrumpe el transporte de sedimento longitudinal que se dirige a la playa de Chelem. Estos resultados requieren ser corroborados mediante el modelado bidimensional de transporte de sedimento en la zona.

SE14-7

DETECCIÓN DE BARRAS DE ARENA POR MEDIO DE SISTEMAS DE VIDEO

Mendoza Ponce Ernesto Tonatiuh, Ojeda Casillas

Elena, Guillen Jorge, Chic Oscar y Salles Paulo

Instituto de Ingeniería, UNAM

emendozap@ingen.unam.mx

La costa de Yucatán, en la parte sureste del Golfo de México, se caracteriza por presentar playas extremadamente disipativas, las cuales se han encontrado en erosión durante las últimas décadas (Meyer-Arendt, 1993). Esta región de micro-marea está expuesta a un clima de oleaje medio con un valor de Hs media de 0.80m y periodos de aproximadamente 5 s, aunque ocurren eventos altamente energéticos los cuales son causados por dos sistemas de vientos muy diferentes: (i) sistemas meteorológicos anticiclónicos de latitudes medias que generan frentes fríos llamados Nortes y (ii) sistemas ciclónicos tropicales que incluyen depresiones y tormentas tropicales y huracanes.

Aunque varios estudios han lidiado con la dinámica costera de la región (e.g., Meyer-Arendt, 1993, Zetina et al., 2008) y que en la actualidad, existe una variedad de proyectos que estudian la morfología y la hidrodinámica de la región, todavía existen huecos importantes en el conocimiento como el efecto de las intervenciones humanas en la dinámica de las playas, las tasas del transporte de sedimento a lo largo de la playa y su papel en la erosión de la costa, cambio en el perfil de playa debido a eventos extremos o la dinámica del perfil de playa submarino.

Para mejorar el conocimiento en la región, se ha implementado el sistema de video monitorización SIRENA (Nieto et al., 2010) en una torre meteorológica de 50m. El primer objetivo de esta estación es el estudiar el perfil sumergido. En este sentido se ha detectado la existencia de barras de arena haciendo perfiles de playa en diferentes transectos y mediante análisis visual de imágenes de satélite.

Debido a las condiciones de oleaje en el área, se espera lidiar con dos tipos de imágenes de las que se pueden extraer (i) durante los meses más energéticos (en términos de dinámica del oleaje) a las barras de arena se les hará un seguimiento a través de patrones de las rompiente del oleaje y durante los meses de calma se intentará obtener la posición de la barra a través del contraste y brillo de lecho marino. Se necesita desarrollar una nueva metodología en el segundo caso. Ambos métodos se deben calibrar para la región de Sisal; esto se hace obteniendo datos batimétricos utilizando GPS. de esta manera se presentarán ambas metodologías del mapeo de las barras, la relación entre las barras obtenidas por imagen y por levantamientos batimétricos.

SE14-8

VARIABILIDAD DE LA DUNA EN LA PLAYA DE CUYUTLÁN, COLIMA

García Pérez Marco Antonio¹, Patiño Barragán Manuel², Torres Orozco Ernesto²,

Gaviño Rodríguez Juan², Quijano Scheggia Sonia² y Lara Chávez Basilio²

¹CEUNIVO, UCOL

²Universidad de Colima

garcia@ucol.mx

Las costas son uno de los ambientes más dinámicos de nuestro planeta, se ven afectadas por diversos factores ambientales como el oleaje, que continuamente erosiona y modifica su forma. Por ello se ha implementado el uso de estructuras como escolleras para la estabilización y protección, ya que es una de las obras más utilizadas para disminuir la erosión costera. El frente costero de la laguna de Cuyutlán, es una de las zonas con problemas de depósito y erosión, cuya

geomorfología se encuentra dominada por dunas, las cuales presentan la mayor razón de retroceso y aporte sedimentario en la barra de Cuyutlán. El objetivo de este trabajo fue analizar la evolución de la línea de costa a partir de perfiles de playa y observar los cambios en la morfología. Se hicieron cálculos para determinar las áreas y volúmenes, para cada uno de los perfiles de playa, para poder realizar un comparativo del comportamiento que fue teniendo la línea de costa. También se analizó el ancho y la pendiente de la duna, la berma y cara de playa para todos los perfiles de julio 2008 a julio 2009. Los resultados sugieren que el perfil de equilibrio es 90% estable. Se encontró, en términos generales, que el transporte de sedimentos se comporta de Este a Oeste durante seis meses y en sentido contrario durante los otros seis meses. La playa es muy dinámica y muy estable, pues se recupera muy pronto de eventos de erosión y depósito, sin embargo, se sugiere, considerar como medida de mitigación, para aminorar el proceso erosivo en la playa Este, una batería de espigones perpendiculares a la línea de costa. Esta es la solución más utilizada para resolver problemas de inestabilidad en las playas y los resultados son satisfactorios, ya que reducirá el proceso erosivo y ayudará a ser estable la playa del lado Este.

SE14-9

EXPERIMENTOS NUMÉRICOS SOBRE TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN DIFERENTES CONFIGURACIONES GEOMÉTRICAS

Carbajal Pérez Noel¹ y Gaviño Rodríguez Juan H.²

¹Geociencias Aplicadas, IPICYT

²CEUNIVO, Universidad de Colima

noelc@ipicyt.edu.mx

La dinámica de sedimentos en zonas costeras y en mares marginales de la plataforma continental revela estructuras como bancos de arena, ondas de arena, barras y otras formas del fondo marino. Muchas de las propiedades relacionadas con el crecimiento de formas u ondulaciones en el fondo marino han sido explicadas como un proceso de inestabilidad ante un flujo oscilatorio como el de las mareas. Estos modelos teóricos tienen una limitante por la complejidad del problema. Sus cálculos se basan en mares infinitos, es decir, sin consideración de fronteras. La inspección de imágenes satelitales de zonas costeras como deltas, lagunas y bahías muestran patrones que reflejan claramente la influencia de la costa y su forma geométrica. En este trabajo realizamos toda una serie de experimentos con diferentes configuraciones geométricas con la finalidad de obtener información sobre la importancia de la presencia de fronteras en la dinámica de sedimentos.

SE14-10

CIRCULACIÓN DEBIDA A LA MAREA ASTRONÓMICA EN LA LAGUNA DE TÉRMINOS CAMPECHE: MODELACIÓN NUMÉRICA Y OBSERVACIONES

Zavala Hidalgo Jorge¹, Douillet Pascal² y Contreras Ruiz Esparza Adolfo¹

¹Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

²Institut de recherche pour le développement, France

jzavala@atmosfera.unam.mx

Se presentan los resultados obtenidos del análisis de mediciones realizadas en la Laguna de Términos, Campeche por espacio de 12 meses. Las mediciones incluyeron mediciones de presión y temperatura en 8 diferentes puntos alrededor de la laguna, incluyendo las dos bocas principales de la misma. Simultáneamente se realizaron mediciones de perfiles de corrientes utilizando ADCP's instalados uno en la boca de Cd. del Carmen y el otro en la de Puerto Real, por un periodo de 6 y 8 meses respectivamente. El objetivo general del estudio es evaluar el efecto de la marea astronómica, el viento sobre la laguna, el viento regional, así como las descargas de los 3 ríos principales que desembocan en la laguna. En este artículo se presentan los resultados detallados del estudio de la circulación generada por la marea astronómica, para lo cual se evaluaron las mediciones de la variación del nivel del mar, así como de corrientes. La información de corrientes y nivel del mar, fue analizada con los paquetes SHOM y Ttide, con el fin de obtener las magnitudes de fase y amplitud de las diferentes componentes armónicas.

La información obtenida se utilizó para validar la modelación hidrodinámica, la cual se realizó utilizando un modelo de diferencias finitas tridimensional, el cual permite el mojado y secado de celdas. El modelo utilizado es el MARS3D, el cual fue forzado con la información de 8 componentes armónicas (K1, O1, P1, Q1, M2, S2, N2, K2), extraídas de la base de datos TPX0.7.

La modelación muestra una alta correlación con las mediciones de nivel y de intensidad de dirección de las corrientes, permitiendo observar el flujo de oeste a este debido a la marea astronómica.

SE14-11

HIDRODINÁMICA E INUNDACIÓN COSTERA EN UNA LAGUNA COSTERA TROPICAL RODEADA DE HUMEDALES

Enríquez Ortiz Cecilia¹ y Mariño Tapia Ismael²

¹Facultad de Ciencias, UNAM

²Recursos del mar, CINVESTAV, Unidad Merida, IPN

cenriquezo@ingen.unam.mx

La variabilidad hidrodinámica debida al viento, cambios del nivel del mar, y modificaciones de origen antropogénico en la geometría de un sistema lagunar costero se investiga con un modelo numérico 2D. La Laguna Chelem en el noroeste de la Península de Yucatán es un sistema somero, en un ambiente tropical rodeado de manglares y humedal. Es altamente utilizado en actividades turísticas y comerciales, siendo también un sitio de resguardo para flotas pesqueras, navales y yates deportivos. En las últimas décadas, este sistema ha sufrido cambios importantes al ser adaptado a actividades humanas que impactan drásticamente en la hidrodinámica natural del sitio. Para este estudio se realizaron mediciones detalladas de la batimetría de la laguna y se instalaron anclajes para recabar series de tiempo de nivel del agua y corrientes, dentro y fuera del sistema. Estos datos se utilizaron para implementar y validar un modelo numérico del sistema lagunar. Los resultados de la modelación muestran los patrones de circulación e inundación por mareas y la influencia clara e importante del efecto del viento en la hidrodinámica. El efecto del viento es dominante, especialmente durante eventos intensos del Este (dirección de los vientos Alisios que afectan la región), al coincidir con el eje principal (zonal) de la laguna. La topografía baja de la región favorece la inundación de extensas regiones aledañas a la laguna, particularmente durante elevaciones extraordinarias del nivel del mar, como ocurre durante el invierno durante el paso de frentes fríos con viento del Norte. Adicionalmente, este estudio muestra los efectos de obras de dragado y vertido de sedimento y la restricción severa en la circulación que resulta de la construcción de un camino que divide la laguna con una estructura rígida, impactando enormemente en la calidad del agua y la salud del ecosistema.

SE14-12

HIDRODINÁMICA DE LA LAGUNA DE ALVARADO A PARTIR DE MEDICIONES Y MODELACIÓN NUMÉRICA

Olvera Prado Erick¹, Zavala Hidalgo Jorge¹, Moreno Casasola Patricia², Osorio Tai María Elena¹, Mateos Hasso Adriana¹ y Romero Centeno Rosario¹

¹Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

²El Instituto de Ecología, INECOL

erick@atmosfera.unam.mx

Se estudia el estado actual de las lagunas y ríos de la cuenca del Papaloapan a fin de tener una línea base con la cual comparar diferentes escenarios de elevación del nivel del mar, con atención particular en el cambio en la salinidad media, sus cambios en diferentes zonas de las lagunas y la penetración hacia los ríos. Para este propósito se realizaron mediciones hidrográficas, de nivel del agua, batimétricas y de corrientes que se complementarán con un modelo numérico que se calibrará con dichas mediciones. Se han realizado 4 campañas de mediciones en las cuales se cubrió una red de 46 estaciones hidrográficas, se realizaron mediciones batimétricas y se instalaron un corrientímetro y 10 sensores de presión; la primera campaña se realizó del 1-2 de Agosto de 2011, la segunda del 2-4 de Diciembre de 2011, la tercera del 20-21 de Marzo y la cuarta del 17-18 de Mayo. Se encontró que las componentes de marea más importantes son la O1 y K1, con una amplitud de 14 y 12 cm en el canal respectivamente, 2.3 y 2.1 cm en la Laguna Camaronera, 10 y 10 cm en la Laguna de Buen País, 9 y 8 cm en la Laguna de Tlalixcoyan, 12 y 12 cm en el Papaloapan y 2.3 y 2.6 cm en el río Limón. De acuerdo con su amplitud le siguen en importancia las componentes M2, N2 y S2. Los datos hidrográficos muestran que en todas las campañas la Laguna Camaronera presentó mayor salinidad que las lagunas Buen País, Alvarado y Tlalixcoyan además de que la temperatura de las aguas del río Papaloapan fueron menores que en las lagunas.

SE14-13

SIMULACIÓN DE LA HIDRODINÁMICA DEL ESTERO URÍAS, MAZATLÁN, SIN.

Ramírez Aguilar María Isabel¹, Paez Emilio², Calvario Omar², Blanco Rafael³ y Sánchez Miguel²

¹CICESE

²CIAD

³UABC

iramirez@cicese.mx

El estero Urías es una laguna costera al sur de la ciudad de Mazatlán, localizado entre los 23° 09'00" a 23° 13'00" N y 106° 19'00" a 106° 25'00" W.

Tiene una área superficial de 18km² y una profundidad promedio de cinco metros. La boca del estero ha sido dragada para ser utilizada como puerto de altura, con una profundidad promedio de 15 metros en los primeros 2km. El estero recibe descargas naturales de 7 afluentes durante las épocas de lluvias, estos caudales son utilizados por diferentes empresas para descargar flujos residuales de procesamiento alternos. Se adaptó la batimetría del estero Urías y parte de la bahía Mazatlán a un modelo hidrodinámico tridimensional con el objeto de determinar la circulación y la edad del agua del sistema estuario. Se realizaron tres campañas de mediciones durante las épocas de lluvia y secas para obtener la información necesaria para inicializar el modelo y para su validación. Se validó el modelo con información de corrientes y temperatura obteniendo una correlación de .75 entre los datos medidos y el modelo. Las corrientes muestran poca variación vertical mostrando un patrón barotrópico en un perfil en la entrada del estero, sin embargo existe una variación horizontal que permite observar un gradiente común en los sistemas estuarinos debido a la circulación de marea.

SE14-14

SIMULACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL ESTERO URÍAS, MAZATLÁN, SIN.

Paez Valencia Emilio¹, Calvario Omar¹ y Ramírez Aguilar Isabel²¹CIAD²CICESE

ejpv12@gmail.com

El estero Urías es una laguna costera situada al sur de la ciudad de Mazatlán. El estero recibe descargas continuas de 7 afluentes principales de los cuales 3 corresponden a descargas industriales, 2 son arroyos y los 2 restantes corresponden a drenes pluviales. El estero es considerado como el más urbanizado y uno de los más impactados del estado, en él se vierte una gran cantidad de desechos de origen doméstico, recibe descargas de aguas residuales provenientes de unidades de producción camaronícola, de la planta termoeléctrica, de fabricas procesadoras de alimentos así como de las diferentes embarcaciones pesqueras, deportivas y turísticas que atracan en el lugar. Se adaptó la batimetría del estero Urías y parte de la bahía Mazatlán a un modelo hidrodinámico tridimensional con un acoplamiento a un modelo de calidad del agua para simular las variables de mayor relevancia dentro del estero Urías. Se realizaron cuatro campañas de mediciones durante las épocas de lluvia y secas para obtener la información necesaria para inicializar el modelo y para su validación. Se validó el modelo con información de corrientes y temperatura obteniendo una correlación de .75 entre los datos medidos y el modelo. El modelo de calidad se inicializó con datos de 12 variables obtenidos durante campañas estacionales de muestreo. Debido a las características de las descargas que tienen como destino el estero Urías se seleccionaron nitratos, amonio, ortofosfatos y PH, para determinar la distribución y el nivel de impacto originado por estos afluentes sobre el cuerpo de estudio. Los resultados del modelo muestran que el impacto de los fosfatos es limitado y únicamente cercano a las fuentes de emisión. Sin embargo los nitratos y amonio, si tienen una dispersión amplia afectando aproximadamente la mitad del estero.

SE14-15

EVALUACIÓN DE DIFERENTES ESCENARIOS DE EUTROFIZACIÓN POR APORTES DE AGUA RESIDUAL EN LA LAGUNA LA CARBONERA, YUCATÁN MEDIANTE UN MODELO NUMÉRICO ECOLÓGICO

Meza Padilla José Rafael¹, Salles Afonso de Almeida Paulo², López Aguiar Korynthia³, Galicia Pérez Marco⁴ y Appendini Alberchtsen Christian²¹Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas, CEUNIVO, UCOL²Laboratorio de Ingeniería y Procesos Costeros, Instituto de Ingeniería, UNAM³Facultad de Química, UNAM⁴Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas, UCOL

lenny_adictmaker@hotmail.com

La importancia de las lagunas costeras y sus hábitats asociados radica en que son el foco de reproducción y crianza de recursos pesqueros además de una fuente de alta biodiversidad. Estos sistemas son vulnerables al aumento en las concentraciones de nutrientes, ya que son susceptibles a ser alterados por el aporte de agua residual de origen urbano, industrial, ganadero y agrícola. Aunque los nutrientes son esenciales en la cadena trófica, un incremento excesivo de ellos implica un aceleramiento en el proceso causando una perturbación en el balance energético entre distintos niveles tróficos en la columna de agua. En casos extremos se dan florecimientos fitoplanctónicos que consumen el oxígeno disuelto, lo cual genera una gran mortandad de peces, malos olores por procesos anaeróbicos e incluso llega a afectar la pesca en la zona litoral.

En suelos cársticos como el que se presenta en la península de Yucatán, hay una alta permeabilidad y un gradiente hidráulico casi nulo, generando la infiltración del agua al subsuelo. El agua es transferida al acuífero y transportada

por un flujo subterráneo de sur a norte desembocando en la zona costera al norte de la península.

La Carbonera es un cuerpo costero interno que se encuentra en la costa noroeste del estado de Yucatán entre los pueblos de Sisal y Chuburná y se conecta a las aguas del Golfo de México por medio de una bocana estrecha formada a consecuencia del huracán Gilberto en 1988. Consta de una predominancia de aguas someras y un ojo de agua principal que intercambia agua entre la laguna y el acuífero subterráneo (fuente y sumidero).

En este estudio se ha implementado un modelo numérico de la calidad del agua a fin de caracterizar distintos escenarios de eutrofización en la laguna debido a la descarga de agua residual. A lo largo de tres temporales típicos de la región (sequías, lluvias y nortes), se incrementaron las concentraciones de nitrógeno y fósforo inorgánico aunado al aumento o reducción de oxígeno disuelto en el ojo de agua para determinar el impacto que tienen estas variables en la clorofila-a, la transparencia y la producción primaria en el resto de la laguna. Se establecieron puntos de control en la bocana para determinar si las afectaciones del ojo de agua, por efecto de mareas, son estacionarias o llegan a la zona costera.

SE14-16

ESTRUCTURA VERTICAL DE LOS FLUJOS DE MAREA EN EL CANAL DE LA BAHÍA DE GUAYMAS

Gómez Valdés José¹, Dworak Robinson Juan Adolfo², Vázquez Peralta Heriberto Jesús³ y Paz Manuel Enrique²¹División de Oceanología, CICESE²Instituto Tecnológico de Guaymas³Instituto Mexicano del Petróleo

jgomez@cicese.mx

Se estudió la estructura vertical de los flujos de marea, a partir de 144 días de observaciones realizadas por un ADP anclado al fondo en la entrada de la Bahía de Guaymas, cuya área es de 33.6 km² y se encuentra en una región semiárida. Se aplicaron métodos de análisis armónico a las series de tiempo de velocidad y a las series de tiempo de elevación del nivel del mar, para extraer los parámetros de las elipses de marea y para calcular amplitudes y fases de la marea. También se analizaron dos series de tiempo del nivel del mar adicionales obtenidas antes del experimento en sitios interiores de la bahía. Las corrientes barotrópicas de marea de mayor importancia fueron la K1 y la M2, estuvieron alineadas con la topografía de la entrada y mostraron amplitudes máximas de 7.8 ± 0.2 cm/s y 7.4 ± 0.3 cm/s, respectivamente. Mientras que la corriente de agua somera de mayor importancia fue la M4, con una amplitud máxima de 1.0 ± 0.2 cm/s. Debido a que la bahía cumple con la condición de cuerpo de agua pequeño, los principales movimientos de marea mostraron características de onda estacionaria. La estructura del perfil vertical de la corriente fue parabólico, lo que sugiere que la corriente barotrópica fue afectada por procesos de capa límite, además el perfil promedio de las corrientes confirmó la formación de una circulación estuarina inversa. Las corrientes de marea diurnas rotaron contra las manecillas del reloj en la capa superior y con las manecillas del reloj en la capa inferior, lo que sugiere que fueron moduladas por la estratificación.

Gómez-Valdés, J., J. A. Dworak, H. J. Vázquez, and M. Paz, 2012, Vertical structure of tidal flows at the entrance to Guaymas Bay, Mexico. *Geofísica Internacional*, 51, 271-279.

SE14-17

CIRCULACIÓN SUPERFICIAL DE LA BAHÍA DE TODOS SANTOS, B.C., DURANTE EL VERANO DE 2012: RADARES HF Y ELEMENTOS DE DERIVA

Flores Vidal Xavier¹, Durazo Reginaldo², Castro Rubén², Lavin Miguel³ y Navarro Luis Felipe¹¹Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC²Facultad de Ciencias Marinas, UABC³Departamento de Oceanografía física, CICESE

floresx@uabc.edu.mx

En este trabajo se presenta una serie de experimentos novedosos realizados durante verano de 2012, con el objetivo de estudiar la circulación superficial de la Bahía de Todos Santos (BTS), Baja California. Durante periodos de 12 a 72 horas se midieron de manera simultánea, corrientes superficiales con boyas de deriva y radares de alta frecuencia (HF). Los datos mostraron una notable congruencia entre las trayectorias seguidas por los elementos de deriva y la corriente superficial medida por los radares HF. Esto permitió observar la rápida variabilidad de las corrientes superficiales al interior de la BTS, así como identificar algunas zonas de re-circulación y poca dispersión. Las velocidades obtenidas fueron en promedio de ~ 0.15 m/s, con máximos de hasta ~ 0.3 m/s durante condiciones de viento intenso (~ 8 m/s). En condiciones de viento débil se observó una circulación ciclónica en la porción noroeste de la BTS. Cuando el viento incrementó la circulación ciclónica desapareció y se observó un flujo hacia el sur-este, mismo que dio lugar a una circulación anticiclónica en el

extremo sur-este de la BTS. Debido a su origen ambos esquemas de circulación tuvieron una duración menor a 24 horas. Por otro lado, los resultados revelaron dos zonas de calma, frente al puerto de Ensenada y en el centro de la BTS, que algunas veces fueron interrumpidas por pequeños remolinos con duración menor a 5 horas. Las causas de dichos remolinos pueden ser asociadas a procesos turbulentos y aumento de la vorticidad relativa originada por chorros y algunos pequeños meandros. Por último, cabe destacar que los elementos de deriva siguieron los esquemas de circulación descritos sin distorsionar su formación original, e incluso en un par de ocasiones los arreglos originales se agruparon y fusionaron, lo que sugirió poca dispersión superficial.

SE14-18

OBSERVACIONES DE LA VARIABILIDAD DE LA CORRIENTE COSTERA FRENTE A ZONAS ARRECIFALES DEL SISTEMA ARRECIFAL MESOAMERICANO

Carrillo Bibrieza Laura Elena
Departamento de Ecología y Sistemática Acuática, ECOSUR
lcarrillo@ecosur.mx

El análisis de la variabilidad de la corriente costera frente a las zonas arrecifales es clave para entender la relación entre los procesos oceánicos y los procesos cercanos a costa dentro de estos sistemas. Por otra parte, en las zonas costeras con una plataforma estrecha, la zona de la plataforma pueden ser considerada como una zona de amortiguamiento. Una gran parte del Sistema Arrecifal Mesoamericano presenta una plataforma estrecha. Sin embargo, las observaciones costeras actuales en los sistemas de arrecifes mesoamericanos son todavía escasas. El objetivo de este estudio es presentar un análisis de las corrientes costeras del sitio costero conocido como Arrecifes de Xcalak, que forma parte de la barrera arrecifal mesoamericana. Se analizó mediciones de corrientes costeras obtenidas durante un periodo aproximado de 2 años mediante un ADP instalado en la zona frente al arrecife. Adicionalmente, se utilizó información de viento obtenido de una estación meteorológica cercana al área de estudio. Resultados de las componentes principales, análisis espectral y correlaciones con viento son presentados. Las observaciones muestran una alta variabilidad en la zona de estudio, oscilaciones cercanas al periodo diurno y submareal presentan la mayor energía del sistema. Los eventos de tormenta y el viento local se presentan como los principales agentes forzantes. La alta variabilidad de esta zona dificulta el análisis armónico convencional sobre las series de tiempo. Este análisis representa el primer esfuerzo para definir la corriente costera frente a las zonas arrecifes de esta región del mesoamericano.

SE14-19

PROCESOS OCEANOGRÁFICOS DE LA SURGENCIA DE YUCATÁN. MEDICIONES IN-SITU EN LA REGIÓN COSTERA DE CABO CATOCHÉ.

Reyes Mendoza Oscar Fabián¹, Mariño Tapia Ismael¹, Herrera Silveira Jorge¹, Enríquez Ortiz Cecilia² y Cárdenas Palomo Natali¹
¹Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, IPN
²Instituto de Ingeniería, UNAM, Campus Sisal
oreyes@mda.cinvestav.mx

Las zonas costeras del mundo que presentan eventos de surgencia tienen una relación intrínseca con la población humana. Se asume, que la surgencia es constante a lo largo de las costas del lado oeste de un continente bajo fricción del viento paralelo a la costa dirección al ecuador, ocasionando convergencia de masas de agua de zonas profundas por fuerza de Coriolis determinada como transporte y espiral de Ekman.

Al noreste de la Península de Yucatán, México, en primavera y verano se presenta la "surgencia de Yucatán" de ubicación oriental, consiste en agua de aproximadamente 16 a 22° C, rica en nutrientes y Cl-a mayor de 1 mg.m3, que surge de una profundidad de 200-250 m del canal de Yucatán, gobernada por la intensa corriente del mismo nombre. El agua aflorada de Yucatán (AAY) y el agua superficial del Caribe (ASC) estratifican la columna de agua de todo el Banco de Campeche. Dicha surgencia tiene implicaciones en la flota pesquera de la Península, así como en el turismo de poblaciones costeras, y se asocia con eventos de florecimientos algales nocivos.

Se conocen los procesos generales espaciales y temporales de la surgencia de Yucatán pero aun se discute que los ocasiona y prácticamente se dividen en dos teorías: la fricción topográfica y fricción del viento y en ambas considera la intensidad y dirección de la corriente de Yucatán. Sin embargo, es necesario determinar los componentes físicos que interactúan atmosfera-oceano para establecer el proceso de surgencia, su temporalidad y espacialidad específica.

Con tal fin se diseñó un estudio in-situ en la región costera de Cabo Catoche punto de máxima afloración del AAY, donde se trazo un transecto de 50 km oeste-este y otro de 20 km sur-norte con estaciones discretas en las cuales se dejó caer un CTD Sea Bird 19 plus a 4 Hzt de frecuencia, entre verano de 2007, 2008, 2011. A 12 km de la costa a 8 m de profundidad se instaló un perfilador acústico (Nortek) registrando corrientes y temperatura desde junio 2010 a julio 2012, a 10 m de altura se estimó la presión atmosférica y temperatura ambiental.

Se utilizaron campos de vientos de la estación meteorológica de la NOAA (NDBC 42056).

Con los transectos se realizaron mapas de distribución vertical de la temperatura (18-31°C), salinidad (35-38 psu) densidad (22-27 kg/m3) y graficas T-S. Se determinaron análisis espectrales de series de tiempo para la temperatura del fondo, componentes U y V de las corrientes y nivel del mar. Se realizaron análisis de espectros cruzados de las componentes de viento y temperatura ambiental, con la temperatura y corrientes. Los resultados preliminares indican que la surgencia se presenta en pulsos de 13 días entre junio y julio asociadas a la disminución del nivel del mar e incremento de la componente U de la corriente observados entre Abril a Septiembre (~ -0.09 m/s), y disminuye durante la época de nortes (~ -0.049), y es posible que la intensidad de viento del sureste sea el agente causante de los pulsos descritos.

SE14-20

SHIPBOARD ADCP OBSERVATIONS IN A COASTAL UPWELLING ZONE OFF NORTHERN BAJA CALIFORNIA

Torres Gutiérrez Héctor Salvador y Gómez Valdés José
División de Oceanología, CICESE
torresg@cicese.mx

During October 2009 shipboard observations were made in the coastal upwelling zone off northern Baja California coast (31-28 °N). The experiment began during an upwelling-favorable wind event after a relaxation event. There was also a relaxation event during the experiment. The wind patterns included a positive wind stress curl along the coast stronger at the southern part of the study area. Analysis of the shipboard acoustic Doppler current profiler (ADCP) data of the subsurface (40 m) layer revealed an equatorward coastal jet on the continental shelf at the northern part, a mesoscale anticyclonic eddy at the middle part, and a coastal countercurrent on the slope at the southern part. Analysis of the hydrographic measurements revealed that the equatorward coastal jet was associated with an upwelling event, that the eddy was associated with the countercurrent, and that the countercurrent was generated at the southern part. A frontal zone in the coastal upwelling region was established. The eddy was below of the mixed layer. The countercurrent was barotropic at the southern part where the wind curl was positive. The circulation pattern was confirmed with Lowered acoustic Doppler current profiler (LADCP) data.

Torres, H.S., J. Gomez-Valdes (2012) Shipboard ADCP observations in a coastal upwelling zone off northern Baja California. Continental Shelf Research (Submitted)

SE14-21 CARTEL

ASCENSO DEL OLEAJE EN PLAYAS DE YUCATÁN

Brinkkemper Joost¹, Torres Freyermuth Alec², Mendoza Ponce Tonatihu², Ruessink Gerben¹ y Salles Afonso del Almeida Paulo²
¹Department of Physical Geography, Faculty of Geosciences, UU
²Instituto de Ingeniería, UNAM, Campus Sisal
joost.brinkkemper@gmail.com

La parametrización del ascenso del nivel del agua en playas debido a la acción del oleaje (runup) es una herramienta importante para el análisis de vulnerabilidad a la erosión e inundación de zonas costeras. El runup está conformado por el incremento en el nivel medio del mar debido a la rotura del oleaje (setup) y las fluctuaciones temporales (de alta y baja frecuencia) con respecto al nivel medio asociadas al oleaje incidente. Existen varios trabajos enfocados a su parametrización a partir de mediciones de campo. Sin embargo, existe una dispersión significativa de los datos con respecto a las parametrizaciones existentes. Esto conlleva a la necesidad de mejorar el estado del conocimiento de los procesos físicos que pueden tener un papel importante en dichas parametrizaciones, y su evaluación ante su eventual aplicación en zonas de estudio específicas. En este trabajo se modeló el runup extremal en varias playas del estado de Yucatán mediante el acoplamiento de los modelos de transformación de oleaje SWAN y SWASH. El modelo SWASH es un modelo no-lineal de transformación de oleaje transitorio que permite modelar la rotura, reflexión y runup en playas. Se simuló dos series de casos para investigar: (i) el efecto de la pendiente en la cara de la playa, condiciones de oleaje incidente, y el nivel de la marea en el runup; y (ii) la validez de las parametrizaciones existentes en perfiles de playa característicos de la zona de Yucatán. En el primer caso se encontró que al variar la pendiente de la cara de la playa (0.04-0.12) en un perfil medido, los cambios en la componente de infragravedad ($f < 0.05\text{Hz}$) y el oleaje incidente ($f > 0.05\text{Hz}$) no producen cambios importantes en el swash de las playas. Por otro lado, los valores son fuertemente sensibles a los cambios de nivel debido a las mareas. Finalmente, los modelos paramétricos predicen el valor de runup (remonte) extremo dentro del 25% de los resultados de los modelos numéricos con un rango de marea normal. Sin embargo, existen diferencias significativas en aquellos casos en que el incremento del nivel del mar excede el valor máximo de las mareas, como es el caso de las mareas de tormenta.

SE14-22 CARTEL

EFFECTO DE RELLENOS ARTIFICIALES DE ARENA EN LA MORFODINÁMICA Y LOS PROCESOS DE TRANSPORTE SEDIMENTARIO EN PLAYAS DE BAJA ENERGÍA CON EROSIÓN CRÓNICA

Medellín Mayoral Gabriela, Mariño Tapia Ismael y Euán Ávila Jorge
Departamento de Recursos del Mar, CINVESTAV, Unidad Mérida
 gmedellin@mda.cinvestav.mx

La costa yucateca ha experimentado numerosos cambios durante el siglo pasado, provocados tanto por alteraciones antropogénicas como por fenómenos meteorológicos (nortes y huracanes). Como resultado, existe una importante erosión generalizada a lo largo de la costa. En los últimos años se han implementado diferentes medidas para la recuperación de playas que comprenden la remoción de estructuras perpendiculares a la costa, la regeneración de playas, e instalación de geotubos paralelos a la costa. En este estudio se analiza la evolución de un relleno de playa llevado a cabo en el 2002 en una sección de ~2 km localizada al Este del muelle de altura de Progreso posterior a la remoción de estructuras perpendiculares a la costa.

A partir de datos topográficos medidos bimestralmente por un periodo de ocho años se analiza la permanencia de dicho relleno, así como la evolución espacio-temporal de la línea de costa y del volumen de sedimento. Los perfiles medidos en la sección de playa frente al malecón y al Este del mismo presentan un comportamiento diferenciado. El análisis de los datos topográficos sugiere que la playa se encuentra actualmente en un proceso erosivo (a partir del 2007), en particular en la sección Este, con una tasa de -5 m³/m-año, en contraste con lo observado en años anteriores donde el aporte externo era evidente mostrando una tasa de +10.5 m³/m-año. La sección Oeste (frente al malecón) muestra una leve recuperación a partir del 2007 (+1 m³/ m-año), a diferencia de los primeros cuatro años de medición que presentaron tendencia erosiva (3.4 m³/m-año). Los datos topográficos de los últimos tres años de muestreo (2007-2010), periodo en el cual no se observan aportes sedimentarios externos y se considera que la playa ha vuelto a su estado natural, indican tendencia erosiva en la parte Este y acreción en la parte Oeste en el perfil subaéreo, así como una erosión generalizada en las cotas sumergidas; además de una evidente ritmicidad estacional en el perfil sumergido de la playa frente al malecón. El volumen de acreción calculado para la sección Este de la playa entre las cotas +1 m y -1.5 m (~47 700 m³), durante el año posterior al relleno, resultó muy similar al volumen de relleno proyectado (40 000 m³) para dicha sección. Sin embargo, el análisis sugiere que más de la mitad del volumen vertido se perdió en el transcurso del primer año. Se observa una evidente acreción en fechas posteriores la cual se atribuye a la advección de material de rellenos aledaños (corriente arriba) a la zona de estudio.

A pesar de que la playa se encuentra en una fase erosiva actualmente, se considera que, tanto la remoción de estructuras realizada previa al relleno, como el relleno mismo, han resultado una medida satisfactoria para mantener en condiciones óptimas esta sección de playa en Progreso. Sin embargo, el análisis sugiere que de no haber existido el relleno masivo realizado en playas aledañas, la playa analizada se encontraría en una condición más vulnerable.

Sesión Especial

RIESGOS COSTEROS

Organizadores:

Enrique Nava Sánchez

Rubén Morales Pérez

SE15-1

SIMULACIÓN NUMÉRICA DE LA HIDRODINÁMICA EN ZONA DE ROMPIENTES

Laurel Castillo Jorge Armando¹ y Morales Pérez Rubén²¹Subcoordinación de Hidráulica Ambiental, IMTA²Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

jorge_laurel@italoc.imta.mx

La caracterización adecuada de la rompiente y de sus corrientes inducidas, es de suma importancia para la caracterización de la hidrodinámica costera, ya que con ello se puede obtener una mejor caracterización del transporte litoral. Tradicionalmente, la hidrodinámica en la zona cernaca a la costa se ha realizado mediante modelos numéricos bidimensionales en la horizontal, en los que se considera como forzante el esfuerzo radial del oleaje. Recientemente, el avance en los métodos numéricos y el poder de cómputo han permitido explorar la hidrodinámica en la zona de rompientes mediante modelos bidimensionales en la vertical y totalmente tridimensionales. En este trabajo se presentan diversas técnicas numéricas para la simulación de la hidrodinámica en la zona de rompientes y algunos ejemplos de aplicación.

SE15-2

VARIABILIDAD ESTACIONAL DEL PERFIL DE PLAYA EN DOCE PLAYAS DEL NOROESTE DE BAJA CALIFORNIA

Martínez DíazdeLeón Asdrúbal, Delgado González

Oscar, Torres Navarrete Carlos y Gil Silva Eduardo

Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC

asdrubal@uabc.edu.mx

Desde verano del 2008 se ha monitoreado estacionalmente el perfil de playa en 12 de las principales playas a lo largo del corredor turístico-costero del noroeste de Baja California. Corredor que se extiende desde playas de Tijuana hasta la playa del estero de Punta Banda, en Ensenada. El análisis temporal de perfiles de playa muestra claramente la variabilidad estacional inducida por las variaciones de altura y periodo del oleaje a lo largo del año, así como los cambios asociados a algunos eventos extremos, pero episódicos, del oleaje invernal. Igualmente nos permite documentar la variabilidad interanual del perfil de playa en las 12 playas consideradas e identificar posibles tendencias erosivas.

SE15-3

ANÁLISIS DE LA EROSIÓN COSTERA Y LA RESPUESTA DE LA VEGETACIÓN EN PLAYA PALMERAS, PARQUE NACIONAL NATURAL GORGONA, PACÍFICO COLOMBIANO

Bernal Franco Gladys¹, Urrego Ligia², Gómez Angela²,
Betancur Sara², Osorio Andrés² y Pelaez Daniel²¹Facultad de Minas, UNAL²Universidad Nacional de Colombia

gbernal@unal.edu.co

Playa Palmeras, ubicada al sur occidente de Gorgona, una isla rocosa macromareal, ha sido usada tradicionalmente por al menos tres especies de tortugas marinas para el desove. La vegetación que cubre la parte interna de la playa está dominada por una plantación de palma de coco, establecida hace 150 años y que fue colonizada por vegetación nativa. En los últimos años la erosión ha disminuido el ancho de la playa, forzando a las tortugas a competir por espacio con las raíces de las palmas. Sin embargo, no se conocen las tasas de erosión de largo plazo, la variabilidad espacio temporal de la geomorfología de la playa, ni la respuesta de la vegetación natural. Con el fin de identificar las variaciones espaciales en la sedimentación, la morfología y vegetación de playa Palmeras, la dinámica estacional a interanual de los sedimentos, y la relación con la vegetación herbácea predominante, se analizaron variables hidrodinámicas, morfológicas y ecológicas. Las variaciones geomorfológicas se analizaron con un modelo digital de elevación y se midieron quincenalmente en 5 perfiles perpendiculares a la playa, durante 15 meses. Se generaron series de oleaje de 29 años (1980-2000) modeladas con SWAN (Simulating WAVes Nearshore) y validadas con mediciones in situ, usando un arreglo de 6 equipos (tipo AQD, Awac1000, Awac600 y Midas). Se analizaron los estados morfo-dinámicos y la planta de equilibrio, utilizando el Flujo Medio de Energía (FME) del Oleaje. La estructura y composición de la vegetación se analizó en 15 parcelas distribuidas a lo largo de la playa. La difracción del oleaje en una laja rocosa del lecho marino la divide geomorfológicamente en dos sectores. El sector NW se caracteriza por mayores elevaciones y mayor amplitud, presenta mayor diversidad arbórea y cobertura herbácea de *Cyper sp.*, característica de suelos consolidados, y baja salinidad. El sector SE es menos elevado, por lo que se inunda con mayor facilidad. El estrato herbáceo está dominado por *Sphagneticola trilobata*, indicadora de suelos arenosos y salinos. En el periodo analizado los perfiles de la zona SE mostraron tendencias a la erosión, mientras que los de la zona NW a la acreción, tendencia coincidente con los análisis de

planta de equilibrio. Estacionalmente, el ancho de playa disminuye en la época húmeda; interanualmente, durante el Niño, el Flujo medio de energía sobre la playa aumenta.

SE15-4

EROSIÓN EN LA PLAYA SUR DE LA CIUDAD DE LORETO, BCS, POR INFLUENCIA ATROPOGÉNICA

Nava Sánchez Enrique, Martínez Flores Guillermo y Godínez Orta Lucio

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

enava@ipn.mx

Los cambios que se presentan en la línea de costa debidos a modificaciones antropogénicas del ambiente litoral, son cada vez más frecuentes y sus impactos pueden alcanzar sectores más amplios de las líneas de costa. Es el caso de la playa localizada al sur de la ciudad de Loreto, la cual en los últimos años se encuentra en un proceso de erosión intenso, por lo que el objetivo del presente trabajo fue determinar cuáles son los factores responsables de dicho proceso erosivo. La metodología aplicada en este trabajo se basó en el análisis de una serie de fotografías aéreas tomadas entre los años de 1975? a 2010, interpretación de la geomorfología original y observaciones in situ de las geoformas y de la composición textural de los sedimentos que componen los ambientes de depósito. La hidrodinámica se interpretó a partir de trabajos publicados. Las aerofotos de 1978 muestran que la ciudad de Loreto está asentada sobre el abanico delta formado por los flujos de escombros del arroyo Las Parras y sus distributarios, los cuales aportaban la mayor parte de sedimentos a las playas que bordeaban el abanico delta. Se encontró que la erosión de la playa sur inició a partir del confinamiento con bordos artificiales del arroyo Las Parras, lo que provocó que los flujos de escombros formaran un abanico delta embrionario, con un crecimiento acelerado con el que alcanzó una distancia radial de 300 m en aproximadamente 40 años. Este abanico delta embrionario ejerce un efecto similar al de un espigón; favorece el depósito de sedimentos corriente litoral arriba (porción norte) y la erosión de playas corriente litoral abajo (porción sur). En los últimos años la erosión de la playa se ha incrementado debido a que en el cauce del arroyo se extrae material sedimentario para construcción, proceso que selecciona principalmente el tamaño de las arenas y gravas finas. Así, aunque las descargas de sedimentos por flujos de escombros a la línea de costa son abundantes, éstas presentan un déficit de arenas. Finalmente, se considera que la rehabilitación de la playa en el corto periodo se puede llevar a cabo mediante la alimentación artificial de arena a la playa sur y su protección con espigones.

SE15-5

IMPACTO DE EVENTOS EXTREMOS EN ECOSISTEMAS COSTEROS DEL CARIBE Y PACÍFICO COLOMBIANOS

Urrego Giraldo Ligia Estela¹, Bernal Gladys², Zea Sven²,
Osorio Andres², Villegas Nancy² y Ocampo Francisco³¹Facultad de Ciencias Agrarias, UNAL²Universidad Nacional de Colombia³CICESE

leurrego@unal.edu.co

Los eventos extremos en el océano impactan en ecosistemas costeros de diferentes maneras. Se han identificado cambios en diversidad, productividad, reproducción, reclutamiento, y distribución de las especies, así como la fragmentación de hábitats, aparición de enfermedades, invasión de especies foráneas y mortalidad, simultáneamente con cambios en la geomorfología de las costas. Los ecosistemas pueden adaptarse a la ocurrencia de eventos extremos, pero ante la presión antrópica actual, y el escenario del cambio climático global, pueden estar seriamente amenazados. Particularmente en Colombia son pocos los estudios sobre la ocurrencia de eventos extremos (huracanes, oleaje externo, inundaciones y aumentos en la temperatura del mar) y sus efectos sobre los ecosistemas costeros. En este trabajo se integra información física y biológica de eventos extremos ocurridos en las costas tanto Caribe como en Pacífica colombianas. El huracán Lenny y el frente frío de 1999 – 2000 impactaron la distribución espacial de los manglares en la Guajira (Bahía Portete), así como los arrecifes de la plataforma Caribe colombiana. Igualmente se documentan las características físicas del huracán Beta en 2005 y los efectos sobre los arrecifes coralinos en el Caribe colombiano. Se muestran procesos extremos de erosión en las playas de Cartagena en el 2010, documentados con monitoreos continuos de cámaras de video. Para el Pacífico se analizan los efectos de oleajes extremos y descensos anómalos del nivel del mar sobre los arrecifes de las islas Malpelo y Gorgona, así como del terremoto y el tsunami ocurridos en Tumaco en 1979. Se concluye acerca de la severidad de los eventos extremos para los ecosistemas costeros colombianos y sobre el grado de conocimiento que existe tanto de la amenaza como de la vulnerabilidad.

SE15-6

POSIBLES EFECTOS DEL AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR EN LOS MÁRGENES DE BAHÍA SAN QUINTÍN, BC.

Valdés Martínez Edith Soledad¹, Delgado González Oscar E.² y Gil Silva Eduardo²¹Facultad de Ciencias, UABC²Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC
svm_82@hotmail.com

Bahía San Quintín (BSQ), Baja California, es una laguna costera de 42 km² de superficie localizada en la costa noroeste de la península de Baja California, México. La laguna tiene conexión permanente al océano Pacífico a través de una sola boca, de aproximadamente 700 m de ancho, y está separada del océano por dos estructuras sedimentarias, un tómbolo de 8 Km de largo que tiene orientación noroeste y una barra de arena de 5 Km con orientación este. El intercambio de agua con el Océano se debe principalmente al efecto de la marea que tiene rangos promedio de 2.0 y 1.0 m en mareas vivas y muertas, respectivamente. Durante la estación invernal la combinación de mareas vivas con tormentas invernales presenta un aumento de energía que ha ocasionado la conexión esporádica del mar con el interior de la laguna en al menos dos puntos del tómbolo y del interior de la laguna con el mar en tres puntos. El objetivo del presente trabajo fue identificar los sitios con riesgo de inundación ante el aumento del nivel del mar propuesto por el IPCC (2007) y conocer los posibles efectos que tendrá este fenómeno en los asentamientos humanos, caminos de acceso y parcelas que se encuentran ubicados en los márgenes costeros de Bahía San Quintín. Se realizaron levantamientos topográficos con una estación total en los puntos de rebase y se identificaron las pendientes de estos espacios. Las áreas que presentaron mayor riesgo de inundación en BSQ, ante el aumento de nivel del mar fueron aquellas que se encontraban: 1) En los sitios de rebase con elevaciones bajas, 2) Planicies con pendientes menores al 3% y 3) Playas arenosas con dunas menores a 2.50 m de altura.

SE15-7

INFLUENCIA DE LOS CICLONES TROPICALES EN EL PERIODO DE 1970-2011 EN LA REGIÓN DE BAHÍA DE BANDERAS, MÉXICO

Morales Hernández Julio César¹, Carrillo González Fátima Maciel¹, Fárfan Molina Luis Manuel², Cornejo López Víctor Manuel¹ y Téllez López Jorge¹¹Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara²CICESE

cesarmorales_bemarena@hotmail.com

Cada año el litoral del Océano Pacífico registra el paso de unos 20 Ciclones Tropicales (CT), los cuales durante los últimos años se han incrementado hasta alcanzar un promedio de 22 CT. Es un hecho conocido que los Ciclones Tropicales (CT), son los fenómenos naturales que ocasionan los mayores daños materiales, ambientales y de vidas humanas. Es muy frecuente que en el periodo de lluvias estos fenómenos jueguen un papel muy importante en nuestro país, ocasionando enormes daños, tanto de vidas humanas como daños a la agricultura, ganadería e infraestructuras turísticas. Aun cuando el huracán no entró en la región, sus daños fueron potenciales. La zona de estudio corresponde a la región de Bahía de Banderas (BADEBA), la cual se encuentra en la unión de los estados de Nayarit y Jalisco; forma parte de la Planicie Costera del Pacífico Mexicano. Se maneja un procesador gráfico Integrated Data Viewer (IDV) de Unidata, con este procesador se empezaron a visualizar imágenes de satélites geoestacionarios, para la identificación de algún fenómeno atmosférico. Se observaron imágenes de los ciclones tropicales de 1970 a la fecha que han afectado la región de Bahía de Banderas. Posteriormente se analizaron las trayectorias de los ciclones tropicales que afectaron en la zona. Se realizaron promedios de precipitación y se obtuvo el valor máximo en las estaciones que se encuentra en Puerto Vallarta en el periodo de 1950 a 2005, para observar en que años tienen los mayores registros y ver si están relacionados con el paso de algún Ciclón Tropical.

Con lo cual se obtuvieron los principales ciclones tropicales en el área de estudio y un mapa de distribución donde se obtuvo la relación de los ciclones tropicales en el periodo de estudio.

SE15-8

PATRONES DE EROSIÓN-DEPOSITACIÓN EN LA PLAYA EL FARO, CABO SAN LUCAS, BAJA CALIFORNIA SUR, DURANTE EL PASO DE LOS CICLONES JIMENA Y RICK DEL 2009

Godínez Orta Lucio, Gómez Muñoz Víctor Manuel y Martínez Flores Guillermo

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
lorta@ipn.mx

Se analizan y discuten los efectos de los huracanes Jimena y Rick del 2009 sobre la playa El Faro, ubicada al suroeste de Cabo San Lucas, Baja California Sur. La playa El Faro fue impactada por el oleaje generado por los huracanes Jimena (29 de agosto al 4 de septiembre) de categoría 3 y Rick (15-21 de

octubre) que alcanzó categoría 5. El lapso transcurrido entre ambos eventos fue de aproximadamente 40 días.

Como resultado del embate del oleaje generado por el huracán Jimena, la berma de la parte oriental de la playa se erosiona entre 25 y 30 metros, desarrollándose un escarpe de entre 1.2 y 2.45 m de altura. Por otro lado, el huracán Rick ocasionó un retroceso del frente de playa de entre 27 y 31 metros con un escarpe de entre 2.14 y 2.65 m.

Durante el paso del huracán Jimena se forma un escarpe a lo largo de los 2.4 km de longitud que tiene esta playa y aparentemente se presenta una deriva de sedimento de oeste a este, mientras que durante el paso del huracán Rick, la deriva de sedimento se presenta en sentido contrario, es decir, de este a oeste.

La playa El Faro, al igual que muchas otras que se encuentran en la zona, pueden ser consideradas como celdas litorales debido a que se encuentran parcialmente confinadas por salientes rocosas y constituyen espacios de acomodo de la arena que deriva hacia el este.

Es interesante observar que durante el paso de los ciclones se transportan grandes cantidades de sedimento en la zona aunque aparentemente la mayor parte se mantiene dentro de la celda litoral debido a la presencia de las salientes.

Otro aspecto interesante es la modificación de las condiciones reflexivas a disipativas de la playa, no obstante, esta condición es transitoria y de corta duración, regresando la playa relativamente rápido a la condición reflexiva natural del sistema.

Finalmente, es importante destacar la rápida recuperación de la playa después del impacto de los ciclones tropicales, lo anterior debido a la disponibilidad de arena en el sistema, a la deriva neta hacia el este y a la saturación de los espacios de acomodo (celdas litorales).

SE15-9 CARTEL

IMPACTO DE LA INFRAESTRUCTURA TURÍSTICA SOBRE LA PLAYA SOLMAR, CABO SAN LUCAS, BAJA CALIFORNIA SUR

Godínez Orta Lucio, Gómez Muñoz Víctor Manuel y Nava Sánchez Enrique Hiparco

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
lorta@ipn.mx

La playa Solmar se localiza aproximadamente 2 km al sureste de la ciudad de Cabo San Lucas, Baja California Sur.

Durante las tres últimas décadas esta playa ha sido transformada como resultado del desarrollo turístico. En este trabajo se analizan los cambios espacio-temporales en la cobertura de la playa y se evalúan los principales impactos derivados de las actuaciones antrópicas; para ello se utilizan fotografías aéreas antiguas, imágenes de satélite y observaciones directas.

Los resultados indican que el desarrollo turístico constituye un factor determinante que modifica los patrones de erosión-depositación del sistema al contribuir al incremento en los niveles de reflexión de la playa, inhibiendo la depositación y acelerando los procesos de erosión costera.

El análisis muestra que inicialmente el extremo oriental de la playa tiene una tendencia de acreción mientras que el extremo occidental exhibe una tendencia de erosión. El aumento de la infraestructura turística sobre la playa durante los últimos años ha modificado los patrones de erosión-depositación de tal forma que actualmente la playa en su totalidad se encuentra en un proceso de erosión.

La revisión de los perfiles de playa permite identificar los principales cambios en la morfología del perfil de playa los cuales conducen a la modificación de los procesos de transporte litoral y eólico en el sistema y con ello a la inestabilidad de la playa.

SE15-10 CARTEL

LOS CICLONES TROPICALES EN CAMPECHE DESDE 1851

Luna Díaz Peón Antonio

Grupo de Climatología Aplicada, UV
diazpeon@yahoo.com.mx

Los ciclones tropicales (CT) han sido parte de la historia del estado de Campeche, se tiene conocimiento de los desastres que ocasionan a su paso, los efectos del viento y las inundaciones son la principal preocupación cuando estos fenómenos atmosféricos ponen en riesgo a la región, sin embargo pronosticar cuantos ciclones tropicales afectarán durante la temporada es complicado, pero si se conoce los que han sucedido en el pasado y con ellos tomar experiencia, por lo cual en este trabajo se presentan las trayectorias de los 66 ciclones tropicales que desde 1851 a la fecha han impactado al estado de Campeche, se destacan algunos que han cruzado la Península de Yucatán y también se describen los que se generaron en el Océano Pacífico y que lograron cruzar y afectar Campeche, algunos de estos han coincidido en la historia con el estado de Veracruz. Por el tipo de trayectoria y fecha de ocurrencia los ciclones tropicales que han impactado a Campeche apoyan la facilitación de los pronósticos, incluso permiten hacer conciencia a la población por las acciones a tomar en el caso de la protección civil.

Sesión Especial

VARIABILIDAD CLIMÁTICA DEL CUATERNARIO EN REGISTROS CONTINENTALES Y MARINOS

Organizadores:

Oscar González Yajimovich
Priyadarsi Roy
Ligia Pérez Cruz

SE16-1

EARLY DIAGENESIS AND MAGNETIC MINERALS IN LAMINATED SEDIMENTS FROM THE SOUTHERN GULF OF CALIFORNIA

Urrutia Fucugauchi Jaime y Pérez Cruz Ligia
Instituto de Geofísica, UNAM
 juf@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

In this study, we analyze the effects of early diagenesis on the magnetic mineralogy of Late Holocene finely laminated sediments from Alfonso Basin, southern Gulf of California. Effects on the magnetic mineralogy of early diagenesis in marine sediments have been long investigated and used to assess oxidation/reduction processes, magnetic dilution, formation of iron sulfides and oxides, magnetization acquisition mechanisms and reliability of the paleomagnetic record. Processes acting after sediment burial and compaction can overprint and modify the magnetic mineralogy and paleomagnetic record, in the form of secondary magnetizations and new magnetic mineral phases. Diagenetic changes in magnetic mineralogy have long been studied in a range of depositional settings and under distinct climatic conditions. Chemical processes during early diagenesis result in acquisition of chemical remanent magnetizations. Authigenic and diagenetic processes result from organic matter decomposition, altering or generating new mineral phases by oxidation and reduction reactions. Studies on diagenetic effects propose that iron oxides are progressively reduced, sulfidized and pyritized with decomposition of organic matter. Sediment cores are often characterized by higher values of magnetic properties in the shallow sediments, which are explained by selective dissolution of fine-grained minerals resulting in down-section coarsening of the magnetic fraction, with iron reduction taking place before sulfide formation. Sediments from a wide range of depositional settings have documented similar variation patterns, related to reductive diagenesis producing a reduction in magnetization intensity, coarse magnetic grain sizes and new magnetic phases. In suboxic and anoxic settings with high sedimentation rates, detrital magnetite and titanomagnetites are affected by dissolution during early diagenesis and sulfide formation. Formation of authigenic magnetites with oxidative decomposition of organic matter occur above the iron reduction zone, which results in increase of the NRM intensity and magnetic stability parameters. Part of the fine-grained magnetite fraction is subsequently affected by dissolution during burial at greater depths in the sediment column. Susceptibility logs show higher values at the top surface sediments and relatively smooth variations through the core with small amplitude low frequency fluctuations. Natural remanent magnetization intensity, saturation isothermal magnetization intensity and coercivity parameters show similar variation patterns with depth. The variation with depth in the mass susceptibility log, in particular the higher values up to 4 times the values along the core below 40 cm depth and the exponential decay seem related to diagenetic changes and formation of authigenic magnetites associated with oxidative decomposition of organic matter during dewatering and compaction occurring above the iron reduction zone. The small amplitude low frequency variations below the iron reduction zone may reflect changes in non-steady state redox conditions associated with variations in primary productivity and depositional rates of biogenic and terrestrial input. Oxidation/reduction conditions may in turn relate to climatic and oceanographic factors that control dissolution processes.

SE16-2

VALORACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE TIERRAS RARAS COMO POTENCIALES TRAZADORES EN ESTUDIOS PALEOAMBIENTALES EN ESTALAGMITAS

Aliaga Campuzano María del Pilar¹, Bernal Uruchurtu
 Juan Pablo¹, Fairchild Ian J.² y Shaw Robert K.³

¹Centro de Geociencias, UNAM

²School of Geography, Earth and Environmental
 Sciences, University of Birmingham, Inglaterra

³College of Life and Environmental Sciences, University of Birmingham, Inglaterra
 pilyaliaga@geociencias.unam.mx

Desde finales del siglo pasado las estalagmitas se han utilizado como archivos paleoclimáticos altamente confiables. Sin embargo, existen escasos indicadores que brinden información paleoambiental al estudiarlas, por lo que la valoración de nuevos trazadores es fundamental.

Para conocer la respuesta de los elementos de tierras raras (ETR) a la variabilidad climática en escala estacional, se realizaron visitas trimestrales durante tres años y medio a la cueva "Las Karmidas", ubicada en Puebla, México. Dichas visitas han elucidado una estrecha relación de las variaciones ambientales con la geoquímica en el interior de la cueva, relación que se ve reflejada en la composición elemental del agua de percolación y del carbonato recristalizado. Entre estas variaciones composicionales, se observa una notoria periodicidad en la abundancia de los ETR en el carbonato, mismas que parecen deberse principalmente a cambios en la concentración de CO₂ en el interior de la cueva y/o el flujo de agua que se infiltra; puesto que ambos factores regulan las condiciones hidroquímicas y por consiguiente la especiación y disponibilidad de los ETR en la solución. El modelo de especiación termodinámico sigue una estrecha relación, entre los ETR y la materia orgánica (MO), en el rango de

pH en que se encuentran las muestras de agua. Por lo tanto, el presente trabajo mostrara los resultados obtenidos tras estudiar la relación de la abundancia de los ETR y la MO en las dos estalagmitas colectadas en la cueva -mismas en las que se realizó el monitoreo previamente- con la finalidad de conocer la importancia de la MO en el transporte de los ETR en solución, de su incorporación en el carbonato y, por consiguiente, de la señal paleoambiental que los ETR muestran.

SE16-3

ARCHIVOS PALEOCLIMÁTICOS DE ALTA RESOLUCIÓN ANUAL A PARTIR DEL ANÁLISIS LAICPMS DE ESTALAGMITAS

Bernal Uruchurtu Juan Pablo¹, Ortega Cariso¹, Catunda María
 Carolina², Cruz Francisco², Lachniet Matthew³ y Aliaga Pilar¹

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Brazil

³Department of Geoscience, University of Nevada Las Vegas, USA
 jpbernal@geociencias.unam.mx

En los últimos años se ha demostrado que las estalagmitas son archivos paleoclimáticos de alta robustez. Debido a que la composición elemental e isotópica del carbonato de calcio responde a las condiciones ambientales en el exterior de la cueva que hospeda la estalagmita. De manera particular, los registros de variación en composición elemental en las estalagmitas pueden aportar una gran cantidad de información sobre la variabilidad natural y forzada de los procesos biogeoquímicos que afectan su distribución entre el agua y la calcita durante la espeleogénesis.

La instrumentación analítica actual, en particular LAICPMS, permite muestrear la estalagmita con una resolución espacial de unos cuantos micrómetros, lo que permite entonces obtener archivos de variabilidad espacio-temporal sub-anual. De esta manera, es posible estudiar la variabilidad de procesos climáticos de alta frecuencia, tales como Oscilaciones Solares, Oscilación del Sur –El Niño (ENSO), la Oscilación decadal del Pacífico, o la Oscilación Meridional del Atlántico.

En el presente trabajo se presentarán ejemplos de registros de alta resolución espacio-temporal de estalagmitas obtenidos por LA-ICPMS de México y Brazil.

SE16-4

ANÁLISIS GEOESPACIAL DE REGISTROS DE POLEN FÓSIL DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN COMO INDICADOR DE VARIACIÓN CLIMÁTICA

Carrillo Bastos Alicia¹, Islebe Gerald² y Torrescano Valle Nuria²

¹Conservación de la Biodiversidad, ECOSUR

²El Colegio de la Frontera Sur

carrillo.bastos.alicia@gmail.com

Las comunidades vegetales, como asociaciones temporales definidas por el ambiente físico, reflejan las variaciones climáticas, ambientales e impactos de las actividades humanas, mediante cambios en la composición y distribución geográfica de sus especies. En este trabajo se presenta una reconstrucción de los cambios en la distribución de la selva mediana subperennifolia de la Península de Yucatán, así como las variaciones en el gradiente de precipitación durante el Holoceno tardío. La distribución de la selva se reconstruyó mediante técnicas de interpolación determinística aplicadas a datos de polen fósil de siete sitios de la Península. Los cambios en la distribución de la selva permitieron inferir las variaciones en el gradiente de precipitación de la zona y distinguir cuándo dichos cambios son consecuencia del clima y/o de actividades humanas. Las reconstrucciones del periodo Preclásico (550 y 50 a.C.) indican valores más altos de precipitación que en la actualidad. Durante el Clásico (450 d.C.) la vegetación adquiere un carácter más abierto con lo que se infiere reducción en la precipitación. Durante este tiempo la disminución de la cobertura selvática no fue homogénea para toda la Península, lo que indica impactos de actividades humanas en ciertas zonas. Si bien los valores indican reducción en la cobertura, estos no muestran una deforestación total de la región durante el Clásico. La reconstrucción del 950 d.C. muestra la recuperación de la selva, aumento en la precipitación y probablemente exhibe la expresión de la Anomalia Climática Medieval en la Península de Yucatán.

SE16-5

VARIABILIDAD CLIMÁTICA DURANTE EL HOLOCENO TARDÍO EN EL OCCIDENTE DE MÉXICO: REGISTRO GEOQUÍMICO EN SEDIMENTOS DEL LAGO SANTA MARÍA DEL ORO, NAYARIT

Rodríguez Ramírez Alejandro¹, Caballero Miranda Margarita², Pérez Cruz Ligia², Roy Priyadarsi³, Ortega Guerrero Beatriz² y Lozano García Socorro³

¹Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Instituto de Geología, UNAM

alerdz@unam.mx

Santa María del Oro (SMO, 21°23'N, 104°35'W) es un lago cráter topográficamente cerrado, localizado entre el límite oeste de la Faja Volcánica Transmexicana (FVT, 750 msnm) y el límite sur de la Sierra Madre Occidental, a 65 km de la costa del Pacífico. Está ubicado en una zona transicional entre el clima árido y seco del norte de México y el templado subhúmedo de la FVT. El área posee un clima cálido (22-25°C), con lluvias de junio a septiembre (1237 mm/año) y el resto del año con escasa o nula precipitación. Es un lago con profundidad máxima de 60 m, litorales muy reducidos, monomítico, oligotrófico, pH de 8.1, conductividad eléctrica de 1412 µS/cm, salinidad de 0.7 ‰ y alcalinidad de 8.5 meq/l. Se recuperó una secuencia sedimentaria de 882 cm mediante un nucleador de pistón, bajo un tirante de agua de 12 m.

La secuencia presenta laminaciones que consisten de capas alternadas de limo café y arena, con capas ocasionales de turba, limo y horizontes ricos en carbonatos autigénicos y biogénicos. El control cronoestratigráfico indica ca. 2600 años, determinado por nueve dataciones de 14C AMS. En los sedimentos se analizó la composición química elemental mediante fluorescencia de rayos X, el contenido de carbón orgánico e inorgánico y la susceptibilidad magnética. En los carbonatos biogénicos se analizaron isótopos estables de #13C y #18O y elementos traza Sr, Ca y Mg.

El registro de diferentes elementos (e.g. Ca, Ti, Al) muestra variaciones en la secuencia analizada asociados con cambios en el ciclo hidrológico. Los #13C, #18O y las relaciones de Mg/Ca, Sr/Ca, reflejan cambios en las condiciones climáticas en el periodo que abarca la secuencia estratigráfica.

Los distintos proxies geoquímicos sugieren condiciones de humedad relativamente alta a partir de los ca. 600 BC, cambiando gradualmente a un clima más seco a partir de AD 300. La etapa más seca y cálida se registra entre AD 600 y AD 1000. Alrededor de AD 1000 hay evidencia de transición del lago a condiciones de menor salinidad, sugiriendo condiciones de mayor humedad. Entre AD 1260 y AD 1480 los proxies sugieren que las condiciones climáticas fueron muy variables. Al final de esta etapa, se registra una tendencia hacia condiciones secas y cálidas.

En este contexto, se sugiere que las fluctuaciones en la humedad son resultado de cambios en la circulación atmosférica. Cabe mencionar que el periodo cálido y seco de AD 600 a AD 1000 es consistente con los registros de sequía extrema en el centro de México y el Caribe, que en conjunto con los registros del Golfo de California, sugieren que la posición promedio de la Zona de Convergencia Intertropical se mantuvo más al sur, bajo la influencia de la celda subtropical de alta presión del Pacífico norte, y al parecer una menor intensidad del Monzón de Norte América. Para el periodo cálido y húmedo subsecuente registrado de AD 1000 a AD 1260, correspondiente con la Anomalía Climática Medieval, se sugieren condiciones opuestas en la circulación atmosférica a las descritas anteriormente.

SE16-6

PALEOCEANOGRAFÍA DE ALTA RESOLUCIÓN DE LOS ÚLTIMOS 1000 AÑOS EN LA REGIÓN ORIENTAL CUENCA PESCADERO, GOLFO DE CALIFORNIA

Tenorio Peña Alejandra¹, Pérez Cruz Ligia² y Rodríguez Ramírez Alejandro³

¹Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM

alexa_020306@hotmail.com

Se presentan los resultados del estudio de una secuencia de sedimentos marinos laminados (DIPAL IV-C-2) colectada en la región oriental de la Cuenca Pescadero, en el Golfo de California. La secuencia tiene 30.5 cm de longitud, está caracterizada por sedimentos limo-arcillosos y presenta una estructura finamente laminada.

El propósito de este trabajo es documentar la variabilidad paleoceanográfica con base en la interpretación de datos geoquímicos, durante los últimos 1000 años aproximadamente. El modelo de edad preliminar se obtuvo a partir del método isotópico de 210Pb, con base en éste se estimó una tasa de sedimentación de 0.27 mm/año para los primeros 10 cm. Los datos se extrapolaron hasta la base del núcleo (30.5 cm), con base en ellos se considera un intervalo de edad que va de los 900 a los 2003 años EC. Los resultados preliminares del análisis de elementos mayores y traza (e. g. Al, Ca, Fe, K, Ti, V y Zr) por el método de

Fluorescencia de Rayos X en 61 intervalos continuos, sugiere tres escenarios climáticos, considerando al Al, Fe, Ca y K como proxies de terrígenos, al V como proxy de oxigenación, al Ti como proxy de precipitación y la relación Zr/Al como proxy de aporte eólico.

Se observa un primer escenario en la parte basal de la secuencia donde el aporte de terrígenos es bajo.

En el segundo escenario, en la parte media del núcleo, se observa un incremento considerable de terrígenos asociados probablemente a una intensificación en la precipitación. En este intervalo se sugieren las condiciones de menor oxigenación a lo largo de toda la secuencia estudiada. Asimismo, dentro del periodo es posible reconocer un episodio con una disminución abrupta del aporte de terrígenos vía pluvial, sin embargo el aporte de terrígenos vía eólica es mayor.

El tercer escenario, en la parte superior del núcleo, se caracteriza por un incremento del aporte de terrígenos vía eólica y las condiciones de mayor oxigenación con respecto a los dos escenarios anteriores.

Las variaciones en la composición elemental registradas a lo largo de la secuencia, indican que la parte oriental de Cuenca Pescadero es sensible a cambios paleoceanográficos en la región, asociados a cambios en la dinámica atmosférica.

SE16-7

REGISTROS PALEOECOLÓGICOS DE ALTA RESOLUCIÓN TEMPORAL DEL HOLOCENO MEDIO-TARDÍO EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN, MÉXICO

Torrescano Valle Nuria y Islebe Gerald

ECOSUR, Unidad Chetumal

ntorresca@ecosur.mx

Durante los últimos 30 años se han estudiado una gran cantidad de registros paleoambientales en la Península de Yucatán. Diversos proxies han sido utilizados para analizar sedimentos lacustres a diferente resolución, particularmente los estudios palinológicos presentan diferencias en resolución temporal. Presentamos datos de tres nuevos registros que muestran claros cambios en la historia de la vegetación y clima a escala centenal y milenial. Dos registros en la costa norte y oeste (Ría Lagartos y Los Petenes) de la Península de Yucatán, un registro en la región centro-sur (Silvituc). La transición entre el Holoceno Medio-Tardío muestra cambios paleoclimáticos, de condiciones de mayor humedad a condiciones de menor precipitación. Además la transición muestra anomalías en la precipitación, así como cambios en el nivel del mar. Durante el Holoceno Tardío las condiciones climáticas muestran una fuerte disminución en la precipitación suprarregional, las sequías registradas en estudios previos con diferentes proxies corresponden a forzamientos del subtropical y además sugieren una pronta respuesta de la vegetación. Los registros del Norte y Noroeste muestran una respuesta más tardía, relacionada con el gradiente climático regional y el movimiento de la ITCZ. Durante el Posclásico y periodo Colonial se registran los cambios en la vegetación y clima asociados con el Calentamiento Medieval y la Pequeña Era de Hielo, eventos relacionados con cambios en la constante solar.

SE16-8

CONDICIONES PALEOAMBIENTALES EN EL BAJÍO DURANTE EL HOLOCENO

Castro López Valerio¹, Domínguez Vázquez Gabriela² y Quero Edgar³

¹Geociencias y Planificación del Territorio, Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

²Facultad de Biología, UMSNH

³El Colegio de Michoacán A.C.

salix@live.com.mx

Los estudios paleoambientales a través de registros biológicos permiten tener una visión general sobre las condiciones climáticas durante el Holoceno. El área de estudios se encuentra en el lago cráter La Alberca, Valle Santiago Gto. (20° 23.35'N-101°12.10'O). Situado dentro del campo volcánico de Michoacán-Guanajuato (CVMG) en la parte central del Cinturón Volcánico Transmexicano (CVTM). Donde se extrajo un núcleo de sedimentos de siete metros de profundidad en el depocentro del lago, para este trabajo se realizó un análisis palinológico, análisis elemental y macropartículas carbonizadas.

Los resultados paleoambientales de La Alberca muestran un pico importante de Al, Ti y Fe ca. 7500 años, indicando condiciones húmedas, con dominancia de Pinus, Quercus y Alnus. ca. 7000 a 6600 años las concentraciones de Al, Ti y Fe son altas, a lo que concuerda con valores bajos del radio de Pinus/Pinus+Quercus, indicando condiciones muy húmedas. Aprox. 6550 a 5000 años las condiciones ambientales se vuelven mas secas por el aumento en las concentraciones de Ca y aumento del radio de Pinus/Pinus+Quercus que se relaciona con mayor presencia de Gramineae y Compositae. Durante el Holoceno tardío ca. 4000 a 2000 años se observa un aumento considerable de

Na y Cl, reflejando una posible sequía en el lago, debido a los altos valores de Na y Cl, así mismo lo indica la relación de Pinus/Pinus+Quercus, sin embargo durante los últimos 1000 años la concentración de Al, Ti y Fe tienden a aumentar, indicando condiciones relativamente húmedas. La dinámica de los incendios afectó negativamente a la vegetación templada y positivamente al matorral.

SE16-9

GEOCHEMICAL AND MAGNETIC EVIDENCES FOR A CHANGE FROM WINTER TO SUMMER RAINFALL AT 9.2 CAL. KA BP IN NORTHWESTERN MEXICO

Ortega Rosas Carmen Isela¹, Williamson David²,
Peñalba Garmendia María Cristina³ y Guiot Joel²

¹Carrera de Licenciado en Ecología, CESUES

²Centre Européen de Recherche et d'Enseignement en Géosciences de l'Environnement, CEREGE, Université Paul Cézanne, Aix en Provence, France

³Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad de Sonora
carmen.ortega.cesues@gmail.com

A multiproxy record (magnetic susceptibility, loss-on-ignition and chemical analysis) was reconstructed from a core (TAUN) retrieved from "Ciénega Las Taunas", a peat bog from the NW Sierra Madre Occidental in Mexico. The peat bog (28°N; 108°W) locates at 1700 m.a.s.l altitude, in the pine-oak forest. The oldest sediments were dated at 12,860 cal yr BP. Geochemical and magnetic records were combined to earlier pollen analyses to reconstruct past changes in environment and climate.

We measured two magnetic properties: the low-field magnetic susceptibility (#1f) on a Kappabridge (KLY-2), it was normalised to the dry-mass, and the Anhyseretic magnetic remanence (# ARM), was acquired in a peak alternating field of 100 mT and a bias field of 50 mT in AF acquisition windows 10 mT wide to impart partial ARMs (pARM). It was imprinted using a D-2000 alternating field demagnetizer and all remanence parameters were measured with a model 760-R cryogenic magnetometer.

Analysis of ten major (Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, Si, Ba) and five trace (Nb, Ni, Sr, Ti, Zn) elements in sediments was performed using the inductively coupled plasma (ICP) optical emission spectroscopy (Optima 300) in the laboratory 'Common service of chemical analysis' (SCAC) of CEREGE (Aix-en-Provence, France). The results show considerable changes in sediment sources, particularly during the early to middle Holocene. The relatively cool and dry Younger Dryas interval shows the highest values in magnetic susceptibility and low concentrations in rock-forming elements suggesting that terrigenous inputs and local sources dominated the deposition process. The transition from the YD to the early Holocene is marked by a decrease in susceptibility and an increase in Abies pollen, pointing to weakened erosional processes during a period of forestation. Low values in major elements (Ti-normalized profiles) still indicate local sources and relatively closed environments at these times, consistent with a dominantly winter rainfall regime. A change in seasonality likely occurs from ca.9200 cal yr BP, as shown from (i) an increase in most major elements suggesting strengthened dust fallout and (ii) more temperate vegetation pollen assemblages (pine-oak forest). We interpret these changes to strengthened summer rains and monsoon in NW Mexico. High frequency changes in sediment properties are especially observed in the Late Holocene, suggesting contrasted sediment inputs either controlled by an unstable water table and/or eolian inputs. The inferred alternance of dry and wet conditions over the "Cienega Las Taunas", can be placed in a regional context and suggest that El Niño and monsoon intensity are the main climatic controls over northern Mexico since at least 3,000 years.

SE16-10

UN REGISTRO PALEO-CLIMÁTICO A ESCALA MILENARIA DEL HOLOCENO EN EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ Y SUS TELECONEXIONES

Rivero Navarrete Axel, Roy Priyadarsi y Sánchez Zavala José Luis
Instituto de Geología, UNAM
capiteorias@hotmail.com

La información climática holocénica del Desierto de Chihuahua proviene de la parte norte (sureste de EUA y noreste de México) y los registros se caracterizan por su discontinuidad dada por hiatos en sedimentación, la ausencia de indicadores biológicos, pobres controles cronológicos y bajas tasas de sedimentación. En el presente trabajo, se presenta un nuevo registro continuo del Holoceno de la margen sureste del desierto de Chihuahua usando las características mineralógicas y geoquímicas de los sedimentos del paleo-lago Las Cruces (localizado en la parte noreste del estado de San Luis Potosí). Mineralogía de evaporitas, carbón orgánico e inorgánico, relación C/N, concentración multi-elemental y susceptibilidad magnética son usados para la reconstrucción de las condiciones hidrológicas de los últimos 8.4 ka cal A.P. en escala milenaria. Entre 8.4 y 5 ka cal A.P., la precipitación era mayor a la promedio y este periodo se compara con el óptimo climático del Holoceno

temprano. Excepto por el intervalo húmedo en ca. 2 ka cal A.P., la precipitación fue menor a la promedio en los últimos 5 ka cal A.P. Comparando los registros proxies indicando la precipitación, salinidad de lago y la actividad eólica de Las Cruces con registros de paleo-ENOS y paleo-ZITC sugieren que la variación en la frecuencia y amplitud de ENOS y la migración latitudinal del ZITC condujeron posiblemente las condiciones hidrológicas del Holoceno en la parte sur del desierto de Chihuahua. Intervalos en el incremento de la precipitación son asociados con los periodos de La Niña y desplazamiento del ZITC hacia el norte. Un incremento significativo en la salinidad del lago y la actividad eólica en los últimos 2 ka cal A.P. se correlaciona a intervalos fuertes y frecuentes de El Niño.

SE16-11

RECONSTRUCTION OF SEA SURFACE CONDITIONS AND PRODUCTIVITY IN EAST ANTARCTIC PENINSULA DURING THE HOLOCENE

Barbara Loic
Instituto de Geofísica, UNAM
l.jb.barbara@gmail.com

The Antarctic Peninsula has been identified during the last decades as the region from the Southern Hemisphere which is the most affected by the recent warming. However, beyond the instrumental period, the Holocene climate variability of this area is largely unknown, limiting our ability to evaluate the current changes within the context of historical variability and underpin the underlying forcing mechanisms. We focused our analysis on sedimentary sequences from the Eastern side of the Antarctic Peninsula, in order to expand the spatial and temporal knowledge of sea-surface conditions throughout the Holocene in this Antarctic area. The inferences are based on a multi-proxy comparison mainly using diatom assemblages and diatom specific biomarkers (HBIs). We documented the regional environmental response to climate changes at different time scales and described the forcing mechanisms on the sea-surface conditions and sea ice cover variability in Antarctic Peninsula. Comparing our results with ice core data allowed us to highlight the large impact of atmospheric forcings on the oceanic circulation, the seasonal sea ice dynamics and the siliceous productivity.

SE16-12

REGISTRO CLIMÁTICO Y OCEANOGRÁFICO DE LOS ÚLTIMOS 18 KA CAL AP EN SEDIMENTOS MARINOS DE LA CUENCA PESCADERO, GOLFO DE CALIFORNIA

Escorza Reyes Marisol¹, Pérez Cruz Ligia¹, Roy Priyadarsi² y Monreal Gómez María Adela³
¹Instituto de Geofísica, UNAM
²Instituto de Geología, UNAM
³Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
ig.marisol@gmail.com

Se presentan los resultados de análisis geoquímicos y susceptibilidad magnética realizados en una secuencia sedimentaria marina con el objetivo de reconstruir las condiciones paleoclimáticas y oceanográficas de los últimos 18,000 años.

La secuencia sedimentaria analizada fue recolectada a través de un nucleador de gravedad durante la campaña oceanográfica DIPAL III a bordo del B/O El Puma, en la zona oriental de la cuenca Pescadero, golfo de California. El núcleo, con una longitud de 263 cm, fue recuperado a una profundidad de 577 m, dentro del Agua Intermedia del Pacífico (AIP) y la Zona de Oxígeno Mínimo (ZOM).

El marco cronológico de los sedimentos se estableció a través de 7 dataciones de radiocarbono con la técnica AMS, calibradas y corregidas por efecto reservorio, con el cual se estima que el registro sedimentario comprende de 18,200 hasta 750 años cal AP.

Los sedimentos fueron muestreados cada centímetro y se obtuvieron las concentraciones de 8 elementos químicos (Ti, K, Fe, Si, Ba, Zr, V y Ca), con un equipo de Fluorescencia de Rayos X Niton XL3t 900 S. La susceptibilidad magnética fue medida en la superficie del núcleo cada 0.5 cm, con un equipo de alta resolución Bartington, con sensor MS2E.

La secuencia consta de sedimentos masivos entre ca. 18.2-11.5 ka cal AP subyacida por sedimentos laminados entre ca. 11.5-0.75 ka cal AP. Los sedimentos están compuestos en su mayoría (~75-80%) por terrígenos con tamaños de grano entre limos y arcillas, en menor cantidad por sedimentos biogénicos de sílice y carbonato (~15%), y trazas de materia orgánica dispersa (~5%).

Los resultados muestran una alta correlación entre los elementos Ti, Fe, K y Si, lo que indica una misma fuente terrígena. Estos elementos muestran dos periodos importantes de variación, con las más altas concentraciones entre 18.2 y 8.5 ka cal AP, disminuyendo y manteniéndose bajas en el resto del registro, a excepción de un intervalo alrededor de 2 ka cal AP.

La baja correlación entre Zr con Ti, K Si y Fe, apuntan a una diferencia en el transporte de los sedimentos, por lo tanto, la relación Zr/Ti fue utilizada como indicador de transporte eólico.

Las relaciones elementales Zr/Ti y Ba/Ti muestran altos valores entre 8.2 y 2.2 ka cal AP, marcando un periodo de alta productividad primaria causada por el incremento en la intensidad de los vientos del noroeste, los cuales favorecieron las surgencias en la región oriental del golfo.

La diferencia en las estructuras sedimentarias coincide con los principales cambios en las concentraciones de vanadio. Los sedimentos masivos depositados entre 18.2 y 11.5 ka cal AP presentan bajas concentraciones de V, mientras que los sedimentos laminados entre 11.5 y 0.75 ka cal AP presentan altas concentraciones. Estos cambios en las concentraciones de V indican un cambio en la oxigenación de las masas de agua intermedias debido a una variación en los procesos de mezcla y productividad primaria de las aguas superficiales.

La susceptibilidad magnética no presenta correlación con los elementos Ti y Fe, sin embargo existe una moderada correlación con el Zr.

SE16-13

PRECIPITACIÓN Y PRODUCTIVIDAD DEL HOLOCENO TARDÍO EN EL SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Pérez Cruz Ligia¹, Roy Pryadarsi², Monreal Gómez Adela³, Rodríguez Alejandro⁴, Guzmán Bautista José Manuel⁵ y Urrutia Fucugauchi Jaime¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM

³Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

⁴Facultad de Estudios Superiores Iztacala

⁵Facultad de Ciencias, UNAM

perezcrz@geofisica.unam.mx

El propósito de este estudio es investigar la evolución de los patrones de precipitación y variaciones en paleoproductividad en la región del Pacífico tropical asociados con el Monzón de Norte América (NAM), la migración en la posición promedio de la Zona de Convergencia Intertropical (ITCZ por sus siglas en inglés) y cambios en la insolación durante el Holoceno Tardío.

El modelo de edad se basa en mediciones de radiocarbono AMS. Los registros de los elementos mayores y traza (e. g. Al, Ba, C, K, Si y Ti), así como las relaciones entre algunos de éstos en un núcleo colectado en la región suroccidental del Golfo de California, se utilizan como proxies del aporte de terrígenos y de la productividad primaria.

Los registros revelan un incremento en la precipitación y una productividad primaria relativamente baja ca. 2700 a 2400 años cal AP, asociadas con la intensificación de la precipitación asociada al NAM y a la migración de la posición promedio de la Zona de Convergencia Intertropical hacia el norte en el Pacífico tropical oriental. Se registra un intervalo de condiciones áridas extremas entre ca. 2400 y 1700 años cal AP, y condiciones de aridez entre ca. 700 y 340 años cal AP. Las fluctuaciones de los proxies sugieren un mayor incremento en el aporte eólico, así como un mejoramiento en la productividad primaria, asociado con la disminución de la precipitación de verano del NAM, y una reducción en la insolación en el hemisferio norte, así como una migración latitudinal promedio de la ITCZ más hacia el sur.

El registro climático se correlaciona con otros registros paleoclimáticos, tanto de Golfo de California como del Atlántico, sugiriendo que la variabilidad climática del Holoceno Tardío en la región subtropical se encuentra restringido al NAM, la migración de ITCZ y a cambios en la insolación.

SE16-14

OSTRÁCODOS Y GEOQUÍMICA COMO INDICADORES DE LA VARIABILIDAD HIDROLÓGICA Y CLIMÁTICA EN LOS ÚLTIMOS 27 KA CAL DE LA PARTE CENTRAL DEL DESIERTO DE CHIHUAHUA (MÉXICO)

Chávez Lara Claudia Magali y Roy Priyadarsi
Instituto de Geología, UNAM
clamachala@hotmail.com

El paleolago Santiaguillo del estado de Durango pertenece a la región fisiográfica "Sierra Madre Occidental", subprovincia "Mesetas y Cuencas" y está ubicado en la parte central del desierto de Chihuahua (México). La cuenca lacustre cubre un área aproximada de 1,964 km² y se encuentra rodeada por montañas de hasta ca. 2,700 msnm. Esta cuenca se formó por procesos tectónicos y su basamento se conforma por rocas volcánicas de composición félsica de edad terciaria. Se obtuvieron 4 perfiles sedimentarios de la parte central y occidental de la cuenca para reconstruir la variabilidad hidrológica y climática durante el Pleistoceno tardío y Holoceno. En el presente trabajo, se presentan datos de paleo-ecología de ostrácodos y geoquímica en un perfil sedimentario con una longitud de 300 cm colectado de la parte centro-occidental de la cuenca. El modelo de edad construido a partir de 6 edades de radiocarbono AMS abarca el perfil en los últimos 27 ka cal AP. El contenido faunístico de

ostrácodos consiste en 5 especies diferentes: *Limnocythere bradburyi*, *Candona caudata*, *Candona patzcuaro*, *Cypridopsis vidua* y *Limnocythere ceriotuberosa* (mencionadas de mayor a menor abundancia) y la abundancia total varía entre 0 y 70 valvas/g. Las condiciones paleo-ambientales se determinaron con base en análisis de concentración de Carbono Orgánico Total (COT), Carbono Inorgánico Total (CIT), Índice de Alteración Química (IAQ) y concentraciones de elementos como Ti, Ca, Zr y Al. Los resultados se dividieron en 2 zonas para la interpretación. La Zona 1 abarca los últimos 17 ka cal (191-0 cm) en donde las concentraciones de Ti y Zr/Al muestran una relación inversa y el IAQ se mantiene por encima del promedio, indicando en general mayor interacción entre agua y sedimentos en la cuenca (húmedo) con variaciones de escala milenaria. La relación positiva entre Ti y Zr/Al para el periodo 27-17 ka cal AP (300-191 cm) (Zona 2) con valores de IAQ por debajo del promedio sugiere mayor aporte de minerales portadores de Ti y Zr a la cuenca durante un periodo inferior a la media de interacción agua-sedimento (seco).

SE16-15

VARIACIONES CLIMÁTICAS DE LOS ÚLTIMOS 40 000 AÑOS EN EL NOROESTE DE MÉXICO: EL POLLEN COMO PROXY

Peñalba Garmendia M. Cristina¹, Ortega Rosas Carmen I.², López Higuera Antonia³, Espinoza Encinas Iván R.³ y Chin González Myrna E.³

¹DICTUS, UNISON

²Licenciatura en Ecología, CESUES

³Departamento de Geología, UNISON

penalba@ciencias.uson.mx

Las regiones áridas son poco favorables al análisis paleoecológico debido a la dificultad de conservación de restos biológicos en medios predominantemente oxidantes. Sin embargo, el entendimiento de sus paleoclimas y paleoambientes en general es fundamental para comprender el funcionamiento de zonas colindantes de latitudes medias y bajas, y para la aplicación más confiable de modelos climáticos. Sobre esta base, se han llevado a cabo estudios palinológicos en el estado de Sonora, México, con fines paleoclimáticos. Los sitios estudiados cubren desde los bosques de pino y encino de la Sierra Madre Occidental en la frontera Sonora-Chihuahua, pasando por el matorral tropical de la región de las islas del cielo, hasta el matorral desértico de Sonora central; el material estudiado, sedimentos de ciénegas y nidos de ratón del género *Neotoma*, de los que se extrajo el contenido polínico.

Hace 40 000 años (años calibrados, cal BP), el clima era más húmedo y frío que el actual en la Sierra Madre Occidental, donde los bosques mixtos de coníferas, hoy refugiados en las mayores altitudes, se extendían varios centenares de metros por debajo del nivel actual, en laderas donde hoy crecen el encino y el bosque de pino y encino. La vegetación registra periodos posteriores más áridos, con bosques abiertos y praderas, particularmente a partir de 36 000 cal BP y hasta el final del Pleistoceno superior (Wisconsin final), con episodios que pudieran atribuirse tentativamente a los eventos Heinrich, en que se reduce la aridez. Las cupresáceas, que hoy se asocian al bosque templado, llegaron a descender hasta cerca de los 350 m de altitud. En todo este periodo, se estima que las precipitaciones invernales fueron más abundantes que en la actualidad.

El inicio del Holoceno marca un periodo de transición. Un aumento lento pero progresivo de las temperaturas se refleja en la sierra en la migración de las especies del bosque mixto de coníferas a altitudes superiores. En las planicies bajas, a 300 m de altitud, las praderas son sustituidas por matorral desértico. A partir de 9000 cal BP, la temperatura aumenta con mayor intensidad, así como las precipitaciones, que se dan mayormente en verano, lo que implica un cambio en el régimen de precipitaciones y el establecimiento del Monzón, particularmente a partir de 7000 cal BP. Ello repercute en el retroceso de los bosques templado-fríos a mayores altitudes: en la sierra, los bosques mixtos de coníferas de 1500 m de altitud son sustituidos por bosques de pino y encino, y en las estribaciones, en altitudes medias de 800 m, el bosque de encino es remplazado por el matorral tropical que dominará la región el resto del Holoceno. En el Holoceno tardío, a partir de 3000 cal BP, se registra una mayor variabilidad climática, tanto en los bosques de la sierra como en el matorral tropical en altitudes medias. Destaca un episodio más frío y húmedo alrededor de 950 cal BP.

SE16-16

CARACTERÍSTICA MINERALÓGICA Y GEOQUÍMICA DE LOS SEDIMENTOS LACUSTRES DEL PALEO-LAGO LA SALADA (ZACATECAS, MÉXICO) Y RECONSTRUCCIÓN PALEO-CLIMÁTICA DURANTE EL CUATERNARIO TARDÍO

Charles Polo Marcela Patricia¹, Roy Priyadarsi²,
Pi-Puig Teresa², Lozano Rufino² y Romero Francisco²

¹Instituto de Geología, UNAM
²UNAM

selrah82@hotmail.com

El paleo-lago La Salada está presente en una cuenca lacustre efímera situada al centro del estado de Zacatecas y en la parte sur del desierto de Chihuahua (N 23° 26', W 102° 52', 2061 m snm). En la actualidad la cuenca recibe la escorrentía, principalmente durante los meses de verano, cuando la región recibe las precipitaciones por el sistema de Monzón de América del Norte. Se recogieron muestras en un intervalo de 2 cm en dos perfiles (Ls1 y Ls2) con profundidades de 240 cm y 300 cm de las partes central y marginal de la cuenca, con el fin de comprender la evolución geoquímica de la cuenca lacustre durante el Pleistoceno tardío y el Holoceno y las condiciones paleo-hidrológicas de la región. El contacto erosivo entre las unidades estratigráficas caracterizan los hiatos en sedimentación y la presencia de grietas por la desecación del lago delimitan una reconstrucción continuos de los eventos paleo-hidrológico. Las 8 fechas de radiocarbono AMS restringen las secuencias sedimentarias entre > 50 cal ka A.P. y al presente día. Se observo varios hiatos en sedimentación entre ca. 30 -2.5 cal ka A.P. lo cual podrían ser ocasionado por deflación eólica en intervalos áridos. La alta tasa de sedimentación entre ca.35.7 y 30.6 cal ka A.P. representa un intervalo con mayor aporte detrítico a la cuenca. Se analizo la susceptibilidad magnética, las concentraciones de elementos mayores y trazas, el carbono orgánico total (COT) y carbono inorgánico total (CIT) y la abundancia y distribución de los minerales evaporíticos para reconstruir los intervalos con diferentes características de la salinidad de agua, aporte detrítico a través de los procesos pluvial y eólico. Feldespatos y esmectita son los minerales clásticos y los minerales autigénicos están constituidos por la calcita, proto-dolomita, huntite, gaylussite, mono-calcita, tenardita, halita y paligorskita. La mayor abundancia de calcita, proto-dolomita y halita en las profundidades de 300-70 cm sugieren la presencia de una columna de agua salina durante el período glacial (> 31 cal ka AP). Los intervalos de mayor salinidad se caracterizan por la precipitación de huntita. En los sedimentos depositados post Último Máximo Glacial, se encuentran abundantes cristales de Na-Ca hidratado carbonato (gaylussite) indicando la presencia de un cuerpo de agua salada con afluencia constante de agua dulce a la cuenca (Ca-HCO₃).

SE16-17

LAST GLACIAL PALEOHYDROLOGICAL VARIABILITY REGISTERED IN THE LACUSTRINE SEDIMENTS OF ARID NORTHERN MEXICO

Roy Priyadarsi¹, Quiroz Jiménez Jesús David¹, Chávez Lara
Claudia¹, Pérez Cruz Ligia² y Lozano Santacruz Rufino¹

¹Instituto de Geología, UNAM
²Instituto de Geofísica, UNAM
roy@geologia.unam.mx

The drylands of northern Mexico belong to the Chihuahua Desert that spreads over both northern Mexico and southern USA. The Chihuahua Desert of Mexico extends from the state of Chihuahua in the north to San Luis Potosí in the south. It also includes parts of the states of Coahuila, Durango and Zacatecas. We present possibly the longest multi-proxy and millennial-scale record of late Quaternary paleo-hydrological variations from the drylands of northern Mexico. The record is based on stratigraphy, 14C chronology, paleoecology of ostracodes, total organic carbon (TOC), carbonate (CO₃), C/N, multi-element geochemistry and magnetic susceptibility in a 976 cm long lacustrine sediment core from paleolake Babicora and provides information on the hydrological changes of last 80 cal ka BP. The synchronous occurrence of arid conditions with enhanced aeolian activity and expansion of the North American ice sheet revealed the limited influence of winter precipitation on the hydrological budget of the basin. Westerly winds during the cold stadials transported minimally chemically altered sediments from the dry watershed into the basin. Higher summer precipitation co-occurred with North Atlantic interstadials. Low amplitude fluctuations in pluvial discharge and the presence of a dilute lake represented relatively stable summer precipitation between ca. 79 and 35 cal ka BP. In the last 35 cal ka BP, the variation in summer rainfall was reflected by both high amplitude fluctuations in runoff and precipitation of authigenic carbonates. With millennial scale variations, the relatively higher and stable pluvial discharge between ca. 79-57 cal ka BP represented the most humid period in the basin and increased watershed runoff apparently resulted in terrestrial plants being a major contributor to organic matter deposited in the lake between ca. 71 and 53 cal ka BP.

SE16-18

REGISTRO SEDIMENTARIO MARINO DEL GOLFO DE TEHUANTEPEC EN EL CUATERNARIO TARDÍO: IMPLICACIONES PALEOCEANOGRÁFICAS Y PALEOCLIMÁTICAS

Pavón Moreno Julio Alberto¹, Pérez Cruz Ligia¹,
Salas de León David² y Urrutia Fucugauchi Jaime¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM
²Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
ig.juliopm@gmail.com

El objetivo de este estudio es realizar una reconstrucción paleoceanográfica y paleoclimática de la región centro del golfo de Tehuantepec a partir de la interpretación de indicadores geoquímicos y magnéticos. El núcleo de sedimentos MD02-2523 fue extraído mediante un nucleador de pistón gigante durante la campaña oceanográfica MD126 (IMAGES VIII - MONA) realizada en el Golfo de Tehuantepec, en el mes de Junio del 2002 a bordo del B/O "Marion Dufresne". El núcleo fue colectado a 202 m de profundidad y tiene una longitud de 18.19 m. En este estudio se considera el análisis e interpretación de los primeros 7 m.

Los sedimentos marinos del golfo de Tehuantepec están compuestos en su mayoría por arcilla limosa y en algunos horizontes se presentan fragmentos fósiles. A diferentes profundidades encontramos laminaciones y horizontes de ceniza con espesores que varían desde los 2 a los 10 cm.

El marco cronológico de los primeros 7 m se obtuvo a partir de seis fechas de radiocarbono AMS, las cuales fueron calibradas con una edad reservorio de 456 años (#R 162±50) utilizando los programas Calib 6.1.0 y OxCal 4.1. El registro comprende desde 49,000 a 900 años cal AP.

Se realizaron análisis de Susceptibilidad Magnética (SM) y Fluorescencia de Rayos X (FRX) en los sedimentos marinos cada 2 cm. Las mediciones de SM se realizaron en baja y alta frecuencia (0.465 kHz y 4.65 kHz) con un Susceptibilímetro Bartington equipado con un sensor MS2B. Para el estudio geoquímico se utilizó el analizador de FRX Niton XL3t GOLDD. Los elementos químicos medidos son: Al, Ba, Ca, Fe, K, Mn, Mo, S, Si, Ti, V y Zr.

A partir de los resultados preliminares, se puede observar que existe una alta correlación entre Ti y Fe, y entre Mo y V, los cuales son usados como indicadores de aporte terrígeno y de oxigenación, respectivamente.

Las variaciones más importantes de la susceptibilidad magnética y de las concentraciones de elementos, se observan entre 49,000 y 30,000 años cal AP con altas concentraciones de Al, Fe, K y Ti y bajas de Ca. De los 30,000 a los 900 años cal AP las concentraciones de Ca son altas y las concentraciones de Al, Fe, K y Ti, disminuyen de manera gradual. Las concentraciones más altas de Mo y V coinciden con las laminaciones dentro del núcleo.

Se aplicó la Transformada de Fourier en las series de datos de las concentraciones de los elementos, y se encontraron ciclos de 25,000, 17,000 y 10,000 años, el primer ciclo probablemente relacionado con la precesión.

SE16-19

RECONSTRUCCIÓN DE LA VARIABILIDAD A ESCALA MILENARIA DEL PACÍFICO TROPICAL ORIENTAL DURANTE LOS DOS ÚLTIMOS CICLOS GLACIARES

Arellano Torres Elsa¹, Ganeshram Raja G.² y Salas de León David Alberto¹

¹Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
²The University of Edinburgh
e.arellano-torres@ed-alumni.net

En este estudio, reconstruimos parte de la historia paleoceanográfica del Pacífico Tropical Oriental durante los últimos 240 mil años AP, para esclarecer la naturaleza de las variaciones climáticas sub-orbitales encontradas en núcleos sedimentarios colectados en la región de Mazatlán, Sin. México. Mediante el uso de registros de carbono orgánico (Corg) y reflectividad (DRS-a) de los núcleos MD02-2518 y MD02-2519, se determinó que los cambios en la productividad inducida por la surgencia eólica se encuentran en sincronía con las variaciones climáticas identificadas en Groenlandia. Así mismo, mediante Análisis de Series de Tiempo, comparamos nuestros registros sedimentarios con otros de regiones distantes y determinamos las relaciones inter-hemisféricas que existen entre las regiones polares y tropicales. En este trabajo se destaca el potencial que tienen las bajas latitudes para regular los niveles atmosféricos de metano (CH₄) a escala milenaria.

SE16-20

EVENTOS PALEOCLIMÁTICOS REGISTRADOS EN EL SUR DE ESPAÑA (SECCIÓN DE ZARABANDA) DURANTE EL OLIGOCENO SUPERIOR

Fenero Fanlo Raquel
 Instituto de Geofísica, UNAM
 rfenero@unizar.es

El Oligoceno superior se caracterizó por grandes cambios climáticos. Es en esta edad (Chatiense) donde se han registrado desde un evento de calentamiento tras el límite Rupeliense/Chatiense, denominado LOWE (siglas en inglés), hasta dos eventos globales de glaciación (Oi-2b y Oi-2c). Estos eventos de glaciación han sido asociados con la expansión de las extensiones de hielo en el continente Antártico y por tanto con caídas en el nivel del mar.

La sección de Zarabanda está ubicada en el sur de España, dentro de la zona Subbética media. Además esta sección se localizaría al oeste del área del Tetis durante el Oligoceno superior. La sección de Zarabanda está constituida por 82 m de potencia y litológicamente, está formada por niveles calcareníticos y lutíficos hepimelágicos.

La información registrada sobre la evolución de los ecosistemas durante esta época y sobre todo del estudio de los foraminíferos bentónicos es muy escasa en esta área. El análisis realizado en las asociaciones de los foraminíferos bentónicos nos ha permitido determinar la paleobatimetría, siendo ésta de un medio batial medio-inferior en la mayor parte de la sección.

Los foraminíferos bentónicos muestran un máximo apogeo de taxones neríticos, un decrecimiento en el índice Planctónico/Bentónico, en la riqueza genérica, heterogeneidad y diversidad en un tramo de secuencias calcarenitas de unos 10m de espesor. Estas variaciones se correlacionan con un incremento en el porcentaje de especies de foraminíferos bentónicos de aguas frías, tales como *Angulogerina angulosa*, *Astrononion novozealandicum*, *Globocassidulina subglobosa*, *Cassidulina crassa*, *Cassidulina havanensis*, *Oridorsalis umbonatus* e *Hyalinea* sp. A en la parte baja de la Zona O6 de los foraminíferos planctónicos.

Estas variaciones en los pequeños foraminíferos bentónicos podrían estar asociadas con la mayor expansión de hielo del continente Antártico del Oligoceno superior, ocurrido hace aproximadamente 26.7 Ma., conocido como el evento global de glaciación Oi-2b.

SE16-21 CARTEL

CHAPHOLO (PROYECTO DE PERFORACIÓN CIENTÍFICA): EVALUACIÓN PALEOLIMNOLÓGICA HOLOCÉNICA DEL LAGO DE CHAPALA, MÉXICO OCCIDENTAL (CONACYT: CB2011-168685)

Zarate Del Valle Pedro F.¹, Brenner Mark², Fritz Sherilyn C.³, Ramírez Sánchez Hermes Ulises⁴, Gómez Salazar Sergio¹, Priyadarsi Debajyoti Roy⁵ y Ceja Andrade Israel⁴

¹Departamento de Química, UDG

²Department of Geological Sciences, University of Florida, USA

³School of Biological Sciences, University of Nebraska at Lincoln

⁴Departamento de Física, UDG

⁵Instituto de Geología, UNAM

zavp.pvaz@gmail.com

El proyecto de barrenación científica CHAPHOLO (CHAP: Chapala; HOLO: Holoceno) tiene como objetivo evaluar las variaciones paleoambientales registradas en la columna sedimentaria del Lago neotectónico de Chapala (LCH), en el occidente de México (20° 15.129'N, 103° 02.996' W). El lago se encuentra a 1,524 m snm. HCL es el lago más grande de México (1,100 km²) y es poco profundo (zmax = 7,20 m). Se encuentra en una cuenca que pertenece al Rift continental Citlala (E-W), el cual forma parte del llamado punto triple de Jalisco. Nuestra hipótesis de trabajo es que los recientes (10,000 años) cambios paleolimnológicos del LCH fueron causados por variaciones climáticas mayores y por procesos menores regionales y locales (vulcanismo, por ejemplo). Se recuperará un núcleo de 40 metros de largo en el depocentro del LCH, cuyo objetivo es recuperar un registro completo del Holoceno, asumiendo una tasa de sedimentación promedio de 2 mm año⁻¹. La calibración cronológica de la columna sedimentaria se establecerá mediante las técnicas de 14C AMS y 210Pb. Las inferencias climáticas se basarán en la aplicación de proxies geoquímicos, geofísicos y micropaleontológicos. En particular, se pretende identificar: 1) las seis fluctuaciones "cortas" de clima que caracterizan al Holoceno (Mayewski et al., 2004); 2) El Período Cálido Medieval (c. 800-1300 BC) que en el centro de U.S.A. se caracterizó por sequías muy severas (dunas de Abilene) y, 3) las sequías que afectaron la cultura maya (Hodell et al., 1995). Se evaluará la presencia de Ti como un proxy para el estudio del comportamiento en el tiempo de los períodos de lluvia en la región (Metcalf et al., 2010). El fenómeno de disolución de diatomeas en los sedimentos de LCH también será evaluado (Ryves et al., 2009). El grupo de trabajo conformado es multidisciplinar (Geoquímica, Micropaleontología, Paleolimnología, Geofísica) e involucra a múltiples instituciones (Universidad de Guadalajara, Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad de Florida y Universidad de Nebraska-Lincoln). El tema de investigación de

CHAPHOLO es compatible con los programas globales ambientales como PAGES y CLIVAR. CHAPHOLO cuenta con fondos del gobierno mexicano y de la Universidad de Guadalajara. Este proyecto se desarrollará en 3 etapas anuales.

SE16-22 CARTEL

REGISTRO DE RADIOLARIOS POLYCISTINOS DE LA CUENCA ALFONSO (BAHÍA DE LA PAZ) DURANTE EL ÚLTIMO MILENIO – SU SIGNIFICADO PALEOECOLÓGICO Y PALEOCEANOGRÁFICO

Franco Torres Angel E.¹ y Pérez Cruz Ligia L.²

¹Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

angel13_biologia@yahoo.com.mx

Con el propósito de documentar las condiciones oceanográficas y climáticas de la cuenca Alfonso a escala decadal durante los últimos 1000 años, se analizaron los radiolarios polycistinos en 122 muestras continuas de una secuencia de sedimentos laminados -DIPAL III-C36-. La cronología preliminar de la secuencia C36 se basa en los métodos radiométricos de 210Pb y 14C AMS. El alcance de la secuencia basado en una datación de radiocarbono, es de 1000 años (1041 A.D.) y se estima que la tasa de sedimentación en los primeros cm es de #0.6 mm/año.

Por medio del análisis microfaunístico, se identificaron 194 taxones de radiolarios polycistinos, de los cuales 114 pertenecen al orden Nassellaria y 80 al orden Spumellaria.

Con el propósito de definir las asociaciones de radiolarios más significativas en el área de estudio se aplicaron filtros de presencia persistencia a la matriz de abundancias relativas de los taxones de radiolarios en cada intervalo. A partir de éstos se construyó una matriz de 36 especies pertenecientes a los órdenes Spumellaria (12) y Nassellaria (24). A esta matriz se le aplicó un método estadístico multivariado (Análisis de Factores modo "Q" utilizando el método de ACP), a partir del cual, ha sido posible identificar 5 asociaciones de radiolarios, las cuales en conjunto explican el 71 % de la varianza total de los datos.

Con base en las afinidades ecológicas de las especies que caracterizan cada una de las asociaciones, se infieren escenarios oceanográficos relacionados con variaciones vinculadas con la intensificación o disminución del giro ciclónico, el cual principalmente controla la productividad en la cuenca, así como a una mayor permanencia de aguas calidas y oligotróficas en la cuenca, que sugieren condiciones similares a las de "El Niño".

SE16-23 CARTEL

DIATOM AND HIGHLY BRANCHED ISOPRENOID EVIDENCE OF HOLOCENE CLIMATE HISTORY IN THE NORTHEAST ANTARCTIC PENINSULA

Barbara Loic
 Instituto de Geofísica, UNAM
 l.jb.barbara@gmail.com

Our current understanding of the long term Antarctic Peninsula (AP) climate history is limited by the lack of high resolution marine sediment records. In this study, we present a new high resolution record of Holocene history based on analyses of diatom assemblages and a set of biomarkers in a sediment core collected on the Vega Drift (Prince Gustav Channel, East AP). Four radiocarbon dates provided a chronology for the core and dating of the basal material revealed that deglaciation occurred prior to 7.9 cal ka BP. This period was characterized by heavy ice conditions and reduced primary productivity and was followed by a rapid ice shelf retreat until 7 cal ka BP. A warm period characterized by a short seasonal sea ice duration associated with a southern shift of both ACC and wind field persisted until 5 cal ka BP. This warm episode was then followed by a climate deterioration during the Mid-to-late Holocene (5 to 2.2 cal ka BP) with a gradual increase in annual sea ice duration triggered by the expansion of the Weddell Gyre. Increase of benthic diatom species during this period was indicative of more summer/autumn storms, which was consistent with changes in synoptic atmospheric circulation and the establishment of low-to-high latitudes teleconnections. A warming event is inferred from 2.2 to 1.1 cal ka BP, potentially associated with a strong ENSO frequency and +SAM.

SE16-24 CARTEL

EVOLUCIÓN PALEOLIMNOLÓGICA DEL LAGO DE CHAPALA (JALISCO) DURANTE ÚLTIMO INTERGLACIAL AL HOLOCENO

Israde Alcántara Isabel¹, Flores Villanueva Paulina Sarai¹, Garduño Monroy Victor
Hugo¹, Aguilar Reyes Bertha², Goguitaichvili Avto² y Caballero Miranda Margarita²

¹Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

²Universidad Nacional Autónoma de México

isaisrade@gmail.com

El lago de Chapala a 1500 msnm, está localizado en el punto triple formado por los rifts de Colima, Tepic-Zacoalco y Chapala dentro del Cinturón Volcánico Transmexicano.

Con la finalidad de determinar la evolución paleoambiental del lago durante el último Interglacial y Glacial (últimos 128,000 años) se extrajo un núcleo de 40 metros de longitud que fue analizado mediante técnicas de contenido de carbono orgánico (COT) e inorgánico (CIT), espectrometría de masas con fuente de plasma de acoplamiento inductivo, espectroscopia infrarroja (IR), difracción Rayos X (DRX) y susceptibilidad magnética (#).

La columna sedimentaria está constituida por cinco ciclos de depósito que se describen como zonas. Cada ciclo inicia con una sucesión arcillosa que pasa a limos arcillosos y arenas.

A través del análisis de DRX e infrarrojo se observa que los minerales dominantes corresponden al cuarzo, montmorillonita, cristobalita y calcita. Se observa de los 40 m hasta los 9 metros una tendencia a condiciones húmedas con menos abundancia de calcita y mas abundancia de minerales diamagnéticos como ferrihidrita y altos valores de Carbono orgánico.

Los carbonatos son característicos en la zona IV (5.70 a 1m) donde los valores de Carbono inorgánico alcanzan hasta 4.5 en peso, a diferencia de las demás zonas donde los carbonatos llegan hasta el 1% en peso.

A través del análisis de los parámetros magnéticos junto con la DRX e IR se observa que el aporte de material terrígeno se incrementa gradualmente de la base hacia la cima de la sucesión sedimentaria donde al inicio, en la base del núcleo hasta los 9 metros (zona I y II) los incrementos de material detrítico se registran cada 7 metros, pasando por una un régimen climático fluctuante en la zona III con intercalaciones de niveles altos de Carbono inorgánico y de carbono orgánico.

Los últimos miles de años (zona IV y V- 5.70 a 0m) un mayor aporte de carbonatos y de terrígenos está determinando una tendencia a condiciones secas.

Esta tendencia hacia condiciones más secas se observa en la mayoría de las secuencias lacustres estudiadas por distintos grupos en el centro de México.

Sesión Especial

GEODYNAMICS OF THE TRANS-MEXICAN VOLCANIC BELT AND THE MEXICO SUBDUCTION ZONE: INSIGHTS FROM GEOLOGY, GEOCHEMISTRY, GEOPHYSICS AND MODELING/GEODINÁMICA DE LA FAJA VOLCÁNICA TRANS-MEXICANA Y DE LA ZONA DE SUBDUCCIÓN MESOAMERICANA: INTEGRANDO GEOLOGÍA, GEOQUÍMICA, GEOFÍSICA Y MODELADO

Organizador:
Luca Ferrari

SE17-1

A GEODYNAMICAL PERSPECTIVE ON THE SUBDUCTION OF COCOS AND RIVERA PLATES BENEATH MEXICO AND CENTRAL AMERICA

Ferrari Luca, Manea Vlad y Manea Marina
Centro de Geociencias, UNAM
luca@geociencias.unam.mx

The Middle America subduction zone (MASZ) involves the subduction of the Rivera and Cocos young oceanic plates beneath the North American and Caribbean plates and is bounded by the Gulf of California rift and the Panama slab window. This unique subduction system has been often studied separately in its northern (Mexican) and southern (Central America) parts. Here we illustrate the main geodynamic processes controlling the whole subduction system based on integration of regional geology, volcanism, tectonics, and recent seismic experiments to show the connection between deep geodynamic processes and their manifestation on the surface.

The MASZ is characterized by a contorted slab surface with both trench-parallel and trench-orthogonal tears, irregularly distributed seismicity and volcanism, exceptionally large slow slip events (SSE) and non-volcanic tremors (NVT). The most striking feature of the MASZ is perhaps the shallow flat slab subduction in central Mexico, which is flanked by steep subduction of the Rivera plate and of the Cocos plate beneath Central America. The explanation for this geometry is likely related to a combination of subduction parameters such as convergence rates, trench dynamics and plate age. The onset of flat slab in central Mexico dates back to the middle Miocene and was caused primarily by the superposition of two causes: the acceleration of EPR spreading at rates above 15 cm/yr and the trench rollback plus the advancing of a thicker overriding plate. At present, the trench perpendicular migration velocity along the northern MASZ varies from ~1 cm/yr offshore western Mexico to ~0.4 cm/yr in southern Mexico, while in the southern MASZ the trench rolls forward at nearly ~2 cm/yr. This contrasting behavior resulted in the formation of a diffuse NOAM-CAR-COCOS triple junction that is producing extension in the Caribbean plate and shortening in the North American plate. Since the end of Miocene this triple junction has propagated to the northwest into the strike slip faults and fold belt of the Sierra de Chiapas, with small blocks of the North American margin dragged into the trail of the eastward escaping Chortis block. A late Miocene to early Pliocene episode of slab detachment decoupled the upper part of the subducting plate from the older slab and allowed the partition of the subducting plates into segments with different dip. This has been forming trench orthogonal tears between the Rivera and Cocos plate and, perhaps, in the western Cocos plate. Toroidal mantle flow is expected, and partly observed, around these tears as well as at the northwestern termination of the Rivera slab and at the southwestern end of the Cocos plate in the Panama slab window. This trench parallel asthenospheric flow combines with the poloidal flow associated to the changing slab dip and with the basal topography of the overriding plate, creating a complex 3D flow. Changes in 3D asthenosphere flow with variation in viscosity, temperature and thickness coupled with the heterogeneities of the crust in the overriding plate may explain the unusual distribution and contrasting chemical variation of volcanism observed along the MASZ.

SE17-2

PLATE KINEMATICS OF THE CENTRAL MEXICAN PACIFIC MARGIN: UPDATE AND REVIEW

Bandy William L. y Mortera Gutiérrez Carlos
Instituto de Geofísica, UNAM
bandy@geofisica.unam.mx

The last several years have seen a significant increase in the amount and types of studies whose results have a direct bearing on the kinematics of the Rivera plate and the crustal blocks comprising western Mexico. These include marine geophysical surveys along the margins of the Rivera plate, onshore GPS studies and earthquake studies of the mantle and subducting Rivera plate beneath the Jalisco block of western Mexico. These results indicate that the kinematics of this area have been quite dynamic.

In this talk we will summarize these new studies and their bearing on the kinematics and dynamics of the central Mexican Pacific margin and will reiterate the old idea that ridge-trench collisions are the principle dynamic process producing the plate motion changes and structural deformation along the Pacific margin of central Mexico. Specifically, will review how such collisions can explain the plate motion changes, plate fragmentation and plate boundary conversions observed in this area. Lastly, we thank the moderator of this special session of the UGM, Luca Ferrari, for inviting us give a presentation summarizing these varied data sets and their implications to the plate kinematics of this region.

SE17-3

AN ANALOG MODEL OF THE MIDDLE AMERICAN SUBDUCTION ZONE AND THE MANTLE FLOW BENEATH THE JALISCO AND MICHOACAN BLOCKS

Neumann Florian¹, Contreras Pérez Juan¹, Tolson Jones Gustavo² y Vasquez Serrano Alberto²

¹CICESE
²UNAM
fneumann@cicese.edu.mx

We built a laboratory model of the present-day Northern Middle American subduction zone to understand the mantle flow patterns beneath the Jalisco and Michoacan blocks. The scaled model consists of two polyethylene strips with different angles and velocities, which are forced into a glucose syrup tank. One of the strips dips 60° and moves at a velocity of 20 mm/min simulating the Rivera plate. The other one dips 45°, moves at 60 mm/min and represents the Cocos plate. One cm in the model represents 15 km in the natural scale whereas one minute represents one million years. The syrup contains spherical beads of pasta to track the different flow paths within the simulated mantle. The modelling sheds light on how the plate motions and their slab geometries control the mantle flow patterns in the Northern Middle American subduction zone. The model shows the following: (1) Pasta beads at shallow depths in the modelled mantle wedge move toward the fast moving strip representing the Cocos plate. (2) The pasta beads situated close to the strips are carried down to the lower part of the tank. (3) Pasta beads situated in the simulated asthenospheric mantle, near the gap between the strips, first show a downgoing movement as they move through the gap, then they change direction and ascend into the modelled mantle wedge. These results reveal complex patterns of toroidal and corner flows. Model results are in agreement with seismic anisotropy studies conducted in the Jalisco and Michoacan blocks.

SE17-4

FORMACIÓN DE ESTRATOVOLCANES ANDESÍTICOS POR FUSIÓN DE DIAPIROS DESPRENDIDOS DE LA PLACA SUBDUCIDA

Gómez Tuena Arturo, Bravo Díaz Beatriz, Vázquez Duarte Alma y Pérez Arvizu Ofelia
Centro de Geociencias, UNAM
tuena@geociencias.unam.mx

La porción occidental de la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM) está gobernada por la subducción pronunciada de la placa Rivera, y por la existencia de un rift continental a 230 km de la trinchera bajo el cual la placa subducida descansa a más de 300 km de profundidad. Las rocas ígneas máficas del frente volcánico son lamprófidos ricos en potasio que han sido influenciados por fundidos profundos y calientes (>950 °C) provenientes de la placa subducida. En cambio el vulcanismo máfico de la parte trasera del arco está constituido por rocas basálticas ricas en titanio que se derivan de bajos grados de fusión parcial de un manto prácticamente anhidro. Las rocas máficas de la región parecen mostrar entonces que los efectos de la subducción se concentran en el frente volcánico y se diluyen hacia el tras-arco. Este esquema tan simple, sin embargo, se complica, porque al menos cinco estratovolcanes andesíticos con características típicas de arco se han emplazado en la zona del tras-arco durante los últimos 200 mil años (San Juan, Sangangüey, Tepetitlic, Ceboruco y Tequila). Todos estos volcanes producen secuencias monótonas de rocas andesíticas calci-alcálinas ricas en agua (>6 wt%), altos Mg# (~60) y patrones de elementos traza que sugieren la influencia de fundidos de baja temperatura (<800 °C), en donde el anfíbol juega un papel muy importante. Sin embargo resulta difícil modelar la composición de estas andesitas a través de cristalización de basaltos, o por fusión directa de anfíbolitas corticales, debido a que contienen Mg# muy elevados y grandes cantidades de agua disuelta. Invocar la fusión de la placa subducida en facies de anfíbolita parece también complicado, pues la placa Rivera debajo del tras-arco descansa a una profundidad que excede por mucho el campo de estabilidad del anfíbol. Nuestros datos sugieren en cambio que los estratovolcanes andesíticos se forman mediante la fusión de diapiros constituidos por una mezcla mecánica de manto serpentizado, sedimentos y fragmentos de corteza continental erosionada, que logran desprenderse de la placa subducida por efectos de flotación diferencial. Una vez dentro del manto, estos diapiros se funden por conducción térmica y ascienden rápidamente al verse atrapados dentro del régimen descompresivo y extensional que gobierna el occidente de México.

SE17-5

PETROGENESIS AND GEODYNAMIC SIGNIFICANCE OF SILICIC VOLCANISM IN THE WESTERN TRANS-MEXICAN VOLCANIC BELT: THE ROLE OF GABBROIC CUMULATES

Petrone Chiara Maria¹, Ferrari Luca², Orozco María Teresa³ y López Martínez Margarita⁴¹Department of Earth Sciences, NHM²Instituto de Geología, UNAM³Centro de Geociencias, UNAM⁴División de Ciencias de la Tierra, CICESE
c.petrone@nhm.ac.uk

The abundant silicic volcanism of the western Trans-Mexican Volcanic Belt has been suggested to be the manifestation of the rifting of the Jalisco block from mainland Mexico since the Pliocene. We revise this interpretation and propose a new petrogenetic model integrating new and published geochronologic, geochemical, and isotope data. We recognise three episodes of silicic volcanism. The oldest one (silicic domes and minor pyroclastic flows) has a volume of ~370 km³ and Ar-Ar and obsidian FT ages of ~7.5 to 5 Ma, and was emplaced north of Guadalajara above a thick succession of ~11 to 8.7 Ma basaltic lavas. This was followed between 4.9 and 2.9 Ma by large amount of rhyolitic lavas and ash flow tuffs (~500 km³) emplaced between Guadalajara and Compostela. The third episode is made of rhyolitic domes and flows (~430 km³) of Pleistocene age emplaced between Tequila and Guadalajara, with La Primavera caldera (~35 km³) as the sole explosive volcanic episode.

Rhyolites have high LILE/HFSE values and negative spikes at Nb, P and Ti. They also show the same Ba/Nb and K/Rb values and slightly higher Rb/Sr ratios as the 11-9 Ma basalts. Rhyolite Sr isotope values (87Sr/86Sr = 0.70371 – 0.70598) are only slightly more radiogenic than the 11-8 basalts (87Sr/86Sr = 0.70349-0.70410), whereas Nd isotope ratios are indistinguishable. Sr and Nd isotope ratios of the rhyolites are also similar to those of lower crust nearby, indicating that they can be compatible either with assimilation and fractional crystallization (AFC) of basalts or with partial melting of the lower crust.

The similarity in #Nd isotope compositions between basalt and rhyolites strongly argues for a “mantle-origin” of the rhyolites. Nevertheless, a problem posed by any basalt-origin model lies in the large (2.1) volume of intermediate cumulates that should be associated to the final silicic magmas. We propose an alternative model in which the production of the ~7.5-3 Ma silicic magmatism is the result of partial melting of crustal gabbroic complexes underplated at the base of the crust during the Late Miocene pulse of volcanism, that became part of the crust because of the density contrast. Subsequent basalt intrusion in the lower crust heated and melted these gabbroic complexes forming silicic magmas, which subsequently underwent AFC differentiation processes. Geochemical and isotope data of rhyolites can be successfully modelled by low degree of melting of the Late Miocene gabbroic complexes leaving a residue dominated by plagioclase and clinopyroxene. This melt is subsequently modified via AFC processes en-route to the surface. Late Miocene slab detachment and subsequent slab rollback produced pulses of mafic magma that decrease in volume with time, forming gabbroic cumulates. Melting of this newly formed gabbroic crust originate the first episode of silicic magma during a period of low tectonic activity. Extensional faulting since the Pliocene favours the eruption of both silicic magma and lesser amount of mafic lavas. Rifting at the boundaries of the Jalisco block is seen as a rollback induced reactivation of crustal structures but is unlikely to evolve into a Jalisco microplate.

SE17-6

THREE-DIMENSIONAL STRUCTURE OF THE SUBDUCTION SYSTEM IN CENTRAL AND SOUTHERN MEXICO

Clayton Robert¹, Chen Ting², Kim YoungHee³ y Pérez-Campos Xyoli⁴¹Seismological Laboratory, Caltech²Los Alamos National Laboratory³Seoul National University⁴Instituto de Geofísica, UNAM
clay@gps.caltech.edu

The subduction system in central and southern Mexico exhibits a wide range of along-strike behaviors that are not easily explained by known variations in the Cocos Plate or the overriding continent. Tomography and converted-phase studies show the central part of the region is characterized by flat subduction with a very weak and thin decoupling zone between the continent and slab. There is a large portion of the forearc that is missing and the (very) active arc itself is some 300 km from the trench. This contrasts with southern Mexico where the slab dips at 30-degrees dip and the arc is absent. There is seismic evidence of an opposing-dip slab that may have recently truncated the Cocos slab. Hydration levels estimated from Vs/Vp and Vs measurements indicate an increase in hydration towards the central (flat slab) portion of the subduction zone.

SE17-7

ISOTOPIC SIGNATURES OF TRANS MEXICAN VOLCANIC BELT STRATOCONES: EVIDENCE FOR HETEROGENEOUS BASEMENT COMPONENTS

Schaaf Peter¹, Valdez Moreno Gabriel², Siebe Claus³, Martínez Serrano Raymundo¹, Castro Govea Renato⁴, Carrasco Núñez Gerardo⁵, Solís Pichardo Gabriela⁶ y Hernández Treviño Teodoro¹¹LUGIS, Instituto de Geofísica, UNAM²Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero³Departamento de Vulcanología, Instituto de Geofísica, UNAM⁴Instituto Mexicano de Petróleo⁵Centro de Geociencias, UNAM⁶LUGIS, Instituto de Geología, UNAM

pschaaf@geofisica.unam.mx

The Trans Mexican Volcanic Belt (TMVB) is formed by more than 1000 monogenetic cindercones and 15, partially active stratovolcanoes. In this contribution, we focus on Sr-Nd-Pb isotopic data of Volcán de Colima, Nevado de Toluca, Popocatepetl, La Malinche and Pico de Orizaba. Magma compositions are generally calc-alkaline andesitic with minor dacitic and basaltic-andesitic compositions. Except to some Pico de Orizaba samples, all five stratocones display elevated La/SmN ratios, significant for low degrees of partial melting. Crystal fractionation (Colima and La Malinche) and AFC processes (Orizaba and some Popocatepetl samples) are the more important magmatic processes, accompanied by magma mingling in the case of Popocatepetl.

Sr-Nd-Pb isotopic signatures for the five volcanoes are heterogeneous. From W to E increasing radiogenic ratios were observed. 87Sr/86Sr and epsilon Nd values are 0.7035-0.7036 and +6.9 to +4.7, 0.7037-0.7042 and +6.7 to +3.8, 0.7040-0.7045 and +6.2 to +2.5, 0.7046-0.7048 and +2.0 to +0.8, 0.7037-0.7048 and +1.4 to -1.8 for Colima, Toluca, Popocatepetl, La Malinche and Pico de Orizaba volcanoes, respectively.

Colima volcano to the east is magmatically by far the most primitive TMVB volcano whereas Pico de Orizaba to the west shows the most evolved isotopic signatures. In the case of Colima, a plagiogranitic basement was identified although the Sr-Nd isotopic ratios between both magmas are very similar. However, clear differences are displayed when looking at their O isotopic ratios. In the case of Pico de Orizaba, Pb isotopes discard a Grenvillian Oaxaquia crustal component but favor, instead, a Paleozoic Acatlán-type basement. La Malinche, Popocatepetl, and Nevado de Toluca volcanoes show interactions with shallow crustal materials such as Cretaceous limestones, but its lower crustal basement is more heterogeneous with a mixture of Oaxaquia, Acatlán, and other unknown components.

SE17-8

SEISMIC STRUCTURE IN CENTRAL MEXICO: IMPLICATIONS FOR FRAGMENTATION OF THE SUBDUCTED COCOS PLATE

Dougherty Sara, Clayton Robert y Helmberger Don

Seismological Laboratory, Caltech

sarad@gps.caltech.edu

The fine-scale seismic structure of the central Mexico subduction zone is studied using moderate-sized (M4-6) intraslab earthquakes. Regional waveforms from the Mapping the Rivera Subduction Zone (MARS), Meso America Subduction Experiment (MASE), Veracruz-Oaxaca (VEOX), and Servicio Sismológico Nacional (SSN) seismic arrays are complicated and contain detailed information about the subduction zone structure, including evidence of lateral heterogeneity. This waveform information is used to model the structure of the subducted plates, particularly along the transitions from flat to normal subduction located to the west and east of the MASE array. In the west, recent tectonic studies have shown evidence for possible slab tearing along the eastern projection of the Orozco Fracture Zone (OFZ), while in the east, observations of a sudden change in slab dip coupled with the abrupt end of the Trans Mexican Volcanic Belt suggest a second possible slab tear. The lateral extent of a thin ultra-slow velocity layer (USL) imaged atop the Cocos slab in recent studies along the MASE array is examined here using MARS waveforms to the west and MASE, VEOX, and SSN waveforms to the east. In the west, we find an edge to this USL which is coincident with the western boundary of the projected OFZ region. Forward modeling of the 2D structure of the subducted Rivera and Cocos plates using a finite-difference algorithm provides constraints on the velocity and geometry of each slab's seismic structure in this region and confirms the location of the USL edge. Coupled with the results of recent plate motion studies showing that the Cocos plate moves differently on either side of the OFZ, we propose that the Cocos slab is currently fragmenting into a North Cocos plate and a South Cocos plate along the projection of the OFZ. This tearing event may be a young analogy to the 10 Ma Rivera-Cocos plate boundary, and may be related to the slab rollback process in central Mexico. In the east, we observe changes in waveform complexity across the sharp transition in slab dip, which may indicate a possible tear in the South Cocos plate. We perform 1D and 2D waveform modeling in order to image the structure of the slab and overriding plate in this region.

SE17-9

SILICIC VOLCANISM IN THE CENTRAL-EASTERN TRANS-MEXICAN VOLCANIC BELT: ROLE OF SLAB ROLLBACK AND CRUSTAL MELTING

Orozco Esquivel María Teresa¹, Ferrari Luca¹, Petrone Chiara² y López Martínez Margarita³

¹Centro de Geociencias, UNAM

²Department of Earth Sciences, The Natural History Museum, UK

³División de Ciencias de la Tierra, CICESE

torozco@geociencias.unam.mx

In the central-eastern Trans-Mexican Volcanic Belt (TMVB), volumetrically significant silicic volcanism (SiO₂>65 wt. %) was emplaced since ~7.3 Ma in a wide region located behind the present volcanic front. Silicic volcanism is mainly associated to calderas that show a trenchward migration with time. Bimodal basaltic-silicic suites are also recognized in the whole region and have been previously interpreted as a result of rifting processes, however, the absence of important extensional faulting casts doubt on this interpretation.

On the basis of geochronological and geochemical data, we reconstructed the Late Miocene to Quaternary evolution of a wide region in the northeastern part of the TMVB between Pachuca (Hidalgo State) in the south and the Sierra de Tantima (Veracruz State) in the north. Mafic volcanism first appeared at ~7.6 in the northernmost part of the region with OIB-like basalts showing geochemical evidence for an origin in the lithospheric mantle. This signature weakens with time while crustal assimilation and magma mixing processes become significant in the early Pliocene and diminish afterwards.

First evidence of silicic volcanism are remnants of peraluminous rhyolitic tuffs, dated at 6.61 Ma, which have the most isotopically enriched composition (87Sr/86Sr= 0.71167, Epsilon Nd= -2.89). The next silicic event is marked by the emplacement of extensive peraluminous ignimbrites and rhyolitic domes associated to the Carboneros caldera. These rocks were dated at ~4.4 Ma and have 87Sr/86Sr = 0.70626-0.70723 and Epsilon Nd= -0.78 to -1.72. The last event corresponds to the emplacement of early Pleistocene (2.14 Ma) peralkaline rhyolite lavas with 87Sr/86Sr = 0.70437 and Epsilon Nd= 1.26. The trend to less radiogenic compositions with time indicates a change in magma source from the late Miocene to the Quaternary, with a decreasing role of crustal sources and an increasing contribution of mantle sources.

The concurrent inception of silicic volcanism with the beginning of the trenchward migration of the arc points to a causal link between the two phenomena. Trenchward migration of the volcanic front is interpreted to reflect the rollback of the subducting plate after the detachment of the lower part of the slab at ~7.5 Ma, which occurred after a prolonged episode of flat subduction. In this scenario, silicic volcanism may have originated by partial melting of the lower crust, hydrated by infiltration of slab-derived fluids during flat subduction, which was progressive exposed to asthenospheric mantle as the slab retreated. Lower crustal heating and melting would be a transient process in a given area, and it propagated toward the present volcanic front as rollback advanced.

SE17-10

GUERRERO, MEXICO ASEISMIC SLOW SLIP EVENTS AND DECOUPLED FOREARC SLIVER MOTION ALONG THE CHACALAPA FAULT

Kostoglodov Vladimir¹, Husker Allen¹, Cotte Nathalie² y Walpersdorf Andrea²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²ISTerre Université de Grenoble 1, CNRS Grenoble, France

vladl@servidor.unam.mx

Large, equivalent magnitude Mw~7.5, aseismic slow slip events (SSE) occur every 3-4 years in the Guerrero segment of the subduction zone of Mexico. Each trenchward transient slip of 10-20 cm on the plate interface produce more than 6 cm total surface displacement during 10-12 months of slip duration. As a result the SSEs significantly perturb the long-term interseismic deformation tendency. Continuous GPS position time series measured during the last 15 years in Guerrero provide a sufficiently long observation period to reliably estimate secular components of the interseismic displacement velocities, Vis, in the forearc area. Oblique convergence of the Cocos plate across the Middle America trench (MAT) in Guerrero should produce a consistent, inland decreasing trench-parallel component (Vtp) of Vis in the case that the North America plate were rigid. Nonetheless, GPS data show that trench-parallel component, Vtp, abruptly drops by 4-5 mm across the Chacalapa fault (CF), which separates the Xolapa allochthonous terrane from the main forearc inland. If the Xolapa terrane is a forearc sliver (XS) then according to McCaffrey's [1992] model, the trench-parallel sinistral motion of the XS should be approximately 4-5 mm/yr along the CF, and the slip vectors of subduction thrust earthquakes orient at 4-5 deg clockwise to the trench-normal vector (Tn). Analysis of slip directions obtained from the catalog of focal mechanisms [Pacheco and Singh, 2010] for such seismic events shows that the mean weighted slip direction with respect to Tn is about of 3 deg, which is smaller but close to the modeled estimate. Apparently the trench-parallel transition of the XS along the strike-slip Chacalapa fault accommodates oblique component of the convergence between the Cocos-NA plates. Seismologic records of strike-slip crustal earthquakes on

the CF should provide additional evidence for the XS existence. Surprisingly the seismic activity at the fault area is extremely low, and there are no significant seismic events close to the fault with M > 4 in the catalog of the Servicio Sismológico Nacional (SSN). Large historical earthquakes on the CF are also unknown. GPS stations distribution across the CF is not sufficiently dense to determine a degree of coupling of the fault. Based only on the current data and observations, the Xolapa sliver is probably seismically decoupled from the main forearc area and accommodates most of the oblique component of the convergence velocity.

SE17-11

SLAB GEOMETRY UNDER OAXACA AND ITS RELATIONSHIP WITH THE EASTERN TRANS-MEXICAN VOLCANIC BELT

Pérez-Campos Xyoli¹, Clayton Robert W.², Brudzinski

Michael R.³, Cabral Enrique¹ y Arciniega Alejandra¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Seismological Laboratory, California Institute of Technology, USA

³Department of Geology and Environmental Earth Science, Miami University, USA

xyoli@geofisica.unam.mx

Subduction of the Cocos Plate beneath North America has a variable and complex behavior that is imprinted on the Trans-Mexican Volcanic Belt (TMVB) geometry and geochemistry. The eastern edge of the TMVB is characterized by the interruption of arc volcanism and a NS alignment of stratovolcanoes. It has been assumed that the slab goes from a flat subduction under central Mexico to a constant ~26° subduction under the Isthmus of Tehuantepec in a smooth transition. A first glimpse of the slab geometry under Oaxaca, from a sparse station distribution, shows the slab continues to be flat at least until Tehuacán, Puebla, where the slab suddenly changes to a ~55° dip to the northeast. This occurs at a distance of ~75 km from the Pico de Orizaba volcano, which is a similar distance as the active Popocatepetl volcano from the place where the slab dives into the mantle along the Meso-American Subduction Experiment line. East of this region, receiver function images show an abrupt change in the geometry of the slab, suggesting of the presence of a possible tear. We further identify the interaction of the slab with the 410 discontinuity, which verifies the shallower geometry.

SE17-12

HE ISOTOPES AND GEODYNAMICS OF THE MEXICAN PACIFIC MARGIN

Taran Yuri¹, Moran Zenteno Dante², Inguaggiato Salvatore³ y Varley Nicholas⁴

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM

³Istituto Nazionale de Geofisica e Vulcanologia, Palermo, Italia

⁴Universidad de Colima

taran@geofisica.unam.mx

Two oceanic plates are subducting beneath the continental North America Plate along the Mexican Pacific coast: Cocos Plate south of Colima graben (~19°N) and a young Rivera Plate to the north of Colima graben. The trench is situated ~ 60 km from the shore line which is close compared to other continental margins. Chemical and isotopic composition of helium, carbon and nitrogen in deep geothermal wells, bubbling and dissolved gases were determined for volcanic fumaroles, high-temperature drilled and non-drilled geothermal fields of the Trans-Mexican Volcanic Belt (TMVB), and more than 40 groups of thermal springs between 16°N and 21°N, in a ~30 km-wide zone along the Pacific coast and in a large forearc zone between the coast and TMVB. Several cross-sections of the 3He/4He values from the coastal line to TMVB mark the main tectonic and geological features of the Mexican subduction zone. Highest 3He/4He were measured in hot fluids from Los Humeros and Los Azufres fields and in cold springs of Acoculco caldera. The observed 3He/4He ratios in the coastal springs were 0.16Ra to 4.5Ra (where Ra=1.4x10⁻⁶, the air ratio) indicating that some springs discharge gas with a high contribution of mantle helium while the others contain helium of the crustal origin. High 3He/4He ratios were measured in springs located close to Colima graben, the apparent surface border between Rivera and Cocos plates and also within the Puerto-Vallarta (Rio Ameca) graben at the northernmost part of the coastal forearc zone. The permeability of these areas to the mantle He is interpreted as a margin effect at the northern part of the subduction zone and as a "slab window" in the vicinity and to the south of Colima graben; a discontinuity between subducting plates.

The geographic distribution of 3He/4He ratios were used for the first-order estimation of distribution of the heat flow within the coastal area. We suggest that for the thermal modeling of the forearc heat flow, the heterogeneity of the heat sources (slab margins and slab discontinuities) should be taken into account. The 3He/4He distribution can help to constrain the geometry of zones permeable for the mantle heat and volatiles.

SE17-13 CARTEL

PORCIONES DE MANTO HIDRATADO POR TRANSFERENCIA DE FLUIDOS O FUNDIDOS DERIVADOS DE DIAPIROS PROVENIENTES DE LA PLACA: RIFT TEPIC-ZACOALCO, OCCIDENTE DE LA FAJA VOLCÁNICA TRANSMEXICANA

Díaz Bravo Beatriz Adriana y Gómez Tuená Arturo

Centro de Geociencias, UNAM

bdiaz@geociencias.unam.mx

Las evidencias geoquímicas de la variedad magmática del occidente de la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM) muestran composiciones contrastantes gobernadas por las condiciones térmicas, contenidos de agua y elementos reciclados asociados a la naturaleza de los fluidos o fundidos derivados de la subducción. Con la finalidad de comprender la influencia de estos parámetros en la génesis de las series magmáticas del occidente de la FVTM, hemos empleado el uso del termómetro de H₂O/Ce a datos de contenidos de agua estimados por el higrometro de plagioclasa-líquido utilizando las composiciones de plagioclasas publicadas. Los rangos obtenidos en temperatura varían de 806 a 1208 °C y los rangos en contenido de agua de 7.5 a 0.5% en peso. Los resultados indican que las temperaturas estimadas en los estratovolcanes San Juan, Ceboruco y Tequila ubicados en el rift Tepic-Zacoalco, cuya localización por encima de la placa en subducción es aproximadamente de 300 km, se encuentran por debajo de los 870 °C. Estas temperaturas son inconsistentes con la estructura térmica en el trasarco (950 °C e.j. modelos numéricos; ~1300 °C H₂O/Ce corregido por presión). Sin embargo, en conjunto con la evidencia petrológica y geoquímica esto parece ser consistente con un ascenso de materiales corticales hidratados desprendidos de la placa en subducción en forma de diapiros, los cuales, son incorporados en la cuña del manto caliente donde gradualmente incrementan su temperatura por difusión hasta inducirse su fusión parcial debido a la baja temperatura de solidus de algunos de sus componentes. Por otra parte, en las estimaciones de los contenidos de agua (1.3-3.5% en peso) y temperaturas (1079-1304 °C) obtenidas con el higrometro de plagioclasa-líquido y el termómetro de olivino-líquido respectivamente, a partir de las composiciones medidas en cristales de plagioclasas y olivinos realizadas en este estudio por el método de Ablación Láser acoplado a un cuadrupolo (LA-ICPMS); se observa que los basaltos alcalinos con señales débiles de la subducción reflejan en sus características químicas una influencia de fluidos o fundidos derivados de las porciones hidratadas inyectadas por los diapiros en la cuña del manto. Así mismo, los basaltos alcalinos sin señal de la subducción, con bajos contenidos de agua (1.3% en peso) y altas temperaturas (1304 °C), soportan la idea de la formación de porciones de manto hidratado por mecanismos de diapiros focalizados que permean la cuña del manto selectivamente y en función probablemente a su cercanía con las placas tectónicas limítantes.

SE17-14 CARTEL

CARACTERIZACIÓN PETROGRÁFICA Y GEOQUÍMICA DEL MAGMATISMO SILÍCICO DE LA CUENCA DE SERDÁN-ORIENTAL

Landa Piedra Lizbeth¹, Mori Laura², Gómez Tuená Arturo³ y Ortega Gutiérrez Fernando²¹Licenciatura en Geología, UAG²Instituto de Geología, UNAM³Centro de Geociencias, UNAM

liz_lp1105@hotmail.com

La actividad ígnea cuaternaria en la Cuenca de Serdán-Oriental (CSO), en el extremo oriental del arco mexicano, ha producido algunas estructuras volcánicas de composición silícica, emplazadas en asociación bimodal con el magmatismo máfico-intermedio dominante. Dichas estructuras están distribuidas en el sector centro-septentrional de la CSO con burdo alineamiento N-S, y están representadas de norte a sur por los domos volcánicos del Cerro Las Águilas, Cerro Pizarro, Cerro Pinto, Las Derrumbadas; y por el Volcán Jalapasquillo, un pequeño cráter de explosión ubicado inmediatamente al sur de Las Derrumbadas.

Los productos de los aparatos silícicos son vitrófidos o micropórfidos riolíticos con características petrográficas similares: todos presentan una matriz afanítica, a menudo con foliación magmática, conformada por microlitos de sanidino y plagioclasa probablemente intercrecidos con cuarzo, y titanomagnetita; en los vitrófidos, el vidrio predomina sobre las otras fases de la matriz. Las rocas presentan índices de porfiricidad #7%, con fenocristales de sanidino, cuarzo, escasa plagioclasa, y dos generaciones de biotita, una de color rojo oscuro y una verde olivo, en placas extremadamente finas; en ocasiones, los fenocristales de sanidino, cuarzo y biotita forman agregados glomeroporfídicos, definidos por grupos de hasta 10 cristales. Las relaciones texturales indican el siguiente orden de cristalización: biotita rojo oscuro; cuarzo-sanidino-biotita verde olivo; matriz.

Las rocas silícicas de la CSO se clasifican como riolitas calcalcalinas de alto K; todas son peraluminosas, como indican los valores de ASI=1.1-1.2, y la presencia de corindón normativo (1.2-2%). Por otra parte, los datos de elementos traza revelan contrastes interesantes entre los diferentes edificios volcánicos. Las rocas del Cerro Pinto exhiben un marcado empobrecimiento

en Ba, Sr (6-13 ppm) y Ti, y patrones de REE extremadamente planos (La/Yb=2), con anomalías negativas prominentes de Eu (Eu/Eu*=0.1). Dichas anomalías están prácticamente ausentes, o muy débiles (Sr=89-266 ppm; Eu/Eu*=0.7-0.9), en las riolitas de Las Derrumbadas y del Volcán Jalapasquillo, cuya característica más sobresaliente es el fraccionamiento extremo de REE (La/Yb=72-280; La/Sm=7; Gd/Yb=8-26), acompañado por un empobrecimiento notable de Y (5-7 ppm) y HREE. Los productos del Cerro Las Águilas y Pizarro muestran características geoquímicas similares a los de Las Derrumbadas, como concentraciones relativamente altas de Sr (74-127 ppm), débiles anomalías negativas de Eu (Eu/Eu*=0.8), y patrones fraccionados de LREE (La/Sm=5); sin embargo, en analogía con el Cerro Pinto, presentan patrones planos de HREE (Gd/Yb=2), con concentraciones absolutas de Y y HREE no tan empobrecidas (Y=16-19 ppm).

Si los magmas silícicos derivaran de un proceso de fusión cortical, las variaciones composicionales documentadas entre los domos de la CSO indicarían que la anatexis afectó litologías diferentes, ubicadas en distintos niveles del basamento. Por un lado, las características geoquímicas de Las Derrumbadas y del Volcán Jalapasquillo parecen consistentes con la fusión de una corteza inferior metasedimentaria granulitizada, con abundante granate y menor plagioclasa como fases residuales. Por otra parte, los patrones planos de REE observados en los domos Cerro Pinto, Pizarro, y Las Águilas sugieren una derivación a partir de una fuente relativamente somera, con proporciones variables de feldespato en la paragenesis residual.

Financiamiento: proyecto PAPIIT-UNAM IB100912-2.

SE17-15 CARTEL

EL MAGMATISMO MÁFICO-INTERMEDIO DE LA CUENCA DE SERDÁN-ORIENTAL

Pale Berrueros Héctor¹, Mori Laura² y Gómez Tuená Arturo³¹Facultad de Ingeniería, UNAM²Instituto de Geología, UNAM³Centro de Geociencias, UNAM

hectorpale@gmail.com

Se presenta un estudio petrográfico y geoquímico del magmatismo máfico-intermedio de edad cuaternaria emplazado en la Cuenca de Serdán-Oriental (CSO), en el sector oriental del arco mexicano. En esta región, numerosos conos volcánicos, maares y mesetas lávicas están ubicados a >360 km de distancia desde la trinchera, sobre un basamento continental muy grueso bajo el cual la placa oceánica yace a >120 km de profundidad.

Los conos volcánicos y flujos de lava emplazados a lo largo de la CSO presentan texturas porfídicas con fenocristales de olivino ±clinopiroxeno ±plagioclasa. Las rocas colectadas en los cráteres de explosión del sector central de la CSO, así como los flujos de lava y malpais emplazados hacia el sector meridional (i.e. hacia el frente volcánico), incluyen también asociaciones de fenocristales de olivino, ortopiroxeno y plagioclasa; olivino, dos piroxenos y plagioclasa; dos piroxenos, plagioclasa ±anfíbol; plagioclasa y anfíbol. A pesar de las diferencias en la paragénesis de fenocristales, los productos de la CSO presentan características petrográficas comunes: los fenocristales máficos tienden a formar agregados glomeroporfídicos con o sin plagioclasa; los fenocristales de plagioclasa muestran evidencias de desequilibrio o deformación mecánica; la matriz contiene a menudo agregados de clinopiroxeno; olivino y clinopiroxeno; o plagioclasa, con evidencias de deformación mecánica.

Los datos geoquímicos revelan la existencia de diferentes variedades máficas en el área de estudio, y permiten observar una relación entre la diversidad geoquímica del magmatismo y su distribución geográfica. Los productos emplazados hacia el frente varían en composición desde basalto a andesita calcalcalina, y muestran patrones típicos de magmas de arco (Ba/Nb=61-133, promedio=90; La/Yb=6-14; Gd/Yb=2-3). En la porción meridional de la cuenca se ha emplazado también una suite de alto K, que presenta un mayor enriquecimiento de LILE a contenidos similares de HFSE, y relaciones de REE más altas (Ba/Nb=152-169; La/Yb=24-43; Gd/Yb=4-6). Los productos emplazados hacia los sectores central y septentrional de la CSO presentan una variación composicional análoga desde basalto hasta andesita, aunque por lo general presentan concentraciones mayores de TiO₂ y Na₂O, y contenidos más altos de HFSE a valores similares de LILE (Ba/Nb=20-125, promedio=53), respecto a las rocas del sector sur.

El patrón de distribución magmática reconocido en la CSO es consistente con diferentes grados de fusión parcial del manto, en relación con contribuciones variables de la placa oceánica. En particular, la disminución de las relaciones Ba/Nb y Zr/Nb en los productos emplazados desde el frente hacia el tras-arco refleja una disminución gradual en el aporte de fluidos al manto, y por lo tanto menores grados de fusión parcial de las peridotitas, conforme la placa de Cocos subduce a mayor profundidad. Por otra parte, la coexistencia de rocas calcalcalinas y de alto K en el frente sugiere el involucramiento de componentes de la subducción distintos: fluidos acuosos enriquecidos en LILE pudieron haber contribuido a la generación de los típicos magmas calcalcalinos; mientras que fundidos parciales de los materiales subducidos podrían explicar el mayor enriquecimiento en elementos incompatibles y el mayor fraccionamiento de REE de las rocas potásicas.

Financiamiento: proyecto PAPIIT-UNAM IB100912-2.

SE17-16 CARTEL

ESTUDIO DE INTERFEROMETRÍA SÍSMICA EN EL VOLCÁN POPOCATÉPETL. VARIACIONES EN LA VELOCIDAD DEL MEDIO DEBIDO A PROCESO ERUPTIVOS DEL AÑO 2012.

Cárdenas Soto Martín¹ y Reyes Pimentel Thalía Alfonsina²

¹*Facultad de Ingeniería, UNAM*

²*Centro Nacional de Prevención de Desastres*

martinc@unam.mx

Presentamos resultados preliminares del análisis de las correlaciones cruzadas de registro continuo (marzo-julio) del movimiento en cuatro estaciones triaxiales de banda ancha (la apertura máxima es de 12 km). El objetivo es explorar si el método de interferometría sísmica provee información sobre el estado de esfuerzos previos a etapas eruptivas. Obtuvimos crosscorrelogramas para cada componente del movimiento (Z,R,T) para cada día por apilar ventanas de tiempo de 40 s. Observamos que existen días consecutivos que no es posible obtener correlación entre pares de estaciones; probablemente causados por problemas instrumentales o variaciones en el tiempo absoluto. Entre las estaciones más cercanas, 4 km en promedio, obtenemos correlaciones consistentes y cuyos correlogramas no aparecen para días de mayor intensidad volcánica. La similitud entre los correlogramas Z y R indican una adecuada extracción de ondas de Rayleigh, mientras que en la componente T tenemos la onda de Love. En distancias más largas el periodo de registro aún no permite extraer las propiedades de dispersión, sin embargo, la pérdida de correlación prevalece para aquellos días de mayor actividad.

SE17-17 CARTEL

DEFORMACIÓN DE LA CORTEZA TERRESTRE OBSERVADA CON ESTACIONES GPS PERMANENTES EN LA DELEGACIÓN IZTACALCO Y PARTE NORTE DE LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA

Sánchez Zamora Osvaldo¹ y DeMets Charles²

¹*Instituto de Geofísica, UNAM*

²*University of Wisconsin-Madison*

osanchez@geofisica.unam.mx

Durante los últimos 6 años hemos ampliado la red de sitios de observación con GPS de alta precisión, que hemos utilizado para monitorear el hundimiento en la Ciudad de México. Estos nuevos sitios se empezaron a instalar a partir de 2006, dos en la parte norte de la Delegación Iztapalapa y tres en la Delegación Iztacalco. Los nuevos sitios son permanentes y con monitoreo continuo.

Los resultados que hemos obtenido, indican que las velocidades de hundimiento son prácticamente constantes durante los periodos observados, con valores que van de 12 a 15 cm por año en la zona que nos ocupa.

Los desplazamientos horizontales en cambio muestran variaciones locales, así como variaciones con el tiempo, que en general son de unos cuantos milímetros.

Mostramos los probables sitios en donde se instalarán 4 sitios más para seguir ampliando la red de monitoreo en el Valle de México.

Sesión Especial

MINERALOGÍA AVANZADA EN MÉXICO: RESULTADOS E INVESTIGACIONES FUTURAS

Organizadores:

Ostrooumov Mikhail
Marius Ramírez Cardona
Alfredo Victoria Morales

SE18-1

ADVANCED MINERALOGY IN MEXICO: RESULTS AND FUTURE RESEARCH

Ostrooumov Mikhail

Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMICH

ostroum@umich.mx

In the last few years, European specialists have implemented an approach that may be called Advanced Mineralogy. In the Latin American continent, few researchers know about these types of investigations despite the high number of mineralogical problems. Ten years ago, the fundamental task for Mexican mineralogists was rise to an agreed level of development of Advanced Mineralogy as occur in other countries.

During the last decade, the Mexican mineralogists have worked to improve the situation in Mexican mineralogical science. The aim of this paper is to report the results of the recent investigations in Mexico from different areas of Advanced Mineralogy: physics and crystal chemical features of minerals, environmental mineralogy, and applied mineralogy to the prospecting of mineral deposits.

The author emphasizes the importance of the creation of the Mexican mineral catalogue with its base in the modern crystal chemical classification that signifies the first scientific and systematic inventory of mineralogy of the country. The organization and realization of the systematic mineralogical research of the Mexican subsoil has great importance in the creation of the scientific bases of metallogeny and the mineralogical prospecting of new mineral deposits. Mineralogists must develop new areas of Advanced Mineralogy in Mexico to continue to study the different mineral formations: the mineral genesis in volcanoes, oceanic bottom, historical monuments, and mining wastes.

Finally, researchers in Mexican mineralogy need to diversify their use of new analytical techniques. The contemporary arsenal of analytical methods permits to analyze minerals together without influencing or modifying original properties; therefore, complete and necessary information is obtained as a result which can be used towards the successful solution of pending or future mineralogical problems in Mexico.

SE18-2

DIFRACTOMETRÍA IN SITU APLICADA AL ESTUDIO DE MICRODEFORMACIONES EN CUARZOS AFECTADOS POR IMPACTO METEORÍTICORamírez Mendoza Dafne S.¹, Ramírez Màrius², FloresCastro Kinardo² y Hernández Landaverde Martín A.³¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM²Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UAEH³Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados, IPN, Unidad Querétaro
dafne_mightydoll@hotmail.com

Este trabajo presenta los resultados preliminares de un análisis de microdeformaciones y cambios paramétricos de celda cristalina en granos de cuarzo afectados por impacto meteorítico. Las ondas de choque inducidas por un impacto meteorítico actúan como agente externo de esfuerzos y provocan deformaciones a nivel de celda cristalina. Las deformaciones más conocidas en este tipo de interacciones son las llamadas PDF's (Planar Deformation Features, asociadas al comportamiento dúctil de la fase mineral) o macrodeformaciones, y son observables con microscopía óptica de transmisión; su existencia resulta en un incremento del volumen de la celda unidad. El comportamiento frágil se puede entender según un modelo anisotrópico en la celda cristalina y se estudia según el plano cristalino específico. Es decir, la resistencia de una fase a las ondas de choque depende directamente de la estructura de la misma y, por lo tanto, de la densidad electrónica de cada uno de los planos cristalinos (planos de interacción débil o fuerte). La afectación de uno o varios planos cristalinos (modelo de dislocaciones) específicos depende del rango de presiones "pico" característico del evento de impacto. Asumiendo que las ondas de choque afectan a los granos minerales de manera unidireccional, es comprensible entonces que afectaran de diferente manera a planos cristalinos diferentes. Esta evaluación es válida siempre y cuando se tenga en cuenta la orientación preferencial de los granos de cuarzo en la muestra estudiada.

El estudio de los "microstrains" (microdeformaciones) se lleva a cabo a partir de la modelización del ancho de pico (FWHM) de los difractogramas de rayos-X estudiados. Una de las componentes convolucionadas en el valor de FWHM se asocia a las microdeformaciones que son cuantificadas como la varianza y/o covarianza del valor de los parámetros cristalinos ($a=b$ y c , en el caso del cuarzo) para un (hkl) determinado. El efecto directo de esta varianza o correlación de parámetros es el ensanchamiento de la reflexión (hkl). El ajuste del perfil difractométrico a los valores del modelo de forma, FWHM y estructura de la fase se lleva a cabo mediante el método de Rietveld. Además, se sigue el mismo procedimiento para muestras estandarizadas de cuarzo de roca sin afectaciones por esfuerzos (cuarzos diamante o Herkimer), con el objetivo de llevar a cabo

una comparación y evaluar la significancia de la deformación en los cuarzos de la muestra afectada por impacto.

La muestra objeto de estudio procede del cráter de Carancas (Puno, SE de Perú) que, además del cuarzo alfa, está formada por hematita, plagioclasas y una pequeña fracción arcillosa.

SE18-3

AVANCES RECIENTES DE LA ESPECTROSCOPÍA RAMAN EN MINERALOGÍA AVANZADA

Ostrooumov Mikhail

Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMICH

ostroum@umich.mx

Durante la última década la espectroscopía Raman (ER) se ha convertido en una técnica analítica importante en diversas áreas de la ciencia moderna y, en particular, en Mineralogía Avanzada. La ER ha conseguido actualmente un lugar relevante entre las técnicas no destructivas para el estudio sofisticado de los minerales (sobre todo en sus aspectos cristalinoquímicos, geoquímicos y petrológicos), así como también de las gemas (Gemología), objetos arqueológicos y de patrimonio cultural (Arqueometría). Durante los últimos años la ER se usa ampliamente en diversas ciencias planetarias: astrobiología, estudio de meteoritos y análogos terrestres de Marte. Las ventajas fundamentales de esta técnica en relación con los métodos tradicionales (EPMA, MEB-EDS, etc.) son su carácter no destructivo y su alta resolución lateral espacial (cercana a 1 mm) lo que la sitúa como una poderosa herramienta para el análisis de diversos materiales y objetos en Ciencias de la Tierra. En bibliografía, existen muchos ejemplos concretos de la aplicación de la ER en el estudio y la caracterización de diferentes compuestos naturales que están investigando en Mineralogía Avanzada. Dichos ejemplos incluyen, en particular, lo siguiente: identificación de minerales y sus variedades, análisis de fases minerales (por ejemplo, identificación de los compuestos en soluciones sólidas), caracterización espectroscópica de nuevas especies minerales, investigaciones cristalinoquímicas (fenómeno de orden desorden estructural e isomorfismo), estudio de los microcristales hasta 100 Å, origen del color de minerales, estudio de polimorfismo, politipos, transformaciones de fases, estudio de inclusiones (sólidas, líquidas y gaseosas), imágenes y mapeo Raman (distribución espacial) de las muestras heterogéneas, caracterización de defectos y estructura interna de minerales, estudio de minerales en las condiciones de altas y ultra-altas temperaturas y presiones (geobarometría), cálculo de las constantes termodinámicas de los minerales, estudios de contaminación de aguas y suelos (detección de complejos metálicos, ácidos, hidrocarburos). En el presente estudio la ER se aplicó a la caracterización mineralógica de las sustancias naturales de sílice natural que se caracterizan por las estructuras desordenadas: ópalo, obsidianas, impactitas, tectitas y vidrios naturales. En particular, la coexistencia de dos formas cristalinas de SiO₂ (coesita y el cuarzo desordenado) en las impactitas de Chicxulub ha sido comprobado por sus Raman espectros. El cambio de la frecuencia, ensanchamiento de líneas, así como también la desaparición de algunas líneas de baja frecuencia dependen fuertemente del grado de orden estructural. Midiendo la media anchura de la banda principal Raman de Si-O cerca de 464 cm⁻¹, se puede estimar el grado de desorden de la red incluso para el cuarzo altamente desordenado. Las muestras estudiadas en el laboratorio por el choque de alta presión muestran los espectros Raman muy similares a los mismos obtenidos en este estudio de las rocas de Chicxulub. Por eso, aparece una evidencia bien definida que las rocas del cráter Chicxulub han experimentado un metamorfismo del choque. Por lo tanto, la ER es un método microanalítico de gran alcance para investigar el proceso del desorden estructural en los minerales y, en particular, en los compuestos de sílice natural.

SE18-4

MODIFICACIONES GEOMÉTRICAS EN EXPERIMENTOS DIFRACTOMÉTRICOS APLICADOS AL ESTUDIO DE SUPERFICIES MINERALESRamírez Màrius¹, Ortiz Hernández Enrique¹, HernándezLandaverde Martín A.² y Luna Bárcenas Gabriel²¹Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, UAEH²Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados, IPN, Unidad Querétaro
mariusr@uah.edu.mx

El uso de un haz de rayos-X paralelo y un ángulo de incidencia fijo (configuración asimétrica) se pueden entender como modificaciones a la tradicional geometría de Bragg-Brentano para experimentos de difracción con muestra policristalina. Estas modificaciones confieren al experimento ciertas ventajas muy útiles para el estudio in situ de superficies minerales en diferentes sustratos también de naturaleza mineral: aumento de las intensidades difractadas, corrección automática de los desplazamientos de pico por descentrado de la muestra, viabilidad para el estudio de muestras rugosas y elegibilidad de distancias de penetración según el ángulo de incidencia seleccionado.

Este trabajo presenta los resultados de la caracterización de dos sistemas mineralógicos diferentes aplicando las modificaciones mencionadas. Por un lado, se caracteriza el compuesto interlaminaado formado por hidróxidos de Fe 3+ y oxalatos de Ca en un sustrato de yeso proveniente de un mural maya. Igualmente, se determina la estructura cristalina de cristales milimétricos de granate (sistema andradita-schorlomita-grosularia) intercrecidos en una matriz de roca volcánica de composición intermedia y ácida.

SE18-5

MINERALOGICAL STUDY OF ZEOLITE FROM CUITZEO AREA, MICHOACAN, MEXICO

Ostrooumov Mikhail¹, Cappelletti Piergiulio² y DeGennaro Roberto²

¹Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMICH

²Dipartimento di Scienze della Terra, Università Federico II, Naples, Italy
ostroum@umich.mx

The zeolitic minerals have been observed in volcanic sequences of recent geologic age (Pliocene–Miocene) that have been located around the Laguna de Cuitzeo and near Morelia (Capital of the State of Michoacan, Mexico). The zeolites of the Cuitzeo area were studied by scanning electron microscopy (SEM), X-ray powder diffraction (XRPD), X-ray fluorescence (XRF), FTIR and Raman spectroscopy in combination with thermoanalytical methods (thermogravimetric analysis - TG/DTG - and differential thermal analysis - DTA). The main mineral constituent is an intermediate type of the isomorphous series heulandite-clinoptilolite end members. Trace of feldspars, biotite, and smectite (and an amorphous fraction) were also detected. Chemical composition (Ca1.44-2.00 K1.44-0.74 Na0.05-0.53 Mg0.67-0.92 Fe0.02-0.10)[Si29.04-29.85 Al6.31-7.04O72] 13.5 H2O and some chemical features ($\bar{A}=0.96-1.08$), (Si/Al ratio 4.47; Al+Fe3+ of 6.36 to 7.13) with 2.38 (Mg+Ca)>1.43 (Na+K) correspond to the intermediate member of the clinoptilolite–heulandite isomorphous series. The dehydration rate of the Cuitzeo zeolites, especially in the range from 150 to 400 °C, as well as spectroscopic features (FTIR and Raman), external cation exchange capacity (135 meq kg⁻¹) and porosimetric data are also characteristic for this intermediate clinoptilolite-heulandite member. The value of the BET specific surface area (20.3 m²/g) is about 1.5 times higher than that relative to clinoptilolite-rich tuff powders of different geographic origin and previously characterized. Cuitzeo zeolite deposit is of a great economic interest, considering that it is the unique and richest among the zeolite formations in Southwestern Mexico with zeolite content higher than 70 wt.%. This value is relatively high: most of the exploited zeolitic tuffs from the Oaxaca State (the most studied and well known deposits of natural zeolites in the south of Mexico) have been estimated to contain less than 60 wt.% zeolite minerals. Based on the above properties the zeolite from Cuitzeo area could be a very effective tool for technological application (such as agricultural use, decontamination of water and soils, cement industry, etc.), particularly due so far of the complete absence of zeolitic deposits in the central region of Mexico.

SE18-6

REEMPLAZAMIENTO DE CALCITA POR FLUORITA EN BIVALVOS FÓSILES

Blanco Piñón Alberto¹, Ramírez Màrius¹, Hernández Landaverde Martín A.² y Luna Bárcenas Gabriel²

¹Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, UAEH

²Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados, IPN, Unidad Querétaro
geo-bacter@hotmail.com

La cuantificación de fluorita en inoceramidos asociados a depósitos de fluorita del estado de Coahuila se llevó a cabo mediante el método Rietveld para difractogramas obtenidos con ángulos de incidencia fijo (GIXD, "Glancing X-Ray Diffraction"). Los experimentos se realizaron en un equipo de laboratorio Rigaku UltimaIV (30 kV, 40 mA) con un aditamento para lograr un haz de rayos-X paralelo y un área iluminada de aproximadamente 1 cm², una velocidad de paso relativamente rápida (4°/min) y un paso de 0.02°. El ángulo de incidencia adecuado a los requerimientos de difracción en superficie de las conchas fósiles fue de 2°. Estas condiciones geométricas respondían al objetivo de obtener un máximo de las intensidades difractadas correspondientes a las capas superficiales recristalizadas de fluorita, evitando siempre que fuera posible la interferencia del sustrato polifásico. Las áreas de exposición de rayos-X pertenecían a diferentes partes de las conchas recristalizadas. El alto grado de preservación de la microestructura fósil facilitó la elección de las áreas objeto de estudio. Además, también se estudiaron áreas no correspondientes a las conchas: moldes externos y niveles margosos. La comparación entre ambos tipos de muestras sirvió para establecer las diferencias estructurales entre la fluorita que se encuentra reemplazando a la calcita de los fósiles y aquella propiamente perteneciente a los depósitos masivos de fluorita asociados a diques o cuerpos lenticulares presentes entre estratos calcáreos (Fm. Boquillas, Cretácico Superior). La obtención de algunas muestras monominerales de fluorita sirvieron como referencia para refinar estructuralmente el cristal de fluorita, partiendo de datos estructurales (a presión normal se considera un

modelo estructural de referencia ampliamente conocido con grupo espacial Fm3m) de la American Mineralogist Crystal Structure Database. Los resultados por EDS complementaron el estudio estructural.

Este estudio conllevó el establecimiento de un modelo de reemplazamiento compatible con la estabilidad termodinámica basada en el equilibrio calcita-fluorita.

SE18-7

MEXICAN GEMSTONES AND GEM LOCALITIES

Ostrooumov Mikhail

Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMICH
ostroum@umich.mx

At the beginning of the third millennium, despite extensive research, scientists paradoxically still have not appropriately explored the Mexican territory from a mineralogical or especially a gemological point of view. Moreover, some gemologists have considered this country as a "sterile" territory that is characterized by insignificant production of gem materials. Unfortunately, there have been relatively few publications dedicated to the evaluation and characterization of Mexican gem deposits, while those reports that have been published are often confusing and even contradictory. Taking into account these facts, this paper proposes to provide missing elements in gemological knowledge bases by presenting a critical review of all so far known Mexican gemological minerals and their deposits. The other purpose of this paper is to show some relevant features of traditional Mexican gemstones and ornamental stones, including rare collector stones and several recent finds.

The most economically important gemstones produced in relatively large amounts today in Mexico are worldwide volcanic opals with or without play-of-color from Jalisco and Queretaro States. The crystal chemistry and spectroscopic features of these volcanic opals were investigated recently. Other traditional gems, ornamental and collector's stones such as amber, amethyst, apatite, danburite, fire agate, malachite, moonstone, obsidian, "onyx" marble, topaz, pearl and coral are exploited on a limited scale. Some gemstones discussed are very uncommon such as almandine and grossular garnets, peridot, sphene, tourmaline. A series of the traditional gemstones and ornamental stones, including rare collector stones has been found in Mexico during last years that can be proposed for the gemologic aims: bertrandite (Coahuila State, municipality of Acuña, Sierra de Aguachile), blue calcite (Coahuila State, Sierra de Corazones), creedite (Chihuahua State, Santa Eulalia mine), eudialyte (Tamaulipas State, Sierra de San Carlos, Cerro del Diente; Nuevo Leon State, Sierra de Picachos, Sombrerito), legrandite ("Aztec Sun": Durango State, municipality of Mapimi), ludlamite (Chihuahua State, municipality of Serdán Aquiles, mine San Antonio), nifontovite (San Luis Potosí State, Mine Charcas), phenakite (Durango State, municipality of Durango, Victoria de Durango), rhodochrosite (Hidalgo State, municipality of Mineral del Monte), turquoise (Zacatecas and Sonora States), rhodonite (Chihuahua State, municipality of Allende; Hidalgo State, municipalities of Mineral del Monte and Pachuca; Sonora, municipality of Huépac), green and red sphalerite (Sonora State, municipality of Cananea, Manzanil mines), stroncianite (Coahuila State, municipality of Sierra Mojada; Sierra Mojada, mine Rica Veta), topazolite and demantoide (Veracruz State, municipality of Profesor R. Ramirez, Las Vigas), variscite (Queretaro State, Pinal de Amoles mine), zircon (Oaxaca State, municipality of de la Fe and San Francisco).

Recently, amazonstone was discovered for the first time in Mexico (Chihuahua State, Municipality Coronado, Sierra de Bahues). Jadeite-bearing pebbles have been found in secondary deposits overlying Cretaceous sediments in the Vizcaino Peninsula (Baja California Sur State, Sierra San Andres), the first in the country. These finds demonstrate the importance of systematic research of the Mexican subsoil, which could lead to the discovery of other gem localities. Future research will lead to achieving complete gemological characterization of the Mexican territory along with the creation of a modern Gemological Map of Mexico.

SE18-8

ESTUDIO MICROESTRUCTURAL DE LA DESCOMPOSICIÓN DE LA JAROSITA DE RB EN MEDIO ACUOSO

Cerecedo Sáenz Eduardo¹, Salinas Rodríguez Eleazar¹, Ramírez Màrius¹, Hernández Landaverde Martín A.² y Luna Bárcenas Gabriel²

¹Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, UAEH

²Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados, IPN, Unidad Querétaro
mardenjazz@yahoo.com.mx

La evolución morfológica de las partículas de jarosita de rubidio –RbFe(SO₄)₂(OH)6– está ligada a la cantidad de amorfo de hidróxidos de Fe existentes como precipitados en el proceso de descomposición acuosa en medio alcalino. El estudio de tamaño y dislocaciones de los granos minerales de jarosita sintética se lleva a cabo partiendo del refinamiento estructural por medio del método de Rietveld (explotación de datos de difracción de rayos-X

con muestra policristalina), considerando la sustitución parcial del Rb⁺ por el grupo (H3O)⁺.

Los difractogramas se obtuvieron con una geometría de Bragg-Brentano en un equipo Rigaku Dmax-2100 utilizando radiación de Co (40 kV, 30 mA) para minimizar la fluorescencia del Fe presente en las muestras. Se analizaron un total de cuatro muestras que han sufrido diferente tiempo (entre 0 y 20 minutos) de descomposición en una solución de Na(OH). A partir de un modelo isotrópico de tamaños de cristalita se calcula el tamaño medio isotrópico y la cristalinidad del sistema jarosita - amorfo (mayoritariamente de Fe(OH)3). En el caso de las microdeformaciones o dislocaciones, se comparan los resultados entre un modelo anisotrópico y uno isotrópico.

Este estudio está direccionado a la elucidación del mecanismo de estabilización de sulfatos en medios hiperácidos de ambientes naturales y al estudio de la solubilidad de elementos metálicos en sus estructuras cristalinas.

SE18-9

ESTUDIO MACERAL APLICADO A LA IDENTIFICACIÓN DE CONDICIONES PALEOAMBIENTALES: EJEMPLO LA FORMACIÓN OLMOS EN LA SUB CUENCA CARBONÍFERA DE SABINAS, NORESTE DE MÉXICO

Salas Gutiérrez Damaris Nathaly, Camacho Ortigón Luis
Fernando y Gutiérrez Alejandro Alejandra Guadalupe
Escuela Superior de Ingeniería Lic. Adolfo López Mateos, UAdeC
damaris_nathaly@hotmail.com

La Cuenca de Sabinas ubicada en el norte del Estado de Coahuila Noreste de México, ha sido estudiada ampliamente debido a su importancia económica, esta importancia radica en la riqueza energética proveniente del carbón bituminoso de la Formación Olmos que tiene una edad del Cretácico Tardío (Robeck et al., 1956). La Cuenca de Sabinas, se encuentra dividida por ocho Sub-cuencas, la Sub-cuenca Sabinas es el área de estudio sujeto de investigación, área que motivo un estudio maceral, con el fin de definir los aspectos paleoambientales que permitieron la transformación de la materia orgánica continental en carbón.

Microscópicamente el carbón consiste de un número de constituyentes básicos conocidos como macerales, los cuales, se pueden distinguir por sus propiedades ópticas y su comportamiento ante la luz reflejada. Existen tres grandes grupos de macerales determinados por el origen y composición de la materia orgánica que los originan: Vitritina, Inertinita y Liptinita (Flotte, 1990). La proporción de los diferentes macerales presentes en el carbón tienen una gran influencia en los aspectos paleoambientales del yacimiento.

Los resultados obtenidos en el área de estudio, presentan un valor promedio de 93.5% de Vitritina, 6.13% de Inertinita y rastros de Liptinita que alcanzaron una población de 0.33%. Se observaron especies macerales tales como Collotelinita, Collodetrinita, Corpogelinita y Vitrodetrinita para el Grupo de la Vitritina; Fusinita, Semifusinita, Macrinita Funginita, Inertodetrinita para el Grupo de la Inertinita y algunos rastros de Cutinita y Resinita para el Grupo de la Liptinita. Se observaron microfracturas en las partículas de Collodetrinita en ocasiones rellenas de piritita originadas por un fluido mineralizante, así como también en algunos casos se identificaron aglomerados de piritita framboidal de origen biogénico en Collotelinitas. Se determinaron parámetros tales como Índice de Gelificación (GI), Índice de preservación de los tejidos (TPI), así como también, los Índice de Vegetación (VI) y el Índice de Aguas Subterráneas (GWI), para cada muestra, de acuerdo con la composición maceral, para determinar la densidad de vegetación y el tipo de paleoambientes para la Cuenca Carbonífera de Sabinas.

El alto contenido de vitritina indica que es propio de un ambiente de depósito de pantano boscoso y sugiere que la materia orgánica en la turbera se encontró bajo condiciones de profundidades altas pertenecientes a un pantano inundado propicio para la preservación de la materia orgánica, puesto que los altos contenidos de vitritina son producto de la frecuente saturación de agua del medio de depósito donde se formaron los carbones, lo que a su vez inhibe la oxidación de la turba (Nowak y Nowak 1999). De acuerdo con la relación del Índice de Vegetación (VI) y el Índice de Agua Subterránea (GWI), indican que dicha cuenca permaneció bajo condiciones ombrotóricas y los valores altos en el Índice de Vegetación (VI) indican un predominio de plantas boscosas. Condiciones que permitieron el origen de los yacimientos de carbón para la zona estudiada.

Estos estudios se realizaron en el Laboratorio de Petrografía de la ESI-UAdeC, con un microscopio Leica DMRX Coal, agradeciendo el apoyo del programa PIFI de la SEP.

SE18-10 CARTEL

ESTUDIO SOBRE LA PRESENCIA DE FE EN LAS ZEOLITAS DEL YACIMIENTO LA PALMA, MUNICIPIO DE DIVISADEROS, SONORA, MÉXICO

Mendoza Cordova Abraham¹, Robledo Flores Edrey¹, Vidal Solano Jesús Roberto¹, Ramírez Bon Rafael², Flores Acosta Nohemy Sugely¹, Arizpe Chávez Humberto¹, Zayas Saucedo María Elena¹ y Flores Acosta Mario¹

¹Universidad de Sonora
²CINVESTAV, Unidad Querétaro
mendozacordova@ciencias.uson.mx

Las zeolitas son un grupo de minerales que por sus características físicas y químicas tienen una amplia aplicación. Corresponden a la clase de los silicatos (tectosilicatos) y químicamente son considerados como aluminosilicatos hidratados que cuentan con metales alcalinos y alcalinotérreos como iones intercambiables. La unidad fundamental de estos minerales está constituida por átomos de Al-O-Si formando tetraedros de SiO₄ y AlO₄. La unión de los tetraedros da como resultado una estructura cristalina con cavidades interconectadas por canales de dimensiones nanométricas. La fórmula general de las zeolitas es la siguiente: M_x D_y (Al_x+2y Si_n-(x+2y)) m H₂O, donde M y D representan cationes intercambiables que pueden balancear la carga negativa de la molécula AlO₂, generalmente son elementos como el Na, K y Ca, aunque también pueden aparecer a nivel de trazas el Mg, Ba, Sr y Li.

Sin embargo, al revisar la composición química de zeolitas estudiadas en Sonora y en algunos lugares del mundo como China, Irán y Corea, aparece hierro en una proporción muy similar a la de los elementos alcalinos y alcalinotérreos (Na, K, Ca) que normalmente representan más del 1% (principalmente el Ca). Particularmente se experimentó con zeolitas del yacimiento de La Palma en Sonora, para probar que el hierro no se encuentra en esas cantidades formando parte de la estructura del mineral como catión intercambiable.

Se presentan resultados obtenidos en DRX, FRX, XPS y SEM, que nos llevan a concluir que el Fe corresponde a magnetita alojada como una impureza intersticial en la zeolita.

Sesión Especial

**SISMOS SIGNIFICATIVOS EN
MÉXICO 2011-2012/SIGNIFICANT
EARTHQUAKES IN
MEXICO 2011-2012**

Organizadores:

Vala Hjörleifsdóttir
Xyoli Pérez-Campos

SE19-1

EL SERVICIO SISMOLÓGICO NACIONAL: ACTIVIDAD SÍSMICA 2011 - 2012 EN MÉXICO

Valdés González Carlos¹, Jiménez Cruz Casiano², Espíndola Castro Víctor Hugo², Estrada Castillo Jorge A.², Pérez Santana Jesús A.², Franco Sánchez Sara I.², Cárdenas Monroy Caridad², Yi Li Tan², Cárdenas Ramírez Arturo B.², Cruz Cervantes José Luis², Navarro Estrada Fernando², Rodríguez Rasilla Iván², Hurtado Díaz Alejandro², Arreola Manzano Jonatan², Caballero Jiménez Gema V.², González López Adriana², Hernández Valdivia Leobardo² y Vidal Amaro Margarita²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²SSN

carlosv@ollin.igeofcu.unam.mx

El Servicio Sismológico Nacional (SSN), dependiente del Instituto de Geofísica de la UNAM, detectó 7,171 sismos en el Territorio Nacional, de enero de 2011 a julio de 2012. De estos, 22 tienen magnitudes mayores o iguales a 5.5, y 4 de ellos son mayores a 6.5. En promedio, esta cifra representa 13 eventos por día en México.

Durante este período, se presentaron enjambres sísmicos importantes, como los 38 sismos al SE de Cd. Juárez, Chih., en mayo de 2011; los 53 sismos ocurridos cerca de Linares, NL en julio y agosto de 2012; y los 7 sismos cercanos a Chalco en el Edo. Mex., en junio-julio de 2012. Además de estos enjambres tenemos sismos importantes como el de las Choapas Veracruz, de M=6.7, en abril del 2011; el de Zumpango del Río, Gro., de M=6.5; el más grande e importante, por sus repercusiones, de Ometepec-Pinotepa Nacional, del 20 de marzo de 2012, con magnitud de 7.4; estos tres últimos sentidos en la región centro de México; y finalmente el del 12 de abril, de M=6.8 al Noreste de Guerrero Negro, BC.

44 estaciones integran la red vertebral de banda ancha del SSN, tienen sensores de velocidad de 120 segundos, acelerómetros triaxiales, y también en 19 de ellas receptores GPS. 5 estaciones más, serán instaladas en el Estado de Oaxaca en Septiembre del presente año. La información es transmitida en tiempo real al SSN en la UNAM, principalmente vía enlaces satelitales, y otras por Internet y 2 por vía telefónica dedicada. A esta red vertebral, se le suma la Red Sísmica del Valle de México (RSVM), con 12 estaciones de banda ancha en la zona metropolitana y conurbana, y una Red que consta de una estación de banda ancha en cada una de las 16 Delegaciones Políticas de la Ciudad de México. Cuatro estaciones en el volcán Tacaná, transmiten también en tiempo real, mejorando la detección en la zona sur-este del país. Actualmente también intercambiamos información con instituciones de educación superior: Instituto de Ingeniería de la UNAM, CICESE, Universidad de Colima, CENAPRED, UNICACH, La Universidad Veracruzana y La Universidad Autónoma de Nuevo León, iniciando así la conformación de la Red Sísmica Mexicana.

La información de las estaciones sismológicas, es recibida por un sistema de detección Earthworm, el cual ha sido modificado para, además de realizar localizaciones en tiempos muy cortos, notificar desde la detección de un sismo por más de un cierto número de estaciones. Estas notificaciones, están siendo enviadas por diferentes medios, incluyendo teléfonos celulares, y vía Twitter. También se han adecuado sistemas automáticos de cálculo de magnitudes con diversos métodos y cálculo del tensor de momento sísmico en forma rápida y automática.

Con la infraestructura mencionada, pretendemos alcanzar el objetivo principal del SSN, de proporcionar información oportuna sobre la ocurrencia de sismos en México y determinar sus principales parámetros como son la magnitud y el epicentro, y mejorar la información necesaria para aumentar nuestra capacidad de evaluar y prevenir el riesgo sísmico y volcánico a nivel nacional.

SE19-2

GUERRERO-OAXACA, MEXICO EARTHQUAKE OF MARCH 20, 2012 (MW7.4): AN OVERVIEW

Singh Shri Krishna¹, UNAM Seismology Group², Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco³ y Seismological Laboratory⁴

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Universidad Nacional Autónoma de México

³Universidad Autónoma Metropolitana

⁴California Institute of Technology

krishna@ollin.igeofcu.unam.mx

The earthquake occurred in a region where a transition in the source characteristics seems to occur. To the east, in Oaxaca, three segments can be identified, each rupturing in earthquakes in the magnitude range 7.3 and 7.6 with a recurrence period of 30-50 years. Sources are remarkably simple. The three segments broke during one episode in 1787 (Mw=8.4). The pattern of large earthquakes to the west (in eastern Guerrero) is more complex. The magnitudes range from ~6.9 to 7.5. Recurrence is difficult to establish because of poorly known epicenters and aftershock/rupture areas of events before 1982. Some earthquakes are simple while others are complex. Analysis of local and regional

data from the 2012 earthquake is still in progress. The details will be presented by others in this session. Here we provide an overview of the emerging results:

1. The earthquake nucleated at 16.254°N and 98.530°W (depth 20km fixed) near the coast along the Guerrero-Oaxaca border and propagated downdip towards NE. NEIC location is 58km to N40°E.

2. Aftershocks define an area of ~50x50km². It partially overlaps the aftershock area of the 1982 doublet (Mw6.9, 7.0) to the west and with that of the 1968 earthquake (Mw7.3) to the east. A slow earthquake which occurred on 25/02/1996 (Mw7.1) was located offshore from the 2012 aftershock area.

3. Number of aftershocks with mb#5 occurring within 30 days of the mainshock is the largest of all large Mexican subduction events since 1965. Next is the 1996 (Mw7.1) earthquake.

4. Largest aftershock (2/04/2012, H=12km; Mw6.0) was a normal fault indicating that in situ stress in the upper plate near the coast is extensional. Similar earthquake occurred ~20km NW of Acapulco on 8/10/2001 (Mw5.8). A possible cause of extensional stress is tectonic erosion.

5. Slip mapped from inversion of teleseismic data reveals a compact source ~35x35km². Preliminary inversion of local and regional data suggests that the slip extended from near the coast to ~50km inland. Teleseismic slip area is located further inland most probably because of the shift in NEIC epicentral location.

6. Radiated seismic energies, Es, of 2012, the adjacent 1995 Copala (Mw7.3), and the slow 1996 earthquakes, computed from teleseismic P waves, are 6.2x10¹⁶J (Me 7.6; Es/M0 = 4.2x10⁻⁵), 2.0x10¹⁵J (Me7.3; Es/M0=1.5x10⁻⁵) and 2.3x10¹⁴J (Me6.7; Es/M0=4.2x10⁻⁶). Source of spectra of 2012 and 1995 earthquakes, computed from regional data, support these estimations.

7. PGAs in the epicentral zone exceeded 1 g at one station and 0.5 g at several sites. These sites, however, are probably 'soft'. At PNIG, a hard site, PGA was 0.2 g. Attenuation of PGA with distance is in agreement with predictions from previously-derived regressions.

Aftershock area roughly aligns with subducting seamounts which perhaps plays a critical role in the seismic characteristics of the region. High value of Es and large number of aftershocks may result from subduction of these seamounts. We can identify three depth domains on the plate interface: trench to ~15km where large slow earthquakes occur; 15km to ~30km where 'normal' earthquakes occurs; further downdip where deformation is accommodated by silent earthquakes.

SE19-3

INVERSIÓN CINEMÁTICA DEL SISMO DE OMETEPEC (20/03/2012, MW=7.4) UTILIZANDO DATOS LOCALES

Castro Artola Oscar, Iglesias Mendoza Arturo, Singh

Singh Shri, Hjörleifsdóttir Vala y Legrand Denis

Instituto de Geofísica, UNAM

oscar.cas.art@gmail.com

En este trabajo se presentan los resultados preliminares de la inversión cinemática del sismo de Ometepéc del 20 de marzo de 2012 (Mw=7.4) usando datos locales y regionales. Siguiendo el esquema propuesto por Cotton y Campillo (1995) se asume conocida la orientación del plano de falla y éste es dividido en celdas de igual tamaño para cada una de las cuales se calculan funciones de transferencia hasta cada estación de registro. Los sismogramas sintéticos son construidos, en el dominio de la frecuencia, como una combinación de las funciones de transferencia, el deslizamiento, el tiempo de ruptura y el tiempo de ascenso en cada subfalla.

Esta formulación es introducida en un esquema de cristalización simulada con el fin de invertir sismogramas observados a distancias locales y regionales.

Para el caso estudiado, el plano de falla fue dividido en 14 celdas de 5 x 5 km a lo largo del echado y 14 celdas de la misma dimensión a lo largo del azimut. Estas dimensiones del plano de falla permiten explorar posibles patrones complejos de ruptura.

Se utilizó un conjunto de datos acelerográficos de estaciones cercanas (< 150km) de las redes SASO (Centro de Instrumentación y Registro Sísmico, AC; Instituto de Ingeniería, UNAM e Instituto de Geofísica, UNAM). Los sismogramas fueron alineados al tiempo de origen e integrados hasta obtener desplazamientos. Las inversiones muestran nula dependencia del tiempo de ascenso mientras que los tiempos de ruptura pueden ser explicados considerando una velocidad de ruptura aproximadamente constante. La distribución de deslizamientos en el plano de falla muestra dos zonas de deslizamiento importante y relativamente alejadas del punto de nucleación. Su distribución espacial sugiere que la ruptura se propagó en dirección del echado (aproximadamente NE). Sin embargo también se encuentra una distribución compleja de pequeños parches inconexos de desplazamiento.

Por esta razón se modificó el esquema original para restringir las soluciones de la inversión a distribuciones de deslizamiento suavizadas.

Con el fin de explorar la posible no-unicidad del problema se llevaron múltiples inversiones variando los pesos de las estaciones y se encontró un patrón relativamente estable y con características generales como el mencionado anteriormente.

SE19-4

MODELOS DE DESLIZAMIENTO DE LOS SISMOS DE MARZO Y ABRIL 2012 EN OAXACA Y MICHOACÁN: INVERSIÓN RÁPIDA DE DATOS TELESÍSMICOS

Mendoza Carlos

Centro de Geociencias, UNAM

cmendoza@geociencias.unam.mx

Se aplica un procedimiento de inversión de falla finita a los eventos del 20 de Marzo y 11 de Abril 2012 en Oaxaca y Michoacán para determinar rápidamente el deslizamiento cosísmico utilizando formas de onda P de banda ancha registradas a distancias telesísmicas. La inversión sigue la metodología de Hartzell y Heaton (1983) que regulariza el sistema lineal para suavizar el deslizamiento a lo largo de la falla y minimizar el momento sísmico. El nivel de regularización en la inversión está relacionado a las amplitudes de los registros y se calcula directamente de los elementos de la matriz de coeficientes, permitiendo la recuperación del patrón de ruptura en un solo paso. Las dimensiones y orientación de la falla se definen a partir de la magnitud y el mecanismo del sismo. Se utilizan cinco ventanas de tiempo de 1seg cada una, permitiendo tiempos de dislocación de hasta 5seg sobre el plano de falla. Se invierten registros de 30seg iniciando en los tiempos de arribo de la onda P utilizados por el USGS (<http://earthquake.usgs.gov>) para localizar los eventos. Para el sismo de Marzo (Oaxaca), el área de ruptura cubre 40 x 40 km² y se extiende principalmente al noroeste del hipocentro con un deslizamiento máximo de 4m y un momento sísmico de 1.4e27 dinas-cm (Mw 7.4). Para el sismo de Abril (Michoacán), el deslizamiento es menor (1.2m máximo) y cubre un área de 15 x 15 km² con un momento sísmico de 6.4e25 dinas-cm (Mw 6.5). Las soluciones se obtienen en menos de un minuto después de recolectar los datos telesísmicos, indicando que la metodología se puede utilizar de manera rutinaria para recuperar rápidamente los patrones de deslizamiento para sismos de magnitud mayor a 6.5 en México.

SE19-5

THE SLIP HISTORY OF THE MARCH 20 2012 GUERRERO-OAXACA EARTHQUAKE ESTIMATED FROM COMBINED ANALYSIS OF TELESEISMIC AND NEAR-FIELD GROUND MOTIONS

Hjorleifsdottir Vala¹, Singh Shri Krishna¹, Iglesias Mendoza Arturo¹ y Ji Chen²¹Instituto de Geofísica, UNAM²University of California, Santa Barbara

vala@geofisica.unam.mx

The Mexican subduction zone is unusual: the width of the seismogenic zone is relatively narrow and a large portion of the co-seismic slip generally occurs below the coast, ~ 45 to 80 km from the trench. The earthquake recurrence interval is relatively short and almost the entire length of the zone has experienced a large (Mw#7.4) earthquake in the last 100 years (Singh et al., 1981).

Two earthquakes occurring on the subduction interface close to the Guerrero/Oaxaca border show contrasting behavior. Most of the slip of the 14 Sept 1995 Copala earthquake occurred on the part of plate interface directly under the coastline (Courboulx et al 1997). A few months later the updip portion of the plate interface broke in the 25 Feb 1996 earthquake (Mw7.1), which was a slow earthquake and produced anomalously low PGAs (Iglesias et al., 2003). This indicates that in this region the area close to the trench is at least partially locked, with some earthquakes breaking the down-dip portion of the interface and others rupturing the up-dip portion.

The downdip and updip patches on the plate interface, which generally rupture independently, may slip during one great earthquake. This possibility must be accounted for in the estimation of maximum-magnitude earthquake along the subduction zone.

In this study we present a model of the slip distribution of the March 20 2012 Guerrero-Oaxaca earthquake, based on teleseismic and regional ground motions, obtained using a simulated annealing wavelet domain inversion method (Ji et al 2002). The event has a similar magnitude as the 1995 Copala earthquake and the waveforms of teleseismic P-waves are similar for the two events. Preliminary results show that the slip was concentrated on the plate interface below land, to the southeast of the area of large slip in the 1995 Copala earthquake. We investigate the spatial relationship between the areas of large slip of the 2012 Guerrero-Oaxaca and 1995 Copala earthquakes with aftershock areas of the 1982 doublet (Mw6.9, 7.0) to the west, 1968 earthquake (Mw7.3) to the east, and 1996 slow earthquake (Mw7.1) updip.

SE19-6

AFTERSHOCKS OF OMETEPEC, GUERRERO-OAXACA, EARTHQUAKE OF 20 MARCH 2012, MW=7.4

Riquelme Mauricio¹, Aguirre Jorge², Arellano Mauricio¹, Bello Delia¹, Castro Oscar¹, Cruz Victor³, Espindola Victor Hugo³, Hjorleifsdottir Vala¹, Hurtado Alejandro¹, Husker Allen¹, Iglesias Arturo¹, Legrand Denis¹, Mendoza Daniel¹, Novo Ximena¹, Payero Juan¹, Quintanar Luis¹, Ramón Victor Manuel¹, Real Jorge¹, Reyes D.¹, Singh Shri¹, Solano Alinne¹, Spica Zack¹, Valdés Carlos¹, Valenzuela Raúl¹, Vera Gabriela¹, Yamamoto Jaime¹, Rodríguez Miguel² y Cuenca Julio²

¹Instituto de Geofísica, UNAM²Instituto de Ingeniería, UNAM³Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

maurorg_89@yahoo.com.mx

Following the Guerrero-Oaxaca earthquake, 6 sites in the epicentral region were occupied by seismographs and/or accelerographs. The data from this portable network, installed by UNAM (Institutos de Geofísica e Ingeniería), along with recordings from a local permanent broadband seismological station of Pinotepa Nacional (PNIG) operated by Mexican Seismological Service (SSN), were used to locate 1222 aftershocks occurring between 2 and 7 days following the mainshock. Our preliminary study shows that: (a) The aftershock area was more than 50kmx50km. This area appears to be larger than those mapped in slip inversion studies using teleseismic waves only, local and regional records alone, and using exclusively the near-source static displacement field. (b) The area defined by aftershocks reported by SSN during the same period is about the same. (c) The locations of the events reported by NEIC (USGS) during the period covered by our study show a systematic shift (of 50 +/- 10 km) to the East (latitudes being very similar). (d) Location of aftershocks 4 hours following the mainshock were located using the single station PNIG with a precision of few km (with a small shift to the NW) as confirmed a posteriori comparing the locations of aftershocks using 7 stations with respect to those using the single PNIG station estimated from azimuth and (S-P) time. This comparison is important as it helps to validate one-day aftershock area estimated from PNIG only when the portable network was not operational.

The aftershock activity following the earthquake seemed anomalously high. To check whether this was true, we have counted the number N of aftershocks of mb>=5.0 in a 30-day period following all shallow thrust event of Mw>=6.9 along the Mexican subduction zone since 1965. The result shows that the 2012 earthquake produced largest number of aftershock when N is normalized to the magnitude of the earthquake.

SE19-7

ANIMATIONS AND MODELING OF THE 2012 SLOW SLIP EVENT BENEATH SOUTHERN MEXICO AND THE ACCOMPANYING 20 MARCH 2012 MW=7.4 OMETEPEC EARTHQUAKE

Graham Shannon¹, Cabral Cano Enrique², Kostoglodov Vladimir², Cotte Nathalie³, Radiguet Mathilde⁴, Walpersdorf Andrea³, Santiago José Antonio², Brudzinski Michael⁵, McCaffrey Robert⁶ y DeMets Charles⁷

¹Geoscience, UW²Instituto de Geofísica, UNAM³ISTerre Université de Grenoble 1 - CNRS, Grenoble - France⁴LSMS / ENAC / EPFL Lausanne, SWITZERLAND⁵Department of Geology and Environmental Earth Science, Miami University, Oxford, OH, USA⁶Geology Department, Portland State University, Portland, OR, USA⁷Department of Geoscience, University of Wisconsin, Madison, WI, USA
segraham@wisc.edu

We model continuous GPS observations of a slow slip event (SSE) beneath southern Mexico, spanning late-2011 to mid-2012, to evaluate whether it had a spatial and/or temporal relationship with the 20 March 2012 Mw=7.4 subduction earthquake beneath the Oaxaca-Guerrero border. Although ~10 SSEs have been recorded beneath the southern Mexico subduction zone since the late 1990s, the 2012 SSE was the first to coincide with a large subduction thrust earthquake. Resolving the relationship between SSE and seismogenesis, if any, is critical given the vulnerability of much of southern and central Mexico, including Mexico City, to large earthquakes in the Guerrero seismic gap. Preliminary modeling of coseismic offsets measured at 22 continuous GPS sites operating during the 20 March earthquake indicates two slip patches centered at ~18 and ~25 km depth, spanning approximately 15-30 km depth along the plate interface, with an average slip of 1 m, maximum slip of 3.8 m, and seismic moment 1.46E20 N#m (Mw=7.38). An animation of the observed SSE and earthquake will be presented, as will best-fitting slip distributions and stress change calculations to test the triggering hypothesis. Time permitting, animations of previous SSEs will also be presented to highlight the differences between shallower, larger magnitude SSEs beneath Guerrero and deeper, smaller magnitude SSEs beneath Oaxaca.

SE19-8

RELATIONSHIPS BETWEEN SEISMICITY AND EPISODIC TREMOR AND SLIP ASSOCIATED WITH THE MW 7.4 MARCH 20, 2012 OMETEPEC EARTHQUAKE

Brudzinski Michael R.¹, Cabral Cano Enrique², Arciniega Ceballos Alejandra³, Ghouse Noorulann¹, Sit Stefany¹, Schlanser Kristen¹, Holtkamp Stephen¹, Colella Harmony¹, Skoumal Robert¹, Graham Shannon⁴ y DeMets Charles⁴

¹Department of Geology and Environmental Earth Science, MIAMIOH

²Departamento de Geomagnetismo y Exploración, Instituto de Geofísica, UNAM

³Departamento de Vulcanología, Instituto de Geofísica, UNAM

⁴Department of Geoscience, University of Wisconsin, Madison, WI, USA

brudzimr@muohio.edu

The Oaxacan segment of the Middle American subduction zone offers an ideal opportunity for detailed studies of the plate interface due to the unusually shallow subduction angle and ~50 km trench-to-coast distances that brings the seismogenic and transitional zones of the plate interface ~250 km inland. Moreover, the warm temperatures of young lithosphere and relatively rapid convergent rates lead to prominent megathrust seismicity with short recurrence intervals (decades). The extension of the seismogenic and transition zones of the plate interface inland in Oaxaca provides a natural laboratory for land-based geophysical instrumentation. Seven three-component broadband seismometers were installed in the summer of 2006, and two additional sites in 2008, resulting in a local network distributed over an area of ~400 km east-west and 300 km north-south with nominal ~80 km station spacing. Data from this network is particularly valuable now that a Mw 7.4 earthquake on March 20, 2012 near Ometepec has been captured within the network. The preliminary epicenter, depth (20 km), and finite fault model all place it at the down-dip edge of the band of background seismicity that is thought to outline the boundary between the seismogenic zone and the transition zone where episodic tremor and slip occur. The local seismic network that surrounds this earthquake provides an opportunity to examine the potential relationships between such a large earthquake, background seismicity, slow slip and tectonic tremor. We utilize a range of different techniques to investigate these sources including automated event detection and association for background seismicity, template matching cross-correlation for repeating earthquakes, and frequency band amplitude ratio scanning for tectonic tremor. This presentation will summarize the spatial and temporal relationships between the different slip types and implications for future large earthquakes.

SE19-9

BOOSTING OF NONVOLCANIC TREMOR BY REGIONAL EARTHQUAKES 2011-2012 IN GUERRERO, MEXICO

Real Pérez Jorge Arturo, Payero de Jesús Juan, Kostoglodov Vladimir y Husker Allen
Instituto de Geofísica, UNAM
jorge8428@gmail.com

Systematic observation of nonvolcanic tremor (NVT) in Guerrero, Mexico started in 2005 after the installation of MASE broadband seismic network. Since 2008 the new "G-GAP" network of 10 seismic mini-arrays provides the data for the NVT detailed studies together with the broadband stations of the Servicio Seismológico Nacional (SSN). Most of the NVT recorded in the central Guerrero area are of so called ambient type, which in most cases are related with the occurrence of aseismic slow slip events (SSE). While the locations of NVT are estimated relatively well, their depths are not reliable but distributed close to the subduction plate interface. The ambient NVT activity increases periodically every 3-4 months and is strongly modulated by large SSE. Another type of tremor has been observed in Guerrero during and after several large teleseismic events, such as Mw=8.8, 2010 Maule, Chile earthquake. This NVT was triggered by the surface waves when they traveled across the tremor-generating area. Large teleseismic events may also activate a noticeable post-seismic NVT activity. In subduction zones, triggering of the NVT and its post-seismic activation by the regional and local earthquakes have not yet been observed. We tried to detect the NVT triggered or boosting of post-seismic tremor activity by two recent large earthquakes that occurred in Guerrero: December 11, 2011, Mw=6.5 Zumpango, and March 20, 2012, Mw=7.4 Ometepec. The first earthquake was of the intraplate type, with normal focal mechanism, at the depth of 58 km, and the second was the shallow interplate event of the thrust type, at the depth of ~15 km. It is technically difficult to separate the NVT signal in its characteristic 1-10 Hz frequency range from the high frequency input from the regional earthquake. The Zumpango event, which is located closer to the NVT area, produced a noticeable boosting of post-seismic NVT activity to the North of its epicenter. Meanwhile the larger magnitude Ometepec earthquake apparently had no any observable influence on the NVT occurrence, furthermore some NVT activity observed before this event has not persisted after it. Further study should reveal the role of different factors on the NVT triggering and activation such as: the type of the seismic event, its magnitude, depth, and the distance from the NVT zone.

SE19-10

TIEMPOS DE RECURRENCIA DE TERREMOTOS EN LA COSTA DE OAXACA - GUERRERO (ZONA 8)

Núñez Cornú Francisco Javier
SisVOc, CUC, Vallarta, UDG
fcornu@cuc.udg.mx

Oaxaca es la región sísmica más activa de México con 72 terremotos de 1542 a 2012 ($m_b > 6.5$; $M_s > 7.0$) lo que nos da una media de un terremoto cada 6.5 años. Tres tipos de terremotos ocurren en la Región: de falla inversa de bajo ángulo asociados al proceso de subducción de la Placa de Cocos bajo la Placa de Norteamérica con una profundidad de entre 15 y 25 km; de falla normal con una profundidad entre 65 y 120 km que ocurren al norte de la Cd. de Oaxaca ($17^\circ N$); de falla normal con una profundidad entre 25 y 40 km que ocurren entre la costa y la Cd. de Oaxaca. Una zonificación sísmogénica basada en estudios sísmicos, tectónicos y de sismicidad histórica fue propuesta en 1989 (Núñez-Cornú y Ponce, 1989). Se definieron ocho zonas, dos a lo largo de costa, una para el Istmo y el resto tierra adentro. De particular interés es la Zona 8, que abarca la costa oriental de Guerrero y la costa occidental de Oaxaca. En esta zona ocurrió en 1787 el terremoto histórico de mayor magnitud de México que generó el tsunami local más grande registrado en México. De 1787 a 1928 hubo un período de quietud sísmica y a partir de 1928 y hasta 1995 ocurrieron seis terremotos ($ML > 7.0$). 1928, 1937, 1950, 1968, 1982 (doblete) y 1995, lo que la convierte en la zona sísmica más activa de México en los últimos 100 años, esta periodicidad de sismos da una media de 13.4 ± 3.2 años y sugiere al menos la existencia de 6 asperezas en la región y un posible doble frente sísmico. En 2012 ocurre un terremoto en la misma zona en un área en la que parece ser una séptima aspereza ubicada entre los dos frentes sísmicos propuestos. El modelo de tiempos de recurrencia de 13.4 años en la zona se modifica ligeramente a 13.9 ± 3.0 años.

SE19-11

DYNAMIC SOURCE INVERSION OF A M6.6 INTRASLAB EARTHQUAKE IN MEXICO: APPLICATION OF A NEW PARALLEL GENETIC ALGORITHM

Díaz Mojica John J.¹, Cruz Atienza Víctor M.¹,
Madariaga Raúl², Singh Shri K.¹ y Iglesias Arturo¹
¹Instituto de Geofísica, UNAM
²Ecole Normale Supérieure, Paris, Francia
eljonjairo@gmail.com

We introduce a novel approach for imaging the earthquakes dynamics from ground motion records based on a parallel genetic algorithm (GA). The method follows the elliptical dynamic-rupture-patch approach introduced by Di Carli et al. (2010) and has been carefully verified through different numerical tests (Díaz-Mojica et al., 2012). Apart from the five model parameters defining the patch geometry, our dynamic source description has four more parameters: the stress drop inside the nucleation and the elliptical patches; and two friction parameters, the slip weakening distance and the change of the friction coefficient. These parameters are constant within the rupture surface. The forward dynamic source problem, involved in the GA inverse method, uses a highly accurate computational solver for the problem, namely the staggered-grid split-node. The synthetic inversion presented here shows that the source model parameterization is suitable for the GA, and that short-scale source dynamic features are well resolved in spite of low-pass filtering of the data for periods comparable to the source duration. Since there is always uncertainty in the propagation medium as well as in the source location and the focal mechanisms, we have introduced a statistical approach to generate a set of solution models so that the envelope of the corresponding synthetic waveforms explains as much as possible the observed data. We applied the method to the 2012 Mw6.6 intraslab Zumpango, Mexico earthquake and determined several fundamental source parameters that are in accordance with different and completely independent estimates for Mexican and worldwide earthquakes. Our weighted-average final model satisfactorily explains eastward rupture directivity observed in the recorded data. Some parameters found for the Zumpango earthquake are: $D_t = 30.2 \pm 6.2$ MPa, $E_r = 0.68 \pm 0.36 \times 10^{15}$ J, $G = 1.74 \pm 0.44 \times 10^{15}$ J, $E_t = 0.27 \pm 0.11$, $V_r/V_s = 0.52 \pm 0.09$ and $M_w = 6.64 \pm 0.07$; for the stress drop, radiated energy, fracture energy, radiation efficiency, rupture velocity and moment magnitude, respectively.

SE19-12

SEISMIC ENERGY FOR THE 2011-2012 GUERRERO, MEXICO, EARTHQUAKES

Pérez-Campos Xyoli y Singh Shri K.
Instituto de Geofísica, UNAM
xyoli@geofisica.unam.mx

There were six earthquakes with $M_w \geq 6$ in the Mexican subduction zone between December 2011 and May 2012, three were normal events and the other three

were thrust events. Of particular interest are those that took place on 12 December 2011 (Mw6.5, intraplate, normal), and on 20 March 2012 (Mw7.4, interplate, thrust).

For the first earthquake (Mw6.5), with epicenter in Guerrero where the subducted slab has a flat geometry, seismic energy, $E_s = 0.69-1.5 \times 10^{14}$ J from teleseismic data and 1.2×10^{14} J from regional data. The difference at teleseismic distances is the result from an azimuthal variability observed in the source spectra that is not evident in the regional data. The apparent stress, $\mu^* E_s / M_0$ (assuming $\mu = 4.5 \times 10^4$ MPa) is between 0.54 and 1.22 MPa. The global average for normal intraslab events, in a flat slab or with smooth geometry is 0.43 ± 0.27 MPa (Choy and Kirby, 2004). The Oaxaca event (1999/09/30), also an intraplate earthquake, had an apparent stress of 0.51 MPa (Choy and Kirby, 2004).

For the second earthquake, with epicenter in the Guerrero-Oaxaca border (Mw7.4), $E_s = 6.2 \times 10^{15}$ J. In this case, the apparent stress is 1.5 MPa. This earthquake seems more energetic than other earthquakes in the region, such as the Copala event (1995/09/14, Mw7.3, $E_s = 1.7 \times 10^{15}$ J, apparent stress = 0.58 MPa) that shows a depleted spectra in lower frequencies with respect to the 2012/03/20 earthquake, or the 1996/02/25 earthquake (Mw7.1, $E_s = 2.4 \times 10^{14}$ J, apparent stress = 0.2 MPa), this one with epicenter closer to the trench. The events and seismic activity in this region seems to delineate two seismogenic domains with depth: 1) A shallow zone (<15 km) with the potential of generating slow tsunamigenic earthquakes; and 2) a complex seismogenic zone (15-30 km), capable of generating regular events as well as very energetic earthquakes, characterizing this behavior has important hazard implications for expected damage from strong motions. Further down, this region is also characterized by silent slow slip and non-volcanic tremors.

SE19-13

INTRASLAB VERSUS INTERPLATE EARTHQUAKES AS RECORDED AND FELT IN THE VALLEY OF MEXICO

Singh Shri Krishna¹, Ordaz Mario², Pérez-Campos Xyoli¹ y Iglesias Arturo¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Ingeniería, UNAM

krishna@ollin.igeofcu.unam.mx

The Valley of Mexico is exposed to seismic hazard from interplate and intraslab earthquakes. An important but unresolved issue is the relative importance of the two types of earthquakes in the seismic hazard of the region. There are also frequent reports (e.g., following the Zumpango 2011, Mw6.6, earthquake) suggesting that ground motions during intraslab earthquakes are more intense than during the interplate earthquakes, at least in the hill-zone. Are these reports supported by recorded data? To provide quantitative answers to these issues, we examine all recordings at hill-zone site, CU, since 1964 and lake-bed zone site, SCT, since 1985. We find that:

(1) Amax exceeded 6gal during 20 earthquakes recorded at CU since 1964. Of these, nearly half were intraslab events. More formally, the exceedance rate of Amax, at least for #6gal, from both types of earthquakes is ~same. The estimated return period of Amax of 30 gal from interplate and intraslab earthquakes at CU is ~100yrs. Amax data from interplate and intraplate earthquakes at CU shows a temporal variation that is consistent with locking and unlocking of plate interface.

(2) The character of the ground motion during the two types of events at a given site greatly differs. For example, out of the 20 earthquakes which produced the largest high-frequency (2.5-8.5 Hz) accelerations (HF Amax) at CU since 1964, the top 7 were all intraslab earthquakes. Even at the lake-bed site of SCT, the HF Amax values are, generally, associated with intraslab earthquakes. It is reasonable to expect that these earthquakes would be felt more strongly than the interplate earthquakes by persons living in low-rise dwellings in the hill-zone of the city. Thus, the felt reports, which partly motivated this study, are supported by the recorded data.

(3) The difference in ground motion characteristics results from the fact that the intraslab earthquakes (a) occur at greater depth (35 to 80 km) and closer distances to the Valley of Mexico City (as close as 145 km) than the interplate earthquakes (depth ~15-20km; hypocentral distance#300km), and (b) they are more energetic (involving greater stress drop) than the interplate earthquakes.

(4) It follows that low-rise construction, which probably constitute about 80% of the total in the valley, is more vulnerable to intraslab earthquakes than to interplate events.

SE19-14

EL ENJAMBRE SÍSMICO DE LA COSTA SUR DE JALISCO DE ABRIL DE 2012

Rodríguez Rosales Pedro de Jesús

Centro de Sismología y Volcanología de Occidente, SISVOC, UDG
pedro_genera@hotmail.com

Una de las características que se han observado de la sismicidad de la corteza continental en la zona de subducción de la Placa de Rivera bajo el Bloque de

Jalisco, es el hecho de que parece estar controlada por rasgos estructurales o lineamientos sísmicos. Uno de estos lineamientos que ha sido identificado es el que parte de la costa en dirección NE pasando por La Huerta, Autlán de Navarro, Casimiro Castillo hasta llegar a Ejutla. Entre el 20 de abril y el 3 de mayo ocurrió un enjambre sísmico en esta zona en el cual se localizaron más 110 sismos con datos de la Red Sísmica Acelerométrica de Jalisco (RESAJ), donde los sismos principales ocurrieron el 22 de abril a las 18:12 GMT con una $M_l=5.6$ y a las 19:43 GMT con una $M_l=5.1$. Se presenta un análisis espacio temporal de este enjambre y sus características sísmicas.

SE19-15

SISMICIDAD LOCAL EN LA CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO, PARTICULARMENTE EN EL VALLE DE CHALCO

Bello Segura Delia Iresine, Quintanar Robles Luis y Jiménez Jiménez Zenón

Instituto de Geofísica, UNAM

iresinedel@yahoo.com.mx

El Valle de México se encuentra en una zona de alto riesgo sísmico. Sin embargo, las mayores afectaciones en esta zona, debido a sismos, han sido por aquellos que tienen su epicentro en la zona de subducción. En general los sismos originados en el esta zona son de magnitudes bajas entre 2.5 y 4. Debido a la relativa poca información que se tiene hasta el día de hoy, se desconocen la naturaleza de estos sismos, se cree que podrían ser debidos a algún sistema de fallas antiguo o a la actividad volcánica de la región.

A partir del último catálogo de sismos con epicentro en el Valle de México que comprende de 1996 al 2012, se distinguen 4 zonas con concentración de sismos, la primera es al Norte de la Cuenca de México, la segunda en la Sierra del Chichinautzin, la tercera en el oriente de la Cuenca de México y la cuarta el área que rodea el volcán Popocatepetl, son generalmente eventos sísmicos asociados con la actividad del volcán. En la región oriente de la cuenca, comprende los municipios de Texcoco, Valle de Chalco, así como las Delegaciones Tláhuac y Milpa Alta. En el mes de Julio del 2012 se presentaron una serie de 5 sismos en el municipio de Valle de Chalco del Estado de México.

Empleando las formas de onda de estos sismos obtenidas de la Red del Valle de México y también de la red del SSN se encontraron los mecanismos focales y los parámetros de fuente de sismos específicamente con epicentro en el Valle de Chalco. Con este estudio se pretende conocer las características focales de esta sismicidad que por sus características resulta de gran importancia ya que aporta información de las fallas que probablemente sean la causa de esta sismicidad y además para el conocimiento preciso del peligro sísmico en esta región.

SE19-16

ESTADO DE LA SISMICIDAD EN LA CURVATURA DE MONTERREY Y ANÁLISIS DEL ENJAMBRE SÍSMICO OCURRIDO DURANTE LOS MESES JULIO - AGOSTO DE 2012 EN LA REGIÓN DE LINARES, NUEVO LEÓN

Montalvo Arrieta Juan Carlos y Ramos Zúñiga Luis Gerardo

Ciencias de la Tierra, UNANL

montalvo@fct.unanl.mx

El Noreste de México ha sido considerado durante mucho tiempo como una región asísmica. Sin embargo, existe la evidencia histórica de la ocurrencia de temblores desde hace más de 160 años. La cual ha sido confirmada a partir de la instalación de la estación LNIIG en enero de 2006 en la Facultad de Ciencias de la Tierra de la UNANL. Este observatorio sismológico pertenece al Servicio Sismológico Nacional. En este trabajo se presentan resultados del estudio de la sismicidad en esta porción del país, así como de la secuencia sísmica compuesta de más de 50 terremotos (2.9 # M # 3.6) observada durante los meses de julio - agosto de 2012. Se propone un modelo geodinámico conceptual intraplaca para explicar los patrones de sismicidad observados a partir de correlacionar (a) la actividad sísmica; (b) datos aeromagnéticos; (c) información geológico-estructural disponible.

SE19-17 CARTEL

ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE PROPAGACIÓN DE ONDAS SUPERFICIALES EN LA RED ACCELEROMÉTRICA DE OAXACA PARA EL SISMO DE OMETEPEC, 20.03.2012; $M_W=7.4$

Cárdenas Soto Martín¹ y Reyes Pimentel Thalía Alfonsina²

¹Facultad de Ingeniería, UNAM

²Centro Nacional de Prevención de Desastres
martinc@unam.mx

El 20 de marzo de 2012 el Sistema de Alerta Sísmica de Oaxaca (SASO) registró el sismo de magnitud $M_W=7.4$, evento que a la fecha lleva más de 800 réplicas. Utilizamos los registros de la red acelerométrica para realizar un estudio preliminar sobre las características de propagación de ondas

superficiales a lo largo de las diferentes trayectorias epicentro-estación. Nuestro propósito es explorar los efectos de trayecto debido a las variaciones laterales en la estructura de la corteza en la región de Oaxaca. Para ello calculamos la curvas de velocidad de grupo en periodos menores de 1 s en los tres componentes del movimiento. Utilizando las propiedades de polarización para estimar direcciones de propagación a lo largo de cada trayectoria y entre pares de estaciones. Finalmente realizamos una confrontación de resultados con aquellos de estudios previos a fin de contribuir al conocimiento de la estructura cortical, y mejorar la comprensión sobre movimiento sísmico registrado en la región. Los resultados obtenidos muestran variaciones importantes en función de la dirección de propagación; diferencias que se acentúan entre las trayectorias a lo largo y perpendicular a la costa.

SE19-18 CARTEL

MECANISMOS FOCALES DE LAS RÉPLICAS DEL SISMO DE GUERRERO-OAXACA, 20 DE MARZO 2012

De la Vega Cabrera Oscar Omar¹ y Hjorleifsdottir Vala²

¹Facultad de Ingeniería, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

dex_omega19@hotmail.com

En los últimos meses la actividad sísmica en el sureste mexicano se ha visto en aumento con sismos de magnitudes mayores a 6, donde el sismo de mayor impacto es el temblor del 20 de marzo 2012 cerca de Ometepec, Guerrero, ocurrió en la falla de cabalgamiento entre la placa Cocos y la placa Norteamericana con una magnitud de 7.4.

El temblor ha generado una secuencia de réplicas muy numerosa y hasta

ahora se han registrado más de 12 réplicas con magnitudes mayores a 5. La más grande de las réplicas con un mecanismo normal y probablemente ocurrió en una falla de extensión en la placa superior. Usando redes globales se ha estimado el mecanismo focal de 7 de ellos (globalcmt.org); un total de 5 eventos con

mecanismo inverso y 2 eventos con mecanismo normal con mínima componente lateral.

Analizando réplicas con magnitudes menores, que son aún más numerosas, se podría obtener una imagen más completa de las fallas activas durante la secuencia de réplicas permitiendo mapearlas.

En este trabajo modelamos las formas de onda para todas las réplicas con magnitud mayor que 4.5 con el motivo de estimar sus mecanismos focales. Los eventos de baja magnitud generan ondas de superficie con mayor energía en periodos en el orden de 20 segundos. Estas ondas son muy sensibles a la estructura de velocidad en la corteza. Por la compleja estructura

de la corteza en la zona, estas ondas no pueden ser bien modeladas usando un modelo de velocidad de capas planas. En este trabajo usamos un método de inversión de formas de onda (Liu et al 2005) basado en sismogramas sintéticos calculados usando un método de propagación de ondas de elementos espectrales (Komatitsch & Tromp 2002). El método incorpora los efectos de topografía en la superficie y en la interfaz entre la corteza. Presentamos los mecanismos

estimados y comparamos los resultados con los obtenidos por el Global CMT y el Servicio Sismológico Nacional.

SE19-19 CARTEL

EL SISMO DEL 7 DE ABRIL DE 2011 Y SU REPERCUSIÓN EN TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

González Herrera Raúl¹, Mora Chaparro Juan Carlos², Aguirre González Jorge³, Novelo Casanova David A.² y Gil Ríos Alondra²

¹Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, UNICACH

²Instituto de Geofísica, UNAM

³Instituto de Ingeniería, UNAM

ingeraul@yahoo.com

Los daños históricos por eventos sísmicos son un elemento clave a considerar para entender el peligro sísmico de una región. Éstos se pueden representar con un mapa de intensidades sísmicas, como el desarrollado por Figueroa (1986), para el cual se utilizaron 49 mapas de isosistas, que tomaban en cuenta los sismos más importantes ocurridos en nuestro país entre el 7 de abril de 1845 y el 19 de septiembre de 1985.

No obstante la intensa actividad sísmica en Chiapas, hay pocas evidencias documentadas de daño sísmico extensivo en el estado y el recuerdo de los efectos de los sismos se resumen a los daños generados por el sismo de Villaflores del 20 de octubre de 1995.

El 7 de abril de 2011 se presentó un sismo de magnitud 6.7 e intensidad de VI a 83 km de las Choapas, Veracruz, generando en Tuxtla Gutiérrez un conjunto

de daños significativos para la distancia de la fuente, la profundidad (167 km) y la magnitud del evento.

Tras analizar los efectos del sismo contemplando datos del SSN y de la RIIS, información del Instituto de Protección Civil del Estado de Chiapas, recorridos de campo, trabajo analítico y técnicas de SIG, se hace evidente el efecto de sitio en el centro de la ciudad y la vulnerabilidad de algunas de sus construcciones, además de que se fortalece la importancia de contar con reglamentos más actualizados para la ciudad.

SE19-20 CARTEL

CAMPO DE LA DEFORMACIÓN 3D DEL TERREMOTO EL MAYOR-CUCAPA A PARTIR DE LA COMPARACIÓN DE NUBES DE PUNTOS LIDAR AÉREOS COLECTADOS ANTES Y DESPUÉS DEL TEMBLOR

Hinojosa Corona Alejandro¹, Nissen Edwin², Arrowsmith Ramón², Krishnan Aravindhan², Saripalli Srikanth², Oskin Michael³, Limón Jesús Francisco¹ y Arregui Sergio¹

¹División de Ciencias de la Tierra, CICESE

²Arizona State University

³University of California Davis

alhinc@pangea.cicese.mx

El terremoto Mw 7.2 El Mayor-Cucapa (EMCE) del 4 de abril 2010 en Baja California, generó una ruptura superficial de ~ 110 km de largo, con orientación NW-SE a lo largo de la Sierra Cucapá, con deslizamientos normal- lateral derecho del orden de 2-3 m. Desplazamientos verticales y horizontales producidas por la EMCE han sido estudiados por separado por una variedad de autores con diversas técnicas de teledetección. La variación en el deslizamiento a lo largo de la ruptura, así como la erosión y la difusión del escarpe han sido estudiados a partir de levantamientos Lidar terrestre en segmentos de la ruptura. Para complementar estos estudios, en este trabajo se calculó el campo de deformación 3D a partir de la comparación de nubes de puntos pre y post-evento colectados en levantamientos LiDAR aéreos. El LiDAR pre- evento con una densidad de puntos menor (0.013 a 0.033 puntos m-2) requirió de filtrado y post-procesamiento antes de comparar con la más densa (9-18 puntos m-2) y más exacta nube de puntos post-evento. El campo de deformación superficial se determinó a través de una adaptación del algoritmo iterativo del punto mas cercano (ICP), implementado en la Librería abierta de nubes puntos (PCL). El algoritmo primero divide las nubes de puntos en ventanas discretas e iterativamente busca la optima transformación rígida (que implica traslaciones y rotaciones) que mejor alinea los puntos pre-evento a los post-evento. Se probó el algoritmo generando rupturas sintéticas sobre la nube de puntos pre-evento con desplazamientos de magnitud conocida. Ventanas con dimensiones de 100-200 m dieron los mejores resultados para los conjuntos de datos con estas densidades. Se presenta el campo de la deformación EMCE con énfasis en segmentos de la falla Borrego y El Paso Superior, donde la ruptura superficial fue más espectacular y donde podemos comparar nuestros resultados con los valores medido en el campo.

Sesión Especial

A 30 AÑOS DE LA ERUPCIÓN DEL VOLCÁN CHICHÓN, CHIAPAS: VOLCANES ACTIVOS DE MÉXICO

Organizadores:

Y. Tarán

J. L. Macías

SE20-1

FLUID GEOCHEMISTRY, GEOTHERMAL POTENTIAL AND DEEP STRUCTURE OF EL CHICHÓN VOLCANO-HYDROTHERMAL SYSTEM

Taran Yuri¹, Peiffer Loic², Rouwet Dmitri³ y Inguaggiato Salvatore⁴

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, USA

³Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Bologna, Italy

⁴Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Palermo, Italy
taran@geofisica.unam.mx

El Chichón volcano hosts an intense hydrothermal system consisting of an acid lake, steam vents, steam-heated boiling pools, mud pools and small boiling springs in the crater, as well as several hot springs located on the outer slopes, at a distance of 1-3 km from the crater floor. This paper reviews previous studies of the El Chichón volcano-hydrothermal system and proposes a conceptual model of the aquifer structure based on more than 15 years of fluid geochemical monitoring (major and rare-earth elements, #18O-#D, 87Sr/86Sr). This model contains two aquifers: (1) Aquifer 1, relatively shallow and located beneath the crater in the volcanic deposits, produces a total water discharge of 220 L/s and feeds the flank 'Agua Caliente-Agua Tibia' spring group; (2) Aquifer 2, much deeper and with a lower total discharge of 7 L/s, is located in the evaporite-limestone basement and feeds the flank 'Agua Salada-Agua Salada new' spring group. The deep waters from Aquifer 2 have a much higher salinity than Aquifer 1 waters (25,000 vs. 2,200 mg/L Cl) and can be associated with oil-field brines. Waters from these aquifers, on their rise to the surface, are affected by phase separation, dilution or mixing with meteoric water, and re-equilibration processes. The crater lake chemistry and dynamics are mainly controlled by the steam condensation from Aquifer 1 waters and by the activity of the Soap Pool springs. These springs are characterized by alternating periods of water discharge and pure vapor exhalation. Furthermore, their neutral Na-Cl composition represents a rare feature in a fresh eruptive crater (<30 years). Their chemical and isotopic composition can be associated with the volcanic Aquifer 1 water by a model of single step liquid-vapor separation. This generation process is enforced by the H₂/H₂O ratios in the fumarolic emissions. Finally, the small scale, dynamic volcano-hydrothermal system of El Chichón is located in a non-classic volcanic arc and rather peculiar local and regional tectonic setting, as supported by CO₂ flux surveys and He and C isotope systematics of emitted gases.

SE20-2

ESTUDIOS DE DEFORMACIÓN EN EL VOLCÁN CHICHÓN

Gómez Vázquez Angel¹, De la Cruz Reyna
Servando² y Ramos Hernández Silvia Guadalupe³

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM

²Departamento de Vulcanología, Instituto de Geofísica, UNAM

³Centro de Monitoreo Vulcanológico y Sismológico, UNICACH
agomez@geofisica.unam.mx

El volcán Chichón, localizado en la zona norte del estado de Chiapas, es uno de los volcanes activos del país. La erupción Pliniana registrada en 1982 demuestra que este volcán representa un riesgo latente para la población asentada en su proximidad. De acuerdo con la IAVCEI, la deformación superficial de su estructura junto con actividad sísmica, geoquímica y aspectos visuales, representan algunos de los principales parámetros indicativos de actividad volcánica que deben ser vigilados en cualquier volcán activo. Estudios de deformación desarrollados desde 2007 de manera conjunta entre el Instituto de Geofísica de la UNAM, el Cenapred y la UNICACH, incluyen el establecimiento de una red geodésica. Esta red consiste de cinco vértices para prisma situados en el piso del interior del cráter del volcán y un vértice de control cercano al borde oriental del mismo. Sobre esta red se han realizado mediciones de distanciametría electrónica EDM con un medidor Leica DI3000S con precisión de 0.003 m ±1 ppm. También se estableció una línea radial de tres bancos de nivel ubicada a seis kilómetros del cráter, consistente de tres bancos de nivel separados 300m. Esta línea de nivelación se reocupa con nivelación de precisión de primer orden utilizando un nivel digital Sokkia SCLR30 con precisión de cierre de ± 0.001m. De las mediciones EDM realizadas durante las últimas tres campañas desde 2007 se detecta una deformación horizontal significativa correspondiente a un cambio anual de -0.01m, observado en tres de los vértices para prisma. Sin embargo, no se han detectado cambios significativos en la línea de nivelación.

SE20-3

EL CHICHÓN 1982: REINTERPRETACIÓN DE LA CRONOLOGÍA DE LOS EVENTOS ERUPTIVOS

Scolamacchia Teresa

Dept Earth and Environmental Sciences, LMU
scolamacchia@min.uni-muenchen.de

La erupción de 1982 del volcán Chichón representa el peor desastre volcánico ocurrido en tiempos históricos en México.

La sucesión de los eventos eruptivos ocurridos entre el 28 de Marzo y el 4 de Abril se interpretó juntando datos sísmicos de estaciones lejanas (entre 27 y 62 km del cráter), con registros de satélites geoestacionarios y reportes de testigos oculares (Sigurdsson et al., 1984). Todos estos datos coinciden en identificar tres eventos plinianos de mayor magnitud que generaron columnas eruptivas que penetraron la tropopausa y depositaron las caídas A1, B y C, horizontes de referencia en la estratigrafía. Menos claros son los datos relativos a los eventos eruptivos más destructivos que generaron corrientes piroclásticas de densidad (PDCs). En efecto, la mayor parte de los eventos ocurrió de noche u en la mañana temprano, con una visibilidad escasa debido a la presencia de ceniza en suspensión alrededor del volcán, dificultando la interpretación de la secuencia eruptiva.

Tomando en cuenta registros infrasonicos de larga distancia y reportes no publicados, es evidente que algunas entre las fases más destructivas de la erupción ocurrieron antes de cuanto indicado anteriormente.

Esta re-interpretación de los eventos ofrece un marco temporal más coherente con la sucesión estratigráfica observada.

SE20-4

ARREGLO ESTRUCTURAL Y GEOLOGÍA DEL VOLCÁN CHICHÓN CHIAPAS

Macías Vázquez José Luis¹, Arce José Luis², Garduño
Monroy Víctor Hugo³, Layer Paul⁴ y Rocha Santiago Víctor⁵

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Geología, UNAM

³Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

⁴Universidad de Alaska, Fairbanks

⁵Comisión Federal de Electricidad
macias@geofisica.unam.mx

Se actualizó la cartografía de un área de 165 km² que incluye el basamento sedimentario y las estructuras volcánicas agrupadas en diez unidades. Las cuatro unidades más antiguas de origen sedimentario comprenden una edad de Cretácico a Plioceno. Las seis unidades volcánicas que comprenden al Volcán Chichonal, están emplazadas en la unidad sedimentaria del Mioceno inferior. Estas unidades volcánicas son en orden cronológico: Somma (209-276 ka), Domo SW (217 ka), Domo Cambac (168-187 ka), Domo Capulín (152 ka), Domo NW (80-97 ka) y Holoceno. Existen subunidades compuestas por flujos piroclásticos en su mayoría del Pleistoceno tardío (48-102 ka). La asociación mineralógica más común contiene plagioclasa + horblenda + piroxeno + óxidos de hierro + apatito. Las rocas volcánicas e intrusivos hipabisales tienen una composición traquiandesítica a traquiandesita basáltica (52 a 58 % en peso de SiO₂) con un contenido de álcalis (Na₂O+K₂O) de 5 a 7 % en peso. Dentro de estas rocas aparecen frecuentemente enclaves máficos que tienen una composición química de roca total de 44 a 50 % en peso de SiO₂ (basalto o traquibasalto) y contenidos en álcalis de 3 a 5.8 % en peso. De acuerdo con los datos químicos y petrográficos, los magmas máficos parentales evolucionan y se estacionan a una profundidad de ~6-13 km, con temperaturas de 750-880°C para dar origen a magmas intermedios (traquiandesitas) mediante varios procesos magnéticos provocando erupciones explosivas de tipo pliniano y freatomagmáticas hasta la extrusión pasiva de domos.

El fracturamiento del posible campo geotérmico del volcán Chichonal está ligado a una deformación transpresiva con un máximo de compresión orientado NE-SW. Esta deformación generó pliegues de orientación NW-SE e incipientes fallas laterales izquierdas de orientación general E-W. El vulcanismo del Chichonal está controlado al parecer por la falla regional Chichonal-Catedral de orientación NW-SE que a veces toma direcciones NNW-SSW. Esta estructura mayor también controla la actividad hidrotermal del volcán.

SE20-5 CARTEL

**LEYES DE ESCALAMIENTO RELACIONADAS CON
LA ERUPCIÓN DEL VOLCÁN CHICHÓN DE 1982**

Legrand Denis, Espíndola Castro Juan Manuel, Valdés
González Carlos, Jiménez Jiménez Zenón y Spica Zack
Instituto de Geofísica, UNAM
denis@geofisica.unam.mx

Mostramos como el estudio de algunas leyes simples de escalamiento permite identificar el origen puro tectónico, puro volcánico o una combinación de los dos en el caso de la actividad sísmica del volcán Chichón durante su fase eruptiva de 1982. Las leyes de escalamiento de un enjambre de terremotos volcánicos 'puros' o tectónicos 'puros' son muy diferentes. La ley de Gutenberg-Richter (número de sismos en función de la magnitud) y la ley de Omori (número de réplicas de un evento principal en función del tiempo) son verificadas en el caso de un enjambre de réplicas de un terremoto tectónico grande. En cambio, en el caso de un enjambre de sismos volcánicos, solo la ley de Gutenberg-Richter está satisfecha porque tal sismicidad no está caracterizada por un terremoto de magnitud mayor, lo que impide el cumplimiento de la ley de Omori. Mostramos que es el caso de la sismicidad del volcán Chichón antes de la erupción del 28 de Marzo 1982, pero que después de esa fecha, la ley de Omori está satisfecha, mostrando el carácter tectónico de esa sismicidad. Estas leyes muestran también que todos los fluidos (magma y agua) que eran involucrados en el proceso de generación de esa sismicidad antes de la primera erupción del 28 de Marzo han casi desaparecidos después de las erupciones del 4 de Abril. Veremos que los valores que caracterizan esas leyes muestran una interacción fuerte entre los aspectos tectónicos (fallas que cruzan el edificio volcánico) y volcánicos (movimiento de magma y agua).

SE20-6 CARTEL

30 AÑOS DEL VOLCÁN CHICHÓN VISTO POR IMÁGENES LANSAT

Bonifaz Alfonso Roberto
Instituto de Geofísica, UNAM
bonifaz@unam.mx

Las erupciones volcánicas son expresiones de la dinámica terrestre que afectan al ambiente y a las poblaciones. Una de las maneras de monitorear al ambiente y los cambios que en él ocurren es a través del uso de tecnologías como la percepción remota, concretamente el uso de imágenes de satélite. En el caso de la erupción del volcán Chichón en el estado de Chiapas en 1982, es posible hacer una evaluación rápida de las condiciones previas a la erupción y como se han ido modificando a lo largo del tiempo. En este trabajo se presenta una aproximación a la evaluación de las condiciones del suelo en la vecindad del volcán particularmente la extensión de la cubierta de ceniza volcánica utilizando una imagen previa a la erupción y una imagen representativa de cada una de las décadas posteriores.

Sesión Especial

LAS GEOCIENCIAS EN LA SOCIEDAD: EDUCACIÓN, DIFUSIÓN Y DIVULGACIÓN

Organizadores:

Susana Alicia Alaniz Álvarez
Adolfo Pacheco Castro
Diego Armando Gracia Marroquín
Erik Fabián Salas Megchun
Eliseo Hernández Pérez
Rodrigo Alejandro León Loya
Marina Manea

SE21-1

EXPERIENCIAS CON ESTUDIANTES DEL VERANO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN SISMOLOGÍA DE EXPLORACIÓN PETROLERA

Centeno Miranda Mario Alfonso, Cuellar Urbano Mayra, Gómez Reyes Douglas Alberto, Chávez Aranda Arturo, Vargas Meleza Liliana y Chávez Pérez Sergio

Dirección de Exploración y Producción, IMP
macentenom@hotmail.com

Las estancias del Verano de la Investigación Científica, organizadas por la Academia Mexicana de Ciencias, promueven despertar el interés de estudiantes de licenciatura hacia el ambiente de investigación en un área de su interés, a partir de la interacción con especialistas e investigadores. En este trabajo describimos, como parte activa, interesada y comprometida con la enseñanza, difusión y divulgación de la sismología de exploración petrolera, nuestras experiencias con estudiantes de licenciatura en Geología, Geociencias, Ing. Geofísica e Ing. Geodésica. Dicha interacción ha estado basada en, y guiada por, los intereses y las inquietudes que manifestaron. Entre los problemas y las realidades que enfrentamos destacan, a pesar de los buenos resultados de los estudiantes, sus debilidades curriculares, sus deficiencias en habilidades de comunicación, y su desinterés por estudiar posgrados y dedicarse a tareas de investigación. Estamos convencidos que el estudiante construye su propio conocimiento por medio de su trabajo, delimitado por sus instructores y por las personas con las que interactúa. Por ello, estimulamos que se involucren con la literatura geofísica y sismológica y participen en seminarios locales y externos, realicen visitas a laboratorios especializados de nuestra institución y se involucren en exposiciones y discusiones sobre temas fundamentales de sismología de exploración y tópicos relacionados con la industria petrolera. Además, cuando es factible, promovemos que participen en prácticas de campo, cursos relacionados con nuestra actividad con PEMEX, e incluso en actividades culturales y recreativas. A pesar de la brevedad de la estancia del verano, estamos convencidos que permite cambiar la perspectiva integral de los estudiantes sobre su educación y sobre lo que requieren de niveles y actividades profesionales y académicas posteriores.

SE21-2

CUARTA OLIMPIADA EN CIENCIAS DE LA TIERRA EN LA FACIMAR DE LA UNIVERSIDAD DE COLIMA

Mimbela López Juan¹, Gaviño Rodríguez Juan Heberto²,
Reyes Herrera Ezequiel Alejandro¹, Galicia Pérez Marco
Antonio², Torres Orozco Ernesto² y Miranda Maciel Mirna María¹

¹FACIMAR, UCOL
²CeUnivO, UCOL
jumilo@ucol.mx

Con el fin de interesar a la comunidad escolar media superior en el estado de Colima en temas relacionados con las ciencias de la tierra y también tratando de aumentar la matrícula en las carreras de oceanología e ingeniería oceánica en la Facultad de Ciencias Marinas (FACIMAR), se organizó dentro de los eventos de la semana cultural la cuarta olimpiada en ciencias de la tierra en la Universidad de Colima, fueron invitados los 32 Bachilleratos de la Universidad y todas las instituciones de educación media superior del estado de Colima. Se inscribieron por medio de Internet 233 alumnos de las diversas instituciones, de los cuales 164 presentaron el examen, esto indica que el número de estudiantes se ha mantenido similar al presentado en 2011. La prueba consistió en 110 reactivos de opción múltiple, seleccionados en base a un cuestionario de 500 (que a su vez fue elaborado con los exámenes que viene realizando el CICESE desde 1998), toda la información se colocó a disposición en el portal web de la FACIMAR para su descarga. El promedio fue de 40 aciertos, la moda se ubico en 28, el mayor puntaje alcanzado fue de 74 y el mínimo de 21. Los máximos puntajes generalmente coincidieron con tiempos inferiores al promedio (90 min). El tiempo requerido para resolver la prueba osciló entre 40 min y 2.5 hr, no hubo correlación entre este parámetro y el puntaje obtenido. Las instituciones más participativas fueron los Bachilleratos #4 y #8 de la Universidad de Colima, con 35 y 58 alumnos respectivamente; los primeros lugares se concentraron en el Bachillerato #4. Con actividades de esta naturaleza se pretende incrementar la cultura general en el ámbito de las ciencias de la tierra.

SE21-3

DIEZ AÑOS DE LA OLIMPIADA MEXICANA DE GEOGRAFÍA

García García Fernando y Luyando López Elda
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
ftgg@unam.mx

La Olimpiada Mexicana de Geografía es un certamen organizado por la Academia Mexicana de Ciencias, con la participación de Fundación Televisa, que se llevó a cabo por primera ocasión en 2003. El concurso está dirigido principalmente a estudiantes de nivel de enseñanza media y sus objetivos

primordiales son: promover el estudio de la Geografía y de las Ciencias de la Tierra en México, estimular el interés de niños y jóvenes por éstas y otras disciplinas afines, y seleccionar a los mejores estudiantes del país para integrar equipos que representen a México en certámenes internacionales.

A la fecha se han realizado seis ediciones del certamen, el cual consta de tres etapas en las que la participación es individual. La primera etapa se aplica en las escuelas participantes bajo la supervisión de los maestros que voluntariamente colaboran con el concurso. La segunda etapa tiene por objetivo seleccionar, de entre los estudiantes que hayan obtenido los mejores resultados en sus localidades, a una delegación que participa por su entidad en la Olimpiada Nacional. En ésta última – propiamente la Olimpiada Mexicana de Geografía – se aplican pruebas sobre conocimientos generales y se realiza una práctica de interpretación de mapas.

De entre los participantes que obtienen los mejores resultados en la etapa nacional de cada edición, se seleccionan alumnos que son sometidos a diversas actividades de entrenamiento y, con base en ello, se conforman equipos que representan a México en certámenes internacionales, incluyendo el Campeonato Mundial de Geografía de la National Geographic Society y la Olimpiada Internacional de Geografía de la Unión Geográfica Internacional.

En este trabajo se presentan con mayor detalle los resultados que se han obtenido a lo largo de estos primeros diez años del certamen y se discuten propuestas para mejorar la organización del evento, así como para implementar de forma más adecuada el objetivo central de difundir las Geociencias en nuestro país.

SE21-4

LA PRESENCIA DE LAS GEOCIENCIAS EN LOS PROGRAMAS DE ESTUDIO DE EDUCACIÓN BÁSICA: EXPERIENCIAS DIDÁCTICAS

Rodríguez Díaz Beatriz¹, Molina Garza Roberto²,
Sánchez Juan Manuel¹ y Hernández Concepción¹

¹Unidad 097, Universidad Pedagógica Nacional
²Centro de Geociencias, UNAM
rdbeatriz67@yahoo.com.mx

Alfabetizar al nivel de leer, escribir, hacer cuentas y memorizar hechos es hoy en día una capacidad insuficiente para el desarrollo. Aun si el debate sobre la alfabetización científica continúa, es imposible dejar de reconocer que construir una sociedad con perspectivas de crecimiento requiere la comprensión de las características y leyes básicas de la naturaleza, más allá de la experiencia vivida y la percepción, así como el desarrollo de pensamiento crítico. De esta manera, la enseñanza de las Ciencias de la Tierra adquiere importancia ya que el descubrir la información contenida en un lugar a partir de sus rocas, geografía y relieve se puede llegar a reconstruir la identidad de la sociedad así como hablar de preservación y cuidado de los recursos naturales.

Para ello se presentan experiencias didácticas con docentes que cursan la licenciatura en educación preescolar, maestría en educación básica en la que se considero su contexto, nivel educativo (preescolar, primaria, secundaria, preparatoria) y sus ideas previas para el tema del ciclo del agua relacionado con el cuidado del agua con tres consideraciones diferentes como son: en el planeta Tierra, la República Mexicana y la Cuenca de México. Fue un ejercicio interesante ya que al principio mostraron dudas al describir cada caso, esto nos ayudo a identificar errores conceptuales que pueden ser transformados con un (re) descubrimiento orientado.

Los resultados fueron los siguientes: el concepto de ciclo lo consideran que no tiene fin y que en el agua esto debe ser posible, se les complica entender el proceso en la cuenca de México a falta del mar, identifican los procesos de evaporación y precipitación únicamente, consideran estáticos los factores que intervienen; es decir las nubes hacen caer el agua, las montañas no adquieren importancia en el ciclo del agua como zonas de recarga, la vegetación y el suelo son ignorados, el ciclo del agua interfiere para que puedan lograrse factores muy importantes como el sol y viento, al igual que en la Cuenca de México como en la República Mexicana y el Planeta el proceso del ciclo hidrológico es el mismo, el calentamiento global produce la evaporación de los ríos, lagos y mares y no el sol. Se observaron concepciones erróneas que conllevan a una falta de comprensión en la presencia de los fenómenos naturales.

SE21-5

CADENA POR LA CIENCIA: PROGRAMA DE ENSEÑANZA DE CIENCIAS DE LA TIERRA EN LA EDUCACIÓN BÁSICA DE LOS ESTADOS DE QUERÉTARO Y GUANAJUATO

Alaniz Álvarez Susana Alicia, Gómez González Juan Martín, Muñoz Torres Carolina, Silva Corona Jesús, Botero Santa Paola, Loza Aguirre Isidro y Nieto Samaniego Ángel Francisco
Centro de Geociencias, UNAM
alaniz@geociencias.unam.mx

El programa Cadena por la Ciencia consiste en una serie de talleres para maestros y alumnos de educación básica basada en la serie de libros

"Experimentos simples para Entender una Tierra complicada". El objetivo principal del programa es enseñar conceptos básicos de Física relacionados con las Ciencias de la Tierra. Estos talleres los hemos impartido académicos y estudiantes de doctorado del Centro de Geociencias, campus UNAM-Juriquilla, a más de mil quinientos maestros de primaria de los estados de Querétaro y Guanajuato. Para ello se han establecido convenios de la UNAM con la Unidad de Servicios de Educación Básica en el Estado de Querétaro y la Secretaría de Educación de Guanajuato. Uno de los compromisos de los maestros ha sido aplicar estos talleres a su vez a otros profesores y a sus alumnos, lo que ha significado que los hayan aplicado a cerca de treinta mil niños, desde primero a sexto de primaria. Con base en: 1) los programas de estudio, 2) los resultados de las evaluaciones de los talleres, 3) la comunicación con maestros de educación básica, 4) cuestionarios a estudiantes de licenciatura y posgrado y 5) el análisis de literatura sobre enseñanza de la ciencia, hemos podido detectar fallas fundamentales en el proceso de enseñanza de: la aceleración de la gravedad, leyes de los gases, la flotabilidad, la velocidad de las ondas y la capacidad calorífica del agua (a nivel de educación básica primaria y secundaria) y hemos documentado que su aprendizaje sigue siendo deficiente a nivel de educación media y superior. Además, hemos diseñado una estrategia para mejorar la enseñanza de esos temas a través del programa Cadena por la Ciencia, y así mejorar su aprendizaje. El mal entendimiento de estos conceptos, ya sea porque son contra la intuición o porque son enseñados de manera incorrecta, ha acarreado problemas importantes en el entendimiento del mundo que nos rodea, ya sea en actividades cotidianas (por ejemplo de qué es el peso y de cómo funcionan las básculas y balanzas) como en temas más globales como la presión atmosférica, Geodinámica, tectónica de placas y el cambio climático. El programa Cadena por la Ciencia ofrece una oportunidad para mejorar la manera en que se enseña la ciencia y estimular el acercamiento a ésta.

SE21-6

DIFUSIÓN DE LAS CIENCIAS DE LA TIERRA EN ESCUELAS DE NIVEL BÁSICO EN LINARES, NUEVO LEÓN

Torres De la Cruz Felipe de Jesús y Chacón B. Elizabeth
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
felipetorres87@hotmail.com

Con la finalidad de acercar el ambiente universitario con la comunidad estudiantil linarense, a partir de 2011 y bajo el mando de la Doctora Elizabeth Chacón B., comenzó a llevarse una exposición de trabajos realizados por alumnos de la Facultad de Ciencias de la Tierra de la Universidad Autónoma de Nuevo León a diferentes escuelas de nivel básico dentro del área de Linares, N. L. La exposición está conformada por diferentes estantes con modelos a escala de las primeras formas de vida de la Tierra, carteles explicativos de la historia geológica del planeta y muestras geológicas colectadas en campo, estos trabajos son realizados en el marco de las Unidades de Aprendizaje (Geobiología, Paleontología de Invertebrados y Paleontología de Vertebrados) que son impartidas en la FCT, del mismo modo se muestra un video realizado por alumnos de la FCT dando a conocer el Baño San Ignacio, un manantial de aguas termales con fauna endémica, como parte de la riqueza geológica con la que cuenta el municipio de Linares, se indica a los alumnos a cuidar del medio ambiente para conservarlo haciendo énfasis en su importancia geológica, biológica y turística. Como resultado de la exposición, alumnos y maestros han mostrado un gran entusiasmo y cada vez son más escuelas las que aceptan entre su itinerario este evento que se empieza a posicionar como un referente de la FCT entre la comunidad estudiantil de Linares y que viene a cumplir, en cierta medida, con la deuda que tiene la Universidad con la Sociedad.

SE21-7

MEJORAMIENTO DE LA ENSEÑANZA EN GEOLOGÍA DE CAMPO CON BASE EN CONTENIDOS DIGITALES

Silva Romo Gilberto, Mendoza Rosales Claudia Cristina y Campos Madrigal Emiliano
Facultad de Ingeniería, UNAM
silvarg@unam.mx

Hoy en día nos enfrentamos a la enorme tarea de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje con énfasis en el autoaprendizaje. Los salones de clase tradicionales tienden a transformarse en centros de enseñanza abierta que ofrecen diversas opciones de aprendizaje acordes a las formas particulares de los estudiantes. Actualmente las tecnologías de la información nos ofrecen el reto para mejorar el aprendizaje en Ciencias de la Tierra, nuestras carreras consideran en su bagaje conceptual, conocimientos y procesos que por su naturaleza y ritmo, requieren para su comprensión y asimilación de un tiempo de maduración por parte de los estudiantes que en muchas ocasiones rebasa el semestre en que son impartidos, de tal forma, los alumnos necesitan recursos de consulta confiables y de fácil acceso para repasarlos y reafirmarlos. Para ello diseñamos el proyecto PE105211 en el marco del Programa de Apoyo a Proyecto de Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza PAPIME de la DGAPA de la UNAM, cuyo objetivo es contribuir a una maduración más pronta de los estudiantes en los conceptos geológicos y con ello, lograr una mejoría en la

eficiencia terminal de las carreras de ingeniería en Ciencias de la Tierra; sobre todo en la carrera Ingeniería Geológica.

Este proyecto atiende la necesidad de disponer material de consulta confiable, primordialmente en Internet, para fomentar el autoaprendizaje y la reafirmación de conceptos en las distintas disciplinas geológicas, con énfasis en las correspondientes al área de conocimiento Geología de Campo y de otras áreas afines. Cada vez es más necesario disponer de materiales didácticos digitales para el auto-aprendizaje y el reforzamiento del aprendizaje, y que éstos se caractericen por su concisión, claridad y rigor conceptual.

Nuestros contenidos digitales estarán a disposición de los estudiantes en un portal electrónico que se diseñó para el Taller de Cartografía, portal donde los alumnos podrán consultar los recursos didácticos correspondientes a las asignaturas del área de conocimiento y de otras afines que se han ido incorporando; así mismo, se pondrá a disposición de los alumnos, colecciones y catálogos de imágenes de rasgos geológicos. Por otra parte, el portal ofrecerá múltiples enlaces electrónicos para acceder a sitios de interés, ya sean de carácter científico, como de aplicación y a otras entidades académicas afines donde puedan consultar o ampliar los temas relativos a la asignatura en cuestión. Así el estudiante podrá conocer el estado del arte en el área de conocimiento Geología de Campo. El proyecto está pensado para favorecer la disciplina del autoaprendizaje y para proporcionar elementos visuales de comparación para la correcta apreciación de los rasgos geológicos durante el trabajo de campo que desarrollan los estudiantes en sus prácticas escolares. El proyecto incidirá positivamente en la eficiencia terminal de las carreras de ingeniería en Ciencias de la Tierra y en la disminución en la deserción estudiantil. El proyecto confía contribuir a la formación de las actuales generaciones de estudiantes que se desenvuelven en un mundo en el cual, las nuevas tecnologías juegan un papel preponderante en los procesos de comunicación.

SE21-8

IMPACT OF A COMMUNITY OF PRACTICE ON ENGAGED LEARNING (COPEL) ON ACTIVE-LEARNING REVISIONS TO AN INTRODUCTORY GEOLOGY COURSE: FOCUS ON STUDENT DEVELOPMENT

Brudzinski Michael R. y Sikorski Janelle
Department of Geology and Environmental Earth Science, MIAMI/IOH
brudzimr@muohio.edu

We describe our participation in the Community of Practice on Engaged Learning (COPEL) at Miami University, which has served as a forum for faculty and staff educators to intensively explore and discuss how to (re)design their learning environments to have a lasting and far-reaching impact on student learning at Miami. We were interested in participating in this group because our initial vision for our large enrollment (90-200 student) introductory GLG 111 (The Dynamic Earth) course redesign involved incorporating more in-class student-centered activities, which we saw as a form of engaged learning. Unsatisfactory experiences from our trial semester of this revised course also motivated us to seek additional guidance and inspiration. Over the next two years, our participation in the COPEL transformed our beliefs about ourselves as instructors, our students, and the process of learning.

SE21-9

LAS MATEMÁTICAS APLICADAS Y LA COMPUTACIÓN COMO HERRAMIENTAS FUNDAMENTALES EN EL DESARROLLO DE LAS GEOCIENCIAS

Rodríguez Trejo Alejandro
Instituto de Geofísica, UNAM
alex_rguez@hotmail.com

En la actualidad, las Geociencias como una rama más de las ciencias naturales, ha abierto sus puertas a un gran número de disciplinas científicas a fin de aumentar el campo de conocimiento que le es posible abarcar hoy en día, esto con la finalidad de utilizar cada vez un mayor número de herramientas, para poder explicar con más detalle todos los fenómenos naturales que implican la compleja dinámica de la tierra, ya que una sola disciplina no sería suficiente para poder describir y comprender cada uno de ellos. Es por eso que el rol que juegan las matemáticas y la computación en este campo es muy importante, ya que gracias a estas herramientas es posible cuantificar y cualificar casi cualquier proceso presente en nuestro entorno, tanto los que podemos observar, como en aquellos que es necesario inferir, como el factor de riesgo de un volcán activo como el Popocatepetl; o el volumen y dinámica de un cuerpo intrusivo; Las Matemáticas, que como herramienta están presentes en todas las ramas de la ciencia y ocupan un lugar importante en las geociencias, funcionan como poderosas metodologías para construir modelos o para interpretar procesos complejos, como son la estadística y el uso de sistemas dinámicos, series temporales y el análisis de Fourier; por eso resulta de gran importancia conocer las diversas aplicaciones y ramas que son de utilidad en las diferentes áreas de las geociencias, así como de los beneficios que se obtienen al usar las diferentes herramientas de modelación matemática y computacional que existen al alcance de toda la comunidad geocientífica; Sin embargo hoy en día aun existe un

gran paradigma por romper para lograr introducir a todas las ramas de las geociencias el uso de las matemáticas, no solo como una herramienta de apoyo, si no como una herramienta de desarrollo de modelos y sistemas de información que puedan ayudar a explicar y comprender cualquier problema al que un geocientífico se enfrente, el fomentar su uso y aplicación es una excelente oportunidad para perder el "miedo" a utilizarlas, y sobre todo para fomentar su uso desde etapas tempranas de la formación de los futuros científicos de la tierra.

SE21-10

RECONSTRUYENDO ARREGLOS DE FRACTURAS USANDO FÉCULA Y DIAGRAMAS DE VORONOI

Nieto Samaniego Ángel Francisco, Xu Shunshan y Botero Santa Paola Andrea
Centro de Geociencias, UNAM
afns@geociencias.unam.mx

Presentamos un experimento didáctico en el que utilizando fécula se generan fracturas similares a las de desecación o enfriamiento. El proceso es muy sencillo, se mezclan volúmenes iguales de fécula y agua fría. En un recipiente se ponen de 1 a 4 cm de espesor de la mezcla y se deja secar lentamente al medio ambiente, alternativamente se puede colocar debajo de un foco. Se toman fotografías para ilustrar del desarrollo del patrón prismático de fracturas, lo cual ayudará a un mejor entendimiento del fenómeno. Usando las fotografías se elaboran diagramas de Voronoi para reconstruir el arreglo de grietas. ¿Por qué se parecen los arreglos obtenidos con los diagramas de Voronoi a los del experimento? Aunque el proceso de desecación (o enfriamiento) es en realidad bastante más complejo (e. g. Vogel et al., 2005, Geoderma, 125, 203-211), de manera muy general podemos considerar que la contracción por desecación, en un área pequeña, es aproximadamente igual en todas direcciones. Eso es muy parecido a la construcción del diagrama Voronoi, donde dos puntos de contracción tendrán la misma influencia en el material y por lo tanto, la fractura se forma entre ambos con una dirección perpendicular a la línea que une dichos puntos. Se propone este ejercicio para estudiantes de nivel secundaria o preparatoria y tiene la finalidad de lograr que el estudiante comprenda la manera en que evolucionan los arreglos de fracturas de contracción.

SE21-11

DIVULGACIÓN GEOCIENTÍFICA EN LA PÁGINA DE LA SEPI DE LA ESIA UNIDAD TICOMÁN

Josepe Tavera Jack Brian, Mata Saavedra Dante,
Salazar Peña Leobardo y Mondragón Guzmán Rodrigo
Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Ticomán, IPN
jbrianjusepe@hotmail.com

La gran necesidad de difusión en el área de Ciencias de la Tierra a niveles profesionales, educativos y sociales, conllevan a buscar otras alternativas de difusión de la información. Esta información busca no ser exclusiva solo para un grupo, sino para toda la comunidad en general.

Se plantea y diseña una página de internet de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación (SEPI), de la ESIA, Unidad Ticomán, que como cualquier otra, contiene información referente al centro o institución que la divulga. Contempla la información o liga, de los demás Centros donde se lleven a cabo las actividades de geociencias de tipo divulgativo. Así mismo se contempla información sobre algún proyecto, diseño de software y artículos, en los cuales se podrán discutir sobre los diferentes tópicos que se publiquen. Lo anterior posibilita proporcionar puntos de vista sobre diversos temas.

La página contempla también el enlace con las empresas para proporcionar a los egresados información sobre alguna oferta de trabajo. Los enlaces con otras escuelas o Centros de las geociencias, establece comunicación en la comunidad para conocer los diversos eventos que se lleven a cabo.

Finalmente una página que es consultada por el público en general, puede contener información de interés social, sobre todo en el caso de fenómenos naturales y, en un caso determinado, establecer cierta interacción con la sociedad.

SE21-12

ROCATECA: UN MEDIO DE DIFUSIÓN PARA LAS ROCAS DEL ESTADO DE SONORA

Velderrain Rojas Luis Alonso¹, Olguín Martínez María Guadalupe² y Vidal Solano Jesús Roberto²

¹Ciencias Exactas y Naturales, UNISON
²Universidad de Sonora
luis1523@hotmail.com

La Rocateca se visualiza como un medio de difusión para aprovechar la gran riqueza y variedad de rocas con que cuenta el Estado de Sonora. Las rocas de

Sonora no solo ocurren en una alta diversidad de ambientes geológicos, sino que también en una amplia gama de edades, dentro de los que se contemplan desde los miles hasta los miles de millones de años. Entonces se pretende difundir toda esta variedad en la sociedad actual, para crear un conocimiento y un interés sobre las rocas del Estado de Sonora.

En uno de los casos este interés puede ser para los estudiantes, académicos o investigadores y como estos se pueden apoyar en la rocateca para afianzar o enriquecer sus conocimientos. La Rocateca por medio de su página web, permite proporcionar estos conocimientos y ayudar en el ámbito académico.

Se pretende dar a entender como aquellos interesados en la geología, pueden apoyarse y sacar información proporcionada por la Rocateca.

La Rocateca es un medio de difusión que pretende la divulgación del patrimonio geológico de Sonora basado principalmente en los diferentes tipos de rocas (sedimentarias, ígneas y metamórficas) que existen en nuestro Estado, sustentado científicamente y académicamente por personal especializado.

Con este proyecto se espera fomentar y enriquecer el conocimiento cultural sobre el patrimonio rocoso del Estado de Sonora conociendo más sobre su diversidad e importancia.

Se espera que las personas se acerquen a este medio, ya sea para informarse mas, aportar información o como ayuda en lo que es la divulgación científica.

SE21-13

DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA DENTRO DEL CENTRO DE GEOCIENCIAS DE LA UNAM

Olivares Salazar Sara Erika¹, Gómez Gonzáles Juan Martín², Muñoz Torres María Carolina², Matínez Reséndiz Emma Vanesa³, Alaniz Álvarez Susana¹, Nieto Samaniego Ángel Francisco¹ y Temoltzin Loranca Yunuen⁴

¹Centro de Geociencias, UNAM

²CENTRO DE GEOCIENCIAS, UNAM

³Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación, Facultad de Ciencias, UNAM

⁴Ingeniería Ambiental, UPAEP
escuda_31@hotmail.com

Mostramos parte de un intenso programa de actividades de difusión y divulgación que se llevan a cabo en el Centro de Geociencias (CGEO). Entre los más exitosos están el Taller de Ciencia para Jóvenes, durante una semana 40 jóvenes de bachillerato reciben seminarios, talleres, cursos, actividades en laboratorios y prácticas de campo; así se les induce hacia la ciencia proporcionándoles información, sobre la oferta educativa nacional. Otro concepto son los Talleres "Talleres Cadena por la Ciencia", en los que se asiste a diferentes estados de la república a ofrecer capacitación a profesores de primaria y secundaria sobre conceptos básicos de Física que facilitan el entendimiento de fenómenos naturales, varios de ellos fundamentales en Ciencias de la Tierra. Otro concepto es el Pasaporte al conocimiento Científico, programa desarrollado en colaboración con la Academia Mexicana de Ciencias. Participan investigadores de los otros centros de investigación del Campus, durante diez sábados, se ofrecen a niños de entre 9 y 12 años talleres interactivo sobre diferentes áreas del conocimiento. Durante la Semana de la Tierra que busca divulgar entre la sociedad temas de Ciencias de la Tierra, Biodiversidad y Tecnología Ambiental, mediante una semana de exposiciones, maquetas, juegos, carteles, conferencias, talleres lúdicos y documentales, entre otros. Establecemos un acercamiento directo con la sociedad. Algo similar ocurre durante la Semana de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro, organizada por el CONCYTEQ, donde se ofrecen en todo el estado charlas de divulgación, talleres, exposiciones y maquetas, además de un acercamiento con los asistentes, ante quienes se resalta la importancia de aprovechar y cuidar los recursos naturales. En las Charlas mensuales de divulgación, el último jueves de cada mes un investigador del CGEO ofrece una conferencia sobre temas de Ciencias de la Tierra. El programa es abierto a estudiantes de todos los niveles y público en general, es muy útil para profesores de ciencias exactas, además sirve como promoción de todas las actividades del Campus. La Gaceta Campus UNAM-Juriquilla es un órgano de difusión y divulgación sobre las diferentes investigaciones y actividades artísticas y culturales que se llevan a cabo en el Campus. Un concepto similar es el programa de radio "Signos en Rotación" en radio UAQ (89.5 FM), producido en colaboración con la Unidad de Vinculación del Campus, donde se promueven las actividades científicas, culturales y artísticas del Campus. En el Programa de fomento a la lectura, desarrollado por Angélica Ázcar ("La cuenta-cuentos"), un sábado de cada mes se induce a los asistentes al mundo de la lectura. Visitas guiadas al CGEO, el último viernes de cada mes se hacen recorridos que muestran la infraestructura del CGEO, se ofrecen explicaciones sobre las investigaciones que se desarrolla en cada laboratorio, con el fin de despertar el interés por la ciencia. De esta forma el CGEO participa activamente en una de las funciones sustantivas de la UNAM, además de reforzar su presencia en la región y fomentar la formación de recursos humanos desde bachillerato hasta posgrado.

SE21-14

III CONGRESO NACIONAL DE ESTUDIANTES EN CIENCIAS DE LA TIERRA: AVANCES Y PERSPECTIVAS

Pacheco Castro Adolfo, Gracia Marroquín Diego Armando,
Hernández Pérez Eliseo y Salas Megchun Erik Fabian
Centro de Geociencias, UNAM
apacheco@geociencias.unam.mx

El desarrollo de la ciencia en nuestro País ha presentado considerables avances durante las últimas décadas, esto ha sido posible gracias a la labor científica integral que día con día, investigadores y estudiantes realizan desde las trincheras de sus laboratorios y aulas. Las experiencias de esta comunión con la ciencia trascienden inevitablemente a los espacios de comunicación especializada que llamamos congresos. En ellos, este interés mutuo por los fenómenos naturales fomenta la creación de nuevos grupos de trabajo, redes de interacción multidisciplinarias e interinstitucionales, con lo cual se enriquece, facilita e incrementa la labor científica que se desarrolla en nuestro país.

La necesidad y curiosidad por parte de los estudiantes de las geociencias en todo el País engendraron desde las entrañas del Centro de Geociencias, campus UNAM, juriquilla el Congreso Nacional de Estudiantes en Ciencias de la Tierra (CNECT), siendo este un espacio organizado por estudiantes y para estudiantes. Con gran alegría se han celebrado ya tres ediciones del mismo y se prepara la cuarta. Es por ello que aquí se citan los avances y las perspectivas de este congreso geocientífico.

Durante el III CNECT se contó con la presencia de 212 asistentes provenientes de 27 entidades e institutos de 20 Universidades que radican en 15 estados de nuestro País. Los estudiantes de nivel licenciatura y posgrado, participaron con 57 ponencias orales y 24 carteles, las cuales fueron comprendidas en las sesiones de: Geoquímica y Petrología, Yacimientos Minerales, Ciencias Ambientales, Geología y Sedimentología, Geología Estructural, Paleontología, Edafología, Hidrogeología, Vulcanología, Paleoclimatología, Geofísica y Sismología. Además de las ponencias y la sesión de poster que presentaron los estudiantes, se ofrecieron 8 ponencias magistrales de reconocidos investigadores nacionales de distintos sectores de las ciencias de la tierra, provenientes de varias partes de la república. Se impartieron también dos cursos teóricos-prácticos, de Sismología y Sistemas de Información Geográfica, y los Dres. Sushan Xu y Angel Nieto realizaron una salida de campo de geología estructural en los alrededores de la Ciudad de Querétaro. Así como diversas actividades culturales desarrolladas tanto en el campus juriquilla, como en el Centro de la Ciudad de Querétaro.

Durante estos 3 días de congreso, se materializaron varias ideas que buscan la unión y crecimiento de la comunidad estudiantil en las geociencias. La primera de ellas, es la formación de una Asociación Mexicana de Estudiantes en Ciencias de la Tierra (AMECIT) en la cual participen todas las Universidades, Institutos o Centros que impartan en sus laboratorios y pupitres las geociencias., se cuenta ya con la participación de varias Universidades, dirigidas por el Centro de Geociencias. También se busca impulsar de sobre manera el Congreso de Estudiantes, permitiendo que este se realice en una sede distinta al Centro de Geociencias al menos cada dos años.

La juventud que se reúne en este congreso, comparte y discute su perspectiva del mundo, convirtiendo a este espacio científico en un sendero que se abre hacia nuevos horizontes, ambiciosas metas y florecientes preguntas.

SE21-15

GEOCIENCIAS, UN NUEVO PROGRAMA DE LICENCIATURA EN LA ENES MORELIA, UNAM

Hernández Bernal María del Sol¹, Macías Vázquez José Luis², González Esparza Américo² y Gogichaishvili Avto²
¹ENES Morelia, UNAM
²Unidad Michoacán, Instituto de Geofísica, UNAM
msol@unam.mx

Se presenta un nuevo plan de licenciatura, aprobado el 31 de marzo de 2012 por el Consejo Universitario para ser impartido en la Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia. Este proyecto de licenciatura fue promovido principalmente por la Unidad Michoacán del Instituto de Geofísica y el Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, ambos de la UNAM, y por el Departamento de Geología y Mineralogía del Instituto de Investigaciones Metalúrgicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

El plan de estudios contempla en su estructura bases sólidas de química, física, biología y matemáticas, además de los principios fundamentales de la Geología.

Estos fundamentos le permitirán al alumno manejar herramientas modernas como los sistemas de información geográfica, métodos de exploración geofísica y datos provenientes de mediciones astrofísicas. Con estas herramientas, el estudiante será capaz de hacer modelos del comportamiento de la Tierra como un planeta de características únicas y, a la vez, inmerso en un sistema complejo como el Sistema Solar y las vecindades de la galaxia.

El plan de estudios tiene tres áreas de profundización, que serán elegidas por el alumno a partir del quinto semestre: Peligros y Riesgos, Ciencias Espaciales y Geofísica Aplicada.

Esta licenciatura plantea al alumno la opción de obtener un Diploma de Técnico en Cartografía y Geomática en el transcurso del quinto semestre, el cual le brindará al estudiante la posibilidad de incorporarse al campo laboral con una preparación sólida e integral, ya que las asignaturas cursadas lo capacitan en el área de la percepción remota, sistemas de información geográfica, cartografía, topografía y sistemas de posicionamiento global.

Una de las características de este programa es la impartición de asignaturas a través de cursos en bloque con duración de 2-8 semanas, así como asignaturas semestrales de carácter integrador, en donde convergen los conocimientos adquiridos en los cursos en bloque. Se cuenta con una oferta de 24 asignaturas optativas, de las cuales el estudiante podrá elegir entre 5 y 6, dependiendo el área de profundización elegida.

Durante los 8 semestres de la licenciatura el estudiante cursará el idioma inglés, en grupos organizados por el grado de conocimiento del mismo.

El alumno será asesorado desde el primer semestre por un sistema tutorial cuyas funciones serán orientar y guiar a los estudiantes en la vida académica e institucional a lo largo de toda su formación.

La primera generación de la licenciatura en Geociencias consta de 21 alumnos. Este programa de licenciatura será impartido en las instalaciones de la ENES, la cual estará permanentemente vinculada con las actividades de investigación del Campus Morelia de la UNAM. Las actividades docentes de la licenciatura serán reforzadas por actividades institucionales transversales que contemplan temas de humanidades, idiomas, cultura y recreación, donde los alumnos de los tres programas iniciales (Geociencias, Ciencias Ambientales y Literatura Intercultural) tendrán una convivencia muy estrecha.

SE21-16

LA LICENCIATURA EN CIENCIAS DE LA TIERRA, DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EN EL CAMPUS UNAM-JURIQUILLA, UNA NUEVA OPCIÓN EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN EL CENTRO DE MÉXICO

Martínez Reséndiz Emma Vanesa¹, Gómez González Juan Martín², Olivares Salazar Sara Erika¹, Morales Malacara Juan Bibiano¹ y Cantoral Uriza Enrique¹
¹UMDI-FC-J, UNAM
²CGEO, UNAM
mtzemma@hotmail.com

En agosto de 2011 la Facultad de Ciencias de la UNAM puso en marcha la Licenciatura en Ciencias de la Tierra (LCT) en el Campus UNAM-Juriquilla, en coordinación con el Centro de Geociencias (CGEO). Se trata de una opción complementaria a las opciones que actualmente existen en el país sobre Ciencias de la Tierra. Consta de cinco orientaciones: Ciencias Acuáticas, Atmosféricas, Espaciales, Ambientales y de la Tierra Sólida. Estas dos últimas son las únicas que por el momento se ofrecen en el Campus Juriquilla. El plan de estudios comprende ocho semestres, con un tronco común en el que se adquieren las ciencias fundamentales (biología, física, geología, matemáticas y química), así como una visión integral de los sistemas terrestres, incluyendo su evolución geológica. Desde el inicio el estudiante se integra a un programa de tutorías, en cual un investigador, además de guiarlo y orientarlo en sus opciones académicas, le ofrece la oportunidad de colaborar en sus investigaciones, ampliando los conocimientos adquiridos y su experiencia. Además, durante el intersemestre el estudiante puede llevar a cabo estancias académicas en el CGEO, colaborando con estudiantes de maestría y doctorado. Del mismo modo cuentan con una oferta semanal de seminarios institucionales de investigación y mensuales de divulgación, ofrecidos por reconocidos científicos, los que le permiten ampliar su cultura general, hacerse más rápidamente de un lenguaje técnico, así como establecer lazos de colaboración y aprender sobre las exigencias de la organización y exposición oral frente a un público amplio. Otra de las ventajas de la LCT es que tanto los cursos, actividades de Campo y de laboratorio las llevan a cabo investigadores de alto nivel en un formato similar al que se desarrolla en el posgrado en Ciencias de la Tierra de la UNAM. Todo ello proporciona una formación científica interdisciplinaria que permite comprender los orígenes de los fenómenos terrestres y analizar la relación existente entre los procesos físicos, biológicos, geológicos y químicos que se desarrollan en la Tierra, mediante la utilización de herramientas matemáticas, modelos computacionales e instrumentación tecnológica para el manejo y procesamiento de datos e imágenes del área, y así resolver los problemas complejos que se derivan de la interrelación entre el sistema tierra, agua, atmósfera y la sociedad. Finalmente, los estudiantes tienen la posibilidad de participar en las actividades de Difusión y Divulgación que lleva a cabo el CGEO, con ello se fomenta un acercamiento activo con la sociedad. De esta forma la LCT es parte sustancial de los objetivos de la UNAM dentro del polo de desarrollo educativo y científico que representa el Campus Juriquilla. Se trata de una opción de estudios para los jóvenes del centro y del Altiplano del país, donde se requieren profesionales con conocimientos de vanguardia para resolver diferentes problemas relacionados con la explotación de recursos naturales, la diversidad ambiental y un complejo marco geológico.

SE21-17 CARTEL

ROCATECA

Arvayo Molina Arnoldo¹, García Barrios Martín Francisco² y Vidal Solano Jesús Roberto²

¹*Ciencias Exactas y Naturales, UNISON*

²*Universidad de Sonora*

hill_arnoldo@hotmail.com

El proyecto de la Rocateca nació a partir de una idea de crear un medio de difusión de las rocas de el estado de sonora, pero un medio que no fuera solo para académicos y estudiantes si no para todas las personas en general.

Con este proyecto se espera fomentar el conocimiento de las rocas de Sonora, que se conozca mas sobre la diversidad de ellas en el estado y la importancia que tienen. Se espera que las personas se acerquen a este medio, ya sea para informarse mas, aportar información o como ayuda en lo que es la divulgación. Este proyecto esta dirigido a todas las personas en general, no solo a académicos, y se espera beneficiar a todas las personas interesadas en el estado de sonora, que se interesen por saber mas sobre el.

Sesión Especial

APORTACIONES A LA PETROLOGÍA ENDÓGENA DEL NW DE MÉXICO

Organizadores:

Ricardo Vega Granillo
Francisco Abraham Paz Moreno
Saúl Herrera Urbina
Abraham Mendoza Cordova
Jesús Roberto Vidal Solano

SE22-1

GEOCRONOLOGÍA U-PB Y AR-AR EN LA PARTE OCCIDENTAL DEL COMPLEJO SONOBARI

Vega Granillo Ricardo¹, Solari Luigi², López Martínez Margarita³, Vidal Solano Jesús⁴, Herrera Urbina Saúl⁵ y Gómez Juárez Oscar Silvestre⁵

¹Departamento de Geología, UNISON

²UNAM

³CICESE

⁴Universidad de Sonora

⁵Universidad Autónoma de Guerrero

rvega@ciencias.uson.mx

El Complejo Sonobari, en el norte del estado de Sinaloa, está formado por dos suites. La suite oriental está formada por una unidad metasedimentaria del Ordovícico Medio-Tardío con una proveniencia peri-Gondwaniana, además de una secuencia meta-volcanosedimentaria e intrusivos del Jurásico Tardío. La suite occidental está constituida por una unidad con metamorfismo regional denominada Gneis Francisco atribuida al Triásico Tardío, la cual es intrusada por cuerpos graníticos y gabroicos. Un estudio geocronológico U-Pb fue realizado en la parte con protolito sedimentario del Gneis Francisco, determinándose que las poblaciones principales tienen picos principales de 1711, 1406 Ma, con picos menores de 1167, 1030, 873 y 515 Ma. Estos picos indica que los sedimentos proceden principalmente del cratón Laurentiano, aunque los zircones neoproterozoicos no ocurren en dicha región y pueden indicar aporte de fuentes mezcladas que incluyen terrenos peri-Gondwanianos. Una anfíbolita del Gneis Francisco fue fechada mediante el método de Ar-Ar en anfíbol, generándose una edad isócrona de 67 Ma. Considerando que la roca experimentó un evento de metamorfismo regional de facies de anfíbolita, que el Gneis Francisco presenta migmatización y que la unidad es intrusada por granitos cretácicos, se interpreta que la edad obtenida es una edad de enfriamiento posterior a un evento de metamorfismo, ya sea regional o de contacto.

También se dató mediante el método de U-Pb a una roca granítica que intrusiona la unidad metamórfica, dicho granito produjo una edad de 65 Ma, lo cual indica que el intrusivo forma parte del magmatismo ocurrido en la margen continental de México, el cual generó los batolitos de Sonora y Sinaloa, mayormente formados entre 90 y 60 Ma.

Por otra parte, un gabro de plagioclasa-hornblenda, fue fechado mediante el método de Ar-Ar en anfíboles, produciendo edades entre 54 y 47 Ma, donde las más antiguas se interpretan como cercanas al tiempo de la intrusión y las más jóvenes como fases asociadas al enfriamiento del cuerpo intrusivo.

SE22-2

PETROGÉNESIS DE LAS ROCAS MÁFICAS DEL COMPLEJO ÍGNEO-METAMÓRFICO SONOBARI, SINALOA, MÉXICO

Vidal Solano Jesús Roberto¹, Vega Granillo Ricardo¹, Herrera Urbina Saúl¹ y Gómez Juárez Oscar²

¹Departamento de Geología, Universidad de Sonora

²Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero
jrvidal@ciencias.uson.mx

Un estudio petrológico enfocado al análisis geoquímico de gneises y gabros fue realizado en El Complejo Sonobari, ubicado en el límite entre Sonora y Sinaloa. Las muestras colectadas corresponden a la unidad Gabro Macochín y a una anfíbolita denominada Gneis Francisco. Petrográficamente, las rocas metamórficas se caracterizan por una matriz de anfíbol-plagioclasa con cristales accesorios de rutilo, en donde es posible apreciar, tanto una ligera sobreposición de una deformación milonítica con indicadores cinemáticos y lineación mineral, como una retrogresión mineral de hornblenda a epidota, anillos de reacción de ilmenita en rutilo, clorita alterando a plagioclasa y esfena en bordes de reacción con rutilo. Por otro lado, los intrusivos máficos están conformados principalmente de hornblenda y plagioclasa en una matriz de grano medio a grueso, con algunas variaciones texturales como glómeros y facies pegmatíticas con cristales de hornblenda de hasta más de 10 cm de longitud.

Ambas unidades, presentan un comportamiento muy similar en las concentraciones de elementos mayores y traza. Se caracterizan por presentar valores relativamente altos en titanio (1-2%), bajos en alúmina (14-16%) y se ubican en el diagrama TAS predominantemente en la línea discriminatoria entre el dominio alcalino y subalcalino correspondiendo con variedades de gabro (gabro peridotítico, gabro y gabro diorítico). Los cocientes de los elementos incompatibles e inmóviles (Zr/Ti y Nb/Y) proporcionan prácticamente los mismos resultados que el TAS, remarcando que no existe una movilidad importante de elementos a pesar del metamorfismo en facies de anfíbolita. Los minerales normativos de ambos grupos denotan un carácter transicional en la serie (toleitas de olivino), en donde para algunas muestras del Gabro Macochín pueden presentarse variedades subsaturadas con presencia de Nefelina normativa (Gabros alcalinos de olivino), así como variedades sobresaturadas (Toleitas de cuarzo) en las anfíbolitas. Sin embargo, la dominancia en FeO

con respecto a los valores de MgO asegura una afinidad toleítica en todas las muestras. Esta tendencia geoquímica es congruente con las proporciones de Álcalis del diagrama AFM y los patrones de tierras raras que muestran espectros de forma relativamente plana con concentraciones de LREE ligeramente enriquecidas y con una incipiente anomalía en Eu en las variedades más diferenciadas.

Los patrones de las concentraciones normalizadas de los elementos traza permiten observar una distribución de los elementos inmóviles menos incompatibles (MREE, HREE, Y, Ti y Zr), bajo una misma tendencia que la firma promedio de un basalto tipo N-MORB, reflejando probablemente la característica original de una fuente de tipo manto superior astenosférico. Sin embargo, un enriquecimiento significativo es observado para el resto de los elementos, en particular en los LILE, excepto por el Nb y Ta que generan una marcada anomalía negativa, sugiriendo la participación de un componente de subducción en la fuente de los magmas y/o una asimilación continental, dada las altas concentraciones en K, Rb, Ba, Th, U y Pb. Finalmente, los contenidos de Ti vs V y la afinidad geoquímica transicional tanto de las anfíbolitas como de los gabros sugieren que fueron originados en un contexto tectónico de cuenca tras arco (BABY).

SE22-3

EL VOLCANISMO MÁFICO Y ULTRAMÁFICO CÁMBRICO DE LA FORMACIÓN PUERTO BLANCO, MUNICIPIO DE PITIQUITO, NW DE SONORA, MÉXICO

Barrón Díaz Arturo¹, Paz Moreno Francisco², Centeno García Elena³ y Demant Alain⁴

¹Departamento de Geología, UNISON

²Universidad de Sonora

³Universidad Nacional Autónoma de México

⁴Univ. Paul Cézanne

z_knight@hotmail.com

La presente investigación tiene como objetivo caracterizar de forma geoquímica y petrológica los derrames máficos contenidos en la base de la Fm. Puerto Blanco. Esta formación se tiene contemplada dentro del período cámbrico inferior, determinando su edad relativa por medio de una correlación estratigráfica, sin embargo la unidad basal, que contiene las rocas volcánicas y a su vez marca el límite del período cámbrico-precámbrico, carece de fósiles.

El área de estudio está localizada 40 km al sur de la ciudad de Caborca, Sonora a los alrededores del Rancho Bámuri. Dentro de la misma se reconocen tres localidades principales. San Agustín marca el extremo éste y es la localidad en la que se observa la mineralización primaria mejor conservada. El Cerro Calaveras y Cerros Aquituni comprenden el extremo oeste del área de estudio donde se localizan las secuencias más completas que contienen las rocas de interés.

En las localidades del Cerro Calaveras y Cerro Aquituni los derrames definidos como metabasitas presentan indicios de ser afectados por hidrotermalismo. Son principalmente porfídicos con cristales pseudomorfos de actinolita, clorita y epidota; presentando una matriz de plagioclasa albitizada.

Las lavas estudiadas forman un conjunto que va desde derrames ultramáficos de tipo picrobasaltos [SiO₂]/N=(41.4 – 41.8%), [Na₂O+K₂O]/N=(2.3 – 2.6%), hasta derrames basálticos [SiO₂]/N=(48.92%), [Na₂O+K₂O]/N=(7.18%) con valores altos en titanio TiO₂=(4.2 – 6.5%).

En la localidad de San Agustín el derrame estudiado es una lava ultramáfica de picrobasaltos con fenocristales de clinopiroxenos y en menor proporción cristales de olivinos que fueron alterados; caracterizada por estar desprovista de fenocristales de plagioclasas y tener una matriz constituida principalmente por clinopiroxenos y titanomagnetita, con el desarrollo de plagioclasa tardía de tipo andesina (An_{48.5}-Ab_{48.7}-Or_{2.8}), que ocurre a manera de parches micropegmatoides.

El diagrama de tierras raras normalizado a condrita, muestra espectros con una fuerte pendiente de [La/Lu]/N= 16.4, 18.2 y 26.1 para las localidades de los Cerros Aquituni, San Agustín y Cerro Calaveras respectivamente. Presentan valores iniciales de LREE: [La]/N=200–330 y HREE:[Lu]/N=(8–12) donde resalta, en las tres localidades, la ausencia de una anomalía en europio (Eu/Eu*± 1).

El arcnidiagrama multielemental normalizado con manto primitivo, presenta un espectro en joroba, con una marcada anomalía positiva en Ta y Nb, característico del volcanismo intraplaca de tipo OIB, y muy probable de intraplaca continental debido a su alta concentración en potasio [K₂O/Na₂O] >1 en dos de las localidades estudiadas.

SE22-4

CERRO PRIETO: VOLCANISMO OROGÉNICO ANDESÍTICO-BASÁLTICO DEL MIOCENO TEMPRANO, PUERTO PEÑASCO, SONORA, MÉXICO

Paz Moreno Francisco Abraham¹, Herrera Urbina Saul¹, Demant Alain², Iriondo Alexander³ y Gracidas Valdepeña Manuel A.¹

¹*División de Ciencias Exactas y Naturales, UNISON*

²*Université Aix-Marseille, France*

³*Centro de Geociencias, UNAM*

fpaz@ciencias.uson.mx

El Cerro Prieto es una estructura volcánica aislada, que se localiza a 10 km al NNW del centro de Puerto Peñasco (31° 23' 30"N y 113° 36' 14"W) y a 500 m al E de la línea de costa actual del Golfo de California. Presenta una superficie de aprox. 1.0 km², con una elevación máxima de 119 m y su base se encuentra a unos cuantos m.s.n.m. No se observa su raíz ya que se encuentra enterrada por las arenas subactuales del Gran Desierto de Altar, que cubren en parte sus flancos sur y oeste. La superficie de las lavas se encuentra matizada por el oscuro barniz del desierto que enmascara el color de la roca. El Cerro Prieto, afectado por la distensión terciaria con fallas N-S, es un antiguo banco de materiales cuyo minado se efectuó en sus flancos norte y este. Gracias al fallamiento y al sistema de minado se han expuesto las partes internas de su estructura.

Son rocas porfíricas con una alta cristalinidad (>50%), con fábrica seriada vesicular vítrea a seriada masiva y microcristalina de tipo dolerítica intergranular. El fenocristal dominante y siempre presente, es un Cpx pleocroico con zonamiento oscilatorio y sectorizado; se presenta como cristal aislado o en agregados que suelen englobar a olivinos. El Opx que casi siempre está presente, es escaso y restringido a la matriz en las lavas con vidrio y se vuelve más grande (fenocristal) y abundante en las rocas con mayor cristalinidad; ocurre en marcada competencia con el olivino, el cual es claramente inestable en estas rocas, y se transforma en ortopiroxeno. La plagioclasa es muy abundante y tiene un arreglo seriado, los fenocristales presentan un fuerte zonamiento y una leve seritización. Los óxidos de Fe-Ti ocurren frecuentemente como fenocristales de aspecto poroso, pero están ausentes en las rocas microcristalinas, aunque se encuentran en la matriz de todas las texturas. El geotermómetro Opx-Cpx arrojó temperaturas de cristalización de 998-1025°C.

Un estudio geocronológico 40Ar /39Ar sobre matriz volcánica de estas lavas, dio una edad de 16.9 Ma, consistente con un volcanismo anterior a la formación del Golfo de California.

Se trata de andesitas basálticas sobresaturadas en SiO₂, con 5.23 – 6.64 % de Qz normativo, ricas en Al₂O₃ (>16%), y pobres en TiO₂ (<1.09%) y en FeOtot. (<7.0%). El diagrama TAS las posiciona en el campo subalcalino, que aunado a su conjunto de características mineralógicas y geoquímicas de mayores, permite atribuirle una afinidad calcoalcalina.

La tierras raras normalizadas con condritas, muestran un espectro regular (La/Yb)_N = (6.9-10.4), sin anomalía en europio Eu/Eu* = (0.09-1.09). El arcnidiagrama de elementos traza normalizado con manto primitivo, muestra espectros con una anomalía negativa bien marcada en Nb-Ta que es característico del magmatismo asociado a la subducción. Los cocientes (Th/Yb) vs (Ta/Yb) permiten asignarle a la subducción el tipo margen continental activo, que es consistente con el ambiente geodinámico y la edad obtenida para estas lavas orogénicas.

SE22-5

MAGMATISMO MIOCENO RELACIONADO AL CESE DE LA SUBDUCCIÓN EN EL NW DE MÉXICO: PETROLOGÍA DE DOS EPISODIOS CON AFINIDAD ADAKÍTICA AMPLIAMENTE DISTRIBUIDOS EN SONORA CENTRAL

Gómez Valencia Alejandra Marisela¹, Vidal Solano Jesús Roberto¹, López Martínez Margarita² y Pallares Ortiz Carlos³

¹*Departamento de Geología, UNISON*

²*División de Ciencias de la Tierra, CICESE*

³*Université Paris-Sud, Laboratoire IDES, France*
alejandram.gomezv@correoa.uson.mx

En Sonora las magmas relacionados al cese de la subducción de las microplacas que componían la Placa Farallón, presentan similitudes a líquidos orogénicos de arco continental que fueron emplazados bajo un sistema de distensión cortical. Trabajos actuales han mostrado algunas diferencias en las manifestaciones intrusivas y extrusivas (principalmente) asociadas a este arco. Por ejemplo, entre el Oligoceno superior y el Mioceno inferior (de 27 a 17 Ma) una amplia manifestación prevaleció en algunos sectores del Estado, donde si bien se han detectado diferentes pulsos magmáticos no se han descubierto los distintos eventos volcánicos en el tiempo y el espacio, ni las etapas asociadas a la configuración del slab.

En la secuencia litológica de la región de Rayón (Sonora), se identificaron dos unidades volcánicas del Mioceno medio con las siguientes características: 1)

la unidad volcánica Cerro Prieto, identificada a la base, está compuesta por andesitas vítreas de dos piroxenos y olivino y, 2) la unidad volcánica Las Agujas, que con regularidad cubre a la unidad anterior, está constituida por dacitas hipabisales de dos piroxenos y anfíbol. Geoquímicamente, ambos grupos de rocas comparten un empobrecimiento de HREE con pocas variaciones. Sin embargo, una notable diferencia entre los dos grupos, es marcada por elevados valores de Sr y concentraciones más bajas de Y e Yb(n) en la unidad volcánica más joven evidenciando una afinidad adakítica para estos magmas, que pudieran derivar de un componente relacionado con la fusión del slab.

Una correlación petrológica con otras rocas similares que afloran en varias partes del Estado de Sonora, permitió establecer un rango de edades para estos episodios volcánicos producidos por las etapas finales de la subducción (18–16Ma y 17-14Ma respectivamente). Esta cronología indica una duración aproximada de 2 y 3 millones de años respectivamente, considerando un periodo de 1 millón de años en el cuál se manifestaron ambos volcanismos.

El análisis de la ubicación espacio-temporal de estos episodios magmáticos permite establecer que el episodio más antiguo se localiza al E del Estado, mientras que las rocas más jóvenes del último grupo se ubican hacia el W de Sonora en las inmediaciones de la costa. Nosotros proponemos la existencia de una migración magmática en un lapso de 4 Ma y que la fuente de los magmas evolucionó gradualmente en el tiempo. Probablemente dicha evolución involucro inicialmente solo la cuña del manto astenosférico, y después, otros elementos provenientes de la corteza oceánica subducida, para finalmente generar magmas con afinidades adakíticas en el Mioceno. Nuevos resultados geoquímicos y geocronológicos obtenidos y aún en proceso de interpretación, ayudarán a explicar la petrogénesis de estos magmas y su papel en la configuración de la inclinación de las microplacas subducidas.

SE22-6

CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DEL EVENTO VOLCÁNICO HIPERALCALINO DEL MIOCENO MEDIO EN EL NW DE MÉXICO: PETROLOGÍA DE LA SIERRA LIBRE, SONORA

Barrera Guerrero Santa y Vidal Solano Jesús Roberto

Departamento de Geología, UNISON

santab_g@hotmail.com

En Sonora, la distribución de los vestigios volcánicos hiperalcalinos y sus asociaciones litológicas, aumenta considerablemente en volumen hacia la Sierra Libre, localizada a 50 km al sur de Hermosillo. El trabajo geológico realizado en esta zona como parte de una tesis de Maestría, involucró una cartografía, un análisis estructural, magnetometría, petrografía y geoquímica. Información que permitió establecer la existencia de un apilamiento de hasta 800 m de unidades volcánicas afectadas por una tectónica trassensiva, que registra con precisión distintos episodios magmáticos ocurridos durante el Proto-Golfo del California. En particular sobresale el desarrollo de un volcanismo silíceo conformado por coladas, domos e ignimbritas que dominan la secuencia. Las características mineralógicas y geoquímicas de las rocas volcánicas ácidas estudiadas en la región, permitieron correlacionarlas con el evento hiperalcalino del Mioceno Medio ampliamente reconocido en el NW de México. El conjunto de datos geoquímicos de elementos mayores y traza de la literatura y las muestras de este estudio, permitió distinguir la naturaleza de los volcanismos involucrados en la secuencia estratigráfica, en tres grupos petrológicos principales: 1) Volcanismo orogénico compuesto principalmente por dacitas calcoalcalinas, 2) Volcanismo anorogénico transicional constituido por riolitas hiperalcalinas y por basaltos, y finalmente, 3) Volcanismo anorogénico toleítico representado por islanditas. En esta región, ocurre el mayor volumen de rocas félsicas hiperalcalinas hasta ahora conocido en el NW de México, que además está conformado por grandes volúmenes de coladas de riolita fluidal con interdigitaciones de ignimbritas, entre las que se encuentra la Ignimbrita de Hermosillo / Toba de San Felipe ampliamente distribuida en Sonora y Baja California. Este trabajo concluye que la Sierra Libre, es un punto extraordinario de emisión del volcanismo hiperalcalino en el NW de México para el Mioceno Medio así como la fuente de emisión de la Ignimbrita de Hermosillo/Toba de San Felipe.

SE22-7

CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DEL VOLCANISMO FÉLSICO HIPERALCALINO DEL MIOCENO MEDIO EN LA SIERRA LIBRE CON EL USO DE PALEOMAGNETISMO

Olguín Villa Angel Enrique¹, Vidal Solano Jesús Roberto¹ y Stock Joann²

¹*Departamento de Geología, UNISON*

²*Seismological Laboratory, California Institute of Technology, USA*
aolguinv@gmail.com

Los avances petrológicos de la secuencia volcánica del Mioceno en el NW de México han mostrado la presencia de magmas anorogénicos asociados con el proto-Golfo de California. En esta secuencia dominada principalmente por coladas riolíticas destaca un gran depósito ignimbrito ampliamente reconocido en Baja California como la Toba de San Felipe, y en Sonora

como la Ignimbrita de Hermosillo. Estos depósitos son unidades claves en la reconstrucción de la Provincia Extensional del Golfo de California y han sido estudiados por correlación estratigráfica, estudios geoquímicos, geoquímica isotópica y paleomagnetismo. Dado a que esta unidad alberga una dirección de remanencia magnética inusual, la técnica de Paleomagnetismo ha sido utilizada ampliamente en el NW de México. En Sonora, se ha realizado el estudio paleomagnético de los vestigios mas completos de la secuencia del Mioceno medio, en la Sierra Libre que se ubica aproximadamente a 45 kilómetros al sur de Hermosillo. Este lugar alberga depósitos de volcanismo orogénico compuesto principalmente por dacitas calco-alcalinas, seguido por un volcanismo anorogénico de afinidad química transicional y finalmente por un volcanismo anorogénico de afinidad química toleítica. El volcanismo anorogénico transicional aquí encontrado, es representado por el registro mas completo del volcanismo hiperalcalino, donde afloran acumulaciones volcánicas sumando hasta 800 metros de espesor. En los cañones El Galindro y El Cajete, se realizó un muestreo sistemático (perforación in situ de mas de 100 núcleos) de una pila de 180 metros de unidades lávicas y piroclásticas con el fin del establecimiento de la estratigrafía magnética. Los resultados obtenidos de 15 unidades, muestran que la magnetización observada en las rocas de la Sierra Libre, fue adquirida durante la subcrona de polaridad invertida que ocurrió entre 11.614 y 12.014 millones de años (C5.r.3r, Lourents et al., 2004). Además, dichas magnetizaciones vagan erráticamente en declinación y en inclinación, sin seguir un camino simple o "secuencial" como algunas transiciones de inversión de polaridad registradas en lechos de lagos con una alta tasa de depósito. Por lo tanto, se puede interpretar que el registro paleomagnético ilustra a través del tiempo una transición de la inversión, más que una excursión del campo geomagnético.

SE22-8

ESTUDIO ISOTÓPICO DE SR, ND Y PB EN LA SECUENCIA VOLCÁNICA DE LA SIERRA LIBRE, SONORA, MÉXICO: UN MODELO PETRO-TECTÓNICO PARA EL ORIGEN DE LOS MAGMAS SILÍCICOS CON AFINIDAD HIPERALCALINA EN EL NW DE MÉXICO

Vidal Solano Jesús Roberto y Barrera Guerrero Santa
Departamento de Geología, UNISON
jrvidal@ciencias.uson.mx

La máxima expresión de magmatismo hiperalcalino en el NW de México se encuentra representada por el volcanismo del macizo rocoso de la Sierra Libre (SL), Sonora, donde ocurre una secuencia compuesta por más de 800m de unidades riolíticas con manifestaciones tanto explosivas, como efusivas, destacando la presencia de una ignimbrita altamente dispersa en el NW de México, conocida en Baja California como la Toba de San Felipe y, en Sonora como la Ignimbrita de Hermosillo (TSF-IgH). Esta unidad, que anteriormente era de las únicas manifestaciones conocidas para este evento hiperalcalino, resultó ser uno de los episodios más relevantes, ya que su origen deriva de una mega-erupción ocurrida poco después del establecimiento del volcanismo anorogénico en la región durante el Mioceno medio. Los resultados isotópicos en las rocas volcánicas, que componen a la secuencia de la base a la cima, en la SL, muestran que la fuente mantélica de los magmas fue cada vez menos enriquecida. Para la TSF-IgH los análisis fueron obtenidos a partir de un muestreo de la facies inferior, media y superior, así como de los enclaves traquíticos presentes en esta unidad. Estos datos indican: a) una fuerte dispersión y enriquecimiento en la concentración de Sr y Pb radiogénico de las litofacies que surge de las concentraciones de los enclaves y, b) valores de ϵ_{Nd} similares y cercanos al BSE tanto en los enclaves como en las litofacies de la ignimbrita. Por otro lado, los valores de los basaltos transicionales que cubren a las rocas de arco a la base de la secuencia, se presentan, dentro del campo del arreglo mantélico, mostrando ser los más elevados en ϵ_{Nd} y los más bajos en Sr radiogénico de todas las rocas analizadas. Otras riolitas hiperalcalinas analizadas que ocurren tanto infra-yaciendo como sobre-yaciendo a la TSF-IgH, guardan también como característica principal un fuerte enriquecimiento isotópico de Sr y Pb, que pone en evidencia un proceso petrogenético en común para la formación de estas rocas. De acuerdo a estos resultados y tomando en cuenta la geoquímica de elementos mayores y traza, se propone, que la fuente de los magmas hiperalcalinos provienen de un manto astenosférico y, que estos derivan de la cristalización fraccionada de magmas máficos de carácter transicional, que en etapas intermedias de cristalización fraccionada generan líquidos traquíticos. Estos magmas durante el Mioceno medio tuvieron una alta residencia en la corteza continental precámbrica, provocando su asimilación mediante procesos de AFC. Una liberación de la tensión tectónica acumulada en períodos largos, desencadenó la erupción de magmas altamente diferenciados como lo son las riolitas hiperalcalinas. Este magmatismo anorogénico ocurrió en un contexto geodinámico posterior al cese de la subducción en la región, evidenciando el establecimiento de una ruptura continental transtensional predecesora a la formación del Golfo de California. Este contexto tectónico probablemente es sincrónico al desarrollo de una ventana astenosférica generada en los límites entre las microplacas subducidas que pudieron haber desencadenado la fusión del manto astenosférico como fuente de los magmas máficos anorogénicos y por consiguiente de los hiperalcalinos.

Sesión Especial

OCEANOGRAFÍA DEL GOLFO DE TEHUANTEPEC

Organizadores:

A. Cristóbal Reyes Hernández
Francisco Ocampo Torres

SE23-1

DINÁMICA DE MESOESCALA EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC

Trasvina Castro Armando
Division de Oceanología, CICESE, Unidad La Paz
 trasvi@cicese.mx

Este trabajo presenta un resumen de lo que hemos aprendido de la dinámica de los remolinos que se generan en el Golfo de Tehuantepec. Las primeras imágenes satelitales revelaron la presencia de una zona de enfriamiento intenso, una anomalía térmica, en el centro del golfo. A partir de esa observación se publicaron los primeros trabajos teóricos, observacionales satelitales y resultados de modelos numéricos para explicar el fenómeno. La primera campaña observacional fue un esfuerzo conjunto entre el México (CICESE) y Gran Bretaña (UCNW). Los resultados revelaron la generación de una anomalía de temperatura efímera. Esta es una consecuencia del corte vertical de las corrientes superficiales que se generan debido a intensos eventos de viento del norte. También se observa la generación de grandes remolinos de núcleo cálido y la desintegración de la anomalía térmica en pequeños remolinos ciclónicos que orbitan al anticiclón antes de chocar contra la costa y en una lente de subducción que sobrevive bajo la superficie, en la periferia del giro cálido. Experimentos posteriores han servido para describir la propagación de los remolinos cálidos hasta muy adentro, y por muchos meses, del Pacífico Tropical Oriental. También han mostrado la presencia de remolinos de verano que se generan por los vientos Alisios, menos intensos que los invernales pero más persistentes. La circulación costera del Golfo de Tehuantepec también está dominada por la presencia, o ausencia, de remolinos y en menor medida por la circulación costera de gran escala. Las características principales de la circulación costera serán discutidas en detalle.

SE23-2

**ESTUDIO DE LOS MECANISMOS FÍSICOS
 IMPORTANTES EN LA GENERACIÓN DE LA
 PRODUCTIVIDAD PRIMARIA EN EL PACÍFICO MEXICANO**

Martínez Alcala José Antonio¹, Pérez Chavarria
 Miguel Ángel² y Navarro Olache Luis Felipe²

¹Facultad de Ciencias Marinas, UABC

²Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC
 amartine@uabc.edu.mx

Este proyecto tiene como objetivo principal, encontrar la relación entre las variables físicas como el viento, la temperatura superficial del mar y el nivel del mar, con la productividad primaria en el Pacífico mexicano, en particular el Golfo de Tehuantepec. El estudio se realiza a partir de datos de imágenes de satélite, aplicando una técnica estadística de visualización y reducción de bases de datos de gran tamaño, conocida como Redes Neuronales. La meta es encontrar en que proporción cada una de las variables físicas interviene en la generación de clorofila-a en las regiones de estudio.

SE23-3

**RESPUESTA DE LOS FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS
 A LAS VARIACIONES OCEÁNICAS DEL PERIODO 2006 –
 2009 EN EL NOROESTE DEL GOLFO DE TEHUANTEPEC**

Machain Castillo María Luisa¹, Nava Fernández
 Xinantecatl Antonio¹, Thunell Robert² y Tappa Eric²

¹Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

²University of South Carolina, USA
 machain@cmarl.unam.mx

Con el objeto de conocer la respuesta de los foraminíferos planctónicos a los cambios en las condiciones oceanográficas se analizaron sus poblaciones en el Noroeste del Golfo de Tehuantepec durante el periodo feb. 2006 – ago. 2009 mediante un arreglo de trampas de sedimento. Dichas poblaciones fueron relacionadas con las condiciones oceánicas del mismo periodo.

Se encontraron tres asociaciones de foraminíferos planctónicos: La primera asociación está representada por la especie Globigerina bulloides, siendo la asociación con mayor presencia durante los periodos de surgencias en años normales o no Niño (feb. – abr. 2006 y nov. 2008 – mar. 2009). Esta asociación refleja la presencia de surgencias y de aguas superficiales frías y productivas.

La segunda asociación está representada por Globorotalia menardii, la cual está presente en los periodos sin surgencias en años normales (jun. – sep. de 2006, 2007 y 2008), en los que hay una mayor presencia de aguas estratificadas de la Corriente Costera de Costa Rica (CCCR), que son de mayor TSM y menor productividad primaria superficial.

La tercera asociación está representada por Globigerinita glutinata - Globigerinoides ruber, la cual está únicamente presente en un corto periodo durante julio de 2009. Al parecer, esta asociación está relacionada con un

cambio de condiciones de no surgencia en un periodo normal, hacia condiciones de no surgencia en un periodo El Niño.

Durante las condiciones El Niño (sep. 2006 – feb. 2007) hubo surgencias; sin embargo, sus efectos fueron atenuados en cuanto a temperatura y productividad primaria superficial. Al inicio de este periodo, se presenta la asociación G. bulloides y hacia el final, cuando las condiciones El Niño son más fuertes, esta asociación es reemplazada por la asociación G. menardii, cuya especie dominante habita preferencialmente en la termoclina. Esto sugiere una termoclina profunda, por debajo de la acción de las surgencias.

Cuando se presentaron condiciones La Niña (oct. 2007 – may. 2008) las surgencias fueron de mayor intensidad, por lo que la asociación con mayor presencia fue la de G. bulloides.

SE23-4

**SIMULACIÓN NUMÉRICA DE LA DINÁMICA FORZADA
 POR LOS NORTES EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC**

Velázquez Muñoz Federico Angel
Departamento de Física, UDG
 federico.velazquez@red.cucei.udg.mx

A partir de datos satelitales de velocidad del viento del producto CCMP, se genera un campo de esfuerzo del viento típico de los Nortes en el Golfo de Tehuantepec. Se realizan una serie de simulaciones numéricas con un modelo tridimensional para estudiar la respuesta del océano para diferente intensidad, duración y frecuencia de los eventos de viento. El modelo tiene como condición inicial el reposo y el único forzamiento es por el esfuerzo del viento.

Se muestran las principales características de la respuesta del océano como son la formación de remolinos de mesoescala y el enfriamiento en la superficie y se discuten las diferencias y similitudes de los resultados del modelo respecto a observaciones satelitales de temperatura superficial y nivel del mar.

SE23-5

**CIRCULACIÓN GEOSTRÓFICA Y CONDICIONES DE VIENTO
 EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC EN SEPTIEMBRE DEL 2004**

Reyes Hernández Cristobal y Ahumada Sempoal Miguel Angel
Universidad del Mar
 creyes@angel.umar.mx

La estructura de velocidad geostrofica estimada para el Pacífico Tropical Oriental Mexicano del 31 de agosto al 24 de septiembre de 2004, a partir de 106 perfiles hidrográficos realizados a bordo del B. O. Altair de la Secretaría de Marina, es comparada con imágenes de altura dinámica de AVISO y con las condiciones de viento presentes durante ese periodo. El área muestreada fue aproximadamente 500x500 km², desde Punta Maldonado hasta Puerto Chiapas. Las imágenes de altura dinámica de AVISO muestran que durante el periodo de muestreo el Pacífico Tropical Oriental Mexicano estuvo ocupado por tres giros anticiclónicos orientados aproximadamente en dirección zonal. Consistentemente con las imágenes de AVISO, la topografía dinámica y velocidad geostrofica estimadas a partir del arreglo de perfiles hidrográficos, mostró dos de los anticiclones y la insinuación de dos ciclones distribuidos meridionalmente a lo largo de los 96° W. El viento promedio a cada 3 días mostró magnitud y dirección variables, 5-18 ms⁻¹ y 90-270° T, en correspondencia con el tránsito de perturbaciones tropicales. En consecuencia se propone que la presencia de los giros anticiclónicos no correspondió a forzamientos atmosféricos locales del tipo 'viento Tehuano' y que la interacción de ellos debió facilitar flujos de agua con características de temperatura y salinidad contrastantes, el primer flujo hacia el este, sobre la periferia norte del anticiclón occidental y el segundo flujo hacia el oeste, sobre la periferia sur del anticiclón oriental.

SE23-6

**PRESENCIA DE LA CORRIENTE COSTERA DE COSTA RICA
 EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC DURANTE VERANO**

Araco González Claudia Ivette¹, Ahumada Sempoal
 Miguel Ángel² y Reyes Hernández Cristóbal²
¹Laboratorio de Cálculo Masivo, UMAR
²Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel
 clausaraco@yahoo.com.mx

Se estudió la estructura hidrográfica y la circulación geostrofica del Golfo de Tehuantepec (GT) durante los cruceros oceanográficos SC-OCVER-0208 y SC-COYVER-0209, realizados en mayo-junio de 2008 y julio de 2009, respectivamente, a bordo del B/O "Altair" de la Secretaría de Marina-Armada de México. A partir de los datos hidrográficos, con un nivel de no movimiento a 400 m, se obtuvieron las topografías dinámicas en superficie y 100 m de profundidad y la circulación geostrofica. En superficie, la topografía dinámica

obtenida de datos hidrográficos es consistente con representaciones diarias de la topografía dinámica y circulación geostrófica obtenidas de AVISO. Durante el crucero SC-OCVER-0208 se observó la presencia de un flujo (0.3 m/s) en dirección O que se adentra al GT por el extremo oriental, específicamente al sur de los 14.5 °N, el cual conforme se desplaza hacia la región occidental del GT se va acercando a la costa hasta formar parte de una estructura ciclónica presente en la región centro-occidental y salir del área de estudio al norte de los 15 °N. Por otro lado, para el crucero SC-COYVER-0209 se observó una corriente (0.1-0.4 m/s) en dirección O que entra al GT por el extremo oriental, al sur de los 15 °N, y forma parte de un sistema de circulación bipolar presente en la región centro-occidental hasta salir del área de estudio aproximadamente a los 15 °N, como parte de la estructura anticiclónica del sistema de circulación prevaleciente durante dicho crucero. A 100 m de profundidad, la topografía dinámica y la circulación geostrófica para ambos cruceros indicaron la presencia de un flujo en dirección O que se adentra al GT por el extremo oriental, cuya trayectoria es paralela a la pendiente continental hasta salir del área de estudio al norte de los 15 °N. La estructura termohalina mostró que dicho flujo presenta en su fracción superficial temperaturas mayores a 28.5 °C y salinidad de 32.5-33.4 ups, mientras que en su fracción subsuperficial presenta temperaturas de 10.8-17.5 °C y salinidad de 34.65-34.8 ups. Lo anterior es interpretado como evidencia de la Corriente Costera de Costa Rica (CCCR) en el Golfo de Tehuantepec, cuya señal se detecta desde superficie hasta por lo menos 380 m de profundidad. La CCCR entra en el GT al sur de los 15 °N y en lugar de seguir la línea de costa, sigue la batimetría de la pendiente continental hasta alcanzar el extremo occidental donde su cercanía (lejanía) a la costa depende de la presencia de giros ciclónicos (anticiclónicos).

SE23-7

VARIACIÓN ANUAL E INTERANUAL EN LA INTENSIDAD DE LAS SURGENCIAS EN EL NOROESTE DEL GOLFO DE TEHUANTEPEC

Nava Fernández Xinantecatl Antonio¹, Machain Castillo María Luisa², Monreal Gómez María Adela¹ y Aguirre Gómez Raúl²

¹Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

²Instituto de Geografía, UNAM

xinantecatl@unam.mx

Con el objeto de conocer las variaciones en la dinámica meteorológica y oceánica en el Noroeste del Golfo de Tehuantepec durante el periodo 2006 - 2009, se analizaron algunos parámetros ambientales mediante imágenes satelitales de temperatura superficial del mar (TSM), concentración superficial de clorofila - a (CI - a), posición de la zona de convergencia intertropical (ZCIT), estimaciones de la velocidad del viento en Salina Cruz y la intensidad de las surgencias mediante el índice de Bakun. Asimismo, se utilizó el índice oceánico El Niño (ION) como referencia de la variación interanual.

Se encontraron seis escenarios oceanográficos durante el periodo estudiado:

- Épocas de surgencias en periodos normales (feb. - abr. 2006 y nov. 2008 - mar. 2009). En estos periodos, los vientos Tehuanos generan surgencias que propician la disminución de la TSM, el aporte de nutrientes hacia la superficie y el incremento en la CI - a.
- Épocas de no surgencias en periodos normales (jun. - sep. de 2006 y 2008). En las que el viento es menos intenso, no hay surgencias y hay una mayor presencia de aguas cálidas y menos productivas en superficie.
- Época de surgencias durante El Niño (sep. 2006 - feb. 2007). En este periodo, los Tehuanos generan surgencias, pero los valores de temperatura son más altos y de CI - a más bajos, en relación al resto de los periodos de surgencia analizados. Esto se podría deber a la presencia de una termoclina más profunda, que limita el aporte de nutrientes hacia la superficie y consecuentemente disminuye la productividad primaria superficial.
- Época de no surgencias durante El Niño (julio de 2009). En este periodo la posición de la ZCIT es más hacia el norte, no hay surgencias, la TSM es alta y los valores de CI - a bajos.
- Época de surgencias durante La Niña (oct. 2007 - may. 2008). En esta época las surgencias generadas por los Tehuanos fueron de mayor intensidad, las TSM más bajas y los valores de CI - a mayores con respecto a las otras épocas de surgencia. Esto se debe probablemente a que cuando las condiciones La Niña se presentan en el área, la termoclina se encuentra más cerca de la superficie, por lo que las aguas que afloran son de menor temperatura, mayor concentración de nutrientes y consecuentemente, hay mayor CI - a.
- Época de no surgencias durante La Niña (junio de 2007). Las condiciones oceánicas en este periodo son similares a las de épocas de no surgencias en periodos normales, en los que las aguas de la CCCR están presentes en el área.

A una escala anual, las variaciones en las condiciones oceánicas del Golfo de Tehuantepec son producidas por las surgencias eólicas; mientras que a una escala interanual las variaciones están determinadas por la presencia de ENOS en sus distintas fases.

SE23-8

OBSERVACIONES OCEANOGRÁFICAS COSTERAS EN LA ZONA HUATULCO-MAZUNTE

Reyes Hernández Cristobal
Universidad del Mar
creyes@angel.umar.mx

Se analizan los registros de temperatura, salinidad y velocidad correspondientes a los meses de junio, julio y agosto de 2010 y 2011 de tres anclajes a 24 m de profundidad en la costa de Oaxaca: Mazunte, Boquilla y Tangolunda, con el propósito de caracterizar las condiciones de la circulación submareal cercana a la costa durante el verano. La distancia entre anclajes a partir de Mazunte, el anclaje más occidental, fue de 10 km hasta Boquilla y de 53 km hasta Tangolunda. A pesar de la distancia entre anclajes, los datos de Mazunte presentaron las de mayores diferencias de entre las tres estaciones. Mientras que los registros de velocidad, temperatura y salinidad de Boquilla y Tangolunda mostraron fluctuaciones semidiurnas y diurnas además de 4, 8 y 13 días, en Mazunte las fluctuaciones semidiurnas y diurnas fueron en general más débiles.

Durante el período del muestreo las condiciones de viento observadas en Puerto Ángel Oaxaca, fueron preferentemente del NO, NE, SO y SE, en ese orden y con rapidez entre 3 y 4 ms⁻¹. En promedio la circulación superficial en el anclaje de Mazunte fue preferencialmente hacia el NO con rapidez aproximada a 5 cms⁻¹, en cambio en Boquilla y Tangolunda fue preferencialmente hacia el NE y con rapidez aproximada a 3 cms⁻¹. Las componente de velocidad muestran que montados sobre la dirección dominante del movimiento existieron fluctuaciones de pequeña escala temporal modulados por cambios en la dirección de la corriente a intervalos de tiempo entre 5 y 10 días. Los valores promedio de temperatura y salinidad registrados a la profundidad del anclaje fluctuaron alrededor de 28.5 °C y 32.4 unidades. El rango de variación de la temperatura en Tangolunda, generalmente fue mayor al registrado por los otros dos instrumentos. A lo largo de los muestreos se observan fluctuaciones en la temperatura a intervalos aproximados a 5 días, en los que pueden ocurrir descensos de temperatura de entre 6 y 10 °C. Por otro lado la amplitud de las fluctuaciones de salinidad generalmente decreció con el tiempo y a intervalos también decrecientes. En algunos registros, los descensos más dramáticos de salinidad, de hasta 3.5 unidades, ocurrieron en junio en coincidencia con el inicio de la temporada de lluvia. En este trabajo se explora la posibilidad de que la variabilidad submareal observada puede estar relacionada con el forzamiento atmosférico de la temporada.

SE23-9

EVIDENCIA DE ONDAS ATRAPADAS A LA COSTA; GOLFO DE TEHUANTEPEC, MÉXICO

Flores Vidal Xavier¹, Durazo Arvizu Reginaldo², Zavala Sansón Luis³, Flament Pierre⁴, Ocampo Torres Francisco⁵ y Reyes Cristobal⁵

¹Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC

²Facultad de Ciencias Marinas, UABC

³Departamento de Oceanografía Física, CICESE

⁴University of Hawaii, USA

⁵Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel
floresx@uabc.edu.mx

La generación y propagación de ondas atrapadas a la costa es un proceso analíticamente bien estudiado. Sin embargo, observaciones son poco comunes y por lo tanto su estudio es aun limitado. Por otro lado, aunque es bien conocido que la dinámica oceánica del Golfo de Tehuantepec (GT) es forzada por chorros de viento que generan grandes remolinos anticiclónicos y ciclónicos de naturaleza inercial, su dinámica sub-inercial se mantiene aun poco estudiada. En este trabajo, series de tiempo de la corriente superficial medidas en el GT por Radars de Alta Frecuencia (HFR), permitieron observar oscilaciones que viajan hacia el polo atrapadas a la costa. Cruceros oceanográficos, revelaron que dichas oscilaciones tuvieron una escala horizontal de ~100 km y que fueron asociadas a pulsos de agua cálida. Estas oscilaciones fueron también medidas por una cadena de termistores anclados en la plataforma continental (a unos 100 km de la costa). Se encontró que las oscilaciones tuvieron una coherencia espectral significativa (al 95% de confianza) con los chorros de viento que ocurren en los Golfos de Papagayo y Panamá y un periodo de oscilación de ~4 días, justamente el periodo inercial en latitudes cercanas al Golfo de Panamá. Una posible explicación dinámica a estas observaciones, podría ser el forzamiento de viento sobre la superficie oceánica en los Golfos de Panamá y Papagayo, mismo que genera una perturbación oceánica de naturaleza inercial. Dicha perturbación debería viajar hacia el norte atrapada a la costa sobre la plataforma continental por aproximadamente 1200 km, traer consigo aguas mas cálidas y menos saladas y ser detectada en latitudes del Golfo de Tehuantepec. Con la finalidad de verificar que las oscilaciones observadas se comportan como ondas atrapadas a la costa, se utilizó un modelo analítico que simplifica el perfil batimétrico $h(x)$ como un exponente arbitrario de la coordenada x (normal a la costa), esto es $h(x) \propto x^S$, donde el parámetro S define la forma de la pendiente continental. Para el área de estudio se utilizó $S \approx 3$, lo que dio como resultado un primer modo ($p=0$) con frecuencia de 2.33×10^{-5} s⁻¹, i.e. periodo

de 3.2 días, mientras que la velocidad de fase para una longitud de onda de ~100 km fue de ~32 km d-1. Estos valores coinciden a groso modo con las observaciones, aunque algunas consideraciones dinámicas son discutidas.

SE23-10

COMPARACIÓN DE MEDICIONES DEL ESFUERZO DEL VIENTO REALIZADAS EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC DESDE DIFERENTES PLATAFORMAS

García Nava Héctor¹ y Ocampo Torres Francisco Javier²

¹*Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC*

²*Departamento de Oceanografía Física, CICESE*
hector.garcia.nava@uabc.edu.mx

Las mediciones del esfuerzo del viento sobre el océano han permitido conocer los efectos que tienen la rugosidad de la superficie, la estabilidad atmosférica y otros fenómenos en la transferencia de momento. Sin embargo, la mayoría de las mediciones se han realizado desde plataformas fijas o relativamente lentas, por lo que corresponden a series de tiempo que se relacionan con cambios locales de las variables atmosféricas y oceánicas, y en general se desconocen los cambios espaciales del esfuerzo del viento. Para mejorar las parametrizaciones del esfuerzo del viento, en particular aquellas empleadas en áreas grandes, es de suma importancia entender los procesos que modifican la interacción entre el océano y la atmósfera en un ambiente heterogéneo. Con este propósito se han realizado diversas campañas de medición desde aviones; no obstante, esta práctica impone algunas restricciones en el cálculo de momento: reduce la tasa efectiva de muestreo y limita el periodo de promediado. En este trabajo se analizan y comparan mediciones realizadas en el Golfo de Tehuantepec desde una boya y un avión. Con base en el análisis realizado se determina que el error asociado a una reducción de la tasa de muestreo es despreciable pero que la reducción del periodo de promediado puede ocasionar subestimaciones del esfuerzo del viento de alrededor del 20%. Los errores inducidos por ambos fenómenos dependen de la altura de vuelo y de la velocidad del viento. Siendo más afectadas las mediciones realizadas en vientos débiles y las realizadas a mayores alturas.

SE23-11

REDESCLIM Y SU INFLUENCIA PARA IMPULSAR OBSERVACIONES ESTRATÉGICAS EN OCEANOGRAFÍA Y METEOROLOGÍA MARINA

Ocampo Torres Francisco Javier

Departamento de Oceanografía Física, CICESE
ocampo@cicese.mx

Se describen los objetivos de REDESCLIM (Red de desastres hidrometeorológicos y climáticos) y en especial, el interés de fomentar e impulsar la realización de observaciones directas en el océano, con el fin de adquirir información relevante para mejorar nuestro entendimiento de los procesos de intercambio entre el océano y la atmósfera que influyen en el clima y sus cambios. Se presentan resultados recientes y se abordan iniciativas para estudiar la influencia del oleaje en el intercambio de propiedades tales como el momento, vapor de agua y dióxido de carbono, entre el agua y el aire. Se describe el plan de las observaciones propuestas para llevarse a cabo en la temporada de tehuano al inicio de 2013.

Sesión Especial

CÁTEDRA POR LA GEOCIENCIA: GESTIÓN INTEGRADA DE LAS CUENCAS HIDROLÓGICAS

Organizadores:

J. Rosas-Elguera
V. Castillo Vallejo
I. Guillen Escamilla
R. Maciel-Flores
L. Peña García

SE24-1 CARTEL

ANÁLISIS AMBIENTAL Y RIESGOS EN RESERVAS URBANAS

Maciel Flores Roberto, Peña García Laura Elizabeth y Rosas Elguera José
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, UDG
 romaciello@cucba.udg.mx

En cada cambios de administración en un municipio al final de su ciclo, se actualiza las reservas urbanas y se elaboran los planes de población, en varios casos se hace sin considerar los peligros naturales existentes en la zona, y en forma particular el manejo de una cuenca, aunado a esta practica no se modifica el reglamento de construcción para estos nuevos espacios, creando en consecuencia distintos problemas hacia los nuevos habitantes o bien a los vecinos, se presenta un estudio de caso, en las inmediaciones de la Laguna de Chapala, donde se detecto problemas de fallas en una ladera y la posibilidad de deslizamiento por la modificación de uso de suelo (erosión potencial del suelo), lo que implica realizar obras no consideradas o poner en riesgos la nueva infraestructura.

SE24-2 CARTEL

APLICACIÓN DE UNA METODOLOGÍA PARA DELIMITAR ZONAS DE RECARGA DE ACUÍFEROS, ESTUDIO DE CASO CARTA TOPOGRÁFICA GUADALAJARA OESTE, ESC. 1:50,000

Arteaga Torres Roberto, García Castro Karla, Maciel Flores Roberto, Peña García Laura y Pérez Zamora Angel
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, UDG
 lombardo0212@hotmail.es

Se define la ubicación de los polígonos de infiltración de agua pluvial para la recarga de acuíferos en la zona que comprende la carta topográfica Guadalajara Oeste elaborada por INEGI, escala 1:50,000, por medio de una metodología presentada por Arteaga et al (2011) que consideran los parámetros bióticos y abióticos, que delimitan las áreas que pueden funcionar como zonas de recarga de un acuífero. Se obtuvieron 5 polígonos con las condiciones propicias para la recarga de los acuíferos, con la ubicación de estos se puede hacer una propuesta del uso óptimo del suelo para no afectar la recarga de acuíferos en la superficie estudiada y evitar la contaminación e impermeabilización de éstas.

SE24-3 CARTEL

DETERMINACIÓN DE ZONAS PROPICIAS A RECARGA DE ACUÍFEROS

Márquez González Oscar Alejandro, Muñoz Jiménez Vitoria Belén, López Cisneros María Evangelina, Reyes Mata María Paulina y Maciel Flores Roberto
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, UDG
 a.lejandromarquez@hotmail.com

Estudiantes de la licenciatura de biología del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, desarrollamos una investigación en la zona de Mazamitla, Jalisco, como proyecto requerido en el curso de geología que será útil para determinar las zonas propicias para el aporte de agua fluvial a los acuíferos, por medio de la infiltración.

El método consistió en el análisis de las características litológicas, edafológicas, aguas superficiales, uso de suelo y vegetación de la zona de estudio, las cuales fueron proporcionadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la zona de estudio fue la hoja de Mazamitla (E13B16) y se tomaron e investigaron los parámetros propicios, como: textura de suelo, tipo de suelo, tipo de roca, estructuras geológicas y porcentaje de precipitación pluvial.

Se utilizó material translúcido para trabajar y manipular la información obtenida de las cartas, pasando las características que cada una proporciona, dando un valor cualitativo diferente (color) y un valor cuantitativo; asignando un valor de 3 para la mejor zona, 2 para la segunda mejor zona y 1 para la menos interesante. Aunque algunas zonas que se tomaron en cuenta no tienen el mayor valor, es decir, cuentan con un valor medio, adquieren el necesario para ser tomadas en cuenta como las mejores, por ejemplo; la carta edafológica proporciona la textura de suelo con valores grueso, medio y fino. De esta característica se tomó el valor medio, como el mejor, ya que la zona que cuenta con valor "grueso" se encuentra en una zona de no interés, ya que aquí se presentan pendientes notables que restan valor.

Los resultados obtenidos nos permitieron conocer cuáles son las mejores zonas que tienen características óptimas para infiltración de agua, los cuales se pueden proponer como áreas de protección del recurso agua.

SE24-4 CARTEL

SALUD AMBIENTAL ¿COMO EVALUARLA?

Peña García Laura Elizabeth y Pinal Gómez Genoveva
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, UDG
 plaurae@gmail.com

Varias de las principales causas de mortalidad y morbilidad se vinculan con desequilibrios del ecosistema y la ausencia de adecuadas respuestas frente al riesgo ambiental.

La Organización Mundial de la Salud (1999), define a la salud ambiental como:

"La relación entre aquellos aspectos de la salud humana incluyendo la calidad de vida, que son determinados por factores físicos, químicos, biológicos, sociales y psicológicos en el medio ambiente."

El crecimiento de la ciudad tiene beneficios evidentes, pero al mismo tiempo provoca la aparición de nuevos riesgos, medir la exposición a numerosos factores ambientales es complejo porque no se tienen sistemas adecuados de información que permitan valorar la magnitud y gravedad de los riesgos a los que se esta expuesto en un ambiente urbano.

Los indicadores nos permiten unificar la información y nos dan elementos para medir la exposición y evaluar la salud ambiental.

La OPS, (2000) define a un indicador de salud ambiental como:

"aquel que proporciona datos sobre calidad ambiental y su impacto en salud pública. Es una medida de salud, calidad ambiental o socio-demográfica la cual es importante para monitorear la salud general de la población. Proporcionan información acerca del estado de salud de las personas con respecto a factores ambientales y se pueden emplear para evaluar la salud o un factor relacionado con la salud en una población específica a través de medidas directas o indirectas. Se utilizan para evaluar el estado de la línea de partida y tendencias, rastrear el programa de metas y objetivos y edificar la capacidad de vigilancia núcleo en agencias estatales y locales".

El Existen varios modelos para el desarrollo de indicadores de salud ambiental, hablaremos aquí del modelo DPSEEA "Fuerzas Impulsadoras – Presiones – Estado – Exposición – Efectos – Acciones", este modelo es una valiosa guía para desarrollar indicadores dentro de un amplio rango de situaciones, por ejemplo, en el desarrollo de indicadores dirigidos a peligros o para describir en forma completa la multicausalidad del ambiente y la salud como ocurre en áreas específicas.

Fuerzas Impulsoras.

Este componente se refiere a los factores que "Fuerzan" el proceso ambiental. Una de las más importantes es el crecimiento poblacional.

Indicadores de Presiones.

Describen las presiones ejercidas sobre el ambiente por las actividades humanas, como es el caso, de las emisiones de contaminantes a la atmósfera.

Indicadores de Estado.

Se refieren a la calidad y estado de ambiente y de los recursos naturales.

Indicadores de Exposición.

En el caso de la contaminación ambiental, la exposición a agentes ambientales, puede ocurrir de tres diferentes maneras: inhalación, ingestión o absorción dérmica.

Indicadores de Efectos.

Consecuencias a la salud por la exposición a peligros ambientales. Los efectos pueden variar dependiendo de la peligrosidad del agente, de la duración y magnitud de la exposición al factor de riesgo.

Indicadores de Acciones.

Corresponden a las acciones individuales y colectivas, que pueden ser para mitigar, prevenir o detener o revertir los impactos negativos que provoca el ser humano en el ambiente.

SE24-5 CARTEL

AGUA DE CONSUMO Y SALUD HUMANA

Peña García Laura Elizabeth¹, Maciel Flores Roberto¹,
 García Velasco Javier¹ y Rosas Elguera José²

¹Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, UDG

²Centro Universitario de Los Valles, UDG
 plaurae@gmail.com

La gran mayoría de los problemas de salud están relacionados con el agua de consumo humano se deben a la contaminación por microorganismos, sin embargo también existe un número considerable de problemas graves de salud que pueden producirse como consecuencia de la contaminación química del agua de consumo (Organización Mundial de la Salud, 2006).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2012) aproximadamente 1.100 millones de personas no tienen acceso a cualquier tipo de fuente de agua para beber, en consecuencia 1.6 millones de personas mueren anualmente por enfermedades diarreicas, de ellos el 90% son menores de 5 años, principalmente de países en desarrollo.

160 millones de personas están infectadas por esquistosomiasis, siendo este padecimiento causa decenas de miles de muertes al año; 500 millones de personas corren riesgo de contraer tracoma, por cuya causa 146 millones de personas están amenazadas por la ceguera y 6 millones padecen deterioro visual.

Evidentemente el agua potable es fundamental para una adecuada salud humana y es fundamental para un adecuado desarrollo humano a todos los niveles.

El consumo de agua contaminada con nitratos produce importantes efectos en la salud tales como metahemoglobinemia y cáncer gástrico (Claret, Urrutia, Ortega, Best, & Valderrama, 2011). La agricultura es la principal fuente de nitratos en aguas superficiales y subterráneas. En un estudio realizado durante el 2008 en la comunidad de Río Blanco; Jalisco se encontró sintomatología asociada a metahemoglobinemia por consumo de agua subterránea en niños menores de cuatro años.

SE24-6 CARTEL

ECONOMÍA AMBIENTAL Y GEOCIENCIA

Hernández Pérez Gabriela, García Velasco Javier y Orozco Medina Martha Georgina
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, UDG
ghperez@cucba.udg.mx

La riqueza ambiental es la base principal del desarrollo social y económico de un país. Ésta brinda un enorme flujo de bienes y servicios ambientales que dependen del estado de los recursos naturales y del medio ambiente.

La economía ambiental se ocupa de los recursos naturales y ambientales con que cuenta una sociedad, y estudia cómo la gente toma decisiones que provocan la degradación o la mejora del entorno (Field, 2003). La mayor parte de los recursos existentes tienen como medio de asignación y control un mercado en el cual se busca equilibrar las necesidades de oferta y demanda, pero para algunos recursos naturales no existe este medio de regulación y constantemente son mal utilizados y explotados de forma tal que se está asegurando un futuro de escasez, que para algunos de ellos es irreversible (Osorio, 2004).

La utilización inadecuada que ha hecho el ser humano del territorio y de sus recursos naturales, ha conducido a una crisis que pone de manifiesto la necesidad urgente de reorientar la interacción hombre-naturaleza, como medio para garantizar su supervivencia en el planeta. Dicho aprovechamiento irracional de los recursos se pone de manifiesto en: la sobreexplotación de los recursos naturales con la consiguiente degradación y/o agotamiento de las reservas; la contaminación del agua, suelo y aire producida por las descargas, resultado de las actividades de las industrias y/o domiciliarias que el hombre hace; la localización territorial inadecuada de centros urbanos en áreas de riesgos geológicos que si bien hay razones económicas, históricas y culturales que pueden justificar los asentamientos, resulta difícil justificar desde el plano racional y científico el estímulo para el crecimiento y los asentamientos actuales en áreas de riesgo (Lacreu, 2011).

Para la resolución de los problemas medioambientales es imprescindible abordar la problemática desde una perspectiva interdisciplinaria, que incorpore no sólo a las ciencias económicas, sino a las naturales, las humanas, las exactas, que permitan en primera instancia comprender la historia del planeta tierra.

La aportación que hace la economía ambiental es la aplicación de herramientas que permiten estimar el valor del impacto ambiental físico y social que generan tanto las actividades antropogénicas como las naturales, utilizando una variedad de métodos que se emplean dependiendo de las características de los recursos afectados y de las poblaciones sobre las que recae la pérdida de beneficios. La utilización de estas herramientas económicas y la aportación que hace las ciencias naturales permiten aprovechar todo el potencial económico de los recursos naturales desde una base sustentable y, además, sirve de apoyo a las instituciones reguladoras para evaluar la gestión de protección, conservación y explotación de los recursos.

SE24-7 CARTEL

GEOLOGÍA DEL PARQUE NACIONAL ISLA ISABEL, NAYARIT, MÉXICO

Peña García Laura Elizabeth¹, Maciel Flores Roberto¹ y Rosas Elguera José²

¹Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, UDG

²Centro Universitario de los Valles, UDG
plaurae@gmail.com

El Parque Nacional Isla Isabel se ubica en el Océano Pacífico, en la parte media de la plataforma marina, en la porción occidente de la parte central del Estado de Nayarit, que es una de las más anchas de México, entre las Islas Marías y el Puerto de San Blas. Este sitio es lo que se podría considerar como la intersección de la Placa Continental y la Placa del Pacífico.

Tiene una longitud es de 1.6 Km. y su anchura es de 900 metros, la máxima elevación corresponde a 80 msnm.

Isla Isabel es un Centro Volcánico que se generó en un periodo de tiempo corto (menor a un millón de años). La Isla es la manifestación superficial de al menos ocho diferentes eventos volcánicos, por lo que se aprecia en superficie. Las estructuras regionales presentes en la Isla y sus inmediaciones están asociadas al movimiento de las placas tectónicas Americana y Pacífico, las cuales en la zona generan fallas de carácter transformante de componente izquierdo. La composición de las tefras y lavas emitidas son básicas a intermedia, asignando una edad del pleistoceno-holoceno. Tiene una orientación NNW-SSE, afloran una gran cantidad de fallas y fracturas; existen al menos dos zonas con fumarolas.

Sesión Especial

RIESGO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO EN ZONAS URBANAS

Organizadores:

Dora Carreón Freyre
Efraín Ovando Shelley
Jaime Carrera Hernández
Mariano Cerca Martínez

SE25-1

ESTUDIOS DE MICROZONIFICACIÓN EN ÁREAS URBANAS HERRAMIENTA BÁSICA PARA LA PLANEACIÓN

Torres Morales Gilbert Francisco¹, Dávalos Sotelo Raymundo², Álvarez Palacios José Luis², Castillo Aguilar Saúl³, Leonardo Suárez Miguel¹ y Rodríguez González Miguel⁴

¹Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana

²Instituto de Ecología A.C.

³Facultad de Ingeniería Civil, Zona Xalapa, Universidad Veracruzana

⁴Instituto de Ingeniería, UNAM

giltorresmorales@yahoo.com.mx

En este trabajo se presentan los resultados de las microzonificaciones sísmica y de peligros geológicos para diferentes zonas conurbadas del Estado de Veracruz, México y se plantea la importancia en integrar estos resultados en la planeación urbana. Las ciudades donde se han realizado trabajos de delimitación de peligros en el Estado de Veracruz son: Orizaba, Veracruz y Xalapa, obtenidos como parte principalmente de dos proyectos: "Atlas de peligros Geológicos para el Estado de Veracruz", financiado por los Fondos para la prevención de desastres naturales FOPREDEN, y por el estudio de: "Microzonificación de Peligros Geológicos en la Zona Conurbada Xalapa", financiado por los fondos mixtos CONACYT- Gobierno del Estado de Veracruz COVECYT. En estos trabajos se integró la información general de cada zona conurbada mediante un sistema de información geográfica (SIG), obteniendo diferentes mapas temáticos, y mediante la obtención de registros sísmicos y de vibración ambiental, mapas de características dinámicas de los suelos en cada zona conurbada.

Con toda la información recopilada y generada se alimentó un SIG y se generaron mapas de las características más importantes de la zona conurbada. Además, de generar modelos donde se delimitan las zonas con mayor peligro por sismo, inundaciones y deslizamiento de laderas. Estos resultados se compararon con los mapas de las principales características en las zonas conurbadas y se estableció una clasificación cualitativa de las zonas de mayor a menor peligro.

Estos trabajos pretenden contribuir a la disminución de los riesgos por fenómenos naturales, inicialmente delimitando las zonas de peligro y posteriormente evaluando la vulnerabilidad de las diferentes estructuras y obras de ingeniería en las áreas urbanas, con el fin de reducir el riesgo. Además, se tendrán los elementos básicos de información para la planeación urbana y el ordenamiento territorial. Esta información se pondrá a disposición de las autoridades y población en general mediante un portal de internet donde podrán descargar los mapas y visualizarlos mediante programas gratuitos disponibles en internet.

SE25-2

MODELOS DE VELOCIDAD 3D A PARTIR DE LA CORRELACIÓN CRUZADA DE RUIDO SÍSMICO PARA EXPLORAR IRREGULARIDADES EN SUBSUELO BAJO OBRAS DE INFRAESTRUCTURA EN LA 2ª SECCIÓN DEL BOSQUE DE CHAPULTEPEC

Cárdenas Soto Martín, Valdes Melo Jacob Esdras, Escobedo Zenil David, García Serrano Alejandro y Tejero Andrade Andrés

Facultad de Ingeniería, UNAM
martinc@unam.mx

En junio de 2006 se produjo el vaciado del lago mayor en la 2ª sección del Bosque de Chapultepec. Se trató de una contingencia que fue mitigada por la presencia del interceptor poniente que captó la mayoría de agua (otra parte socavó el subsuelo aumentando las dimensiones del boquete inicial). Los estudios realizados señalan que se trató de un colapso del material asociado a un proceso de filtración masiva y súbita de agua. Prácticamente en toda el área de esta sección el subsuelo está conformado por materiales vulcano-sedimentarios que fueron económicamente explotados a mediados del siglo XX, dejando como resultado una serie de minas (algunas subterráneas) que fueron rehabilitadas para la construcción del parque.

En este estudio aplicamos el método de correlación cruzada de ruido en el dominio del tiempo (interferometría sísmica) y la frecuencia (SPAC), a fin de explorar la estructura tridimensional de velocidad del subsuelo entorno a diferentes sitios dentro del parque. El objetivo es evidenciar variaciones importantes de velocidad que puedan estar asociadas a irregularidades en el subsuelo que puedan representar un riesgo en la estabilidad de éste. Para ello utilizamos un par de sismógrafos que suman 96 canales con geófonos verticales de 4.5 Hz, y que con una separación de 5 m proveen una longitud de tendido de 480 m útil para cubrir algunas de las obras de infraestructura del Bosque.

En ambos métodos de correlación extrajimos la velocidad de fase asociada a la onda superficial entre cada par de estaciones en el rango de frecuencia de 4 a 12 Hz. En el método SPAC el proceso fue a través de la curva de dispersión, y en el método de interferometría mediante el tiempo en que ocurre el máximo del pulso de correlación para el ruido previamente filtrado en varias ventanas de frecuencia. Los resultados de ambos procesos fueron plasmados

en imágenes tridimensionales de velocidad en función de la frecuencia (para el caso de interferometría se realizó un proceso tomografía sísmica). Los contrastes importantes de velocidad son identificados por ambos métodos en frecuencias menores de 8 Hz. En frecuencias mayores la correlación del ruido indica que existen trayectorias cuyos resultados evidencian variaciones importantes en la estructura del subsuelo, heterogeneidades que han sido corroboradas por tomografías eléctricas.

SE25-3

ESTUDIOS GEOLÓGICOS Y GEOFÍSICOS DEL LAGO MAYOR EN LA 2ª SECCIÓN DEL BOSQUE DE CHAPULTEPEC DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Vidal García Martín Carlos, Cárdenas Soto Martín, Escobedo Zenil David y Andrade Tejero Andrés

Facultad de Ingeniería, UNAM
martincarlosv@yahoo.com.mx

La Facultad de Ingeniería de la UNAM participa en un proyecto financiado por el CONACYT y el Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal (Fondo Mixto CONACYT-GDF); el objetivo fue caracterizar el subsuelo del Lago mayor en la 2ª sección del Bosque de Chapultepec a fin de dictaminar el grado de riesgo debido a la inestabilidad de éste y proponer medidas de prevención.

Se presentan los resultados de la cartografía de los rasgos superficiales en la Segunda Sección del Bosque de Chapultepec; en un área de aproximada de 140,000 m²; que nos ha indicado los sitios susceptibles asociados a la posible presencia de cavidades o antiguas minas. A fin de explorar las características del subsuelo, se realizaron líneas de tomografía eléctrica a lo largo de las zonas susceptibles de presencia de minas antiguas; la cual se integró a un modelo geológico del subsuelo del Lago mayor; mediante la cual se estableció la distribución espacial de las diferentes Unidades de Roca de la Formación Tarango; a partir de la descripción geotécnica realizada en diversos sondeos seleccionados hasta los 25 metros de profundidad.

Los resultados de la tomografía eléctrica nos indican anomalías de resistividad alta; que se asocian a posibles cavidades, tuberías, o la presencia de materiales no saturados poco compactados y en contraste con los primeros metros del subsuelo; se pueden distinguir zonas de bajos resistivos asociados a zonas saturadas.

SE25-4

PROPUESTA DE SIMBOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO POR LA MANIFESTACIÓN DE LOS FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA, SÍSMICO, VOLCÁNICO, FORMACIÓN DE DOLINAS, HÍDRICO E INCENDIOS

Mora Chaparro Juan Carlos¹, Pérez Moreno Guillermo², García Moreno Luis Manuel³, González Herrera Raúl⁴, Lovera Silvia¹, Gil Ríos Alondra¹ y Jiménez Franco Abigail¹

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²SEDESOL

³Protección Civil Chiapas

⁴Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
jcmora@geofisica.unam.mx

Se presenta la primera propuesta de simbología para la identificación del peligro por la manifestación de los fenómenos de remoción en masa, sísmico, formación de dolinas, hídrico y volcánico para ser utilizada en mapas de peligros municipales. Se plantean estos símbolos, debido a que actualmente no existe ninguna simbología para la identificación del peligro a nivel local y que sirva en los mapas de peligro o riesgo.

Los símbolos de fenómeno de remoción en masa se refieren a caída de bloques, derrumbes, flujos, deslizamientos, hundimientos, inestabilidad de talud, inestabilidad de laderas por construcción y peligro por inestabilidad de laderas y hundimientos. Los símbolos de peligro por erosión se refieren a erosión en carreteras y erosión que afecta viviendas. Los símbolos de peligro por formación de dolinas en unidades habitacionales y en zonas de áreas verdes, o como formación de huecos en unidades habitacionales. Símbolos de peligro hídrico, son símbolos relacionados con aguas de escorrentía que provoca encharcamientos e inundaciones, escorrentía en ríos que al desbordarse provoca inundaciones, o al elevar su nivel de agua genera la destrucción de puentes colgantes y vías de comunicación. Símbolos de peligro sísmico, estos símbolos diferencian el peligro en zonas sísmicamente activas y zonas con sismos volcánicos. Símbolos de peligro volcánico, son símbolos de peligro por aumento de temperaturas de agua termales, caída de ceniza, caída de rocas, flujos piroclásticos, gases volcánicos, lahar y peligro volcánico general. Símbolo de peligro por mareas y símbolo de peligro por tornados.

El uso de esta simbología en los mapas de peligros será una herramienta eficaz para las autoridades a la hora de la planificación del territorio, diseñar obras para reducir el peligro o de realizar programas preventivos a la población, ya que con el símbolo se identifica el tipo de peligro a nivel puntual y qué es lo que amenaza.

SE25-5

IDENTIFICACIÓN Y CARTOGRAFÍA DE LOS PRM EN LA SIERRA DE SANTA CATARINA, CERRO DE LA ESTRELLA Y PEÑÓN DEL MARQUES, IZTAPALAPA D.F.

González Hernández Marcos¹, Gutiérrez Calderón Raúl Iván¹ y Carreón Freyre Dora Celia²¹Centro de Evaluación de Riesgos Geológicos²Centro de Geociencias, UNAM

mgonzalhe@gmail.com

La Delegación Iztapalapa se encuentra ubicada al oriente de la Ciudad de México dentro de su superficie se encuentran ubicadas una serie de estructuras volcánicas: Cerro de la Estrella, Peñón del Marques y el Complejo Volcánico Monogenético de la Sierra de Santa Catarina cuyas edades oscilan entre el Plioceno y Pleistoceno, estas estructuras están formadas por una sucesión de depósitos piroclásticos (Flujos Piroclásticos de Escoria, Depósitos de Caída, Oleadas Piroclásticas y Lavas de Composición Andesítica y Basáltica).

El relieve actual fue originado por procesos de erosión, pero principalmente por el factor de origen antropogénico (cortes sobre las laderas, excavaciones, construcciones, extracción de material etc.), provocando una modificación en su geometría. Esta modificación aunada a las características de los materiales y la erosión han formado una diversidad de estructuras como pueden ser un arreglo sistemático de bloques de diversos tamaños y de geometría variada. Debido a la heterogeneidad de los materiales de las secuencias volcánicas, sus propiedades físicas (granulometría, espesor, inclinación, consolidación, etc.) generan diversos procesos de remoción en masa.

A partir de recopilación de información geológica, geofísica, topográfica, sismicidad, valores de subsidencia del terreno, geomorfología (elaboración de mapas en SIG de morfolineamientos, pendientes, densidad de drenaje, disección del relieve) se identificaron los sitios más susceptibles posteriormente se corroboró con datos obtenidos en campo, a partir de la integración y el análisis de estos datos se identificaron los siguientes procesos: deslizamientos, flujos, volteos y caídos siendo este último el que predomina.

Se ha identificado que en la mayoría de los sitios donde predominan los caídos las secuencias de lavas de composición básica descansan sobre flujos piroclásticos de escoria y bloques y ceniza, depósitos de caída y oleadas piroclásticas que sirven de base; una de las características que presentan los materiales de escoria, es que son materiales poco consolidados esto provoca inestabilidad debido a que son altamente deleznable y son fácilmente atacados por los agentes erosivos (agua y viento, principalmente), provocando que esta base quede socavada dejando a los secuencias de lavas sin apoyo dejando bloques en posición de cantilever, los procesos de deslizamientos ocurren principalmente en secuencias fluvio-lacustres, flujos de detritos en secuencias volcánicas y por último el volteo que es principalmente en bloques como resultado de discontinuidades (juntas de enfriamiento), lo que origina sitios en alto riesgo afectando a la infraestructura urbana y a la población asentada en estos sitios.

SE25-6

INTEGRACIÓN DE DATOS SÍSMICOS Y GEOELÉCTRICOS PARA LA DETECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE CAVIDADES EN LA ZONA NORTE DEL VALLE DE MÉXICO

Oliva Gutiérrez Marco Antonio¹, Cruz Sánchez Brenda¹ y Camargo Guzmán David²¹Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Ciencias de la Tierra, IPN²Instituto Politécnico Nacional

ciencias.fisicas@live.com.mx

El principal objetivo de este trabajo es el de reafirmar la importancia de la geofísica no solo en el ámbito petrolero, si no también como una contundente herramienta en la actividad urbana y de protección a la ciudadanía a través de la detección y caracterización de cavidades que se han formado a lo largo del tiempo por causas muy variadas en la zona norte del valle de México y que por medio de métodos geoelectrónicos y de su posterior correlación con métodos sismológicos es posible mitigar los riesgos al realizar estudios en presuntas zonas afectadas y posteriormente proponer una rehabilitación adecuada.

Lo anterior se pretende lograr al implementar la técnica de tomografía eléctrica así como sondeos eléctricos verticales y sísmica de refracción y de esta manera definir la zona afectada, la geometría de dichas estructuras subterráneas, la interpretación de las mismas y su posterior correlación para la perforación y rehabilitación de dichas cavidades.

Una vez rehabilitadas, es preciso programar nuevamente el mismo procedimiento de prospección para que de esta manera podamos comparar los resultados antes y después de la rehabilitación y así poder constatar que la zona afectada esta fuera de peligro, y que los inmuebles, predios y habitantes de la región están exentos de un inminente riesgo geológico por cavidad.

SE25-7

PROPUESTA DE INTEGRACIÓN DE UN CAPITULO DE DISEÑO EN ZONAS DE RIESGO GEOLÓGICO EN EL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN DEL DISTRITO FEDERAL

Carreón Freyre Dora Celia¹ y Gutiérrez Calderón Raúl²¹Centro de Geociencias, UNAM²Centro de Evaluación de Riesgo Geológico, Delegación Iztapalapa, D.F.

freyre@geociencias.unam.mx

En este trabajo se presenta un análisis del reglamento de construcción vigente en el Distrito Federal, publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 20 de enero de 2004, como la única herramienta existente para restringir la construcción en sitios con una alta vulnerabilidad a la subsidencia del terreno, al fracturamiento del subsuelo y a los procesos de remoción en masa (PRM). La Ciudad de México presenta la concentración urbana mas grande de nuestro país y tiene una superficie de casi 1,500 km², su contexto geológico regional y local ha sido ampliamente estudiado por diferentes grupos de trabajo. Como parte de la Faja Volcánica Transmexicana los edificios volcánicos que delimitan la Cuenca de México han presentado una fuerte actividad desde el Plio-Cuaternario hasta el presente por lo que el relleno sedimentario se encuentra interestratificado con materiales volcánicos del tipo efusivo y explosivo. El subsuelo de la Ciudad de México es en consecuencia particularmente heterogéneo, de acuerdo a los registros litológicos de pozos de extracción de agua subterránea y de sondeos geotécnicos se pueden encontrar interdigitaciones de lavas con depósitos arcillosos, material piroclástico y lentes de arena. Cabe resaltar además la presencia de fallas regionales y fracturas. Se tienen condiciones de deformación diferencial a las que se adiciona un estado de estrés permanente asociado a la alta concentración de población. Durante las últimas décadas la ciudad a crecido en todas direcciones, se han perforado varias baterías de aprovechamientos de agua subterránea e incluso se han urbanizado las laderas de los edificios volcánicos que se ubican dentro de la cuenca. En el reglamento de construcción vigente no se considera el riesgo geológico como uno de los puntos de restricción para la construcción (Capítulo VI), en este trabajo se hace especial énfasis en la falta de precisión en lo que se refiere a los estudios que deben ejecutarse previos o durante una manifestación de construcción o en lo que se refiere a los dictámenes de impacto urbano-ambiental. Se recomienda ampliar el Capítulo VIII sobre el diseño de cimentaciones con un nivel de zonificación geotécnica mas detallado y la creación de un nuevo capítulo explícito sobre construcción en zonas de riesgo geológico como parte del Título Sexto sobre la Seguridad Estructural de las Construcciones de manera que se soliciten explícitamente estudios de cartografía y geología de detalle y estudios de prospección geofísica que permitan evaluar las condiciones estructurales del subsuelo en un área mayor a la zona de construcción.

SE25-8

ANÁLISIS Y MODELACIÓN DE LA SUBSIDENCIA ANTROPOGÉNICA REGISTRADA CON DINSAR EN EL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA

Sarychikhina Olga y Glowacka Ewa

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

osarytch@yahoo.com

El Valle de Mexicali, que se localiza en noreste de Baja California, es una región donde la deformación del terreno se ha puesto cada vez más evidentes en zonas urbanas y rurales. La deformación del terreno en esta área es causada por una variedad de procesos naturales, tales como sismos, deformación tectónica continua, actividad volcánica, pero también por actividad humana, sobre todo la extracción de fluidos geotérmicos en el campo Geotérmico Cerro Prieto. Cerro Prieto es el campo geotérmico en funcionamiento más grande y antiguo de México que ha estado produciendo la electricidad desde 1973. La extracción de grandes volúmenes de fluidos geotérmicos para el suministro de vapor a las plantas de energía eléctrica ha provocado una considerable deformación del terreno en y alrededor del campo. La deformación consiste principalmente de la subsidencia y el fallamiento/agrietamiento del terreno. Estos fenómenos han producido graves daños a la infraestructura del Valle de Mexicali como carreteras, canales de riego y otras instalaciones.

En este trabajo, se aplicó la técnica de Interferometría Diferencial de Radar de Apertura Sintética (DInSAR) utilizando las imágenes de ASAR del satélite ENVISAT adquiridas entre 2003 y 2006 para determinar la extensión y la tasa de subsidencia en el Valle de Mexicali. Los resultados de DInSAR se compararon con datos publicados de nivelaciones (1994-1997 y 1997-2006) y la información geológica detallada con el fin de mejorar la comprensión de la distribución temporal y espacial de subsidencia antropogénica en el Valle de Mexicali. La nivelación y datos de DInSAR fueron modelados para caracterizar la deformación observada en términos de extracción de fluido.

Los resultados confirman que las fallas tectónicas controlan la extensión espacial de la zona afectada por la subsidencia del terreno. Estas fallas probablemente actúan como barreras de flujo de agua subterránea de los

acuíferos y reservorios. La forma de la zona afectada por la subsidencia coincide con la cuenca de extensión (pull-apart) de Cerro Prieto. Además, el patrón espacial y los cambios en la tasa de subsidencia están altamente correlacionados con el desarrollo del campo geotérmico Cerro Prieto.

SE25-9

MAPAS DE RIESGO POR FALLAMIENTO ASOCIADO A SUBSIDENCIA EN LAS CIUDADES DE MÉXICO Y MORELIA

Solano Rojas Dario¹, Cabral Cano Enrique², Hernández Espriú Antonio³, Cigna Francesca⁴, Wdowski Shimon⁵, Osmanoglu Batuhan⁶, Falorni Giacomo⁷, Bohane Adrtian⁷ y Colombo Davide⁸

¹Facultad de Ingeniería, UNAM

²Departamento de Geomagnetismo y Exploración, Instituto de Geofísica, UNAM

³Grupo de Hidrogeología, División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Facultad de Ingeniería, UNAM

⁴British Geological Survey

⁵Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami

⁶Geophysical Institute, University of Alaska

⁷TRE Canada

⁸Tele-Rilevamento Europa T.R.E. Srl

dario_solano@yahoo.com.mx

La subsidencia y sus procesos asociados como puede ser el desarrollo de fallas han afectado las áreas urbanas del centro de México por varias décadas y este proceso se ha intensificado por el desarrollo urbano asociado al crecimiento económico. Este fenómeno causa severos daños a casas habitación y la infraestructura urbana en general. La subsidencia en estas áreas urbanas esta asociada a las agresivas tasas de extracción de agua subterránea que tiene por consecuencia la consolidación del suelo, deformación y finalmente el fallamiento en superficie y en varias ciudades del centro de México ya es un factor muy importante a considerar para los planes de desarrollo urbano y usos de suelo. Sin embargo, a pesar de su potencial para dañar seriamente estructuras civiles y de servicios urbanos, su impacto y costo económico no se conoce con detalle. Esto es en parte el resultado de la falta de mapas de riesgo con alta resolución que permitan análisis detallados pero las técnicas de geodesia satelital modernas nos permiten generar estos productos con un grado de resolución sin precedente.

En este trabajo presentamos los resultados preliminares de un análisis de riesgo por fallamiento inducido por subsidencia en las ciudades de Morelia y México. Nuestro análisis esta basado en una matriz de riesgo usando una combinación de magnitud y gradiente horizontal de subsidencia a partir de los procesamiento de Dispersores Persistentes InSAR (Morelia) y SqueeSAR (México) y de los datos del censo de población 2012 publicados por INEGI. El resultado para la ciudad de Morelia (597,000 habitantes y tasas de subsidencia de hasta 80 mm/año) muestra que el 7% del área urbanizada se encuentra dentro de las zonas de alto a muy alto riesgo, pero el 14% (11.7% y 2.3% respectivamente) de su población se encuentra dentro de estas zonas. En el caso de la Ciudad de México (15'490,000 habitantes dentro de la zona metropolitana considerada en nuestro estudio y con tasas de subsidencia de hasta 370 mm/año) nuestro mapa de riesgo muestra el 13.5% del área urbanizada se encuentra dentro de las zonas de alto a muy alto peligro pero el 26.2% de su población (22.1% y 4.4% respectivamente) vive dentro de estas zonas.

SE25-10

LA CARTOGRAFÍA EN LA EVALUACIÓN DE RIESGO GEOLÓGICO EN LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA

Rivera Arellanes Diana Patricia, Jiménez Sánchez Carmen Alejandra y Alcántara Durán Carlos Felipe
Centro de Evaluación de Riesgos Geológicos
dianarivera64@gmail.com

Ubicada al oriente de la Ciudad de México, la Delegación Iztapalapa cuenta con características geológicas heterogéneas que presentan un comportamiento mecánico complejo y diverso que determina, junto con otros factores de origen antrópico tales como la extracción de agua subterránea, la rápida urbanización de la zona y la deficiencia en el sistema de drenaje, el comportamiento de los procesos de subsidencia y fracturamiento del subsuelo, así como de los procesos de remoción en masa que durante las últimas décadas se han intensificado dañando así, el equipamiento y la infraestructura urbanos, afectando la calidad de vida de los habitantes de Iztapalapa.

El Sistema de Información Geográfica (SIGI) y el Centro de Evaluación de Riesgos Geológicos (CERG), trabajan de manera conjunta para ubicar y representar la distribución y evolución de los procesos geológicos, realizar evaluaciones de riesgo, y proponer medidas de mitigación. Para alcanzar los objetivos antes mencionados, se aplica una metodología de trabajo que mediante el análisis cualitativo y cuantitativo, la correlación de diversas variables, y con el apoyo de un sistema de información geográfica, permite

representar las relaciones espaciales entre los elementos físicos y sociales involucrados a través de un lenguaje cartográfico.

El trabajo realizado se ejemplificará presentando la cartografía de fracturamiento, la cual se construye con el resultado de diversos estudios geofísicos y de caracterización de suelos, así como de la información obtenida en recorridos por las zonas afectadas. Además de la georeferenciación de las fracturas, se han determinado mecanismos de fracturamiento y los polígonos que delimitan las áreas potencialmente afectables, lo que permite proporcionar elementos para la toma de decisiones.

SE25-11

PRESENCIA DE UNA FALLA ACTIVA EN LA SONDA DE CAMPECHE Y EL SE DE MÉXICO: RIESGOS SÍSMICOS Y VOLCÁNICOS

Valencia Islas Juan José
Exploración y Producción, IMP
jjvalen@imp.mx

A partir de estudios magnetométricos, gravimétricos, petrográficos, geoquímicos y radiométrico de rocas del basamento de las cuencas petroleras del SE de México, se determinó que el basamento de estas cuencas está constituido por tres grandes bloques principales denominados:

Yucatán, Relicto Marathon Ouachita y Corteza adelgazada.

Entre los límites de los bloques de basamento Yucatán y Corteza adelgazada se encuentra un sistema de fallas o debilidad cortical que se distribuye de norte a sur desde el escarpe de Campeche y coincide en el área de Cantarell con la zona reflejos múltiples que separa a los bloques Ku, Zaap, Maloob. En la parte terrestre al Sur de estos campos petroleros; las estructuras toman el nombre de la falla de Xicalango.

La debilidad cortical, también pasa por los poblados de Macuspana, Agua Blanca y termina en el poblado de Paso Chinal Chiapas que sería el límite Norte de la Sierra de Chiapas.

Se ha observado que en la traza de este sistema de fallas han ocurrido varios sismos en los últimos 20 años, los cual no indica que es una zona sísmicamente activa. Desde el 2001 año en que la reconocimos por primera vez a este sistemas de fallas, a la fecha 2012, hemos documentado atreves de estos 11 años los deterioros que ha causado en algunas carreteras, en el pavimento de algunas calles y en bardas su actividad tectónica, ademas se han observado datos estructurales cinemáticos en rocas que han sido afectadas por este sistema de fallas y se puede deducir que todo el terciario ha tenido movimiento.

Con base a todos estos estudios, se propone un mapa de riesgo sísmico y tambien volcánico por ser una zona de debilidad cortical y que presenta un alto riesgo para la actividad petrolera y civil de esta región de la República Mexicana.

SE25-12 CARTEL

LAHARES EN LA ZONA CONURBANA DE VILLA DE ÁLVAREZ Y COLIMA

Merlo Chávez Christian Janetee
Facultad de Ciencias
yanett_1992_08@hotmail.com

Introducción: El Volcán de Colima es uno de los volcanes más activos de México. A lo largo de los últimos 500 años ha tenido más de 40 eventos eruptivos de tipo explosivo y efusivo. Uno de los eventos más recientes e importantes fue el de 1913, erupción Subplinian a Pliniana que genero una columna eruptiva mayor a 10 km y produjo caída material piroclásticos en un radio mayor a 30 km. La zona conurbada de Villa de Álvarez y Colima ubicada aproximadamente a 25km al Sur del complejo volcánico, fue afectada en el 2003 por una inundación repentina debido a la precipitación de 300mm# en una comunidad llamada Joyitas ubicada a 20km en línea recta del cráter del Volcán de Colima, en esta comunidad nacen el río Pereyda y el río Colima, los cuales cruzan los 7.68 km en línea recta de la zona conurbada. Esto hace suponer que Villa de Álvarez y Colima podría ser afectada por lahares, según Saucedo Girón (1997) si el viento soplara hacia el S y la erupción fuera idéntica a 1913 podría haber una capa de unos 15-20 cm disponible a ser removilizada como lahar en la zona de generación del flash flood del 2003. Objetivo del trabajo: Establecer un posible y nuevo escenario de riesgo para la zona conurbada, para con esto establecer las vulnerabilidades y la percepción del riesgo que se tienen ante esta nueva amenaza. Metodología: Se utilizó el trabajo etnográfico dentro de las zonas de afectadas en la inundación del 2003 y se recopiló la documentación bibliográfica. Resultados y discusión: La zona conurbada de Villa de Álvarez y Colima, registro una taza de crecimiento poblacional de las mayores registradas en el país, duplicándose la población en tan solo 10 años, sumando a esto la falta de leyes reguladoras de asentamiento humanos. Fueron algunos de los factores importantes que dieron paso al desastre en el 2003 junto con la deficiencia de puentes, emigrantes de pueblos aledaños, falta de memoria histórica, cauces de ríos sucios y la falta absoluta de un sistema preventivo. Conclusión: Los factores que afectan la percepción del riesgo ante amenazas como lo son las inundaciones y los lahares no han sido modificados lo cual

vuelve vulnerable a los habitantes de la ciudad de Villa de Álvarez y Colima al no tener un sistema de alerta y principalmente al no informar a la población sobre estas posibles amenazas que pueden llegar a afectar a la misma. Por lo tanto, el riesgo y el análisis de riesgos de futuros posibles eventos de esta naturaleza deben tener en cuenta las condiciones de pre-erupción, la topografía que rodea a un volcán y condiciones sociales. Bibliografía: Saucedo Girón R., 1997. Reconstrucción de la erupción de 1913 del Volcán de Colima. Tesis de Maestría. Instituto de Geofísica, UNAM, 185 p. Palos G. 2004. Desarrollo Urbano, Reservas territoriales para fines urbanos en las ciudades conurbadas de Colima y Villa de Álvarez. Tesis de posgrado para obtener el grado de Maestría. Universidad de Colima, Coquimatlan, Col.

SE25-13 CARTEL

ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DE RIESGO GEOMORFOLÓGICO DE LA SIERRA DE SAN MIGUELITO, S.L.P.

Puente Castillo Wendy Lorena y Borselli Lorenzo
Instituto de Geología, UASLP
wendypuente7@hotmail.com

La urbanización y demanda de mayor cantidad de inmuebles, en San Luis Potosí, ha llevado a la construcción de éstos hacia zonas de amenaza de riesgos naturales, por esto los estudios geotécnicos son importantes para tomar en cuenta algunos de los factores y riesgos geológicos condicionantes y así solucionar problemas que se presenten durante la edificación y poder evitar o minimizar las consecuencias de estos. En la Sierra de San Miguelito, S.L.P. se tienen planes para futuro desarrollo de urbanización pero todavía no cuentan con estudios y mapas geotécnicos preliminares.

El objetivo de esta investigación es hacer un mapa geotécnico de la parte noreste, centro y sureste de la Sierra de San Miguelito, que en su mayoría afloran rocas volcánicas de tipo riolítico e ignimbrítico, estas unidades se están dividiendo en unidades geotécnicas basadas en los parámetros de Rock Mass Rating (RMR) de Beniauwsky, que es determinado por el RQD, la resistencia de la roca intacta, la frecuencia y condiciones de las discontinuidades y las condiciones del agua subterránea, éstos resultados son comparados con los parámetros de Geological Strength Index (GSI) de Hoek, que se basa en la identificación y clasificación de las características físico-mecánicas de los macizos rocosos; se está determinando la densidad de los macizos rocosos y la profundidad de este estudio es de 5m.

En la presentación se mostrará un mapa con la división de las unidades volcánicas del área de estudio en unidades geotécnicas de acuerdo a los resultados que se están obteniendo en campo y laboratorio de las muestras de roca.

Para lograr la construcción de este mapa y división de las unidades volcánicas en unidades geotécnicas de acuerdo a los parámetros de RMR y GSI; se determina el RQD de los afloramientos de las unidades volcánicas, para esto, se está haciendo un análisis de distribución de las condiciones de las discontinuidades de cada unidad por medio del programa Image J, el uso del programa Excel y parámetros estadísticos; para determinar la resistencia de la roca intacta se está haciendo uso del martillo Schmidt, los parámetros de condiciones de las discontinuidades y condiciones del agua subterránea, la alteración se obtienen mediante las observaciones de campo, estos resultados se van a mostrar en este mapa.

Sesión Especial

GENERAL

Organizador:

Xyoli Pérez-Campos

SE26-1

EL NOACHIANO Y EL POSIBLE SURGIMIENTO DE LA VIDA EN MARTE

Ortega Gurtiérrez Fernando¹, Negrón Mendoza Alicia², Ramos Bernal Sergio², Beraldi Campesi Hugo¹, García Martínez José Luis³, Valdivia Silva Julio Ernesto⁴, Heredia Barbeiro Alejandro², Durand Manterola Héctor⁵, Cordero Tercero Guadalupe⁵ y Colín García María¹

¹Instituto de Geología, UNAM

²Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

³Instituto Tecnológico Superior de Alamo-Temapache, Veracruz

⁴NASA-Ames Research Center, Moffett Field, USA

⁵Instituto de Geofísica, UNAM

fortega@unam.mx

La vida en la Tierra es un rasgo distintivo del planeta, lo hace un lugar único, hasta donde sabemos, en el Sistema Solar. Sin embargo, las condiciones para que surgiera la vida y se desarrollara posiblemente existieron en otras partes del Universo. En el Sistema Solar, Marte representa un sitio posiblemente idóneo, y el más cercano a la Tierra, en el que la vida pudo haber surgido y evolucionado.

En contraste con la Tierra, el Marte actual es muy frío y seco, y con una atmósfera muy delgada y sin protección como para permitir que la vida se encontrara en su superficie. No obstante, en su historia temprana, Marte aparentemente fue mucho más parecido a la Tierra cuando la vida emergió en ésta, entre abundante agua líquida y una atmósfera densa. A pesar de ser casi 10 veces menos masivo que la Tierra y su mayor distancia al Sol (1.5 UA), Marte pudo haber albergado vida si ciertas condiciones fortuitas coincidieron en el tiempo y el espacio. Por ejemplo, una atmósfera densa y capaz de mantener la temperatura por encima del punto de congelación del agua, cuerpos permanentes de agua líquida en la superficie, un campo magnético global, la movilidad química, la presencia de vulcanismo y el impacto de asteroides y cometas. Las marcas geomorfológicas dejadas, por la presencia de agua líquida fluendo y estancada, en la superficie de Marte indican que posiblemente las condiciones señaladas se presentaron, permitiendo quizá la emergencia de la vida en Marte. En este trabajo se discuten los eventos ocurridos durante el Noachiano (más de 3900 Ma) que posiblemente favorecieron la aparición de la vida en el planeta. Basado en el análisis de estas variables se concluye que es probable que la vida haya surgido en Marte.

SE26-2

LOS METEORITOS MWA5290 Y ALLENDE: UN ESTUDIO COMPARATIVO

Maravilla Meza María Dolores¹, Arenas Alatorre Jesús² y Cañetas Ortega Jacqueline²

¹Instituto de Geofísica, UNAM

²Instituto de Física, UNAM

dmavil@geofisica.unam.mx

Los meteoritos MWA5290 y Allende pertenecen al grupo de las condritas carbonosas que se identifican por ser cuerpos muy antiguos que provienen directamente de la nube de polvo y gas que formó nuestro Sistema Solar. Aunque si bien, ambos cuerpos tienen una composición química similar, presentan algunas diferencias importantes que probablemente están relacionadas con los procesos físicos y químicos que experimentaron durante su formación en la nube protoplanetaria.

En este trabajo se presentan algunas semejanzas y diferencias entre estos dos meteoritos basadas en estudios realizados con las técnicas SEM (Scanning Electron Microscopy), TEM (Transmission Electron Microscopy), OP (Optical Microscopy) y EDS (Electron Dispersion Spectroscopy) así como por Espectrometría de Masas.

SE26-3

DETERMINACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DEL AGUA EN LA PRESA CHIHUAHUA

Estrada Gutiérrez Guadalupe Irma¹, Astorga Bustillos Fernando², Villalba

María de Lourdes², Silva Hidalgo Humberto² y Franco Estrada Berenice²

¹Facultad de Ingeniería/Maestría en Hidrología Subterránea, UACH

²Universidad Autónoma de Chihuahua

gestrada@uach.mx

El estado de Chihuahua como gran parte del país ha sufrido en los últimos años el efecto de sequías extremas como la ocurrida en el año 2011, esto ha ocasionado un alto impacto en la disponibilidad de agua superficial y subterránea. Las condiciones de clima predominante en el Estado son las de Muy Secos que se extienden en más del 40% de su superficie, ocasionando entre otros aspectos que los cuerpos de agua superficiales difícilmente permitan asegurar un abastecimiento de agua para consumo humano, agrícola y ganadero.

Aunado a las bajas precipitaciones anuales hay que considerar las altas temperaturas que se están registrando en los últimos años y que provoca un

incremento en los volúmenes de agua evaporada en los cuerpos superficiales como son las presas ubicadas en todo el territorio estatal, donde los almacenamientos han decaído en algunos casos por abajo del 20% de su capacidad.

La presa Chihuahua, construida en el año de 1960 tenía como objetivos principales el abastecimiento de agua a la población de la ciudad de Chihuahua así como el control de avenidas, cuenta con una capacidad útil de almacenamiento de 21.34 Mm³. La cuenca hidrográfica que drena hasta el embalse es de 393 Km² y tiene una pendiente media de 18%, lo que clasifica a la cuenca como de cabecera, exorreica y de terreno pronunciado

Una componente indispensable para determinar la disponibilidad del agua superficial en un cuerpo de agua es la caracterización y estimación de las variaciones de la precipitación y temperatura, en función del tiempo y el espacio. Estas componentes son esenciales para estimación de la recarga al embalse, así como para estimar las pérdidas de agua por evaporación de dicho cuerpo superficial la cual depende en gran medida de la información histórica y espacial con la que se cuente.

Para esta investigación se trabajó con información de la estación climatológica presa Chihuahua la cual tenía un registro histórico de precipitación hasta 2000, año en la cual se dio de baja, y mediante el método de Regresión Lineal se uniformizó la serie 1950-2010 lo que arrojó una precipitación media anual de 398 mm. Aplicado la información climatológica y geomorfológica a la cuenca, se estimaron los volúmenes naturales anuales escurridos por cuenca propia mediante la aplicación de la norma SEMARNAT, NOM-011-CNA-2000, obteniéndose un volumen medio anual que entra al embalse de 15 Mm³; el volúmenes evaporado medio anual reportado por la Comisión Nacional del Agua para el embalse durante el mismo registro histórico fue de 2.7 Mm³.

Al comparar los valores medios anuales de las entradas con respecto a las salidas se podría concluir que se dispone de suficiente agua para abastecer las necesidades de la población, pero al hacer el análisis de manera anual, se observa que hay años en los cuales los volúmenes evaporados son mayores a los volúmenes de entrada al vaso y que al haber años consecutivos con precipitaciones debajo de la media anual, el embalse no permite garantizar agua con el volumen y calidad necesaria para consumo humano.

SE26-4

ANÁLISIS ESTRATIGRÁFICO DE LA REGIÓN DE SANTO DOMINGO TIANGUISTENGO, OAXACA

Arce Pérez Luis Enrique, Soberón Bravo Emilio,

García García Alexis y García Pérez Sergio José

Facultad de Ingeniería, UNAM

luenap01@hotmail.com

En la clase de Geología de Campo de la UNAM, en la carrera de Ingeniería Geofísica, visitamos la secuencia sedimentaria perteneciente al Jurásico Medio de ambiente continental, que aflora en la región de Santo Domingo Tianguistengo, Oaxaca, situada en los límites de Puebla y Oaxaca. Aquí se encuentra la unidad geológica Otaltepec.

Después de estar trabajando en el salón de clases con fotografías aéreas de la zona, diferenciando las diferentes unidades litológicas a través de fotogeología, marcamos en la carta de la zona los contactos entre las diferentes unidades.

Fuimos a una primera práctica de campo de cinco días para realizar un reconocimiento de la zona y verificar algunos contactos. Regresamos a la Ciudad de México a realizar trabajo de gabinete.

Regresamos a la zona un mes después para realizar una práctica de dos semanas. La primera semana el profesor estuvo yendo a varios afloramientos clave con el grupo para guiarnos en este análisis. La segunda semana los recorridos los hicimos separados por brigadas y sin la guía del profesor.

Nuestro análisis estratigráfico lo dividimos en varios miembros. En el miembro inferior en la parte basal se encuentra un esquistito, encima encontramos una capa de granito que intrusió al esquistito, encima una nueva intrusión ahora de gabro. En la secuencia estratigráfica continua una secuencia alternada de areniscas de grano fino, limolitas, lutitas y algunos horizontes conglomeráticos. En este miembro se caracteriza por la presencia de material fósil, estratificación cruzada, rellenos de canal y rizaduras.

En el miembro superior es una secuencia de areniscas de grano grueso, en esta secuencia observamos estratificación cruzada, rellenos de canal, marcas de carga y cortejas fósiles.

Este miembro superior tenía un contacto transicional al norte de la zona con un cuerpo bastante grande de caliza al que le seguía estratigráficamente un conglomerado, que era la unidad mas reciente.

Basándonos en nuestros cambios, al final de la practica le entregamos un informe al profesor, con rosetas de fracturas, columnas estratigráficas, rumbos y echados. Hicimos una presentación donde teníamos que explicar nuestra hipótesis del lugar.

En el miembro inferior se trata que fue formado por una superficie de inundación por eso encontramos marcas estratigráficas típicas de este ambiente.

En el miembro superior se trata de un ambiente fluvial que desembocaba al mar por eso encontramos como las rocas iban cambiando hasta encontrar afloramientos de cuarzo arenita, ya que es la que mas resistencia tiene. El ambiente tenía contacto con el mar que debido a las transgresiones y regresiones formo una zona transicional hasta llegar a ser caliza. El conglomerado que se encuentra estratigráficamente arriba de la caliza, es una unidad reciente.

Toda la zona a excepción del conglomerado reciente, presenta fallas inversas y pliegues muy definidos debido a que ha sufrido un esfuerzo de compresión por tectónica regional.

SE26-5 CARTEL

ÍNDICES DE VEGETACIÓN, UNA HERRAMIENTA PARA EL MONITOREO DE ESFUERZOS DE CONSERVACIÓN: EL CASO ISLA GUADALUPE

Ramírez Nelly¹, Hinojosa Corona Alejandro¹,
Aguirre Muñoz Alfonso² y Hernández Montoya Julio²

¹CICESE

²GECI

lramirez@cicese.edu.mx

La vegetación se caracteriza por patrones específicos de absorción y reflexión de energía en las diferentes regiones del espectro electromagnético. La clorofila absorbe energía en la región del rojo (de 0.6 a 0.7 micras) y refleja fuertemente en la región del infrarrojo (de 0.7 a 1.3 micras). Los índices de vegetación se construyen a partir de señales colectadas por sensores pasivos en plataformas satelitales o aéreas y explotan estas propiedades, generando indicadores que entre mayor es el valor, mayor será presencia, el verdor, abundancia o densidad de la vegetación en el área que representan. La isla Guadalupe localizada en el océano Pacífico a 260 km al oeste de Baja California, es una isla con presencia de flora y fauna endémica, que ha estado bajo los efectos de amenazas de especies introducidas, programas de manejo e incendios, provocando variaciones temporales en la extensión y densidad de la cobertura vegetal. De especial atención es el bosque de Ciprés de Guadalupe, especie endémica que se ha adaptado a las zonas de neblina en las partes altas de la isla. Utilizando como insumos imágenes de alta resolución (0.6 a 2.4m) capturadas por plataformas satelitales (QuickBird) y aéreas (Firemapper), se hace un seguimiento (de 2001 a 2009) a los parches del bosque de Ciprés de Guadalupe a través de índices de vegetación. Los índices utilizados son: Índice de vegetación de porcentaje de infrarrojo (Infrared Percentege Vegetation Index, PVI), Índice de vegetación ajustado del suelo (Adjusted Vegetation Index, SAVI), Índice de vegetación diferencial normalizado (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI), Índice de la razón de vegetación (ratio vegetation index, RVI), dando seguimiento a la salud y extensión el bosque, donde la secuencia captura los recientes efectos de manejo como la erradicación de la cabras feras y la ocurrencia de un incendio que dejó una importante cicatriz. El trabajo de campo consiste en mediciones de arboles del bosque, su altura, follaje, y su posicionamiento dentro de las imágenes, además de puntos donde se tomaron conteos directos de los diferentes tipos de vegetación presentes, permitiendo comparaciones de resolución entre las imágenes tomadas y el bosque real, corroborando los resultados a partir de los índices.

A través de los índices, se evalúan los espacios vacíos dentro de los parches de bosque segmentando su histograma para una estimación del efecto producido por los diferentes procesos ocurridos en el bosque. Se observa que el incendio reciente tuvo un efecto detonador de brotes nuevos.

SE26-6 CARTEL

BIOSORCIÓN DE ZN(II) DE AGUAS CONTAMINADAS, MEDIANTE UNA MACRÓFITAS ACUÁTICA INERTE

Cova Suazo Silvia Leticia, Muñoz Torres María Carolina y Vega González Marina
Centro de Geociencias, UNAM
leticia.cova@hotmail.com

Con el crecimiento de las ciudades y su industrialización la contaminación del agua con metales pesados es un grave problema debido a las repercusiones ambientales y al posible riesgo en la salud humana.

En el Estado de Querétaro existen importantes naves industriales que descargan aguas residuales en cantidades considerables. Actualmente contamos con técnicas tradicionales para la remoción de metales pesados, pero su principal desventaja es su alto costo. En años recientes se han buscado alternativas para diseñar técnicas más amigables con el ecosistema, como la biosorción; sin embargo, aún hay poca información utilizando plantas nativas, por lo que, en el presente trabajo, se propuso realizar la experimentación utilizando una macrófita acuática local inerte.

Se evaluó la capacidad de adsorción de Zn(II) mediante la macrófita acuática inerte y bajo diferentes condiciones experimentales. Se realizaron experimentos estáticos en batch, con la macrófita activada térmicamente, con los que se estudió la influencia del pH, la fuerza iónica del medio y se determinó el tiempo necesario para alcanzar la máxima capacidad de adsorción. Mediante

experimentos dinámicos en columnas se determinó la capacidad de remoción en función de la influencia de diferentes concentraciones del metal, caudal de la bomba y altura del lecho en la columna. Se caracterizó la macrófita morfológica y estructuralmente, antes y después de su activación, mediante microscopía electrónica de barrido y espectroscopia de infrarrojo.

Se observó que la planta acuática utilizada es una buena alternativa para el tratamiento de aguas contaminadas con Zn(II), además de su bajo costo y su alta eficiencia. Siendo su porcentaje de retención muy cercano al 100 %.

Muchos tipos de macrófitas pueden representar una plaga en cuerpos de agua debido a su fácil reproducción, convirtiéndose en un problema importante para el hábitat en el que se encuentran. Sin embargo, con un manejo adecuado, se puede tener una gran ventaja de esto si se utiliza la planta para la remoción de metales pesados del agua residual.

Este método es económico, de sencilla implementación y efectivo, no requiere de nutrientes, es de fácil conservación, transporte y manejo, por lo que luce muy atractivo para utilizarse, no solo en naves industriales, sino también en zonas rurales marginadas donde los recursos económicos son escasos o nulos.

SE26-7 CARTEL

APLICACIÓN DE INSAR PARA LA CARACTERIZACIÓN DE SUBSIDENCIA EN LA CELAYA, GUANAJUATO

López Castillo Carmen Astrid y Suárez Reynoso Gerardo
Instituto de Geofísica, UNAM
aslynx@gmail.com

La Interferometría de Radar de Apertura Sintética (InSAR) es una técnica donde se utiliza la diferencia de fase entre dos imágenes satelitales para medir la topográfica de una superficie y sus cambios a través del tiempo. Lo cual la hace una herramienta cuantitativa con aplicaciones en diferentes aéreas.

Se hace uso de la técnica InSAR para caracterizar la subsidencia en ciudad de Celaya, Guanajuato. Este fenómeno ha sido reportado en varias ciudades ubicadas en el centro de México, las cuales se localizan sobre antiguas cuencas lacustres y fluvio-lacustres. La causa principal de la subsidencia en estas ciudades se ha atribuido a la sobre explotación del manto acuífero. Los resultados obtenidos son comparados con resultados anteriormente reportados, analizando las similitudes y diferencias entre las técnicas de caracterización de la subsidencia en la zona.

SE26-8 CARTEL

SIG PARA LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN GEOLÓGICA DE LA CUENCA CARBONÍFERA DE COAHUILA Y ÁREAS ADYACENTES

Batista Rodríguez José Alberto, Aranda Bautista
María Abigail y Gutiérrez Alejandro Alejandra
Escuela Superior de Ingeniería, UAC
jbatistar@yahoo.com

La adquisición de SIG elaborados por diversas entidades, poseen un alto costo económico, y muchas veces, sus diseños e implementaciones no se ajustan a las necesidades particulares de los usuarios. Por esta razón, se presenta el diseño y desarrollo de un SIG, acorde a las necesidades académicas e investigativas, de la Escuela Superior de Ingeniería de la UAdeC. El mismo permite la gestión de la información geológica dentro de la región carbonífera de Coahuila y sus áreas adyacentes. A su vez, sirve de base a trabajos de prospección de minerales, ingenieros geológicos, hidrogeológicos y ambientales, que se desarrollen en la región. Con su ayuda se planifican con mayor eficiencia las campañas geológicas y geofísicas, al generar diversos materiales gráficos, acorde a las necesidades de las investigaciones. Su diseño y estructura permite una actualización periódica con los principales resultados investigados de esta entidad educativa.

SE26-9 CARTEL

DISEÑO DE UNA BASE DE DATOS ESPACIAL PARA LAS ROCAS VOLCÁNICAS CENOZOICAS DE LA SIERRA MADRE DEL SUR

Castelán Hernández Carolina Ivonne y Morán Zenteno Dante Jaime
Instituto de Geología, UNAM
ccastelanh@hotmail.com

El uso de bases de datos se ha convertido en una herramienta de primera importancia para el manejo de datos e interpretaciones geológicas. Las características de una base óptima y funcional, son datos consistentes, no redundantes, independientes, que cuenten con integridad y seguridad. El uso de los sistemas de información geográfica vinculadas a bases de datos introduce además un carácter espacial a la información ofreciendo elementos de interpretación y visualización.

El número creciente, diversidad y especialización de los datos que se han generado en los últimos años en torno al registro de rocas magmáticas en la

Sierra Madre del Sur, ha hecho necesario el diseño de una base de datos espacial que contemple la posibilidad de combinar información geoquímica, petrográfica, geocronológica y estructural, permitiendo la incorporación de un número considerable de detalles. En el caso concreto del presente estudio, la base que se está construyendo está enfocada al manejo de información para la interpretación, características y evolución de estructuras volcánicas antiguas y su posible conexión con el registro plutónico, incorporando cartografía y análisis detallado del grupo de investigación. Esta base será un elemento guía para futuros trabajos en la obtención de datos, resolviendo problemas de uniformidad y carácter superficial.

Sesión Especial

CONFERENCIAS PLENARIAS

Organizador:
Avto Gogichaishvili

SE27-1

100 AÑOS DE INVESTIGACIÓN EN RAYOS CÓSMICOS: CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS DEL COSMOS, DE LA TIERRA Y DE LA VIDA

Valdés Galicia José Francisco
Instituto de Geofísica, UNAM
jvaldes@geofisica.unam.mx

Desde la antigüedad han llegado a la tierra para interactuar con ella y aun lo siguen haciendo. Proviene del espacio y son conocidos como rayos cósmicos. Vienen en todas direcciones y cada segundo, diez o veinte de sus descendientes atraviesan nuestros cuerpos sin que nadie se percate de ello. Sin embargo fueron detectados en el siglo pasado y ahora son objeto de estudio de muchos institutos en todo el mundo. Los rayos cósmicos son partículas que viajan a velocidades cercanas a la de la luz -generalmente protones (93%) y núcleos de elementos mas pesado como los de Helio (6%), pero también hay hasta núcleos de Uranio en pequeñísimas proporciones-, llegan del espacio y bombardean constantemente a la Tierra en todas direcciones. Estas partículas son aceleradas en fuentes astrofísicas donde se liberan grandes cantidades de energía. Fueron descubiertos por Víctor Hess en 1912, hace exactamente 100 años.

Generalmente, el nombre de radiación cósmica se le ha dado a la totalidad de las diferentes partículas que llegan al límite superior de la atmósfera. Estas pueden ser galácticas, partículas altamente energéticas (hasta 1020eV), o con energías más pequeñas, hasta 109 eV. El sol también produce algunos rayos cósmicos de baja energía (incluso hasta 1010 eV). Por otro lado la actividad del Sol afecta el flujo de éstas partículas con energías entre 109 eV y 1011 eV.

La diversa fenomenología que afecta la producción y transporte de éstas partículas en el medio interestelar refleja multitud de fenómenos cósmicos de los cuales podemos conocer al estudiarlos. Al llegar al entorno solar, los rayos cósmicos alteran su forma de transporte, con lo cual nos proveen de información acerca de nuestra estrella y la región que ella domina. Aquellas partículas que arriban a nuestro planeta tienen interacciones de múltiples tipos con los sistemas terrestres, con lo cual también nos pueden ayudar a profundizar nuestra comprensión de la Tierra y los seres vivos que en ella habitan.

SE27-2

EL SISMO EL MAYOR-CUCAPAH (MW7.2), BAJA CALIFORNIA, DEL 4 DE ABRIL DE 2010: OBSERVACIONES Y RESULTADOS

Castro Escamilla Raúl
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
raul@cicese.mx

El 4 de abril de 2010 un sismo de magnitud Mw7.2 ocurrió aproximadamente a 50 km de la ciudad de Mexicali, Baja California. El evento principal fue localizado entre las sierras de El Mayor y Cucapah, cerca del límite de las placas de Norte América y del Pacífico, al sureste de la Laguna Salada. Este sismo es importante por su magnitud y por su cercanía a la ciudad de Mexicali, la cual está localizada en un valle cubierto con gruesos sedimentos, los cuales generan amplificaciones importantes del terreno. Aproximadamente 48 horas después de la ocurrencia del evento principal personal del CICESE instaló una red sismológica local para registrar las réplicas en la zona epicentral. Los datos de esta red permitieron analizar la distribución espacial de la secuencia sísmica, identificar las fallas que se activaron y evaluar las dimensiones y el proceso de ruptura. La mayoría de las réplicas se pudieron relocalizar con buena precisión y están distribuidas cerca de la traza de las fallas Pescadores y Cucapah, y al sur de estas. La distribución espacial de las réplicas indica que la ruptura se extendió hacia el SE de la Sierra Cucapah. Previos estudios realizados en esta zona no habían identificado fallas. Sin embargo, estudios recientes de sísmica de reflexión muestran la presencia de fallas enterradas por sedimentos, por lo que la distribución de las réplicas indica que estas fallas se activaron durante la secuencia sísmica El Mayor-Cucapah. Del análisis espectral de réplicas co-localizadas en esta zona se pueden identificar eventos que generaron radiación isotrópica, posiblemente producida por roca dañada durante el proceso de ruptura. En este trabajo presentamos observaciones y resultados obtenidos del análisis de los registros de la red local.

SE27-3

EL NIÑO AND THE SOUTHERN OSCILLATION: 30 YEARS OF PROGRESS IN OBSERVING, UNDERSTANDING AND PREDICTING CLIMATE VARIABILITY

Mcphaden Michael J.
Pacific Marine Environmental Laboratory, NOAA
michael.j.mcphaden@noaa.gov

Thirty years ago, the 1982-83 El Niño, one of the strongest of the 20th century, led to widespread droughts, floods, heat waves, and extreme weather events around the world. This El Niño caught the scientific community completely by

surprise: it was neither predicted nor even detected until nearly at its peak. The failure to provide advance warning motivated an international effort to develop an ocean-atmosphere observing system in the tropics for improved detection, understanding, and prediction of climate variability on seasonal and longer time scales. This presentation will review the history of that observing system development, with emphasis on the Tropical Atmosphere Ocean (TAO) Array of moored buoys in the Pacific. We will illustrate how this network of buoys, in conjunction with other in situ observing system components and Earth-observing satellites, has enabled fundamental scientific advances in our understanding and ability to predict El Niño and the Southern Oscillation (ENSO).

SE27-4

CRÁTERES DE IMPACTO Y LA EVOLUCIÓN DEL SISTEMA SOLAR

Urrutia Fucugauchi Jaime
Instituto de Geofísica, UNAM
juf@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

En 1980 un grupo de investigadores propuso el impacto de un asteroide para explicar las extinciones masivas en el límite Cretácico/Paleógeno (K/Pg). En las siguientes décadas, la propuesta ha generado controversias y abierto nuevos campos de estudio. Las investigaciones han abordado los mecanismos de interacción de los sistemas terrestres litosfera-atmósfera-hidrosfera-biosfera, efectos de colisiones de asteroides y cometas, evolución de la vida, formación de superficies planetarias y evolución del sistema solar. Los estudios abarcan diversas disciplinas explorando interconexiones e integrando datos dentro de contextos cada vez más amplios. Uno de los hallazgos relevantes en el desarrollo de las investigaciones y que constituye un elemento crítico para la teoría de impacto es el cráter Chicxulub, localizado en la plataforma carbonatada de Yucatán. Chicxulub constituye el único cráter en el registro terrestre de estructuras multianillo con diámetros mayores a ~200 km que preserva los depósitos de eyecta. La estructura está cubierta por sedimentos carbonatados y su estudio requiere del empleo de técnicas geofísicas y de perforación. En otros cuerpos del sistema solar se han documentado cráteres multianillo con un amplio rango de diámetros y morfologías y la ocurrencia de estructuras cubiertas, las cuales están recientemente siendo investigadas. La comparación y correlación con las observaciones de los cráteres terrestres permiten integrar las observaciones en superficie con los datos a profundidad, permitiendo el desarrollo de modelos numéricos de mayor resolución. Los estudios han abierto líneas de investigación en otras áreas de paleontología, geofísica, geología, geoquímica y paleoecología, las cuales convergen, complementando y ampliando las misiones planetarias en el sistema solar. En esta plática comentaremos como los estudios sobre el cráter Chicxulub se han transformado en un campo multidisciplinario en ciencias planetarias.

Estudios emprendidos independientemente y sin conexiones aparentes como el hallazgo de una capa de arcilla marcando la frontera entre las eras geológicas del Mesozoico y Cenozoico en estudios paleontológicos y estratigráficos en secuencias de rocas carbonatadas en Italia y otras en diferentes localidades, exploraciones petroleras en el Golfo de México, análisis de las muestras de rocas y suelo lunar, el origen del sistema Tierra-Luna, exploraciones de cráteres y astroblemas, minerales de alta presión y temperatura, estudios sobre la extinción de especies, los dinosaurios, las extinciones masivas, modelados de efectos de guerras nucleares, modelos climáticos e inviernos nucleares, análisis químicos de elementos del grupo del platino, estudios sobre el polvo cósmico, evolución y procesos dinámicos en el cinturón de asteroides, origen de la dicotomía hemisférica de Marte, origen de cráteres recientes en la Luna, evolución de las superficies y litosferas planetarias, los yacimientos de níquel y platino de Sudbury, Canadá, el campo petrolero de Cantarell en la sonda de Campeche, la provincia volcánica Deccan Traps en India, cambios climáticos globales, entre otros, convergen en el contexto de esquemas sobre los procesos gradualistas y catastrofistas en la teoría de impacto, el límite K/Pg y el cráter Chicxulub.

SE27-5

THE ORIGIN AND FATE OF VOLATILES IN TERRESTRIAL PLANETS

Albarede Francis
Ecole Normale Supérieure, ENS, Lyon, France
albarede@ens-lyon.fr

Planetary accretion left the terrestrial planets depleted in volatile components. As shown by the isotope compositions of K and Zn in planetary objects, such depletion does not result from volatilization but from early removal of the nebular gas by T-Tauri winds before accretion was complete. Accretion was largely a stepwise process which, for the material that eventually formed the Earth stopped when the temperature reached ~1000 K. The narrow temperature ranges of condensation (30-150 K) of the elements suggest a stepwise accretion with temperature gaps: for terrestrial planets, accretion failed before water could condense. At the time of the lunar giant impact and core segregation (~30 Ma after CAIs), both the Moon and the proto-Earth were essentially dry and only later gained volatile elements through accretion of material from the asteroid belt and beyond (the late veneer). Because of vaporization, platinum-group elements

in the terrestrial mantle do not limit the proportion of late veneer. The U/Pb of both planetary bodies were very high. Oxygen isotopes demand that early accretion was dominated by dry ordinary chondrites while the late-stage material involved water-rich carbonaceous chondrites. As indicated by U-Pb and I-Xe chronologies, late veneer accretion took place 100 ± 50 Ma after isolation of the Solar System. Late delivery not only affected water, but also elements such as Zn, Pb, and S, which were replenished by the late veneer. The 'young Pb-Pb age of the Earth' records the late phase of accretion during which asteroidal Pb was reset by impacts. The proto-Earth must therefore have been quickly covered with a water ocean, and interaction with the underlying magma ocean during asteroidal showers must have released a steady flow of hydrogen into the atmosphere. Over the geological history, enough water entered the mantle for plate tectonics to function and our planet is about half-way to losing its water by subduction. The ocean is not outgassed from the mantle but entrained into it, carried by hydrous minerals such as phase D. On Mars, in contrast, the stagnant lid regime resulting from a dry mantle choked the dynamo and the resulting loss of a magnetosphere caused the quick erosion of the atmosphere by the solar wind. I suggest that Venus may have lost all its water to its mantle, thereby promoting the vigorous convection of wet mantle material, which explains the recent resurfacing of the planet.

ÍNDICE DE AUTORES

Abd-Elmabod SK	SE07-19 CARTEL	177	Ahumada Sempoal Miguel Ángel	SE23-6	282
Abejéz García Luis Jorge	SE09-28	194	Alanís Alcántara Alfredo	RN-9	101
Acevedo Flores Nahum Alejandro	GGA-9 CARTEL	66	Alaniz Álvarez Susana	GET-19	59
Acosta Alejandro Manuel	SE09-6	189	Alaniz Álvarez Susana	SE21-13	274
Acosta Chang José	SIS-7	121	Alaniz Álvarez Susana Alicia	SE21-5	272
Acosta Ochoa Guillermo	SE09-8	189	Alarcón Ferreira Ana María	RN-32 CARTEL	108
Acosta Ochoa Guillermo	SE09-18	191	Alarcón Ferreira Ana María	SIS-3	120
Acosta Ochoa Guillermo	SE09-41 CARTEL	197	Alarcón Ferreira Ana María	VUL-18 CARTEL	139
Acosta Pérez Miguel	SIS-21	124	Alatorre Chávez Eliseo	VUL-19 CARTEL	140
Acosta Pérez Miguel	SIS-48 CARTEL	130	Alatorre Zamora Miguel Ángel	EG-14	16
Adame Hernández Guadalupe Mayela	OCE-17	87	Alatorre Zamora Miguel Ángel	SE09-30	194
Aguayo Ríos Alejandra	GGA-11 CARTEL	66	Alba Aldave Leticia Araceli	SE09-37 CARTEL	196
Aguayo Ríos Alejandra	GGA-13 CARTEL	67	Albarede Francis	SE27-5	300
Aguilar Andrade José Onesimo Filadelfo	EG-34 CARTEL	21	Alcalá De Jesús María	SE07-11	175
Aguilar Andrade José Onesimo Filadelfo	GGA-9 CARTEL	66	Alcántara Durán Carlos Felipe	SE25-10	292
Aguilar Daniel	SE07-2	172	Aldana Milagrosa	GGA-3	64
Aguilar Daniel	SE07-3	172	Aldana Milagrosa	SE10-13	203
Aguilar Daniel	SE07-4	172	Aldana Milagrosa	SE10-15	203
Aguilar Daniel	SE07-5	173	Aleksey V. Smirnov	SE10-26	206
Aguilar Daniel	SE07-22 CARTEL	178	Alfaro Claudia	EG-2	14
Aguilar Juárez Isabel Patricia	GP-5 CARTEL	51	Aliaga Campuzano María del Pilar	SE16-2	244
Aguilar Melo Valentina	SE09-4	188	Aliaga Pilar	SE16-3	244
Aguilar Melo Valentina	SE09-11	190	Allende Arandía María Eugenia	CCA-29	7
Aguilar Reyes Bertha	SE07-1	172	Allende Arandía María Eugenia	OCE-22	88
Aguilar Reyes Bertha	SE07-2	172	Allende Arandía María Eugenia	OCE-29	90
Aguilar Reyes Bertha	SE07-3	172	Allende Arandía María Eugenia	OCE-40 CARTEL	92
Aguilar Reyes Bertha	SE07-4	172	Almaguer Martínez Francisco Javier	EG-36 CARTEL	22
Aguilar Reyes Bertha	SE07-5	173	Almaguer Martínez Francisco Javier	GEOQP-4	74
Aguilar Reyes Bertha	SE07-7	173	Almaguer Martínez Javier	EG-20	18
Aguilar Reyes Bertha	SE07-13 CARTEL	175	Almaguer Martínez Javier	EG-21	18
Aguilar Reyes Bertha	SE07-15 CARTEL	176	Almaguer Rodríguez Joselin de Lourdes	EG-2	14
Aguilar Reyes Bertha	SE07-20 CARTEL	177	Almaraz Espejo Martha Mariana	SIS-49 CARTEL	131
Aguilar Reyes Bertha	SE07-21 CARTEL	178	Alonso Rodrigo	SE10-36 CARTEL	208
Aguilar Reyes Bertha	SE07-22 CARTEL	178	Alva Niño Efraín	EG-7	15
Aguilar Reyes Bertha	SE10-5	201	Alva Pacheco Juan Carlos	CCA-38	9
Aguilar Reyes Bertha	SE10-8	202	Alva Valdivia Luis	SE10-22	205
Aguilar Reyes Bertha	SE10-18	204	Alva Valdivia Luis	SE10-51 CARTEL	212
Aguilar Reyes Bertha	SE10-19	204	Alva Valdivia Luis M.	GEOH-22 CARTEL	47
Aguilar Reyes Bertha	SE10-20	205	Alva Valdivia Luis M.	SE09-33 CARTEL	195
Aguilar Reyes Bertha	SE10-21	205	Alva Valdivia Luis Manuel	GEOPAL-4	70
Aguilar Reyes Bertha	SE10-24	206	Alva Valdivia Luis Manuel	GEOPAL-5 CARTEL	70
Aguilar Reyes Bertha	SE10-27	206	Alva Valdivia Luis Manuel	GEOPAL-6 CARTEL	70
Aguilar Reyes Bertha	SE10-31	207	Alva Valdivia Luis Manuel	GEOPAL-7 CARTEL	71
Aguilar Reyes Bertha	SE10-32	207	Alva Valdivia Luis Manuel	GEOPAL-8 CARTEL	71
Aguilar Reyes Bertha	SE10-37 CARTEL	209	Alva Valdivia Luis Manuel	SE08-1	180
Aguilar Reyes Bertha	SE10-38 CARTEL	209	Alva Valdivia Luis Manuel	SE10-14	203
Aguilar Reyes Bertha	SE10-39 CARTEL	209	Alva Valdivia Luis Manuel	SE10-48 CARTEL	211
Aguilar Reyes Bertha	SE10-44 CARTEL	210	Alvarado Gutiérrez Christian	SE06-3	168
Aguilar Reyes Bertha	SE10-45 CARTEL	211	Alvarado Ortega Jesús	PALEO-2	96
Aguilar Reyes Bertha	SE10-46 CARTEL	211	Álvarez Arriaga Oscar	SE07-10	174
Aguilar Reyes Bertha	SE10-47 CARTEL	211	Álvarez Arteaga Gustavo	GGA-18 CARTEL	68
Aguilar Reyes Bertha	SE10-50 CARTEL	212	Álvarez Arteaga Gustavo	SE07-9	174
Aguilar Reyes Bertha	SE10-51 CARTEL	212	Álvarez Béjar Román	GET-14	58
Aguilar Reyes Bertha	SE11-5	215	Álvarez Béjar Román	GET-15	58
Aguilar Reyes Bertha	SE16-24 CARTEL	250	Álvarez Bejar Román	GET-22 CARTEL	60
Aguilar Rodríguez Enmesto	FE-18	30	Álvarez Borrego Josué	OCE-14	86
Aguilar Rodríguez Ernesto	FE-15	30	Álvarez Borrego Josué	OCE-15	87
Aguilar Rodríguez Ernesto	FE-17	30	Álvarez Borrego Saúl	OCE-38 CARTEL	92
Aguilar Rodríguez Ernesto	FE-19	30	Álvarez Gasca Oscar	CCA-6	3
Aguilar Rodríguez Ernesto	FE-20	31	Álvarez Gasca Oscar	RN-13	102
Aguilar Rodríguez Ernesto	FE-21	31	Álvarez Molina L. Lucero	OCE-38 CARTEL	92
Aguilar Rodríguez Ernesto	FE-22	31	Álvarez Palacios José Luis	SE25-1	290
Aguilar Rodríguez Ernesto	FE-29 CARTEL	32	Álvarez Román Karina	OCE-24	89
Aguilar Rodríguez Ernesto	FE-30 CARTEL	32	Álvarez del Castillo de Pina Enrique	VUL-17 CARTEL	139
Aguilar Rodríguez Ernesto	FE-31 CARTEL	33	Amaro Martínez Raymundo Eric	EG-33 CARTEL	21
Aguilar Rodríguez Ernesto	SE02-6 CARTEL	152	Amaro Martínez Raymundo Eric	EG-34 CARTEL	21
Aguilar Tellez Dulce María	SE09-11	190	Amaro Martínez Raymundo Eric	GGA-9 CARTEL	66
Aguilar Treviño Daniel	SE07-16 CARTEL	176	Amaro Martínez Raymundo Eric	GGA-10 CARTEL	66
Aguilar Villegas Juan Martín	GEOD-5	36	Amaro Zavala Dulce María	RN-4	100
Aguilar Villegas Juan Martín	GEOD-7	37	Amaya Pandura Nallely	SE12-19 CARTEL	225
Aguilar Villegas Juan Martín	GEOD-8	37	Amezcuca Allieri Miriam	GGA-1	64
Aguillón Robles Alfredo	GEOQP-1	74	Anaya Romero María	SE07-19 CARTEL	177
Aguillón Robles Alfredo	GEOQP-14 CARTEL	78	Andrade Mascote Ernesto	SE02-1	152
Aguilón García Sergio	SE01-24 CARTEL	149	Andrade Mascote Ernesto	SE02-3	152
Aguirre Bahena Fernando	OCE-3	84	Andrade Mascote Ernesto	SE02-4	152
Aguirre Bahena Fernando	SE01-21 CARTEL	149	Andrade Mascote Ernesto	SE02-6 CARTEL	152
Aguirre Cerda Eduardo	SED-3	112	Andrade Mascote Ernesto	SE02-7 CARTEL	152
Aguirre Díaz Gerardo de Jesús	GEOQP-1	74	Andrade Tejero Andrés	SE25-3	290
Aguirre Díaz Gerardo de Jesús	VUL-13	138	Ángeles Cervantes Efraín	SE09-9	189
Aguirre Gómez Raúl	SE23-7	283	Angulo Carrillo Joel	RN-26	106
Aguirre González Jorge	SIS-21	124	Apango Figueroa Ethel Alejandra	OCE-8	85
Aguirre González Jorge	SIS-34	127	Aparicio Juárez Rosa María	VUL-15	139
Aguirre González Jorge	SIS-44 CARTEL	129	Appendini Albrechtsen Christian	SE14-15	235
Aguirre González Jorge	SIS-46 CARTEL	130	Appendini Albrechtsen Christian	SE14-6	233
Aguirre González Jorge	SIS-48 CARTEL	130	Appendini Christian M.	SE14-1	232
Aguirre González Jorge	SIS-49 CARTEL	131	Aquino Martínez Paola	SE12-5	222
Aguirre González Jorge	SIS-52 CARTEL	131	Aragón Escoto Juan Gerardo	SED-11	115
Aguirre González Jorge	SE19-19 CARTEL	266	Araico González Claudia Ivette	SE23-6	282
Aguirre Jorge	SE19-6	263	Arana Medina Aníbal Israel	GEOD-5	36
Aguirre López Mario Alberto	EG-36 CARTEL	22	Aranda Bautista María Abigail	SE26-8 CARTEL	297
Aguirre Muñoz Alfonso	SE26-5 CARTEL	297	Aranda Gómez José Jorge	GET-1	54
Aguirre Rocha Laura	SED-21 CARTEL	118	Arango Arias Enrique Diego	EG-35 CARTEL	21
Aguirre Sáenz Benito	GEOH-4	42	Arango Galván Claudia	EG-6	15
Aguirre Sáenz Benito	GEOH-17 CARTEL	45	Arango Galván Claudia	EG-10	16
Aguirre Salas Gilberto Rubén	CCA-3	2	Araujo Pradere Eduardo	FE-22	31
Aguirre Salas Gilberto Rubén	SE04-8	159	Araujo Pradere Eduardo	FE-23	31
Ahumada Sempoal Miguel Ángel	SE23-5	282	Araujo Pradere Eduardo A.	FE-7	28

Arce Hernández Jenny	FE-3	28	Baumgartner McBride Timothy Robert	SE01-18	148
Arce Hernández Jenny	FE-11	29	Bautista Francisco	SE07-1	172
Arce Hernández Jenny	FE-33 CARTEL	33	Bautista Francisco	SE07-2	172
Arce José Luis	SE20-4	268	Bautista Francisco	SE07-3	172
Arce Osuna Oralía	SE07-14 CARTEL	176	Bautista Francisco	SE07-4	172
Arce Pérez Luis Enrique	SE26-4	296	Bautista Francisco	SE07-5	173
Arce Saldaña José Luis	VUL-10	137	Bautista Francisco	SE07-7	173
Arciniega Alejandra	SE17-11	254	Bautista Francisco	SE07-11	175
Arciniega Ceballos Alejandra	EG-45 CARTEL	24	Bautista Francisco	SE07-13 CARTEL	175
Arciniega Ceballos Alejandra	VUL-21 CARTEL	140	Bautista Francisco	SE07-15 CARTEL	176
Arciniega Ceballos Alejandra	SE19-8	264	Bautista Francisco	SE07-16 CARTEL	176
Arcos Hernández José Luis	GGA-17 CARTEL	68	Bautista Francisco	SE10-19	204
Arcos Hernández José Luis	SED-15	116	Bautista Francisco	SE11-5	215
Arcos Hernández José Luis	SED-18 CARTEL	117	Bautista Perdomo Jensen Mauricio	GEOH-2	42
Arellano Gil Javier	GP-4	50	Bautista Zúñiga Francisco	SE07-10	174
Arellano Gil Javier	GP-5 CARTEL	51	Bautista Zúñiga Francisco	SE07-12	175
Arellano Gil Javier	SED-15	116	Bautista Zúñiga Francisco	SE07-19 CARTEL	177
Arellano Gil Javier	SED-18 CARTEL	117	Bautista Zúñiga Francisco	SE07-20 CARTEL	177
Arellano Guerrero Fernando	OCE-31	90	Bautista Zúñiga Francisco	SE07-22 CARTEL	178
Arellano Guerrero Fernando Nicolas	SE04-10	160	Bayona Germán	SE07-7	173
Arellano Hernández Antonio	CCA-39	9	Bayona Germán	SE10-2	200
Arellano Mauricio	SE19-6	263	Bayona Germán	SE10-13	203
Arellano Torres Elsa	SE16-19	248	Bayona German	SE10-15	203
Arellano Zepeda Gustavo	SIS-7	121	Bazan Flores Luis Ivan	EG-33 CARTEL	21
Arenas Alatorre Jesús	SE26-2	296	Bazan Flores Luis Ivan	EG-34 CARTEL	21
Arias Paz Alberto	GEOH-9	43	Bazán Guzmán Carmen	SE01-2	144
Arizpe Chávez Humberto	SE18-10 CARTEL	260	Bazán Guzmán Carmen	SE01-5	144
Armienta Hernández María Aurora	GGA-2	64	Becerra Rueda Oscar Fernando	SE07-14 CARTEL	176
Armienta Hernández María Aurora	GGA-11 CARTEL	66	Becerril Herrera Ricardo	SE08-23 CARTEL	184
Armienta Hernández María Aurora	GGA-13 CARTEL	67	Bedolla Ochoa Cutzi	SE07-12	175
Armijo Torres Ricardo	SE09-6	189	Beier Emilio	SE01-6	145
Arregui Ojeda Sergio	SIS-41 CARTEL	129	Beier Emilio	SE01-19	148
Arregui Ojeda Sergio Manuel	EG-25	19	Beier Emilio	SE13-2	228
Arregui Ojeda Sergio Manuel	EG-28	20	Beier Emilio	SE13-3	228
Arregui Ojeda Sergio Manuel	GEOQP-15 CARTEL	78	Beier Emilio	SE13-4	228
Arregui Sergio	SE19-20 CARTEL	266	Beier Emilio	SE13-5	229
Arreola Manzano Jonatan	SE19-1	262	Beier Emilio	SE13-6	229
Arrowsmith Ramón	SE19-20 CARTEL	266	Beier Emilio	SE13-7	229
Arroyo Cabrales Joaquín	SE09-33 CARTEL	195	Beier Emilio	SE13-9 CARTEL	230
Arroyo Contreras Moisés	SIS-33	127	Beier Emilio	SE13-10 CARTEL	230
Arteaga Torres Roberto	SE24-2 CARTEL	286	Beier Emilio José	OCE-35	91
Arvayo Molina Arnoldo	SE21-17 CARTEL	276	Beier M. Emilio	SE13-1	228
Arzate Flores Jorge Arturo	EG-2	14	Bello Delia	SE19-6	263
Astorga Bustillos Fernando	SE26-3	296	Bello Segura Delia Iresine	SE19-15	265
Avalos Naranjo David	GEOQ-2	36	Bellon Hervé	GEOQP-1	74
Avalos Urbina Luis Alexis	CCA-4	2	Bellon Hervé	GEOQP-14 CARTEL	78
Avellán Denis Ramón	VUL-11	138	Belmonte Jiménez Salvador Isidro	GEOH-2	42
Ávila Jacobo Daniel	EG-34 CARTEL	21	Belmonte Jiménez Salvador Isidro	RN-31 CARTEL	107
Ávila Jacobo Daniel	GGA-9 CARTEL	66	Beltrán González José Carlos	GEOQ-11 CARTEL	38
Ávila Olivera Jorge Alejandro	GET-20	59	Beltrán Jiménez Víctor Fernando	SE05-6 CARTEL	165
Avilez Serrano Porfirio	GEOQP-2	74	Benammi Mouloud	SE10-22	205
Avilez Serrano Porfirio	GEOQP-3	74	Benavides Bravo Francisco Gerardo	GEOQP-4	74
Azpra Romero Enrique	CCA-23	6	Benyosef Luiz	SE08-2	180
Baca Navarro Juan Antonio	GET-21 CARTEL	60	Benyosef Luiz	SE08-12	182
Badillo Corona Tanya Junhué	EG-36 CARTEL	22	Beraldi Campesi Hugo	SE26-1	296
Baena Rivera Marcela E.	SIS-25	125	Beraldi Hugo	FE-4	28
Báez Juárez Javier Antonio	GET-9	56	Beramendi Orosco Laura	SE09-18	191
Báez Pedrajo Armando	CCA-2	2	Beramendi Orosco Laura	SE09-20	192
Balart Páez Eduardo Francisco	SE01-24 CARTEL	149	Bergomi Maria	GET-8	56
Balderrama Corral Rigoberto	GEOQ-3	36	Berkovich Cesar	SE10-38 CARTEL	209
Balderrama Corral Rigoberto	GEOQ-11 CARTEL	38	Bermudez Barron Gladys	GEOQ-12 CARTEL	38
Baltazar Martínez Crisol	SE05-3	164	Bernal Franco Gladys	OCE-28	89
Bandy William L.	GET-23 CARTEL	60	Bernal Franco Gladys	OCE-35	91
Bandy William L.	SE17-2	252	Bernal Franco Gladys	SE15-3	240
Bandy William Lee	GET-1	54	Bernal Gladys	SE15-5	240
Bandy William Lee	OCE-41 CARTEL	92	Bernal Morales Rogelio	CCA-38	9
Banerjee Subir	SE10-9	202	Bernal Uruchurtu Juan Pablo	SE16-2	244
Bañuelos Mendoza Rosa Lidia	VUL-2	136	Bernal Uruchurtu Juan Pablo	SE16-3	244
Barajas Alcalá Alma	SE07-11	175	Bernet Matthias	GET-11	57
Barajas Alcalá Alma	SE07-12	175	Berquo Thelma S.	SE10-9	202
Barba Pingarrón Luis	SE09-26	193	Betancur Sara	SE15-3	240
Barba Pingarrón Luis	SE09-27	194	Blancas Vázquez Jorge	SE09-26	193
Barba Pingarrón Luis Alberto	SE09-28	194	Blancas Vázquez Jorge	SE09-27	194
Barba Pingarrón Luis Alberto	SE09-29	194	Blancas Vázquez Jorge	SE09-29	194
Barbara Loic	SE16-11	246	Blanco Cano Xóchitl	FE-12	29
Barbara Loic	SE16-23 CARTEL	249	Blanco Cano Xóchitl	FE-13	29
Barboza Gudiño José Rafael	SED-11	115	Blanco Cano Xóchitl	FE-19	30
Barragán Manzo Ricardo	SED-8	114	Blanco Cano Xóchitl	FE-20	31
Barreiro Beatriz	SE01-9	145	Blanco Cano Xóchitl	FE-29 CARTEL	32
Barrera Guerrero Santa	SE22-6	279	Blanco Cano Xóchitl	FE-30 CARTEL	32
Barrera Guerrero Santa	SE22-8	280	Blanco Piñón Alberto	SE18-6	259
Barrera Huerta Alan	SE09-38 CARTEL	196	Blanco Rafael	SE14-13	234
Barrera Nabor Prócoro	EG-44 CARTEL	23	Bluhm Gutiérrez Jorge	SED-5	113
Barrios Rodarte Adriana	EG-31	21	Bluhm Gutiérrez Jorge	SE03-3	156
Barrón Barraza Francisco Javier	OCE-5	85	Bocco Verdine H. Gerardo Héctor Rubén	GET-20	59
Barrón Díaz Arturo	SE22-3	278	Bógalo María Felicidad	SE10-23	205
Barth Andrew P.	GET-12	57	Bógalo Román María Felicidad	SE10-18	204
Barton Eric Desmond	OCE-35	91	Bógalo Román María Felicidad	SE10-43 CARTEL	210
Barton Eric Desmond	SE01-9	145	Bohane Adrtian	SE25-9	292
Barton Eric Desmond	SE03-4	156	Böhnel Harald	GEOPAL-2	70
Bastién Olvera Bernardo Adolfo	CCA-52 CARTEL	12	Böhnel Harald	GEOQP-2	74
Batista Rodríguez José	EG-35 CARTEL	21	Böhnel Norbert Harald	GGA-6	65
Batista Rodríguez José Alberto	EG-17	17	Böhnel Norbert Harald	GGA-16 CARTEL	67
Batista Rodríguez José Alberto	SE26-8 CARTEL	297	Böhnel Norbert Harald	GEOPAL-1	70
Baumgardner Darrel	CCA-51 CARTEL	12	Bonasia Rosanna	VUL-15	139
Baumgardner Timothy	SE01-20	148	Bonifaz Alfonso Roberto	CCA-14	5
Baumgartner McBride Timothy	SE01-17	147	Bonifaz Alfonso Roberto	CCA-15	5

Bonifaz Alfonso Roberto	SE20-6 CARTEL	269	Campos Enriquez Oscar	SE06-5	169
Bonifaz Roberto	CCA-11	4	Campos Guillén Juan	GGA-12 CARTEL	66
Bonilla Jiménez Enoch	CCA-30	8	Campos Madrigal Emiliano	SED-7	113
Borselli Lorenzo	VUL-6	137	Campos Madrigal Emiliano	SE21-7	273
Borselli Lorenzo	SE04-17	162	Camps Pierre	SE10-21	205
Borselli Lorenzo	SE25-13 CARTEL	293	Camps Pierre	SE10-22	205
Bosque Sendra Joaquín	GEOD-7	37	Camps Pierre	SE10-25	206
Botero Santa Paola	SE21-5	272	Camps Pierre	SE10-27	206
Botero Santa Paola Andrea	SE21-10	274	Camps Pierre	SE10-34 CARTEL	208
Brassea Ochoa Jesús María	EG-42 CARTEL	23	Camps Pierre	SE10-35 CARTEL	208
Brassea Ochoa Jesús María	EG-52 CARTEL	25	Camps Pierre	SE10-48 CARTEL	211
Bravo Ayala Manuel Alejandro	GEOPAL-6 CARTEL	70	Camps Pierre	SE10-49 CARTEL	212
Bravo Cabrera José Luis	CCA-23	6	Candela Julio	OCE-28	89
Bravo Castellero Reinaldo	SIS-26	126	Candela Pérez Julio	OCE-11	86
Bravo Díaz Beatriz	SE17-4	252	Candela Pérez Julio	SE01-4	144
Bravo Osuna Ana Gabriela	SE08-13	182	Cañetas Ortega Jacqueline	SE26-2	296
Bravo Osuna Ana Gabriela	SE08-14	183	Cañón Tapia Edgardo	GEOPAL-4	70
Bravo Osuna Ana Gabriela	SE08-15	183	Cañón Tapia Edgardo	GEOPAL-7 CARTEL	71
Brenes Rodríguez Jorge	SE08-5	180	Cañón Tapia Edgardo	SE10-1	200
Brenner Mark	SE16-21 CARTEL	249	Cantareno Sebastian	EG-45 CARTEL	24
Breton González Mauricio	VUL-19 CARTEL	140	Cantoral Uriza Enrique	SE21-16	275
Brinkemper Joost	SE14-21 CARTEL	236	Cappelletti Piergiulio	SE18-5	259
Brito Castillo Luis	CCA-46 CARTEL	11	Capra Lucia	VUL-15	139
Brito Castillo Luis	RN-27	106	Caraballo Ramón	SE08-3	180
Brito Muñoz Elizabeth	CCA-3	2	Caraballo Ramón	SE08-8	181
Brito Muñoz Elizabeth	SE04-18	162	Caraballo Ramón	SE08-9	182
Brudzinski Michael	SE19-7	263	Carbajal Pérez Noel	OCE-19	87
Brudzinski Michael R.	SE17-11	254	Carbajal Pérez Noel	RN-34 CARTEL	108
Brudzinski Michael R.	SE19-8	264	Carbajal Pérez Noel	SE14-9	234
Brudzinski Michael R.	SE21-8	273	Carballo Corbo David	SE09-26	193
Buatista Zúñiga Francisco	RN-15	103	Carballo David	SE09-27	194
Bueno Ibarra Mario	SE13-4	228	Cárdenas García Efraín	SE09-19	192
Burlak Gennadiy	FE-9	29	Cárdenas García Efraín	SE09-21	192
Burlak Gennadiy	FE-10	29	Cárdenas Karla	SE10-1	200
Bustos Bautista Norma Angelica	SED-21 CARTEL	118	Cárdenas Monroy Caridad	SE19-1	262
Bustos Vázquez Arturo	SED-3	112	Cárdenas Palomo Natali	SE14-19	236
Cabadas Báez Héctor Víctor	SE09-36 CARTEL	196	Cárdenas Ramírez Arturo B.	SE19-1	262
Caballero Cecilia	SE11-5	215	Cárdenas Soto Martín	SE17-16 CARTEL	256
Caballero Jiménez Gema V.	SE19-1	262	Cárdenas Soto Martín	SE19-17 CARTEL	265
Caballero Margarita	SE11-3	214	Cárdenas Soto Martín	SE25-2	290
Caballero Miranda Cecilia	GEOPAL-8 CARTEL	71	Cárdenas Soto Martín	SE25-3	290
Caballero Miranda Cecilia	SE09-35 CARTEL	195	Cardona Agustín	SE10-2	200
Caballero Miranda Margarita	EG-45 CARTEL	24	Cardona Melchor Silvestre	VUL-25 CARTEL	141
Caballero Miranda Margarita	SE16-5	245	Carlos Villegas Jaime	SIS-7	121
Caballero Miranda Margarita	SE16-24 CARTEL	250	Carrancho Alonso Ángel	SE10-27	206
Cabral Cano Enrique	EG-45 CARTEL	24	Carrancho Angel	SE07-15 CARTEL	176
Cabral Cano Enrique	SE19-7	263	Carrancho Angel	SE10-36 CARTEL	208
Cabral Cano Enrique	SE19-8	264	Carrancho Angel	SE10-44 CARTEL	210
Cabral Cano Enrique	SE25-9	292	Carrancho Angel	SE11-5	215
Cabral Enrique	SE17-11	254	Carranco Lozada Simón Eduardo	GEOH-6	43
Cabrera Nava Alejandro	SE05-6 CARTEL	165	Carranco Lozada Simon Eduardo	GEOH-14	45
Cabrera Navarrete Emmanuel del Angel	SIS-43 CARTEL	129	Carranco Rodríguez Jesús Alfredo	SE09-39 CARTEL	196
Cabrera Ramos Carlos	OCE-7	85	Carranza	PALEO-7	97
Caccavari Garza Ana	SE08-19	184	Carranza Ana Gabriela	SE10-50 CARTEL	212
Caccavari Garza Ana	SE10-24	206	Carranza Castañeda Oscar	PALEO-1	96
Caccavari Garza Ana	SE10-46 CARTEL	211	Carranza Castañeda Oscar	PALEO-5	97
Cadena Ramírez José Luis	SE01-17	147	Carrasco Núñez Gerardo	VUL-20 CARTEL	140
Caetano Ernesto	CCA-26	7	Carrasco Núñez Gerardo	SE17-7	253
Caetano dos Santos Ernesto	CCA-8	3	Carreón Freyre Dora Celia	GEOH-13	45
Calderón Segura Ma. Elena	CCA-2	2	Carreón Freyre Dora Celia	SE25-5	291
Calmus Thierry	GET-10	56	Carreón Freyre Dora Celia	SE25-7	291
Calmus Thierry	GET-11	57	Carreón Gutiérrez Mario	GEOH-24 CARTEL	47
Calmus Thierry	GEOPAL-7 CARTEL	71	Carreón Sierra Sara	CCA-1	2
Calva Chávez Miriam Alin	SE01-4	144	Carrera Hernández Jaime	RN-34 CARTEL	108
Calvario Omar	SE14-13	234	Carrera Hernández Jaime Jesús	GEOH-13	45
Calvario Omar	SE14-14	235	Carrera Hernández Jaime Jesús	SE12-2	222
Calvo Manuel	SE07-15 CARTEL	176	Carrillo Bastos Alicia	SE16-4	244
Calvo Manuel	SE10-30	207	Carrillo Bibriezca Laura	OCE-37 CARTEL	92
Calvo Manuel	SE11-5	215	Carrillo Bibriezca Laura Elena	OCE-23	88
Calvo Rathert M.	SE10-18	204	Carrillo Bibriezca Laura Elena	SE14-18	236
Calvo Rathert M.	SE10-43 CARTEL	210	Carrillo Castillo Carlos	SED-5	113
Calvo Rathert Manuel	SE10-23	205	Carrillo Chávez Alejandro	GEOH-15	45
Calvo Rathert Manuel	SE10-24	206	Carrillo Eduardo	GGA-3	64
Calvo Rathert Manuel	SE10-27	206	Carrillo González Fatima	RN-20	104
Calvo Rathert Manuel	SE10-31	207	Carrillo González Fátima M.	CCA-7	3
Calvo Rathert Manuel	SE10-44 CARTEL	210	Carrillo González Fátima Maciel	CCA-16	5
Calvo Rathert Manuel	SE10-45 CARTEL	211	Carrillo González Fátima Maciel	SE15-7	241
Calvo Rathert Manuel	SE10-46 CARTEL	211	Carrillo Vargas Armando	FE-21	31
Calzadilla Méndez Alexander	SE08-4	180	Carrillo Vargas Armando	FE-22	31
Camacho Ibar Víctor	SE01-3	144	Carrillo Vargas Armando	FE-23	31
Camacho Ibar Víctor	SE01-10	146	Carrillo Vargas Armando	SE02-6 CARTEL	152
Camacho Linares Edwin	SE08-6	181	Carrillo Vargas Armando	SE02-7 CARTEL	152
Camacho Linares Edwin	SE08-7	181	Carrillo Vargas Armando	SE02-8 CARTEL	153
Camacho Ortigón Luis F.	EG-17	17	Carrillo Vargas Armando	SE02-1	152
Camacho Ortigón Luis Fernando	SE18-9	260	Carrion Grigor Sebastián Ismael	CCA-41 CARTEL	10
Camacho Ramírez Erik	SE06-4	168	Carvallo Claire	SE07-13 CARTEL	175
Camacho Ramírez Erik	SE06-5	169	Carvallo Claire	SE10-21	205
Camacho Velázquez Rodolfo	SE04-9	160	Carvallo Claire	SE10-25	206
Camacho Victoria	SE10-13	203	Carvallo Claire	SE10-31	207
Camalich Carpizo Jaime	SE01-24 CARTEL	149	Carvallo Claire	SE10-33 CARTEL	208
Camargo Espinoza Zury	VUL-24 CARTEL	141	Carvallo Claire	SE10-49 CARTEL	212
Camargo Guzmán David	SE25-6	291	Casanova González Edgar	SE09-4	188
Campillo Michel	SIS-18	124	Casanova González Edgar	SE09-10	189
Campillo Michel	SIS-19	124	Casanova González Edgar	SE09-11	190
Campos Enriquez José Óscar	GGA-4	64	Casanova González Edgar	SE09-12	190
Campos Enriquez José Oscar	RN-31 CARTEL	107	Casares Salazar Rafael	OCE-21	88
Campos Enriquez Oscar	SE06-4	168	Casillas Pérez Gilberto	FE-21	31

Casillas Pérez Gilberto	SE02-1	152	Chávez Zamorate Nayeli	SIS-25	125
Casillas Pérez Gilberto	SE02-6 CARTEL	152	Chen Ting	SE17-6	253
Casillas Pérez Gilberto Armando	SE02-5	152	Chic Oscar	SE14-7	233
Casillas Pérez Gilberto Armando	SE02-8 CARTEL	153	Chin González Myrna E.	SE16-15	247
Castañeda Aguilar Alan Antonio	SE05-5 CARTEL	164	Choumiline Evguene	OCE-3	84
Castañeda Miranda Ana Gabriela	GGA-6	65	Choumiline Evgueni	SE01-21 CARTEL	149
Castañeda Miranda Ana Gabriela	GGA-16 CARTEL	67	Choumiline Konstantin	OCE-3	84
Castañeda Oscar	PALEO-7	97	Cid Villegas Gonzalo	EG-23	19
Castelán Hernández Carolina Ivonne	SE26-9 CARTEL	297	Cienfuegos Alvarado Edith	CCA-40 CARTEL	9
Castillo Aguilar Saúl	RN-7	101	Cifuentes Nava Gerardo	EG-37 CARTEL	22
Castillo Aguilar Saúl	SIS-40	129	Cifuentes Nava Gerardo	SE08-11	182
Castillo Aguilar Saúl	SE25-1	290	Cifuentes Nava Gerardo	SE08-18	183
Castillo Aja María del Rocío	RN-3	100	Cifuentes Nava Gerardo	SE08-21 CARTEL	184
Castillo Aja María del Rocío	SE11-1	214	Cifuentes Nava Gerardo	SE08-22 CARTEL	184
Castillo María Luisa	SE09-14	191	Cifuentes Nava Gerardo	SE08-23 CARTEL	184
Castillo Morales Uzi	GGA-5	65	Cigna Francesca	SE25-9	292
Castillo Pérez Nadia Itzel	SE12-7	223	Claes Pieterjan	SE09-11	190
Castrejon González Israel	GET-2	54	Clayton Robert	SIS-37	128
Castro Artola Oscar	SE19-3	262	Clayton Robert	SE17-6	253
Castro Escamilla Raúl	SE27-2	300	Clayton Robert	SE17-8	253
Castro Escamilla Raúl Ramón	SIS-47 CARTEL	130	Clayton Robert W.	SE17-11	254
Castro Flores Adán	GGA-17 CARTEL	68	Clemente Chávez Alejandro	SIS-33	127
Castro Govea Renato	VUL-20 CARTEL	140	Cochran Elizabeth	SIS-38	128
Castro Govea Renato	SE17-7	253	Coconi Morales Enrique	GP-6 CARTEL	51
Castro Larragotia Javier	GEOQP-19 CARTEL	79	Coconi Morales Enrique	SE05-1	164
Castro López Valerio	SE16-8	245	Coconi Morales Enrique	SE05-3	164
Castro Oscar	SE19-6	263	Coconi Morales Enrique	SE05-5 CARTEL	164
Castro Rubén	SE01-16	147	Coconi Morales Enrique	SE06-1	168
Castro Rubén	SE14-17	235	Coconi Morales Enrique	SE06-4	168
Castro Telma	CCA-1	2	Coconi Morales Enrique	SE06-5	169
Castro Valdez Rubén	OCE-11	86	Coconi Morales Enrique	SE06-6	169
Castro Valdez Rubén	OCE-20	88	Coe Robert	SE10-12	202
Castro Valdez Rubén	SE01-15	147	Coe Robert	SE10-20	205
Catunda María Carolina	SE16-3	244	Colella Harmony	SE19-8	264
Cavazos Pérez María Tereza	RN-27	106	Colín García María	SE26-1	296
Cavazos Pérez Tereza	CCA-10	4	Collins Curtis Alan	SE01-15	147
Cavazos Pérez Tereza	RN-1	100	Colmenero Sujo Luis	RN-14	103
Cavazos Pérez Tereza	SE12-12	224	Colmenero Sujo Luis	RN-16	103
Ceja Andrade Israel	SE16-21 CARTEL	249	Colombo Davide	SE25-9	292
Cejudo Rubén	SE07-1	172	Colorado Ruiz Gabriela	CCA-35	9
Cejudo Rubén	SE07-2	172	Conde Cecilia	RN-27	106
Cejudo Rubén	SE07-3	172	Constante García Vicenta	SE09-24	193
Cejudo Rubén	SE07-4	172	Contreras Barragán Erendira	SE09-3	188
Cejudo Rubén	SE07-5	173	Contreras Hernández Ana Delia	CCA-6	3
Cejudo Rubén	SE07-20 CARTEL	177	Contreras Hernández Ana Delia	RN-13	102
Celada Murillo Ana Teresa	CCA-1	2	Contreras Navarro Elvia	SE12-6	222
Ceniceros Bombela Nora Elia	GGA-11 CARTEL	66	Contreras Negrete David Nathanael	GEOQP-19 CARTEL	79
Ceniceros Bombela Nora Elia	GGA-13 CARTEL	67	Contreras Pérez Juan	SE17-3	252
Centeno García Elena	GET-1	54	Contreras Ruiz Esparza Adolfo	SE14-10	234
Centeno García Elena	SED-7	113	Contreras Ruiz Esparza Moisés Gerardo	SIS-49 CARTEL	131
Centeno García Elena	SED-14	116	Contreras Sergio	EG-45 CARTEL	24
Centeno García Elena	SE22-3	278	Contreras Trejo Iván Germán	SE04-4	158
Centeno Miranda Mario Alfonso	EG-26	20	Cordero Guadalupe	FE-4	28
Centeno Miranda Mario Alfonso	EG-27	20	Cordero Tercero Guadalupe	SE26-1	296
Centeno Miranda Mario Alfonso	SE21-1	272	Cordero Tercero María Guadalupe	FE-28 CARTEL	32
Cepeda Morales Jushiro	SE01-13	146	Córdoba Camargo Alejandra	SIS-8	121
Cepeda Morales Jushiro	SE01-16	147	Córdoba Camargo Ana Alejandra	SIS-5	121
Cepeda Morales Jushiro	SE01-21 CARTEL	149	Córdoba Montiel Francisco	RN-32 CARTEL	108
Cepeda Morales Jushiro	SE01-23 CARTEL	149	Córdoba Montiel Francisco	SIS-3	120
Cepeda Morales Jushiro	SE13-1	228	Córdoba Montiel Francisco	VUL-18 CARTEL	139
Cepeda Morales Jushiro	SE13-4	228	Cornejo López Víctor Manuel	CCA-16	5
Cerano Paredes Julian	SE09-24	193	Cornejo López Víctor Manuel	RN-20	104
Cerca Martínez Luis Mariano	GEOH-13	45	Cornejo López Víctor Manuel	SE15-7	241
Cerca Martínez Mariano	SE11-18 CARTEL	218	Cornú Núñez Francisco Javier	VUL-3	136
Cerecedo Sáenz Eduardo	SE18-8	259	Corominas Ona	SE11-8	215
Cerquone Ravelo Hugo Rafael	EG-12	16	Corona Esquivel Rodolfo	GEOQP-12	77
Cervantes Aguilar Jorge David Pio	SE05-2	164	Corona Esquivel Rodolfo	GEOQP-23 CARTEL	80
Cervantes Solano Miguel Angel	SE10-5	201	Corona Morales Néstor	SE11-2	214
Cervantes Villa Juan Sebastián	SE12-4	222	Corona Nestor	SE11-3	214
Chacón B. Elizabeth	PALEO-8	97	Corona Romero Pedro	FE-18	30
Chacón B. Elizabeth	SE21-6	273	Cortés Aguilar José Martín	SE12-11	223
Chague-Goff Catherine	SE11-3	214	Cortés Aguilar José Martín	SE12-16 CARTEL	224
Chague-Goff Catherine	SE11-6	215	Cortés Esquivel José Luis	SE07-4	172
Chaigneau Alexis	SE01-19	148	Cortés José Luis	SE07-3	172
Chaljub Emmanuel	SIS-24	125	Cortés Martínez Mara Yadira	OCE-3	84
Chang Martínez Karen Bibiana	SE11-14	217	Cortés Martínez Mara Yadira	SE01-21 CARTEL	149
Chang Martínez Tania Oyuki	GEOH-8	43	Cortes Silva Alejandra	GEOH-15	45
Chaparro Marcos A. E.	GGA-16 CARTEL	67	Cortes Silva Alejandra	SE12-19 CARTEL	225
Charles Polo Marcela Patricia	SE16-16	248	Cortez Teomitzi Alejandra	FE-3	28
Charusiri Punya	SE11-10	216	Cortez Teomitzi Alejandra	FE-11	29
Chávez Aguirre Rafael	GEOH-22 CARTEL	47	Cortez Teomitzi Alejandra	FE-33 CARTEL	33
Chávez Aranda Arturo	SE21-1	272	Cossío Torres Tomás	GEOQP-18 CARTEL	79
Chávez Balderas Ximena	SE09-38 CARTEL	196	Costanzo Álvarez Vincenzo	GGA-3	64
Chávez Cabello Gabriel	GET-1	54	Costanzo Álvarez Vincenzo	SE10-15	203
Chávez Cabello Gabriel	GET-2	54	Cotte Nathalie	SE17-10	254
Chávez Cabello Gabriel	GET-18	59	Cotte Nathalie	SE19-7	263
Chávez Cabello Gabriel	GET-24 CARTEL	60	Cova Suazo Silvia Leticia	SE26-6 CARTEL	297
Chávez Cabello Gabriel	GET-25 CARTEL	60	Covarrubias Guarneros Myriam	FE-3	28
Chávez Cabello Gabriel	SED-10	114	Cruz Atienza Víctor	SIS-18	124
Chávez Cruz Susana	SE09-6	189	Cruz Atienza Víctor	SIS-38	128
Chávez Lara Claudia	SE16-17	248	Cruz Atienza Víctor M.	SIS-19	124
Chávez Lara Claudia Magali	SE16-14	247	Cruz Atienza Víctor M.	SIS-24	125
Chávez Omar	SIS-33	127	Cruz Atienza Víctor M.	SIS-56 CARTEL	132
Chávez Pérez Sergio	EG-26	20	Cruz Cervantes José Luis	SE19-11	264
Chávez Pérez Sergio	EG-27	20	Cruz Cruz Maricela	SE19-1	262
Chávez Pérez Sergio	SE21-1	272	Cruz Francisco	SED-20 CARTEL	118
Chávez Segura René	EG-37 CARTEL	22		SE16-3	244

Cruz Hernández Favio	SIS-10	122	Domínguez Ramírez Luis Antonio	SIS-38	128
Cruz Hernández Juan Carlos	GGA-17 CARTEL	68	Domínguez Reyes Tonatiah	SIS-42 CARTEL	129
Cruz Kim Luis Humberto	SIS-39	128	Domínguez Sarmiento Christian	CCA-22	6
Cruz Londoño Sarai	RN-23	105	Domínguez Vázquez Gabriela	SE10-50 CARTEL	212
Cruz Márquez Judith	GEOQP-14 CARTEL	78	Domínguez Vázquez Gabriela	SE16-8	245
Cruz Mateo María Rosaira	RN-30 CARTEL	107	Dotor Almazan Azucena	GGA-2	64
Cruz Noé Efrén Arturo	EG-4	14	Dougherty Sara	SE17-8	253
Cruz Palma Jorge Ezra	SE09-41 CARTEL	197	Douillet Pascal	SE14-10	234
Cruz Pastrana Daniela	CCA-8	3	Duarte Sauna Miguel	SED-11	115
Cruz Ronquillo Olivia	GGA-11 CARTEL	66	Dunlop David	SE10-11	202
Cruz Ronquillo Olivia	GGA-13 CARTEL	67	Dupont Valencia Carlos	GEOQP-22 CARTEL	80
Cruz Sánchez Brenda	SE25-6	291	Duque Trujillo José Fernando	GET-13	57
Cruz Víctor	SE19-6	263	Durán Chacón Pamela Verónica	SE05-2	164
Cruz de León José	CCA-43 CARTEL	10	Durand Manterola Héctor	SE26-1	296
Cuahutle Martín	CCA-14	5	Durand Manterola Héctor Javier	FE-4	28
Cuellar Badilla Jeziel	GEOQP-22 CARTEL	80	Durazo Arvizo Reginaldo	SE01-17	147
Cuellar Urbano Mayra	SE21-1	272	Durazo Arvizo Reginaldo	OCE-20	88
Cuenca Julio	SE19-6	263	Durazo Arvizu Reginaldo	SE01-7	145
Dahm Torsten	VUL-5	136	Durazo Arvizu Reginaldo	SE01-18	148
Dávalos Sotelo Raymundo	RN-7	101	Durazo Arvizu Reginaldo	SE01-25 CARTEL	150
Dávalos Sotelo Raymundo	SE25-1	290	Durazo Arvizu Reginaldo	SE23-9	283
Davies Musil Susan Mery	SE13-5	229	Durazo Reginaldo	SE01-15	147
Davies Musil Susan Mery	SE13-6	229	Durazo Reginaldo	SE01-16	147
Dávila Torres Raúl	EG-20	18	Durazo Reginaldo	SE01-23 CARTEL	149
Dávila Torres Raúl Federico	EG-21	18	Durazo Reginaldo	SE14-17	235
Dávila Vázquez Gustavo	RN-17	103	Dworak Robinson Juan Adolfo	SE14-16	235
Day Steven	SIS-24	125	Dzul García Oscar Antonio	RN-4	100
De Anda Sánchez José	RN-17	103	Elias García Elizabeth	VUL-24 CARTEL	141
De Basabe Delgado Jonas De Dios	SIS-47 CARTEL	130	Elias Herrera Mariano	GET-1	54
De Basabe Delgado Jonas de Dios	SIS-22	125	Elias Herrera Mariano	GEOQP-11	77
De Grau Pamela	SE12-12	224	Elizalde Galindo José Trinidad	SE09-39 CARTEL	196
De Jesús De La Cruz Berenice	SE05-1	164	Elizalde Toledo Scherezada Esther	VUL-2	136
De Santis Angelo	SE10-28	207	Enríquez Barajas María Isabel Olimpia	CCA-48 CARTEL	11
De la Calleja Moctezuma Alfredo Ernesto	GEOQP-13	77	Enríquez Ortiz Cecilia	SE14-4	232
De la Cruz Luis M.	SE04-2	158	Enríquez Ortiz Cecilia	SE14-11	234
De la Cruz Orozco Martín	SE01-13	146	Enríquez Ortiz Cecilia	SE14-19	236
De la Cruz Orozco Martín E.	SE01-16	147	Escalante González Jorge Antonio	GEOPAL-2	70
De la Cruz Reyna Servando	VUL-1	136	Escalona Alcázar Felipe de Jesús	SED-5	113
De la Cruz Reyna Servando	SE20-2	268	Escalona Alcázar Felipe de Jesús	SE03-3	156
De la Cruz Salas Luis Miguel	SE04-11	160	Escobar Briones Elva	OCE-41 CARTEL	92
De la Cruz Salas Luis Miguel	SE04-16	161	Escobar Jaime	SE07-7	173
De la Garza Aguilar Rodrigo	GEOH-22 CARTEL	47	Escobedo Urrías Diana	SE13-8 CARTEL	229
De la O Villanueva Margarita	GGA-5	65	Escobedo Zenil David	SE25-2	290
De la Rosa Acosta Diego	SE07-19 CARTEL	177	Escobedo Zenil David	SE25-3	290
De la Vega Cabrera Oscar Omar	SE19-18 CARTEL	266	Escorza Reyes Marisol	SE16-12	246
De la cruz Fabian	SE06-2	168	Escudero Ayala Christian R.	SIS-5	121
De la cruz Orozco Martín	SE01-23 CARTEL	149	Escudero Ayala Christian	SIS-15	123
DeCarvalho Lopes José Roberto	SE08-2	180	Escudero Ayala Christian	SIS-17	123
DeGennaro Roberto	SE18-5	259	Escudero Ayala Christian Rene	SIS-12	122
DeMets Charles	SE17-17 CARTEL	256	Escudero Ayala Christian Rene	SIS-14	123
DeMets Charles	SE19-7	263	Escudero Ayala Christian Rene	SIS-29	126
DeMets Charles	SE19-8	264	Escudero Ayala Christian Rene	SIS-39	128
Debo Montero Yessica Beatriz	SE12-17 CARTEL	225	Escudero Ayala Christian Rene	VUL-3	136
Deeb Alejandro	CCA-34	8	Escudero Ayala Christian Renne	SIS-8	121
Del Rio Salas Rafael	GGA-5	65	Escudero Christian R.	SIS-1	120
Delgadillo Hinojosa Francisco	SE01-3	144	Escutia Saucedo Noemí	SE10-45 CARTEL	211
Delgadillo Hinojosa Francisco	SE01-10	146	Esparza Hernández Francisco Javier	EG-43 CARTEL	23
Delgado Argote Luis Alberto	GEOQP-2	74	Esparza López Juan Rodrigo	SE09-1	188
Delgado Argote Luis Alberto	GEOQP-3	74	Esparza López Juan Rodrigo	SE09-2	188
Delgado Carranza Carmen	SE07-5	173	Esparza Martínez Alicia	SE03-3	156
Delgado González Oscar	SE15-2	240	Espejel García Vanessa V.	VUL-8	137
Delgado González Oscar E.	SE15-6	241	Espíndola Castro Juan Manuel	VUL-17 CARTEL	139
Delgado Granados Hugo	VUL-7	137	Espíndola Castro Juan Manuel	SE20-5 CARTEL	269
Delgado Hugo	SE10-44 CARTEL	210	Espíndola Castro Víctor Hugo	SIS-59 CARTEL	133
Delgado María José	SE07-20 CARTEL	177	Espíndola Castro Víctor Hugo	SE19-1	262
Delgado Millan Sandra Mónica	RN-19	104	Espíndola Victor Hugo	SE19-6	263
Delgado Rodríguez Omar	GGA-1	64	Espino Valdés María Socorro	GEOH-22 CARTEL	47
Delgado Trejo Carlos	SE07-21 CARTEL	178	Espinosa Cardeña Juan Manuel	GEOD-10 CARTEL	38
Dell'Erba Daniele	RN-10	102	Espinosa Cardeña Juan Manuel	GEOQP-3	74
Demant Alain	SE22-3	278	Espinosa Carreón Leticia	SE13-4	228
Demant Alain	SE22-4	279	Espinosa Carreón Leticia	SE13-9 CARTEL	230
Denegri de Dios Fabiola Maribel	SE12-14	224	Espinosa Carreón T. Leticia	SE01-6	145
Deustúa Eduardo	CCA-1	2	Espinosa Guevara Edgar Alejandro	SED-11	115
Devaliere Eve-Marie	SE14-3	232	Espinosa Hernández Joel	SE05-6 CARTEL	165
Devidze Marina	SE10-30	207	Espinoza Encinas Iván R.	SE16-15	247
Díaz Bravo Beatriz Adriana	SE17-13 CARTEL	255	Espinoza Hernández Abdallan	GGA-8	66
Díaz Elvira	SE07-20 CARTEL	177	Espinoza Jaramillo María Magdalena	GEOH-7	43
Díaz Fernández Alejandro	GEOH-18 CARTEL	46	Espinoza Tamarindo Brisia Edit	CCA-18	5
Díaz García Jorge Enrique	EG-46 CARTEL	24	Esquivel Ramírez Rubén	RN-36 CARTEL	108
Díaz García Jorge Enrique	EG-47 CARTEL	24	Estrada Avalos Juan	SE09-24	193
Díaz García José Alfredo	GET-4	55	Estrada Castillo Jorge A.	SE19-1	262
Díaz Gutiérrez Luis	GGA-1	64	Estrada Castillo Jorge Alberto	SIS-3	120
Díaz Hernández Gabriel	SE14-1	232	Estrada Castillo Jorge Alberto	VUL-18 CARTEL	139
Díaz Lázaro Marina	SE12-7	223	Estrada Godoy Francisco	GEOH-23 CARTEL	47
Díaz López Luis Fernando	GET-5	55	Estrada Gutiérrez Guadalupe	CCA-17	5
Díaz Marisel	SE10-15	203	Estrada Gutiérrez Guadalupe	GEOH-17 CARTEL	45
Díaz Méndez Guillermo Mauricio	SE14-2	232	Estrada Gutiérrez Guadalupe	RN-14	103
Díaz Mojica John J.	SE19-11	264	Estrada Gutiérrez Guadalupe Irma	SE26-3	296
Díaz Navarro Ricardo	SE05-4	164	Etienne Vincent	SIS-24	125
Díaz Pérez D. P.	SE10-16	204	Euán Ávila Jorge	SE14-22 CARTEL	237
Díaz Salmerón José Edmundo	GET-20	59	Eulogio Luna Bonifacio	EG-31	21
Díaz Torres José de Jesús	RN-2	100	Fairchild Ian J.	SE16-2	244
Díaz Torres José de Jesús	RN-17	103	Falorni Giacomo	SE25-9	292
Díaz de Cossio Batani Guillermo	SIS-41 CARTEL	129	Fanjat Grégory	SE10-25	206
Domínguez Acosta Miguel	SE09-39 CARTEL	196	Fanjat Grégory	SE10-49 CARTEL	212
Domínguez Eusebio Carlo Alberto	SE12-11	223	Farber Lorda Jaime	SE13-2	228
Domínguez Eusebio Carlo Alberto	SE12-16 CARTEL	224	Farfán Luis	CCA-19	6

Farfán Luis M.	RN-27	106	Gálvez Valdez Jesús Oscar	SIS-11	122
Farfán Molina Luis Manuel	SE15-7	241	Galvez Valdez Oscar	SIS-41 CARTEL	129
Farfán Sánchez Francisco	SIS-41 CARTEL	129	Gámez Soto Diego	OCE-1	84
Farias Mancilla José Rurik	SE09-39 CARTEL	196	Gámez Soto Diego	OCE-2	84
Faust Betty	SE07-15 CARTEL	176	Gámez Soto Diego	OCE-6	85
Fenero Fanlo Raquel	PALEO-3	96	Gámez Soto Diego	OCE-25	89
Fenero Fanlo Raquel	SE16-20	249	Gandarillas José	SE08-10	182
Fentanes Arriaga Oscar	CCA-1	2	Ganeshram Raja G.	SE16-19	248
Fernández Agustín	RN-27	106	García Abdeslem Juan	EG-12	16
Fernández Ávalos José de Jesús	SE03-3	156	García Amador Bernardo Ignacio	GEOPAL-4	70
Fernández Galán Beatriz Stephanie	SE09-9	189	García Arreola María Elena	GEOQP-14 CARTEL	78
Fernández Heredia Avelina Idalmis	EG-46 CARTEL	24	García Arthur Rosalia	SIS-7	121
Fernández Heredia Avelina Idalmis	EG-47 CARTEL	24	García Barrera Pedro	PALEO-4	96
Fernández Ramírez Sixto	EG-29	20	García Barrios Martín Francisco	SE21-17 CARTEL	276
Ferrara E.	SE10-35 CARTEL	208	García Bucio María Angélica	SE09-4	188
Ferrari Luca	GET-8	56	García Bucio María Angélica	SE09-10	189
Ferrari Luca	SE17-1	252	García Bucio María Angélica	SE09-11	190
Ferrari Luca	SE17-5	253	García Bucio María Angélica	SE09-12	190
Ferrari Luca	SE17-9	254	García Calderón Norma Eugenia	GGA-18 CARTEL	68
Ferrari Pedraglio Luca	GET-1	54	García Calderón Norma Eugenia	SE07-6	173
Ferrari Pedraglio Luca	GET-13	57	García Calderón Norma Eugenia	SE07-8	174
Ferrario Alfredo	GET-8	56	García Calderón Norma Eugenia	SE07-9	174
Fey Michael	SE10-6	201	García Calderón Norma Eugenia	SE07-17 CARTEL	176
Figueroa Alborno Leonardo José	OCE-41 CARTEL	92	García Calderón Norma Eugenia	SE07-18 CARTEL	177
Figueroa Rodríguez Jesús Manuel	OCE-10	86	García Castro Karla	SE24-2 CARTEL	286
Figueroa Soto Angel	SIS-28	126	García Cook Angel	SE09-36 CARTEL	196
Figueroa Soto Angel	SIS-33	127	García Cueto Onofre	SE12-17 CARTEL	225
Filloy Nadal Laura	SE09-4	188	García Cueto Onofre Rafael	SE12-6	222
Filonov Anatoly	OCE-37 CARTEL	92	García Cueto Rafael	SE12-3	222
Fitz Díaz Elisa	OCE-12	86	García Cueto Rafael	SE12-12	224
Fitz Díaz Elisa	EG-41 CARTEL	23	García Flores Rafael A.	FE-3	28
Flament Pierre	GET-1	54	García García Alexis	SE26-4	296
Flandes Mendoza Alberto	SE23-9	283	García García Fernando	CCA-51 CARTEL	12
Fletcher John	FE-6	28	García García Fernando	SE21-3	272
Fletcher Mackrain John	EG-30	20	García García Miguel Ángel	GEOQP-15 CARTEL	78
Flores Acosta Mario	SE11-9	216	García Hernández Jesús	SED-3	112
Flores Acosta Nohemy Sugey	SE18-10 CARTEL	260	García Hernández María del Carmen	SE09-41 CARTEL	197
Flores Álvarez Yocelin Ixchell	SE18-10 CARTEL	260	García Judith Ley	SE12-17 CARTEL	225
Flores Castro Kinardo	EG-33 CARTEL	21	García López Ramón Victorino	GEOD-3	36
Flores Coto César	SE18-2	258	García López Ramón Victorino	GEOD-12 CARTEL	38
Flores Flores Alfredo	OCE-4	84	García Lozano Gerardo Abad	GEOQP-18 CARTEL	79
Flores Gutiérrez D.	EG-41 CARTEL	23	García Martínez Ivonne Mariela	SE12-1	222
Flores Hernández David	SE10-16	204	García Martínez Ivonne Mariela	SE12-18 CARTEL	225
Flores Luna Carlos Francisco	GGA-1	64	García Martínez Jorge	RN-7	101
Flores Márquez E. Leticia	EG-9	15	García Martínez José Luis	FE-5	28
Flores Morales Ana Laura	SIS-51 CARTEL	131	García Martínez José Luis	SE26-1	296
Flores Morales Ana Laura	OCE-18	87	García Martínez Rocío	CCA-2	2
Flores Morales Ana Laura	SE01-1	144	García Martínez Rocío	CCA-40 CARTEL	9
Flores S. Daniel Apolos	GGA-10 CARTEL	66	García Martínez Rocío	CCA-41 CARTEL	10
Flores Vidal Xavier	OCE-20	88	García Martínez Rocío	GGA-12 CARTEL	66
Flores Vidal Xavier	SE14-17	235	García Medina Gabriel	SE14-2	232
Flores Vidal Xavier	SE23-9	283	García Mendoza Ernesto	SE01-4	144
Flores Villanueva Paulina Saraf	SE16-24 CARTEL	250	García Morales Ricardo	OCE-1	84
Fragoso Maldonado Marisol	SE07-21 CARTEL	178	García Morales Ricardo	OCE-2	84
Franco Estrada Berenice	SE26-3	296	García Morales Ricardo	OCE-6	85
Franco Garces Hector	SE10-44 CARTEL	210	García Morales Ricardo	OCE-25	89
Franco Novela Ana Cristina	SE13-2	228	García Moreno Luis Manuel	SE25-4	290
Franco Rubio Miguel	SED-2	112	García Nava Héctor	OCE-16	87
Franco Sánchez Sara I.	SE19-1	262	García Nava Héctor	SE23-10	284
Franco Torres Angel E.	SE16-22 CARTEL	249	García Pérez Lizbeth	GET-3	54
Franklin Gemma Louise	SE14-4	232	García Pérez Sergio José	SE26-4	296
Franzetti Marcaurelio	GEOQP-14 CARTEL	78	García Reyes Cayetano Miguel	GGA-7	65
Frausto Martínez Oscar	RN-15	103	García Reynoso Agustín	CCA-1	2
Frez Cárdenas José	SIS-7	121	García Rojas Rafael A.	FE-27 CARTEL	32
Frez Cárdenas José Douglas	SE11-11	216	García Romero Felipe de Jesús	SE01-21 CARTEL	149
Fritz Sherilyn C.	SE16-21 CARTEL	249	García Sánchez Laura	VUL-10	137
Froger Jean-Luc	VUL-5	136	García Sandoval Perla	SED-5	113
Fuentes Arreazola Mario Alberto	EG-3	14	García Santiago Griselda	SIS-40	129
Fuentes Arreazola Mario Alberto	GEOH-18 CARTEL	46	García Serrano Alejandro	SE08-21 CARTEL	184
Fuentes Romero Elizabeth	GGA-18 CARTEL	68	García Serrano Alejandro	SE25-2	290
Fuentes Romero Elizabeth	SE07-8	174	García Serratos Nancy Elizabeth	SED-1	112
Fuentes Romero Elizabeth	SE07-9	174	García Tenorio Felipe	VUL-22 CARTEL	140
Fuentes Villagómez Nayeli del Carmen	SIS-43 CARTEL	129	García Tenorio Felipe	VUL-23 CARTEL	141
Funes Rodríguez Rene	SE01-20	148	García Tenorio Felipe	VUL-24 CARTEL	141
Gaer Douglas	SE14-3	232	García Tenorio Felipe	SE11-19 CARTEL	218
Gaitán Morado Eden Vladimir	RN-29 CARTEL	107	García Velasco Javier	SE24-5 CARTEL	286
Gaite Beatriz	SIS-55 CARTEL	132	García Velasco Javier	SE24-6 CARTEL	287
Galaviz Alonso Alberto	EG-31	21	García Zermelo Pedro	SE02-8 CARTEL	153
Galicia Andrés Cintya	SE05-2	164	García y Barragán Juan Carlos	GET-12	57
Galicia Pérez Marco	SE14-15	235	García y Barragán Juan Carlos	SED-5	113
Galicia Pérez Marco Antonio	OCE-19	87	García-Jove Navarro Maximo	OCE-30	90
Galicia Pérez Marco Antonio	SE14-8	233	Gardine Matt	SIS-13	122
Galicia Pérez Marco Antonio	SE21-2	272	Gardner James	GEOQP-7	75
Galindo Bect Manuel Salvador	OCE-5	85	Garduño López René	CCA-24	6
Galindo Bect Salvador	SE01-3	144	Garduño Mendoza Erika	RN-29 CARTEL	107
Galindo Duarte Moisés	SE12-9	223	Garduño Monroy Víctor Hugo	GET-20	59
Galindo Xareni	SE09-15	191	Garduño Monroy Víctor Hugo	SED-19 CARTEL	117
Gallardo Mata Clemente German	EG-25	19	Garduño Monroy Víctor Hugo	VUL-10	137
Gallardo Valdez Juan	RN-2	100	Garduño Monroy Víctor Hugo	VUL-12	138
Gallardo Valdez Juan	RN-17	103	Garduño Monroy Víctor Hugo	SE10-45 CARTEL	211
Gallegos Aragón Martha Ivette	VUL-8	137	Garduño Monroy Víctor Hugo	SE11-21 CARTEL	219
Gallegos Diez Barroso Gabriel	OCE-42 CARTEL	93	Garduño Monroy Víctor Hugo	SE16-24 CARTEL	250
Gallegos Gómora Miriam Judith	SE09-6	189	Garduño Monroy Víctor Hugo	SE20-4	268
Gallegos Tavera Angeles	SE07-12	175	Garduño Víctor Hugo	SE10-31	207
Gallegos Tavera María Angeles	SE07-10	174	Garduño Víctor Hugo	SE10-32	207
Galván Cruz José Ulises	SE06-1	168	Garnica Castellanos Joaquín	CCA-40 CARTEL	9
Galván Pineda Jesús	GGA-8	66	Garrido Hernández Marybeth	RN-24	105

Gasca Herrera Ángel Eduardo	SIS-40	129	Gómez González Juan Martín	SE21-16	275
Gasca Moncayo José Guillermo	GEOD-1	36	Gómez Juárez Oscar	SE22-2	278
Gaviño Rodríguez Juan	SE14-8	233	Gómez Juárez Oscar Silvestre	SE22-1	278
Gaviño Rodríguez Juan H.	SE14-9	234	Gómez Martínez Roberto	EG-19	18
Gaviño Rodríguez Juan Heberto	OCE-2	84	Gómez Muñoz Víctor Manuel	SE15-8	241
Gaviño Rodríguez Juan Heberto	OCE-6	85	Gómez Muñoz Víctor Manuel	SE15-9 CARTEL	241
Gaviño Rodríguez Juan Heberto	OCE-19	87	Gómez Puente Francisco Javier	EG-50 CARTEL	25
Gaviño Rodríguez Juan Heberto	SE21-2	272	Gómez Ramírez Mario	CCA-13	4
Gaxiola Castro Gilberto	SE01-13	146	Gómez Ramírez Mario	OCE-24	89
Gaxiola Castro Gilberto	SE01-6	145	Gómez Ramírez Mario	SIS-2	120
Gaxiola Castro Gilberto	SE01-16	147	Gómez Ramos Octavio	CCA-32	8
Gaxiola Castro Gilberto	SE01-17	147	Gómez Reyes Douglas Alberto	EG-27	20
Gaxiola Castro Gilberto	SE01-21 CARTEL	149	Gómez Reyes Douglas Alberto	SE21-1	272
Gaxiola Castro Gilberto	SE01-23 CARTEL	149	Gómez Salazar Sergio	SE16-21 CARTEL	249
Gaxiola Castro Gilberto	SE13-1	228	Gómez Santiago Miguel	GP-2	50
Gay García Carlos	CCA-33	8	Gómez Sergio	SE09-35 CARTEL	195
Gazzola Julie	SE09-35 CARTEL	195	Gómez Treviño Enrique	EG-43 CARTEL	23
Gerrodette Tim	SE13-10 CARTEL	230	Gómez Tuena Arturo	GET-1	54
Ghouse Noorulann	SE19-8	264	Gómez Tuena Arturo	GEOQP-17 CARTEL	78
Gibbs Alex	SE14-3	232	Gómez Tuena Arturo	SE17-4	252
Gil Juana María	SE07-20 CARTEL	177	Gómez Tuena Arturo	SE17-13 CARTEL	255
Gil Ríos Alondra	RN-5	100	Gómez Tuena Arturo	SE17-14 CARTEL	255
Gil Ríos Alondra	SE19-19 CARTEL	266	Gómez Tuena Arturo	SE17-15 CARTEL	255
Gil Ríos Alondra	SE25-4	290	Gómez Valdés José	SE14-16	235
Gil Silva Eduardo	SE15-2	240	Gómez Valdés José	SE14-20	236
Gil Silva Eduardo	SE15-6	241	Gómez Valdivia Felipe	OCE-18	87
Girón García María Patricia	SE09-40 CARTEL	197	Gómez Valdivia Felipe	SE01-1	144
Glowacka Eva	SE11-11	216	Gómez Valencia Alejandra Marisela	SE09-3	188
Glowacka Ewa	GEOD-9 CARTEL	38	Gómez Valencia Alejandra Marisela	SE22-5	279
Glowacka Ewa	SIS-9	121	Gómez Vasconcelos Martha Gabriela	VUL-12	138
Glowacka Ewa	SE25-8	291	Gómez Vázquez Angel	SE20-2	268
Godfroy Anne	OCE-41 CARTEL	92	Gómez Villa Wilfredo	VUL-20 CARTEL	140
Godínez Martínez José Luis	SE09-21	192	González Acosta Bárbara	SE13-8 CARTEL	229
Godínez Orta Lucio	SE15-4	240	González Armas Rogelio	SE01-20	148
Godínez Orta Lucio	SE15-8	241	González Barba Gerardo	PALEO-6	97
Godínez Orta Lucio	SE15-9 CARTEL	241	González Escobar Mario	EG-25	19
Godínez Sandoval Víctor M.	OCE-7	85	González Escobar Mario	EG-28	20
Godínez Víctor	SE13-3	228	González Escobar Mario	SED-1	112
Godínez Víctor M.	SE13-1	228	González Esparza Américo	FE-21	31
Goff James	SE11-3	214	González Esparza Américo	FE-22	31
Goff James	SE11-4	214	González Esparza Américo	FE-31 CARTEL	33
Gogichaishvili Avto	SE07-1	172	González Esparza Américo	SE02-6 CARTEL	152
Gogichaishvili Avto	SE07-2	172	González Esparza Américo	SE02-7 CARTEL	152
Gogichaishvili Avto	SE07-3	172	González Esparza Américo	SE21-15	275
Gogichaishvili Avto	SE07-5	173	González Esparza J. Américo	FE-14	30
Gogichaishvili Avto	SE07-7	173	González Esparza J. Américo	SE02-2	152
Gogichaishvili Avto	SE07-13 CARTEL	175	González Esparza Juan Américo	FE-15	30
Gogichaishvili Avto	SE07-15 CARTEL	176	González Esparza Juan Américo	FE-18	30
Gogichaishvili Avto	SE07-20 CARTEL	177	González Esparza Juan Américo	FE-32 CARTEL	33
Gogichaishvili Avto	SE07-22 CARTEL	178	González Esparza Juan Américo	SE02-1	152
Gogichaishvili Avto	SE10-8	202	González Fernández Antonio	EG-22	19
Gogichaishvili Avto	SE10-19	204	González Fernández Antonio	EG-24	19
Gogichaishvili Avto	SE10-20	205	González Flores Ernesto	SE06-4	168
Gogichaishvili Avto	SE10-21	205	González Flores Ernesto	SE06-5	169
Gogichaishvili Avto	SE10-23	205	González Grijalva Belem	GGA-5	65
Gogichaishvili Avto	SE10-24	206	González Guzmán René	GET-25 CARTEL	60
Gogichaishvili Avto	SE10-27	206	González Hernández Galia	SE09-20	192
Gogichaishvili Avto	SE10-30	207	González Hernández Galia	SE09-18	191
Gogichaishvili Avto	SE10-31	207	González Hernández Marcos	SE25-5	291
Gogichaishvili Avto	SE10-32	207	González Herrera Raúl	SE19-19 CARTEL	266
Gogichaishvili Avto	SE10-33 CARTEL	208	González Herrera Raúl	SE25-4	290
Gogichaishvili Avto	SE10-34 CARTEL	208	González Juárez Diego Armando	SE05-6 CARTEL	165
Gogichaishvili Avto	SE10-35 CARTEL	208	González López Adriana	SE19-1	262
Gogichaishvili Avto	SE10-36 CARTEL	208	González López Martina	RN-11	102
Gogichaishvili Avto	SE10-37 CARTEL	209	González Martínez Matilde	SE08-4	180
Gogichaishvili Avto	SE10-38 CARTEL	209	González Molina Guillermo	SIS-20	124
Gogichaishvili Avto	SE10-39 CARTEL	209	González Morán Tomas	SE10-31	207
Gogichaishvili Avto	SE10-42 CARTEL	210	González Olmedo Juan Antonio	GEOH-1	42
Gogichaishvili Avto	SE10-44 CARTEL	210	González Pérez Georgina	SE05-1	164
Gogichaishvili Avto	SE10-45 CARTEL	211	González Piña Juan Manuel	EG-49 CARTEL	25
Gogichaishvili Avto	SE10-46 CARTEL	211	González Ramírez Javier	GEOH-10	44
Gogichaishvili Avto	SE10-47 CARTEL	211	González Rangel Antonio	SE10-48 CARTEL	211
Gogichaishvili Avto	SE10-50 CARTEL	212	González Rangel J. Antonio	GEOH-22 CARTEL	47
Gogichaishvili Avto	SE10-51 CARTEL	212	González Rangel José Antonio	GEOPAL-8 CARTEL	71
Gogichaishvili Avto	SE11-5	215	González Rodríguez Eduardo	OCE-3	84
Gogichaishvili Avto	SE21-15	275	González Rodríguez Eduardo	SE01-21 CARTEL	149
Gogichaishvili Avto	SE10-5	201	González Sosa Enrique	CCA-40 CARTEL	9
Gogichaishvili Avto	SE11-3	214	González Villanueva Mayra Alejandra	GEOPAL-9 CARTEL	71
Gogorza Claudia	SE10-6	201	González de Lucio Gabriela	EG-51 CARTEL	25
Gogichaishvili Avto	SE07-21 CARTEL	178	Gracia Marroquín Diego Armando	SE21-14	275
Gogichaishvili Avto	SE07-4	172	Gracidias Valdepeña Manuel A.	SE22-4	279
Gogichaishvili Avto	SE16-24 CARTEL	250	Gradilla Martínez Luis Carlos	EG-24	19
Golindano Hamana Yacira Luisiana	SE06-7	169	Gradilla Martínez Luis Carlos	GEOQP-15 CARTEL	78
Gómez Álvarez Agustín	GGA-5	65	Graham Shannon	SE19-7	263
Gomez Álvarez Doris karina	PALEO-9	98	Graham Shannon	SE19-8	264
Gómez Angela	SE15-3	240	Grajales Nishimura José Manuel	SED-3	112
Gómez Ceballos Fernando	FE-11	29	Grave Tirado Luis Alfonso	SE09-2	188
Gómez Ceballos Luis Fernando	FE-3	28	Grijalva y Ortiz Nicolás	SE11-9	216
Gómez Ceballos Luis Fernando	FE-27 CARTEL	32	Grimaldo Reyna María Esther	GEOQP-4	74
Goméz Chavéz Sergio	SE09-9	189	Grimalsky Vladimir	SE08-13	182
Gómez Delgado Montserrat	GEOD-7	37	Grimalsky Vladimir	SE08-14	183
Gómez Gómez Gustavo	SE09-30	194	Grison Hana	SE10-17	204
Gómez Gonzáles Juan Martín	SE21-13	274	Grunwaldt Alfred	CCA-34	8
Gómez González Juan Martín	EG-15	17	Guerrero Arenas Rosalía	PALEO-2	96
Gómez González Juan Martín	GET-17	59	Guerrero Arenas Rosalía	PALEO-4	96
Gómez González Juan Martín	SIS-13	122	Guerrero Lacarriere Alejandra Paola	FE-3	28
Gómez González Juan Martín	SE21-5	272	Guerrero Suastegui Martín	GEOQP-20 CARTEL	79

Guerrero Suastegui Martín	SED-4	112	Hernández Treviño Teodoro	GET-3	54
Guerrero Suastegui Martín	SED-6	113	Hernández Treviño Teodoro	GEOQP-21 CARTEL	80
Guerrero Suastegui Martín	SED-10	114	Hernández Treviño Teodoro	SE08-19	184
Guerrero Suastegui Martín	SED-11	115	Hernández Treviño Teodoro	SE09-38 CARTEL	196
Guevara Guillén Cristóbal	OCE-1	84	Hernández Treviño Teodoro	SE17-7	253
Guevara Guillén Cristóbal	OCE-2	84	Hernández Valdivia Leobardo	SE19-1	262
Guevara Guillén Cristóbal	OCE-6	85	Hernández Vulpes Rosalinda María	SED-15	116
Guevara Guillén Cristóbal	OCE-25	89	Herreaz Miguel	SIS-55 CARTEL	132
Guevara Ortiz Enrique	SIS-3	120	Herrera Aztegui Luis Eduardo	CCA-26	7
Guevara Ortiz Enrique	VUL-18 CARTEL	139	Herrera Barrientos Fernando	EG-50 CARTEL	25
Guilbaud Marie-Noëlle	VUL-9	137	Herrera Enciso María Fernanda	SE05-3	164
Guillen Jorge	SE14-7	233	Herrera Juárez Viridiana	EG-22	19
Guinovart Díaz Raul	SIS-26	126	Herrera Juárez Viridiana	EG-24	19
Guiot Joel	SE16-9	246	Herrera Muñoz Alberto	SE09-23	193
Gutiérrez Alejandro Alejandra	SE26-8 CARTEL	297	Herrera Novelo Amalia Alejandra	SE07-16 CARTEL	176
Gutiérrez Alejandro Alejandra Guadalupe	SE18-9	260	Herrera Revilla Ismael	SE04-1	158
Gutiérrez Calderón Raúl	SE25-7	291	Herrera Revilla Ismael	SE04-3	158
Gutiérrez Calderón Raúl Iván	SE25-5	291	Herrera Revilla Ismael	SE04-4	158
Gutiérrez Carmona Dulce María Elizabeth	EG-40 CARTEL	23	Herrera Silveira Jorge	SE14-19	236
Gutiérrez Castorena María del Carmen	SE09-9	189	Herrera Urbina Saúl	SE22-1	278
Gutiérrez Elizabeth	GEOD-12 CARTEL	38	Herrera Urbina Saúl	SE22-2	278
Gutiérrez Eric	SE08-7	181	Herrera Urbina Saul	SE22-4	279
Gutiérrez González Araceli	SED-11	115	Herrera Zamarrón Graciela	SE04-15	161
Gutiérrez Manuel	OCE-11	86	Herrera Zamarrón Graciela del Socorro	SE04-16	161
Gutiérrez Mendiola Uriel	RN-11	102	Hinojo Hinojo Adriana	SE09-3	188
Gutiérrez Peña Quiriat Jearim	SIS-15	123	Hinojosa Castro Geovanna Guadalupe	GEOD-11 CARTEL	38
Gutiérrez Quijada Sergio Valente	CCA-28	7	Hinojosa Corona Alejandro	SIS-9	121
Guzmán Andrews María Nadxely	SE05-3	164	Hinojosa Corona Alejandro	SE19-20 CARTEL	266
Guzmán Armenta Biviana	SE08-11	182	Hinojosa Corona Alejandro	SE26-5 CARTEL	297
Guzmán Bautista José Manuel	SE16-13	247	Hinojosa Medina Alejandro	SE01-20	148
Guzmán Galindo Tiojari Dagoberto	GEOD-3	36	Hjörleifsdóttir Vala	SIS-4	120
Guzmán Galindo Tiojari Dagoberto	GEOD-6	37	Hjörleifsdóttir Vala	SIS-16	123
Guzmán Galindo Tiojari Dagoberto	GEOD-8	37	Hjörleifsdóttir Vala	SIS-56 CARTEL	132
Guzmán Galindo Tiojari Dagoberto	GEOD-12 CARTEL	38	Hjörleifsdóttir Vala	SIS-57 CARTEL	132
Guzmán Galindo Tiojari Dagoberto	GEOD-13 CARTEL	39	Hjörleifsdóttir Vala	SE19-3	262
Guzmán Lópéz Adair	RN-9	101	Hjörleifsdóttir Vala	SE19-5	263
Guzmán Mondragón Rodrigo	RN-22	105	Hjörleifsdóttir Vala	SE19-6	263
Guzmán Speziale Marco	SIS-13	122	Hjörleifsdóttir Vala	SE19-18 CARTEL	266
Hakspiel Segura Cristian	SE13-8 CARTEL	229	Holtkamp Stephen	SE19-8	264
Haller Merrick	SE14-2	232	Hotchkiss Rollin	RN-4	100
Hansen Albites Francisco	GEOD-2	36	Huerta Tanabe Yuki	SE10-33 CARTEL	208
Hardwick Elizabeth	GET-11	57	Huerta Díaz Miguel Angel	SE01-3	144
Haro Rincón Zalia Patricia	SE12-3	222	Huerta Díaz Miguel Angel	SE01-10	146
Heimann Sebastian	VUL-5	136	Huerta Flores Tania Paulina	EG-33 CARTEL	21
Helenes Escamilla Javier	SED-1	112	Huerta Flores Tania Paulina	FE-3	28
Helmsberger Don	SE17-8	253	Huerta Flores Tania Paulina	FE-27 CARTEL	32
Henrique Rosa André	GGA-11 CARTEL	66	Huerta López Carlos I.	SIS-6	121
Henry Bernard	SE10-8	202	Huerta López Carlos Isidro	SIS-47 CARTEL	130
Henry Bernard	SE10-47 CARTEL	211	Hugo Garduño Victor	SE10-21	205
Heredia Barbeiro Alejandro	SE26-1	296	Huizar Álvarez Rafael	GEOH-7	43
Herguera García Juan Carlos	SE01-14	147	Hurtado Alejandro	SE19-6	263
Herguera Juan Carlos	OCE-28	89	Hurtado Díaz Alejandro	SE19-1	262
Hermoso Salazar Margarita	OCE-40 CARTEL	92	Husker Allen	SIS-18	124
Hernández Ayón J. Martín	SE01-2	144	Husker Allen	SIS-19	124
Hernández Ayón J. Martín	SE01-16	147	Husker Allen	SIS-20	124
Hernández Ayón J. Martín	SE01-23 CARTEL	149	Husker Allen	SIS-38	128
Hernández Ayón José Martín	SE01-3	144	Husker Allen	SE17-10	254
Hernández Ayón José Martín	SE01-8	145	Husker Allen	SE19-6	263
Hernández Ayón José Martín	SE13-2	228	Husker Allen	SE19-9	264
Hernández Bernal María del Sol	SE21-15	275	Hutchinson Ian	SE11-3	214
Hernández Concepción	SE21-4	272	Ibáñez Huerta Abel	GGA-18 CARTEL	68
Hernández Contreras Héctor Octavio Augusto	SE08-18	183	Ibáñez Huerta Abel	SE07-9	174
Hernández Escobedo Quetzalcoatl	CCA-31	8	Ibarra Morales Emilio	SE09-9	189
Hernández Espriú Antonio	SE25-9	292	Ibarra Torúa Gema Karina	SIS-32	127
Hernández Flores Ana Paula	EG-30	20	Iglesias Arturo	SIS-55 CARTEL	132
Hernández Flores Ana Paula	SE11-9	216	Iglesias Arturo	SE19-6	263
Hernández García Guillermo	GEOH-12	44	Iglesias Arturo	SE19-11	264
Hernández García Guillermo de Jesús	SE04-13	161	Iglesias Arturo	SE19-13	265
Hernández Juan Francisco	RN-7	101	Iglesias Mendoza Arturo	SIS-3	120
Hernández Landaverde Martín A.	SE18-2	258	Iglesias Mendoza Arturo	SIS-35	128
Hernández Landaverde Martín A.	SE18-4	258	Iglesias Mendoza Arturo	SIS-56 CARTEL	132
Hernández Landaverde Martín A.	SE18-6	259	Iglesias Mendoza Arturo	VUL-5	136
Hernández Landaverde Martín A.	SE18-8	259	Iglesias Mendoza Arturo	SE19-3	262
Hernández Lozoya Juan Leonardo	SE09-19	192	Iglesias Mendoza Arturo	SE19-5	263
Hernández Madrigal Víctor Manuel	GET-20	59	Ignacio Caballero Filiberto	SIS-53 CARTEL	132
Hernández Martínez Ana Karen	SE06-6	169	Ignacio Caballero Filiberto	SIS-58 CARTEL	133
Hernández Martínez Constantina	CCA-9	3	Ihl Thomas	RN-15	103
Hernández Montoya Julio	SE26-5 CARTEL	297	Ihl Thomas	SE07-5	173
Hernández Olivares Rene	SED-19 CARTEL	117	Ikkonen Elena	SE07-8	174
Hernández Osoy Ariadna	GGA-7	65	Inguaggiato Salvatore	VUL-7	137
Hernández Osoy Ariadna	RN-11	102	Inguaggiato Salvatore	SE17-12	254
Hernández Osoy Ariadna	RN-22	105	Inguaggiato Salvatore	SE20-1	268
Hernández Pérez Eliseo	GEOH-13	45	Iriondo Alexander	SED-4	112
Hernández Pérez Eliseo	SE21-14	275	Iriondo Alexander	SE22-4	279
Hernández Pérez Gabriela	SE24-6 CARTEL	287	Iriondo P. Alexander	GEOPAL-9 CARTEL	71
Hernández Quintero Esteban	SE08-23 CARTEL	184	Irurzun María	SE10-6	201
Hernández Quintero J. Esteban	SE08-20	184	Islas Palacios Gildardo	EG-44 CARTEL	23
Hernández Quintero J. Esteban	SE08-22 CARTEL	184	Islebe Gerald	SE16-4	244
Hernández Quintero José Esteban	SE08-11	182	Islebe Gerald	SE16-7	245
Hernández Quintero Juan Esteban	EG-37 CARTEL	22	Ismael Hernández Eduardo	RN-26	106
Hernández Quintero Juan Esteban	SE08-18	183	Israde Alcántara Isabel	SED-19 CARTEL	117
Hernández Quintero Juan Esteban	SE08-19	184	Israde Alcántara Isabel	SE10-50 CARTEL	212
Hernández Rivas Martín E.	SE01-22 CARTEL	149	Israde Alcántara Isabel	SE16-24 CARTEL	250
Hernández Rosales Arturo	CCA-49 CARTEL	12	Israde Isabel	SE10-32	207
Hernández Silva Gilberto	GGA-12 CARTEL	66	Israde Isabel	SE10-51 CARTEL	212
Hernández Silva Gilberto	SE07-18 CARTEL	177	Ivanova Elena	OCE-36	91
Hernández Treviño José Teodoro	GEOQP-8	76	Jackson Bernard	FE-8	29

Jacobson Carl E.	GET-12	57	Lavin Peregrina Miguel F.	SE13-3	228
Jácome Paz Mariana Patricia	VUL-7	137	Lavin Peregrina Miguel Fernando	OCE-5	85
Jacques Ayala César	GET-12	57	Lavin Peregrina Miguel Fernando	OCE-7	85
Jeyakumar Solai	SE02-5	152	Lawrence Jessee	SIS-38	128
Ji Chen	SIS-16	123	Layer Paul	VUL-10	137
Ji Chen	SE19-5	263	Layer Paul	SE20-4	268
Jian Lan	FE-20	31	Layer Paul W.	VUL-12	138
Jian Lan	FE-29 CARTEL	32	Le Goff Maxime	SE10-12	202
Jiménez Cruz Casiano	SE19-1	262	Leal Silva María del Carmen	CCA-54 CARTEL	12
Jiménez Escalona José Carlos	GGA-8	66	Ledesma Herrera Karina	VUL-24 CARTEL	141
Jiménez Estrada Marytza Y.	SE13-9 CARTEL	230	Ledesma Herrera Karina	SE11-19 CARTEL	218
Jiménez Franco Abigail	SE25-4	290	Ledesma Herrera Karina	SE11-20 CARTEL	218
Jiménez González Carlos O.	SIS-53 CARTEL	132	Lee Penn R.	SE10-9	202
Jiménez González Carlos O.	SIS-58 CARTEL	133	Legrand Denis	SIS-18	124
Jiménez Hidalgo Eduardo	PALEO-2	96	Legrand Denis	SIS-19	124
Jiménez Hidalgo Eduardo	PALEO-4	96	Legrand Denis	SIS-35	128
Jiménez Jiménez Zenón	SE19-15	265	Legrand Denis	VUL-5	136
Jiménez Jiménez Zenón	SE20-5 CARTEL	269	Legrand Denis	SE19-3	262
Jiménez Reyes Melania	SE09-1	188	Legrand Denis	SE19-6	263
Jiménez Reyes Melania	SE09-2	188	Legrand Denis	SE20-5 CARTEL	269
Jiménez Rosenberg Sylvia	SE01-22 CARTEL	149	León Sánchez Adrián Misael	GEOH-11	44
Jiménez Sánchez Carmen Alejandra	SE25-10	292	Leonardo Suárez Miguel	RN-7	101
Jouanno Julien	OCE-30	90	Leonardo Suárez Miguel	SE25-1	290
Juárez Aguilar Luis	GP-3	50	Lermo Javier	SIS-33	127
Juárez Alcántara Itzel Alejandra	EG-31	21	Lermo Samaniego Javier	RN-25	105
Juárez Colunga María Candelaria	SE01-8	145	Lermo Samaniego Javier Francisco	RN-26	106
Juárez Fonseca Miryam	SE01-12	146	Levchenko Oleg	OCE-36	91
Juárez Sánchez Andrea	RN-28 CARTEL	106	Levresse Gilles	GEOH-13	45
Josepe Tavera Jack Brian	EG-31	21	Levresse Gilles	GEOQP-12	77
Josepe Tavera Jack Brian	SE21-11	274	Levresse Gilles	GEOQP-23 CARTEL	80
Kadjic Primoz	FE-19	30	Levresse Gilles	SE09-14	191
Kadjic Primoz	FE-12	29	Levresse Gilles	SE09-15	191
Kadjic Primoz	FE-20	31	Ley García Judith	SE12-14	224
Kajdié Primoz	FE-29 CARTEL	32	Leytón López Brenda	GGA-4	64
Kaowisate Kittl	SE11-10	216	Leyva Camacho Osvaldo	SE12-9	223
Kapicka Ales	SE10-17	204	Leyva García Iris Cecilia	SE05-5 CARTEL	164
Karloovich Yuri	FE-9	29	Leyva Suárez Esther	SE04-16	161
Karloovich Yuri	FE-10	29	Lezama Campos José Luis	SE04-12	160
Keawmuangmoon Sarun	SE11-10	216	Li Dunzhu	SIS-37	128
Kemper Valverde Nicolas	SE04-19	162	Licheli Vakhtang	SE10-30	207
Keppie Duncan John	GGA-4	64	Ligorred Perramon Josep	SE09-28	194
Kim YoungHee	SE17-6	253	Limón Jesús Francisco	SE19-20 CARTEL	266
Koshevaya Svetlana	SE08-13	182	Lin Fan-Chi	SIS-37	128
Koshevaya Svetlana	SE08-14	183	Linacre Rojas Lorena	SE01-2	144
Kostoglodov Vladimir	SIS-18	124	Linares López C.	SE10-16	204
Kostoglodov Vladimir	SIS-19	124	Linderman Gerónimo Elías	CCA-31	8
Kostoglodov Vladimir	SE11-3	214	Linero Cueto Jean	SE01-11	146
Kostoglodov Vladimir	SE17-10	254	Lippai Horacio	SE10-3	200
Kostoglodov Vladimir	SE19-7	263	Lira Pantoja Alejandra	SE14-6	233
Kostoglodov Vladimir	SE19-9	264	Lizola Romero Abraham	GEOQP-22 CARTEL	80
Kosuwan Suwith	SE11-10	216	Lo Ching-Hua	SE10-40 CARTEL	209
Kotsarenko Anatoliy	SE08-13	182	Lopes Monique	SE08-12	182
Kotsarenko Anatoliy	SE08-14	183	López Aguiar Korynthia	SE14-15	235
Kotsarenko Anatoliy	SE08-15	183	López Alcántar Dalia	SE13-9 CARTEL	230
Koukharsky Magdalena	SE10-42 CARTEL	210	López Alcántar Dalia Guadalupe	SE13-4	228
Krasilnikov Pavel	GGA-18 CARTEL	68	López Álvarez Briseida	GEOH-6	43
Krasilnikov Pavel	SE07-9	174	López Álvarez Briseida	GEOH-12	44
Krishnan Aravindhan	SE19-20 CARTEL	266	López Álvarez Briseida	GEOH-14	45
Krivoshеya Konstantin	EG-7	15	López Bravo Luis Clemente	SE12-5	222
Kucienska Beata	CCA-5	3	López Briceño Ernesto Guadalupe	SIS-50 CARTEL	131
Kucienska Beata	CCA-51 CARTEL	12	López Castillo Carmen Astrid	SE26-7 CARTEL	297
Kurczyn Alejandro	SE01-6	145	López Cisneros María Evangelina	SE24-3 CARTEL	286
Kurczyn Robledo Jorge Alejandro	SE01-19	148	López Cruz-Abeyro José Antonio	FE-7	28
Kurczyn Robledo Jorge Alejandro	SE13-3	228	López Cruz-Abeyro José Antonio	SE08-14	183
Kuzmish Pevnev Anatoly	GEOD-10 CARTEL	38	López Doncel Rubén	SED-9	114
Labarthe Hernández Guillermo	VUL-13	138	López Doncel Rubén Alfonso	GEOQP-1	74
Lacan Pierre	SE11-17 CARTEL	218	López Espinoza Erika Danaé	CCA-32	8
Lacan Pierre	SE11-18 CARTEL	218	López Galván Cristian Fernando	SE03-3	156
Lachniet Matthew	SE16-3	244	López González José	SE14-6	233
Ladah Lydia	OCE-12	86	López Hernández Venancia	RN-21	104
Lagos López Marcelo	SE11-13	217	López Higuera Antonia	SE16-15	247
Lagos López Marcelo	SE11-15	217	López Lara Alejandro	SIS-41 CARTEL	129
Lagunas Modesto María de la Luz	OCE-29	90	López Loera Héctor	EG-11	16
Lailson Tinoco Becket	SE09-36 CARTEL	196	López Loera Héctor	GET-17	59
Landa García Laura	SE12-7	223	López Loera Héctor	GET-22 CARTEL	60
Landa Piedra Lizbeth	SE17-14 CARTEL	255	López Loera Héctor	GEOPAL-5 CARTEL	70
Landry Michael	SE01-2	144	López López Eduardo	SIS-26	126
Lara Chávez Basilio	SE14-8	233	López M.	SE10-22	205
Lara José Rubén	SE01-5	144	López Mariscal Manuel	OCE-11	86
Lara José Rubén	SE03-1	156	López Mariscal Manuel	SE01-4	144
Lara José Rubén	SE03-2	156	López Martínez Adrián	GGA-17 CARTEL	68
Lara Lara J. Rubén	OCE-38 CARTEL	92	López Martínez Gonzalo	GEOQP-20 CARTEL	79
Lara Lara J. Rubén	SE01-2	144	López Martínez Margarita	GET-1	54
Lara Lara Rubén	SE01-23 CARTEL	149	López Martínez Margarita	GET-10	56
Lara Rodríguez Thalía Elizabeth	SE05-3	164	López Martínez Margarita	GET-13	57
Lares Reyes María Lucila	OCE-33	91	López Martínez Margarita	GEOQP-15 CARTEL	78
Larrañaga Fu Marco	OCE-20	88	López Martínez Margarita	SE17-5	253
Laurel Castillo Jorge Armando	SE15-1	240	López Martínez Margarita	SE17-9	254
Lavaniegos Bertha	SE01-23 CARTEL	149	López Martínez Margarita	SE22-1	278
Lavaniegos Bertha E.	SE01-16	147	López Martínez Margarita	SE22-5	279
Lavaniegos Espejo Bertha	SE01-17	147	López Martínez Martha Elizabeth	SED-11	115
Lavaniegos Espejo Bertha E.	SE01-8	145	López Martínez Rafael Antonio	SED-8	114
Lavin Miguel	OCE-12	86	López Mendoza Ana Laura	VUL-2	136
Lavin Miguel	OCE-23	88	López Montes Rebeca	FE-7	28
Lavin Miguel	SE14-17	235	López Montes Rebeca	FE-21	31
Lavin Peregrina Miguel F.	OCE-8	85	López Montes Rebeca	FE-22	31
Lavin Peregrina Miguel F.	SE01-19	148	López Montes Rebeca	FE-23	31

López Moreno Manuel	GEOD-3	36	Márquez López Maleny	SE05-1	164
López Moreno Manuel	GEOD-6	37	Márquez Ramírez Víctor H.	SIS-31	127
López Moreno Manuel	GEOD-13 CARTEL	39	Márquez Ramírez Víctor Hugo	GEOD-9 CARTEL	38
López Pineda Leobardo	SIS-6	121	Marroquín Navarro Luisa	EG-21	18
López Pineda Leobardo	SIS-32	127	Marroquín Navarro Luisa María	EG-20	18
López Pizaña Fabiola	VUL-23 CARTEL	141	Marti Molist Joan	VUL-13	138
López Portela Cynthia	FE-13	29	Martín Atienza Beatriz	OCE-14	86
López Rodríguez Diego	SE10-13	203	Martín Atienza Beatriz	OCE-15	87
López Rodríguez Flor	EG-38 CARTEL	22	Martín Barajas Arturo	SED-1	112
López Rodríguez Flor	EG-39 CARTEL	22	Martín Pérez Laura Ivonne	OCE-39 CARTEL	92
López Sánchez Ricardo	RN-11	102	Martínez Alcalá José Antonio	OCE-43 CARTEL	93
López Valdivia Erika	GET-17	59	Martínez Alcalá José Antonio	SE23-2	282
López Valdivia Erika Nallely	EG-15	17	Martínez Ana Patricia	CCA-1	2
López Velázquez Ernesto	CCA-31	8	Martínez Arredondo Julio César	RN-4	100
López Velázquez Jose Ernesto	SE12-1	222	Martínez Becerril Yesica Berenice	SE09-18	191
López Velázquez José Ernesto	SE12-20 CARTEL	225	Martínez Bretón Julia Lénica	FE-25 CARTEL	31
Lorenzo Pulido Cecilia Dolores	VUL-4	136	Martínez Bretón Julia Lénica	SE08-17	183
Lovera Silvia	SE25-4	290	Martínez Carrada Roberto Carlos	SE04-11	160
Loza Aguirre Isidro	GET-19	59	Martínez Carrada Roberto Carlos	SE04-12	160
Loza Aguirre Isidro	SE21-5	272	Martínez Cruz Zeferino	SIS-53 CARTEL	132
Lozada García Antonio	EG-31	21	Martínez Cruz Zeferino	SIS-58 CARTEL	133
Lozada Rosas Karla	EG-31	21	Martínez Cruzado José Antonio	SIS-47 CARTEL	130
Lozano García María del Socorro	EG-45 CARTEL	24	Martínez DíazdeLeón Asdrúbal	SE15-2	240
Lozano García Socorro	SE16-5	245	Martínez Esparza Gilberto	GEOQP-1	74
Lozano Rufino	SE16-16	248	Martínez Flores Guillermo	SE15-4	240
Lozano Santacruz Rufino	SE16-17	248	Martínez Flores Guillermo	SE15-8	241
Luévano de la Cruz Ana Ceres	SE12-20 CARTEL	225	Martínez González José	RN-25	105
Lugo Zazueta Raúl	GET-11	57	Martínez González José	RN-26	106
Luhmann Janet	FE-20	31	Martínez Hernández Karla	SED-11	115
Luhmann Janet	FE-29 CARTEL	32	Martínez Jiménez Jessica	CCA-27	7
Luna Bárcenas Gabriel	SE18-4	258	Martínez Leyva Pedro	GEOH-22 CARTEL	47
Luna Bárcenas Gabriel	SE18-6	259	Martínez López Aída	SE13-8 CARTEL	229
Luna Bárcenas Gabriel	SE18-8	259	Martínez López Benjamín	CCA-20	6
Luna Díaz Peón Antonio	SE12-15 CARTEL	224	Martínez López Benjamín	CCA-33	8
Luna Díaz Peón Antonio	SE15-10 CARTEL	241	Martínez López María del Rosario	SIS-13	122
Luna González Laura	GET-1	54	Martínez Martínez Mayra Dolores	SED-11	115
Luppo Tomás	SE10-3	200	Martínez Mérida Jorge Luis	OCE-44 CARTEL	93
Luyando López Elda	SE12-8	223	Martínez Paco Margarita	SED-4	112
Luyando López Elda	SE21-3	272	Martínez Paco Margarita	SED-6	113
M. Filatov Denis	SE04-7	159	Martínez Paco Margarita	SED-11	115
Machain Castillo María Luisa	SE23-3	282	Martínez Peláez Liliana	SIS-57 CARTEL	132
Machain Castillo María Luisa	SE23-7	283	Martínez Ramírez Angeles	RN-34 CARTEL	108
Machain María Luisa	SE11-3	214	Martínez Reséndiz Emma Vanesa	SE21-16	275
Macías Felipe Martha	GGA-11 CARTEL	66	Martínez Reyes Juan José	VUL-13	138
Macías González Héctor Luis	EG-10	16	Martínez Reyes Juventino	GEOH-19 CARTEL	46
Macías José Luis	VUL-11	138	Martínez Reyes Juventino	GGA-15 CARTEL	67
Macías José Luis	VUL-22 CARTEL	140	Martínez Reyes Juventino	GEOQP-16 CARTEL	78
Macías José Luis	VUL-23 CARTEL	141	Martínez Rodríguez Javier Maclen	CCA-17	5
Macías Romo Consuelo	GEOQP-11	77	Martínez Rubio Javier Alejandro	GEOH-4	42
Macías Vázquez José Luis	GEOQP-7	75	Martínez Serrano Raymundo	SE17-7	253
Macías Vázquez José Luis	RN-8	101	Martínez Silva Héctor	GET-24 CARTEL	60
Macías Vázquez José Luis	SED-19 CARTEL	117	Martínez Trinidad Sergio	GGA-12 CARTEL	66
Macías Vázquez José Luis	VUL-10	137	Martínez Yáñez Mario	RN-24	105
Macías Vázquez José Luis	VUL-12	138	Martini Michelangelo	GET-1	54
Macías Vázquez José Luis	VUL-20 CARTEL	140	Martini Michelangelo	GET-8	56
Macías Vázquez José Luis	VUL-25 CARTEL	141	Mascarenhas Affonso	SE01-15	147
Macías Vázquez José Luis	SE10-45 CARTEL	211	Mata Martínez Martha Adriana	SE12-2	222
Macías Vázquez José Luis	SE20-4	268	Mata Saavedra Dante	EG-31	21
Macías Vázquez José Luis	SE21-15	275	Mata Saavedra Dante	GGA-7	65
Maciel Flores Roberto	SE24-1 CARTEL	286	Mata Saavedra Dante	SE21-11	274
Maciel Flores Roberto	SE24-2 CARTEL	286	Mateos Farfán Efraín	CCA-34	8
Maciel Flores Roberto	SE24-3 CARTEL	286	Mateos Hasso Adriana	SE14-12	234
Maciel Flores Roberto	SE24-5 CARTEL	286	Mateos Jasso Adriana	CCA-29	7
Maciel Flores Roberto	SE24-7 CARTEL	287	Mateos Jasso Adriana	OCE-22	88
Maciel Peña Rafael	SE10-8	202	Martínez Reséndiz Emma Vanesa	SE21-13	274
Maciel Peña Rafael	SE10-32	207	McCaffrey Robert	SE19-7	263
Maciel Peña Rafael	SE10-47 CARTEL	211	Mcphaden Michael J.	SE27-3	300
Madariaga Raúl	SE19-11	264	Meave del Castillo Susana Leticia	SE09-19	192
Magallanes Ordóñez Víctor René	SE07-14 CARTEL	176	Meave del Castillo Susana Leticia	SE09-21	192
Magaña Rueda Víctor	CCA-26	7	Medellín Mayoral Gabriela	SE14-22 CARTEL	237
Magaña Rueda Víctor	SE12-5	222	Medina Benavides Miguel Ángel	CCA-15	5
Magaña Rueda Víctor	SE12-10	223	Medina Chena Alexandro	CCA-47 CARTEL	11
Magaña Rueda Víctor O.	CCA-22	6	Medina Orozco Lenin	SE07-6	173
Maldonado Álvarez Blanca Estela	SE09-22	192	Medina Orozco Lenin	SE07-17 CARTEL	176
Manea Marina	SE17-1	252	Mejía Ambriz Julio	SE02-1	152
Manea Vlad	SE17-1	252	Mejía Ambriz Julio	SE02-7 CARTEL	152
Manrique Ortega Mayra Dafne	SE09-4	188	Mejía Ambriz Julio César	FE-15	30
Manrique Ortega Mayra Dafne	SE09-11	190	Mejía Ambriz Julio Cesar	SE02-2	152
Manuel Hernández Teresa	FE-17	30	Mejía Díaz Gerson Damian	SE06-3	168
Manuel Hernández Teresa	FE-31 CARTEL	33	Mejía Pérez Campos Elizabeth	SE09-20	192
Manzanilla Linda Rosa	SE09-32	195	Mejía Pérez Campos Elizabeth	SE09-23	193
Mar Morales Bertha Eugenia	CCA-1	2	Mejía Pérez Campos Elizabeth	SE09-25	193
Maravilla Meza María Dolores	SE26-2	296	Mejía V.	SE10-7	201
Marín Cordova Salvador	GGA-1	64	Mejía Victoria	SE07-7	173
Marín Purificación	SE07-20 CARTEL	177	Mejías MacLean María José	SE11-15	217
Marino Marmolejo Erika Nahomy	RN-17	103	Melchor Pinto Julio Cesar	CCA-25	7
Mariño Tapia Ismael	OCE-21	88	Melgar Tisoc Emiliano	SE09-16	191
Mariño Tapia Ismael	SE14-4	232	Melquiades Enríquez Ilse Paola	SE05-5 CARTEL	164
Mariño Tapia Ismael	SE14-5	233	Mena Mabel	SE10-5	201
Mariño Tapia Ismael	SE14-11	234	Mena Negrete Joseline	SE05-1	164
Mariño Tapia Ismael	SE14-19	236	Méndez Delgado Sóstenes	EG-20	18
Mariño Tapia Ismael	SE14-22 CARTEL	237	Méndez Delgado Sóstenes	EG-21	18
Marinone Moschetto S. Guido	OCE-38 CARTEL	92	Méndez Delgado Sóstenes	EG-36 CARTEL	22
Marinone Moschetto Silvio Guido	OCE-9	85	Méndez Delgado Sóstenes	EG-43 CARTEL	23
Marinova Yulia	OCE-36	91	Méndez Figueroa Ignacio	SIS-41 CARTEL	129
Marmolejo Rodríguez Ana Judith	SE07-14 CARTEL	176	Méndez Pérez Irving Rafael	SE12-13	224
Márquez González Oscar Alejandro	SE24-3 CARTEL	286	Méndez Pérez Juan Matías	SE12-11	223

Méndez Pérez Matías	CCA-8	3	Morales Acoltzi Tomás	CCA-38	9
Mendivil Quijada Héctor	GGA-5	65	Morales Barrera Wendy Vanesa	RN-18	104
Mendo Pérez Gerardo Manuel	VUL-21 CARTEL	140	Morales Barrera Wendy Vanesa	RN-35 CARTEL	108
Mendoza Aguilar Brenda Yutziny	SE12-11	223	Morales Casique Eric	GEOH-2	42
Mendoza Aguilar Brenda Yutziny	SE12-16 CARTEL	224	Morales Casique Eric	GEOH-16	45
Mendoza Carlos	SIS-13	122	Morales Contreras Juan	SE07-7	173
Mendoza Carlos	SE19-4	263	Morales Contreras Juan	SE10-5	201
Mendoza Carvajal Antonio de Jesús	SIS-3	120	Morales Contreras Juan	SE10-31	207
Mendoza Carvajal Antonio de Jesús	VUL-18 CARTEL	139	Morales Contreras Juan	SE10-32	207
Mendoza Castro Víctor	CCA-24	6	Morales Contreras Juan	SE10-45 CARTEL	211
Mendoza Cázares Edgar Yuri	GEOH-1	42	Morales Contreras Juan	SE11-5	215
Mendoza Cordova Abraham	SE18-10 CARTEL	260	Morales Contreras Juan Julio	SE10-37 CARTEL	209
Mendoza Daniel	SE19-6	263	Morales Hernández Julio Cesar	CCA-16	5
Mendoza Librado Alma Delia	FE-3	28	Morales Hernández Julio César	RN-20	104
Mendoza Ortega Blanca	FE-25 CARTEL	31	Morales Hernández Julio César	SE15-7	241
Mendoza Ortega Blanca	FE-26 CARTEL	32	Morales Juan	SE07-1	172
Mendoza Ortega Blanca	SE02-4	152	Morales Juan	SE07-2	172
Mendoza Ortega Blanca	SE08-17	183	Morales Juan	SE07-3	172
Mendoza Ortega Blanca Ema	FE-1	28	Morales Juan	SE07-15 CARTEL	176
Mendoza Ponce Avith del Refugio	SIS-30	126	Morales Juan	SE10-8	202
Mendoza Ponce E. Tonatiuh	SE14-6	233	Morales Juan	SE10-19	204
Mendoza Ponce Ernesto Tonatiuh	SE14-7	233	Morales Juan	SE10-20	205
Mendoza Ponce Tonatiuh	SE14-21 CARTEL	236	Morales Juan	SE10-21	205
Mendoza Rosales Claudia	SED-7	113	Morales Juan	SE10-27	206
Mendoza Rosales Claudia	SED-14	116	Morales Juan	SE10-33 CARTEL	208
Mendoza Rosales Claudia Cristina	SE21-7	273	Morales Juan	SE10-34 CARTEL	208
Mendoza Uribe Indalecio	CCA-34	8	Morales Juan	SE10-35 CARTEL	208
Mercado Sotelo Italia	GGA-12 CARTEL	66	Morales Juan	SE10-36 CARTEL	208
Mercado Sotelo Italia	GGA-18 CARTEL	68	Morales Juan	SE10-38 CARTEL	209
Mercado Sotelo Italia	SE07-9	174	Morales Juan	SE10-39 CARTEL	209
Merlo Chávez Christian Janette	SE25-12 CARTEL	292	Morales Juan	SE10-44 CARTEL	210
Meza Figueroa Diana	GGA-5	65	Morales Juan	SE10-47 CARTEL	211
Meza Padilla José Rafael	SE14-15	235	Morales Juan	SE10-51 CARTEL	212
Michaud François	GET-23 CARTEL	60	Morales Juárez Silvia Patricia	SE08-19	184
Mijares Arellano Horacio	SIS-34	127	Morales Malacara Juan Bibiano	SE21-16	275
Mijares Arellano Horacio	SIS-44 CARTEL	129	Morales Ortega Priscila	PALEO-6	97
Mijares Arellano Horacio	SIS-46 CARTEL	130	Morales Penna Belén	FE-11	29
Mijares Arellano Horacio	SIS-52 CARTEL	131	Morales Penna Belen	FE-33 CARTEL	33
Millan Villa Abraham	OCE-37 CARTEL	92	Morales Penna Daniela Belén	FE-3	28
Mimbela López Juan	SE21-2	272	Morales Pérez Rubén	SE15-1	240
Miranda Avilés Raúl	SED-20 CARTEL	118	Morales Puente Pedro	CCA-40 CARTEL	9
Miranda Avilés Raúl	SED-21 CARTEL	118	Morán Ramírez Janete	GEOH-6	43
Miranda Maciel Mirna María	SE21-2	272	Moran Ramírez Janete	GEOH-12	44
Miroshnichenko Leonty Ivanovich	FE-24 CARTEL	31	Moran Ramírez Janete	GEOH-14	45
Mitre Salazar Luis Miguel	GEOH-19 CARTEL	46	Moran Zenteno Dante	SE17-12	254
Mitre Salazar Luis Miguel	GGA-15 CARTEL	67	Morán Zenteno Dante Jaime	GET-1	54
Mitre Salazar Luis Miguel	GEOQP-16 CARTEL	78	Morán Zenteno Dante Jaime	SE26-9 CARTEL	297
Moctezuma Martínez Martina	GEOH-19 CARTEL	46	Moras Conde Angel	GET-16	58
Moctezuma Martínez Martina	GEOQP-16 CARTEL	78	Moreno Alaniz Juan Gulberto	SE03-3	156
Mojica Ramírez Erika	OCE-4	84	Moreno Casasola Patricia	SE14-12	234
Molina Garza Roberto	GEOPAL-1	70	Moreno Rodríguez Verónica	GGA-5	65
Molina Garza Roberto	GEOPAL-3	70	Mori Laura	SE17-14 CARTEL	255
Molina Garza Roberto	GEOPAL-9 CARTEL	71	Mori Laura	SE17-15 CARTEL	255
Molina Garza Roberto	GEOQP-2	74	Mortera Gutiérrez Carlos	SE17-2	252
Molina Garza Roberto	SE10-4	200	Mortera Gutierrez Carlos A.	OCE-41 CARTEL	92
Molina Garza Roberto	SE21-4	272	Mortera Gutiérrez Carlos Angel	GET-23 CARTEL	60
Molina González Ofir	SE01-8	145	Munguía Orozco Luis	SIS-7	121
Molina Saucedo Edgardo	GEOD-3	36	Munguía Orozco Luis	SIS-36	128
Molina Villegas Juan Camilo	SIS-23	125	Munguía Orozco Luis	SIS-45 CARTEL	130
Molina Villegas Juan Camilo	SIS-25	125	Muñiz Sánchez María Elena	SE08-4	180
Mondragón Guzmán Rodrigo	GGA-7	65	Muñiz Sánchez María Elena	SE08-10	182
Mondragón Guzmán Rodrigo	SE21-11	274	Muñoz Abundes Raúl	GEOD-2	36
Mondragón López Eloy	EG-19	18	Muñoz Arriola Francisco	RN-1	100
Monreal Gómez Adela	SE16-13	247	Muñoz Casillas Sandea Isaura	OCE-2	84
Monreal Gómez María Adela	OCE-4	84	Muñoz Casillas Sandra Isaura	OCE-6	85
Monreal Gómez María Adela	OCE-44 CARTEL	93	Muñoz Castaño José Daniel	EG-8	15
Monreal Gómez María Adela	SE16-12	246	Muñoz Jiménez Vitoria Belén	SE24-3 CARTEL	286
Monreal Gómez María Adela	SE23-7	283	Muñoz Rojas Miriam	SE07-19 CARTEL	177
Monroy Martínez José Dolores	CCA-38	9	Muñoz Santiago Rocío	EG-48 CARTEL	24
Monsalvo Uribe Lizette	VUL-2	136	Muñoz Torres Carolina	SE21-5	272
Monsiváis Huertero Alejandro	GGA-8	66	Muñoz Torres Ma. Carolina	CCA-2	2
Montalvo Arrieta Juan C.	SIS-58 CARTEL	133	Muñoz Torres María Carolina	SE21-13	274
Montalvo Arrieta Juan Carlos	SE19-16	265	Muñoz Torres María Carolina	SE26-6 CARTEL	297
Montaño Paola	SE10-2	200	Muñoz Vergara Rafael	GET-16	58
Montano Rivas Julia Aurora	SE12-13	224	Murdmaa Ivar	OCE-36	91
Montero Martín	RN-27	106	Murillo Muñetón Gustavo	SED-3	112
Montes Alva Osvaldo	GEOPAL-7 CARTEL	71	Mutovkin Alexander	OCE-36	91
Montes Camilo	SE10-2	200	Nabor Mendizabal Ilse I.	FE-27 CARTEL	32
Montiel Ortega Marco Antonio	SIS-33	127	Nabor Mendizabal Ilse L.	FE-3	28
Montiel Piña Enrique	FE-11	29	Nájera Garza Jesús	GEOH-3	42
Montiel Piña Enrique	FE-33 CARTEL	33	Nava Barranco Janeri	EG-48 CARTEL	24
Montoya Castillo Luis Alberto	VUL-14	138	Nava Fernández Xinantecatli Antonio	SE23-3	282
Monzón Cárdenas Amalia de Jesús	SIS-36	128	Nava Fernández Xinantecatli Antonio	SE23-7	283
Monzón César Octavio	CCA-46 CARTEL	11	Nava Flores Mauricio	EG-51 CARTEL	25
Mora Chaparro Juan Carlos	RN-5	100	Nava Hector	SE11-3	214
Mora Chaparro Juan Carlos	RN-21	104	Nava Pichardo Alejandro	SIS-7	121
Mora Chaparro Juan Carlos	RN-24	105	Nava Pichardo F. Alejandro	SIS-31	127
Mora Chaparro Juan Carlos	RN-30 CARTEL	107	Nava Pichardo Fidencio Alejandro	SIS-27	126
Mora Chaparro Juan Carlos	RN-33 CARTEL	108	Nava Pichardo Fidencio Alejandro	SE11-11	216
Mora Chaparro Juan Carlos	SE19-19 CARTEL	266	Nava Sánchez Enrique	PALEO-6	97
Mora Chaparro Juan Carlos	SE25-4	290	Nava Sánchez Enrique	SE15-4	240
Mora González Ignacio	RN-32 CARTEL	108	Nava Sánchez Enrique Hiparco	SE15-9 CARTEL	241
Mora González Ignacio	SIS-3	120	Nava Velázquez Jaime	GEOH-23 CARTEL	47
Mora González Ignacio	VUL-18 CARTEL	139	Nava Velázquez Jaime	GEOH-24 CARTEL	47
Mora Juan Carlos	SE10-47 CARTEL	211	Navarrete Pacheco José Antonio	SE11-12	216
Mora Rodríguez José de Jesús	CCA-36	9	Navarro Estrada Fernando	SE19-1	262
Mora Rodríguez José de Jesús	RN-4	100	Navarro Luis Felipe	SE14-17	235

Navarro Mendoza Susana M.	RN-31 CARTEL	107	Ortega Gutiérrez Fernando	GET-1	54
Navarro Olache Luis Felipe	SE23-2	282	Ortega Gutiérrez Fernando	GEOQP-11	77
Negrón Mendoza Alicia	SE26-1	296	Ortega Gutiérrez Fernando	SE17-14 CARTEL	255
Nemocón Romero Ana Milena	EG-8	15	Ortega Obregón Carlos	GEOQP-11	77
Neri Hernández Omar	GGA-13 CARTEL	67	Ortega Rivera Amabel	GET-7	55
Neri Vidaurri Carolina	SE12-10	223	Ortega Rodríguez Juan Manuel	CCA-43 CARTEL	10
Neumann Florian	SE17-3	252	Ortega Rodríguez Juan Manuel	CCA-44 CARTEL	11
Nicol Patrick	SE10-25	206	Ortega Rosas Carmen I.	SE16-15	247
Nicol Patrick	SE10-49 CARTEL	212	Ortega Rosas Carmen Isela	SE16-9	246
Nicolini Troy	SE14-3	232	Ortega Ruiz Mauricio	EG-29	20
Nieto Samaniego Angel	GET-19	59	Ortiz Alemán José Carlos	EG-16	17
Nieto Samaniego Ángel Francisco	GET-9	56	Ortiz Avila Itzell	SE06-2	168
Nieto Samaniego Ángel Francisco	SE21-5	272	Ortiz Bañuelos Alma Delia	OCE-34	91
Nieto Samaniego Ángel Francisco	SE21-10	274	Ortiz Butron Agustín	SE09-26	193
Nieto Samaniego Ángel Francisco	SE21-13	274	Ortiz Butron Agustín	SE09-27	194
Nissen Edwin	SE19-20 CARTEL	266	Ortiz Butrón Agustín	SE09-29	194
Norini Gianluca	SE11-8	215	Ortiz Hernández Enrique	SE18-4	258
Nova Giovanni	SE10-2	200	Ortiz Paniagua Carlos Francisco	RN-29 CARTEL	107
Novelo Casanova David A.	SE19-19 CARTEL	266	Ortiz Pérez Manuel	GEOH-12	44
Novelo Casanova David Alberto	RN-23	105	Ortuño Candela María	SE11-8	215
Novelo Casanova David Alberto	RN-28 CARTEL	106	Ortuño Candela María	SE11-17 CARTEL	218
Novelo Casanova David	RN-8	101	Ortuño María	SE11-18 CARTEL	218
Novo Ximena	SE19-6	263	Osete María Luisa	SE10-28	207
Núñez Cornu Francisco	RN-19	104	Oskin Michael	SE19-20 CARTEL	266
Núñez Cornú Francisco J.	SIS-5	121	Osmanoglu Batuhan	SE25-9	292
Núñez Cornú Francisco Javier	SIS-1	120	Osorio Andrés	SE15-3	240
Núñez Cornú Francisco Javier	SIS-8	121	Osorio Andres	SE15-5	240
Núñez Cornú Francisco Javier	SIS-12	122	Osorio Ocampo Susana	VUL-25 CARTEL	141
Núñez Cornú Francisco Javier	SIS-14	123	Osorio Tai María Elena	CCA-50 CARTEL	12
Núñez Cornú Francisco Javier	SIS-15	123	Osorio Tai María Elena	OCE-31	90
Núñez Cornú Francisco Javier	SIS-29	126	Osorio Tai María Elena	SE14-12	234
Núñez Cornú Francisco Javier	SIS-39	128	Ostrooumov Mikhail	SE18-1	258
Núñez Cornú Francisco Javier	SE19-10	264	Ostrooumov Mikhail	SE18-3	258
Núñez López Daniel	CCA-17	5	Ostrooumov Mikhail	SE18-5	259
Núñez Pablo	SE08-3	180	Ostrooumov Mikhail	SE18-7	259
Núñez Pablo	SE08-9	182	Oviedo García Angélica	SED-2	112
Núñez Peña Ernesto Patricio	SED-5	113	Özdemir Özden	SE10-10	202
Núñez Peña Ernesto Patricio	SE03-3	156	Pacheco Andrade Hulices Ernesto	SIS-29	126
Obeso Huerta Hipolyto	OCE-6	85	Pacheco Castro Adolfo	PALEO-7	97
Obeso Nieblas Maclovio	OCE-1	84	Pacheco Castro Adolfo	SE21-14	275
Obeso Nieblas Maclovio	OCE-2	84	Pacheco Martín	SED-1	112
Obeso Nieblas Maclovio	OCE-6	85	Pacheco Romero Martín Francisco	EG-28	20
Obeso Nieblas Maclovio	OCE-19	87	Pacheco Romero Martín Francisco	EG-25	19
Obeso Nieblas Maclovio	OCE-25	89	Padilla Gutiérrez José Manuel	PALEO-1	96
Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto	GET-2	54	Padilla Hernández Roberto	OCE-17	87
Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto	SED-6	113	Padilla Hernández Roberto	SE14-3	232
Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto	SED-10	114	Padilla Morín Minerva	GEOH-20 CARTEL	46
Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto	SED-11	115	Paéz Emilio	SE14-13	234
Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto	SED-12	115	Paéz Pérez Juan Ramón	GEOD-6	37
Ocampo Díaz Yam Zul Ernesto	SED-13	115	Paéz Valencia Emilio	SE14-14	235
Ocampo Francisco	SE15-5	240	Pailoplee Santi	SE11-10	216
Ocampo Torres Francisco	SE23-9	283	Palacio Aponte Gerardo	RN-15	103
Ocampo Torres Francisco J.	RN-27	106	Palacios Hernández Emilio	OCE-37 CARTEL	92
Ocampo Torres Francisco Javier	OCE-16	87	Pale Berruecos Héctor	SE17-15 CARTEL	255
Ocampo Torres Francisco Javier	SE23-10	284	Palermo Pedro	SE10-6	201
Ocampo Torres Francisco Javier	SE23-11	284	Pallares Ortiz Carlos	SE22-5	279
Ochoa Chávez Juan Alejandro	SIS-14	123	Palma Díaz Fredy	EG-33 CARTEL	21
Ochoa Chávez Juan Alejandro	VUL-3	136	Pardo Mario A.	SE13-10 CARTEL	230
Ochoa Estrada Salvador	GEOH-23 CARTEL	47	Pardo Natalia	VUL-11	138
Ochoa Estrada Salvador	GEOH-24 CARTEL	47	Pares Sierra Alejandro	SE01-1	144
Ochoa José	OCE-23	88	Parés Sierra Alejandro Francisco	OCE-18	87
Ochoa José Luis	OCE-28	89	Parra Almanza Israel Saúl	EG-31	21
Ochoa Martínez Carolina Andrea	CCA-30	8	Parra Guevara David	SE04-6	159
Ochoa Moya Carlos	CCA-21	6	Pastrana Alejandro	SE09-35 CARTEL	195
Ochoa Toledo Luis	SE04-19	162	Patifio Barragán Manuel	SE14-8	233
Ohlendorf Christian	SE10-6	201	Pavia López Edgar Gerardo	CCA-18	5
Ojeda Casillas Elena	SE14-7	233	Pavón Carrasco Francisco Javier	SE10-28	207
Ojeda Lerma Zuleica	CCA-12	4	Pavón Moreno Julio Alberto	SE16-18	248
Olguín Martínez María Guadalupe	SE21-12	274	Payero Juan	SE19-6	263
Olguín Villa Angel Enrique	SE22-7	279	Payero de Jesús Juan	SE19-9	264
Oliva Gutiérrez Marco Antonio	SE25-6	291	Paz Manuel Enrique	SE14-16	235
Olivares Salazar Sara Erika	SE21-13	274	Paz Moreno Francisco	SE22-3	278
Olivares Salazar Sara Erika	SE21-16	275	Paz Moreno Francisco Abraham	SE22-4	279
Olivos Ortiz Aramis	OCE-19	87	Pech Pérez Andrés	SIS-53 CARTEL	132
Olivos Ortiz Aramis	SE13-2	228	Pech Pérez Andrés	SIS-58 CARTEL	133
Olvera Prado Erick	SE14-12	234	Peiffer Loic	SE20-1	268
Omidí Nojan	FE-12	29	Peiro Alcantar María Tereza	SE01-20	148
Ontiveros Hernández Verónica	FE-17	30	Pelaez Daniel	SE15-3	240
Opdyke N. D.	SE10-7	201	Peña Alonso Tomás	GEOQP-3	74
Ordaz Mario	SE19-13	265	Peña Alonso Tomás Alejandro	GEOQP-2	74
Ordóñez Alfaro J. Alejandro	RN-25	105	Peña García Laura	SE24-2 CARTEL	286
Orihuela Lazo Silvano	SE08-16	183	Peña García Laura Elizabeth	SE24-1 CARTEL	286
Ornelas Luis Valdivia	SE11-1	214	Peña García Laura Elizabeth	SE24-4 CARTEL	286
Orozco Esquivel María Teresa	GET-1	54	Peña García Laura Elizabeth	SE24-5 CARTEL	286
Orozco Esquivel María Teresa	SE17-9	254	Peña García Laura Elizabeth	SE24-7 CARTEL	287
Orozco Esquivel Teresa	GET-13	57	Peña Maciel Daniel	CCA-38	9
Orozco León Luis	SIS-41 CARTEL	129	Peña Rafael	SE10-51 CARTEL	212
Orozco León Luis Raúl	SIS-11	122	Peña Ruiz Omar Aurelio	SE11-16	218
Orozco María Teresa	SE17-5	253	Peñalba Garmendía M. Cristina	SE16-15	247
Orozco Medina Martha Georgina	SE24-6 CARTEL	287	Peñalba Garmendía María Cristina	SE16-9	246
Orozco Orozco Oscar	CCA-16	5	Peralta Miranda Antonio	GET-3	54
Orozco Orozco Oscar	RN-20	104	Peralta Ortega Sergio	EG-32	21
Ortega Cariso	SE16-3	244	Peralta Segnini Alfredo	GGA-3	64
Ortega Fernando	FE-4	28	Perea Hector	SE11-8	215
Ortega Guerrero Beatriz	EG-45 CARTEL	24	Pérez Arvizu Ofelia	GEOQP-17 CARTEL	78
Ortega Guerrero Beatriz	SE16-5	245	Pérez Arvizu Ofelia	SE17-4	252
Ortega Gurtiérrez Fernando	SE26-1	296	Peréz Bruniús Paula	OCE-27	89

Pérez Brunius Paula	SE01-4	144	Prieto González Ricardo	CCA-9	3
Pérez Castellanos Nora Ariadna	SE09-10	189	Prieto González Ricardo	CCA-34	8
Pérez Cecilia	SE10-41 CARTEL	210	Priyadarsi Debajyoti Roy	SE16-21 CARTEL	249
Pérez Chavarría Miguel Angel	OCE-43 CARTEL	93	Puente Castillo Wendy Lorena	SE25-13 CARTEL	293
Pérez Chavarría Miguel Angel	SE23-2	282	Pulido Arreola Saúl	EG-4	14
Pérez Corona Fred Yoan	GEOH-14	45	Puy Alquiza María Jesús	SED-20 CARTEL	118
Pérez Crespo Víctor Adrián	SE09-33 CARTEL	195	Puy Alquiza María Jesús	SED-21 CARTEL	118
Pérez Cruz Guillermo Alejandro	EG-18	17	Quero Edgar	SE09-1	188
Pérez Cruz L.	SE10-16	204	Quero Edgar	SE16-8	245
Pérez Cruz Ligia	SE16-1	244	Quero Gutiérrez Edgar	SE09-21	192
Pérez Cruz Ligia	SE16-5	245	Quijano John	SE10-15	203
Pérez Cruz Ligia	SE16-6	245	Quijano Scheggia Sonia	OCE-19	87
Pérez Cruz Ligia	SE16-12	246	Quijano Scheggia Sonia	SE14-8	233
Pérez Cruz Ligia	SE16-13	247	Quintana Owen Patricia	SE07-16 CARTEL	176
Pérez Cruz Ligia	SE16-17	248	Quintana Patricia	SE07-1	172
Pérez Cruz Ligia	SE16-18	248	Quintana Patricia	SE07-2	172
Pérez Cruz Ligia L.	SE16-22 CARTEL	249	Quintana Patricia	SE07-3	172
Pérez Enríquez Roman	FE-7	28	Quintana Patricia	SE07-4	172
Pérez Enríquez Román	FE-21	31	Quintana Patricia	SE07-5	173
Pérez Enríquez Román	FE-22	31	Quintana Patricia	SE07-15 CARTEL	176
Pérez Enríquez Román	FE-23	31	Quintana Patricia	SE07-22 CARTEL	178
Pérez Enríquez Román	SE02-5	152	Quintana Patricia	SE09-14	191
Pérez Escobar Mayerly Crystmi	RN-33 CARTEL	108	Quintanar Isaías Arturo	CCA-20	6
Pérez Flores Marco Antonio	EG-35 CARTEL	21	Quintanar Isaías Arturo	CCA-21	6
Pérez Flores Marco Antonio	EG-50 CARTEL	25	Quintanar Luis	SE19-6	263
Pérez González A.	SE10-43 CARTEL	210	Quintanar Robles Luis	SIS-6	121
Pérez González Elizabeth A.	GET-23 CARTEL	60	Quintanar Robles Luis	SIS-35	128
Pérez Gutiérrez Rosalva	GET-4	55	Quintanar Robles Luis	SE19-15	265
Pérez Gutiérrez Rosalva	GEOQP-20 CARTEL	79	Quintero Pérez José Antonio	SE11-15	217
Pérez Letzama Edgar Leonardo	OCE-25	89	Quinteros Cartaya Claudia Beatriz Mercedes	SE11-11	216
Pérez López Raúl	SED-19 CARTEL	117	Quiroz Jiménez Jesús David	SE16-17	248
Pérez Méndez Martha	SE12-18 CARTEL	225	Quiroz Suárez Diego	EG-37 CARTEL	22
Pérez Moreno César Angel Giovanni	SE04-19	162	Quiroz Suárez Diego	SE08-18	183
Pérez Moreno Guillermo	SE25-4	290	Quiroz del Campo Nallely N.	SE13-4	228
Pérez Peña Luisa Cristina	SE05-1	164	Rabiel Alonso Daniela	SE01-14	147
Pérez Quezadas Juan	GEOH-15	45	Radiguet Mathilde	SE19-7	263
Pérez Ramírez Oscar Gustavo	SIS-12	122	Raga Graciela	CCA-5	3
Pérez Ramírez Oscar Gustavo	SIS-14	123	Raga Graciela	CCA-19	6
Pérez Roldan Gilberto	SE09-5	189	Raga Graciela	SE12-4	222
Pérez Santana Jesús A.	SE19-1	262	Ramírez Aguilar Isabel	SE14-14	235
Pérez Sarmiento Erika Viridiana	SE05-5 CARTEL	164	Ramírez Aguilar María Isabel	SE14-13	234
Pérez Zamora Angel	SE24-2 CARTEL	286	Ramírez Bon Rafael	SE18-10 CARTEL	260
Pérez y Peraza Jorge A.	FE-24 CARTEL	31	Ramírez Díaz Ariel	GET-2	54
Pérez-Campos Xyoli	SIS-35	128	Ramírez Díaz Ariel	SED-10	114
Pérez-Campos Xyoli	SIS-54 CARTEL	132	Ramírez Espinosa Joel	GEOQP-20 CARTEL	79
Pérez-Campos Xyoli	SE17-6	253	Ramírez García Iván Othón	FE-3	28
Pérez-Campos Xyoli	SE17-11	254	Ramírez Hernández Jorge	EG-3	14
Pérez-Campos Xyoli	SE19-12	264	Ramírez Hernández Jorge	GEOD-10 CARTEL	38
Pérez-Campos Xyoli	SE19-13	265	Ramírez Herrera María Teresa	SE11-2	214
Peroni Javier	SE10-3	200	Ramírez Herrera María Teresa	SE11-3	214
Perrin Mireille	SE10-22	205	Ramírez Herrera María Teresa	SE11-7	215
Perrin Mireille	SE10-40 CARTEL	209	Ramírez Herrera María Teresa	SE11-8	215
Petersen Nikolai	SE10-12	202	Ramírez Herrera María Teresa	SE11-12	216
Petrone Chiara	SE17-9	254	Ramírez Herrera María Teresa	SE11-14	217
Petrone Chiara María	GEOQP-5	75	Ramírez Herrera Teresa	SE11-5	215
Petrone Chiara María	SE17-5	253	Ramírez Keyla	SE10-15	203
Petronille Marie	SE07-13 CARTEL	175	Ramírez Luna Ángel	SE09-17	191
Petronille Marie	SE10-33 CARTEL	208	Ramírez Mârius	SE18-2	258
Petrovsky Eduard	SE10-17	204	Ramírez Mârius	SE18-4	258
Pi-Puig Teresa	SE16-16	248	Ramírez Mârius	SE18-6	259
Piaulino Larissa	SE08-12	182	Ramírez Mârius	SE18-8	259
Pilar Villamor	SE11-8	215	Ramírez Mendoza Dafne S.	SE18-2	258
Pimienta Ramírez Lucero Elizabeth	CCA-43 CARTEL	10	Ramírez Mendoza José de la Luz	FE-3	28
Piña Mora Osvaldo	FE-3	28	Ramírez Nelly	SE26-5 CARTEL	297
Pinal Gómez Genoveva	SE24-4 CARTEL	286	Ramírez Palacios Osvaldo Damián	GP-6 CARTEL	51
Pinales Munguía Adán	CCA-17	5	Ramírez Peña César Francisco	GET-18	59
Pinales Munguía Adán	GEOH-4	42	Ramírez Peña César Francisco	GET-24 CARTEL	60
Pinales Munguía Adán	GEOH-5	43	Ramírez Peña César Francisco	GET-25 CARTEL	60
Pinales Munguía Adán	GEOH-17 CARTEL	45	Ramírez Ramos Erik E.	SIS-11	122
Pinales Munguía Adán	GEOH-22 CARTEL	47	Ramírez Rojas Alejandro	SIS-51 CARTEL	131
Pinales Munguía Adán	RN-14	103	Ramírez Ruíz Juan José	VUL-19 CARTEL	140
Pineda Duran Modesto	SE10-31	207	Ramírez Sánchez Hermes Ulises	SE16-21 CARTEL	249
Pineda Duran Modesto	SE10-32	207	Ramírez Sánchez José Luis	SE08-23 CARTEL	184
Pineda Durán Modesto	SE10-37 CARTEL	209	Ramírez Vargas David	SED-14	116
Pineda Martínez Luis F.	RN-4	100	Ramírez Vélez J. C.	FE-30 CARTEL	32
Pineda Martínez Luis Felipe	CCA-36	9	Ramírez Velez Julio	FE-19	30
Pineda Modesto	SE10-51 CARTEL	212	Ramón Márquez Víctor Manuel	GGA-4	64
Pinilla A.	SE10-7	201	Ramón Víctor Manuel	SE19-6	263
Pinzón López Juan Ignacio	SIS-17	123	Ramos Bernal Sergio	SE26-1	296
Pinzon Sotelo Marisol Polet	GET-2	54	Ramos Hernández Silvia Guadalupe	SE20-2	268
Pinzón Sotelo Marisol Polet	SED-10	114	Ramos Leal José Alfredo	EG-11	16
Pinzón Sotelo Marisol Polet	SED-11	115	Ramos Leal José Alfredo	EG-49 CARTEL	25
Pinzón Sotelo Marisol Polet	SED-12	115	Ramos Leal José Alfredo	GEOH-6	43
Pita de la Paz Carlos	SIS-10	122	Ramos Leal José Alfredo	GEOH-12	44
Pittman Randall	SE14-2	232	Ramos Leal José Alfredo	GEOH-14	45
Plascencia Suárez Carlos	RN-19	104	Ramos Musalem Ana Karina	OCE-26	89
Plata Rocha Wenseslao	GEOD-5	36	Ramos Villegas Rafael	CCA-1	2
Plata Rocha Wenseslao	GEOD-7	37	Ramos Zúñiga Luis Gerardo	SE19-16	265
Plata Rocha Wenseslao	GEOD-8	37	Rangel Aguilar Diego Armando	GP-2	50
Plata Rocha Wenseslao	GEOD-11 CARTEL	38	Rangel Velarde Violeta	SE11-3	214
Poidras Thierry	SE10-25	206	Rangel Velarde Violeta	SE11-7	215
Poidras Thierry	SE10-49 CARTEL	212	Rapalini Augusto	SE10-2	200
Pola Antonio	VUL-25 CARTEL	141	Rapalini Augusto	SE10-41 CARTEL	210
Pompa Mera Valeri	SE08-19	184	Rapalini Augusto Ernesto	SE10-3	200
Pompa Mera Valerie	GEOQP-8	76	Real Jorge	SE19-6	263
Prado Morales Luis Eduardo Alberto	SIS-49 CARTEL	131	Real Pérez Jorge Arturo	SIS-35	128
Pretelin Canela Jacinto Enrique	SIS-40	129	Real Pérez Jorge Arturo	SE19-9	264

Regalado Sosa Jimmy José	EG-12	16	Romero Centeno Rosario	CCA-7	3
Rémy D.	VUL-5	136	Romero Centeno Rosario	CCA-19	6
Retama Hernández Armando	CCA-1	2	Romero Centeno Rosario	CCA-29	7
Reveles Flores Saydé	SE03-3	156	Romero Centeno Rosario	CCA-50 CARTEL	12
Reyes Abrego Gerardo Andrés	CCA-44 CARTEL	11	Romero Centeno Rosario	OCE-22	88
Reyes Agustín Gabriela	VUL-22 CARTEL	140	Romero Centeno Rosario	OCE-31	90
Reyes Banda Martha Ixchel	CCA-51 CARTEL	12	Romero Centeno Rosario	SE14-12	234
Reyes Cortés Ignacio Alfonso	SED-2	112	Romero Francisco	SE16-16	248
Reyes Cortés Manuel	SED-2	112	Romero Hernández Esmeralda	FE-14	30
Reyes Cristobal	SE23-9	283	Romero Hernández Esmeralda	SE02-2	152
Reyes D.	SE19-6	263	Romero Hernández Esmeralda	SE02-7 CARTEL	152
Reyes Gutiérrez Raymundo	EG-49 CARTEL	25	Romero Hernández Esmeraldo	SE02-1	152
Reyes Hernández Cristobal	SE23-5	282	Romero Jaime	EG-2	14
Reyes Hernández Cristóbal	SE23-6	282	Romero Pérez Blanca Iris	RN-11	102
Reyes Hernández Cristobal	SE23-8	283	Romero Pérez Blanca Iris	RN-12	102
Reyes Herrera Ezequiel Alejandro	OCE-19	87	Romero Velasco Saira Patricia	EG-14	16
Reyes Herrera Ezequiel Alejandro	SE21-2	272	Romo Jones José Manuel	EG-1	14
Reyes López Jaime Alonso	EG-50 CARTEL	275	Romo Jones José Manuel	EG-3	14
Reyes Mata María Paulina	SE24-3 CARTEL	286	Romo Jones José Manuel	EG-5	15
Reyes Mendoza Oscar Fabián	SE14-19	236	Romo Jones José Manuel	EG-30	20
Reyes Pimentel Thalía Alfonsina	SE17-16 CARTEL	256	Romo Jones José Manuel	EG-40 CARTEL	23
Reyes Pimentel Thalía Alfonsina	SE19-17 CARTEL	265	Romo Jones José Manuel	EG-42 CARTEL	23
Ríos Javier Alfredo Romo	SE01-24 CARTEL	149	Romo Jones José Manuel	EG-52 CARTEL	25
Riquelme Francisco	SE09-14	191	Ronquillo Jarillo Gerardo Felipe	GP-1	50
Riquelme Francisco	SE09-15	191	Rosales A.	SE10-7	201
Riquelme Mauricio	SE19-6	263	Rosales Contreras Eduardo	GP-1	50
Rivas Sánchez María	GEOPAL-5 CARTEL	70	Rosales Corillocila Domingo	SE08-16	183
Rivas Sánchez María	SE10-14	203	Rosales Rodríguez Joel	EG-13	16
Rivas Sánchez María de la Luz	SE10-22	205	Rosario de la Cruz Jose G.	CCA-35	9
Rivera Arellanes Diana Patricia	SE25-10	292	Rosas Eleguera José	SE10-44 CARTEL	210
Rivera Blanco Carlos Octavio	CCA-31	8	Rosas Elguera José	SE07-1	172
Rivera Recillas David	SE06-4	168	Rosas Elguera José	SE09-30	194
Rivera Recillas David	SE06-5	169	Rosas Elguera José	SE10-22	205
Rivera Sivirán Daniel	GET-10	56	Rosas Elguera José	SE10-32	207
Rivero Navarrete Axel	SE16-10	246	Rosas Elguera José	SE10-51 CARTEL	212
Riveros Rosas David	CCA-14	5	Rosas Elguera José	SE24-1 CARTEL	286
Riveros Rosas David	CCA-15	5	Rosas Elguera José	SE24-5 CARTEL	286
Rivet Diane	SIS-19	124	Rosas Elguera José	SE24-7 CARTEL	287
Roa Mendoza Roberto	SE13-2	228	Rosas Medina Agustín Alberto	SE04-3	158
Robinson Peter	GEOQP-15 CARTEL	78	Rosas Molina Andrés	GGA-1	64
Robledo Flores Edrey	SE18-10 CARTEL	260	Rosas Villegas Froylán	OCE-10	86
Robles Braulio	GEOD-9 CARTEL	38	Rouwet Dmitri	SE20-1	268
Robles Castillo Francisco Javier	SIS-1	120	Roy Priyadarsi	SE16-5	245
Robles Castillo Francisco Javier	VUL-3	136	Roy Priyadarsi	SE16-10	246
Robles Díaz Lucía	SE14-1	232	Roy Priyadarsi	SE16-12	246
Robles Martínez Edsel R.	SE09-5	189	Roy Priyadarsi	SE16-14	247
Robles Mendoza Alejandra	SIS-34	127	Roy Priyadarsi	SE16-16	248
Robles Rivera Jessu Christopher	PALEO-5	97	Roy Priyadarsi	SE16-17	248
Rocha Santiago Víctor	SE20-4	268	Roy Pryadarsi	SE16-13	247
Rocher Ana	SIS-56 CARTEL	132	Royo León Miguel	GEOH-22 CARTEL	47
Rodríguez Alejandro	SE16-13	247	Royo Ochoa Miguel	GEOH-4	42
Rodríguez Calderón Marlene	SED-15	116	Royo Ochoa Miguel	GEOH-5	43
Rodríguez Castañeda José Luis	GET-7	55	Royo Ochoa Miguel	GEOH-17 CARTEL	45
Rodríguez Castillo Ramiro	GGA-13 CARTEL	67	Royo Ochoa Miguel	GEOH-22 CARTEL	47
Rodríguez Díaz Augusto Antonio	GEOQP-18 CARTEL	79	Rueda Gaxiola Jaime	GET-5	55
Rodríguez Díaz Beatriz	SE21-4	272	Rueda Gaxiola Jaime	PALEO-9	98
Rodríguez Dionisio	GGA-4	64	Rueda Gaxiola Jaime	SED-16	116
Rodríguez Dionisio	VUL-11	138	Rueda Gaxiola Jaime	SED-17 CARTEL	117
Rodríguez Domínguez Miguel Ángel	SIS-54 CARTEL	132	Ruessink Gerben	SE14-21 CARTEL	236
Rodríguez Elizarrarás Sergio	RN-32 CARTEL	108	Ruiz Angulo Angel	OCE-13	86
Rodríguez Elizarrarás Sergio	RN-35 CARTEL	108	Ruiz Angulo Angel	OCE-26	89
Rodríguez Elizarrarás Sergio	VUL-16	139	Ruiz Carrasco Víctor Hugo	SIS-60 CARTEL	133
Rodríguez Elizarrarás Sergio Raúl	RN-18	104	Ruiz Cruz Euclides	SIS-7	121
Rodríguez Esteves Juan Manuel	RN-27	106	Ruiz Fernández Ana Carolina	SE11-3	214
Rodríguez González Miguel	EG-19	18	Ruiz Joaquín	GGA-5	65
Rodríguez González Miguel	EG-29	20	Ruiz Joaquín	GEOQP-9	76
Rodríguez González Miguel	RN-7	101	Ruiz Martínez Gabriel	SE14-5	233
Rodríguez González Miguel	SIS-10	122	Ruiz Ochoa Mauricio	OCE-35	91
Rodríguez González Miguel	SIS-42 CARTEL	129	Ruiz Suárez Luis Gerardo	CCA-1	2
Rodríguez González Miguel	SE25-1	290	Ruiz Violante Agustín	GP-1	50
Rodríguez Jesús	SE09-33 CARTEL	195	Russell Christopher	FE-20	31
Rodríguez Lozoya Héctor E.	SIS-6	121	Russell Christopher	FE-29 CARTEL	32
Rodríguez Martínez Mario	FE-7	28	Ruvalcaba Sil José Luis	SE09-4	188
Rodríguez Martínez Mario	FE-21	31	Ruvalcaba Sil José Luis	SE09-10	189
Rodríguez Martínez Mario	FE-22	31	Ruvalcaba Sil José Luis	SE09-11	190
Rodríguez Martínez Mario	FE-23	31	Ruvalcaba Sil José Luis	SE09-12	190
Rodríguez Mendez Luis Manuel	SE02-3	152	Ruvalcaba Sil José Luis	SE09-13	190
Rodríguez Miguel	SE19-6	263	Ruvalcaba Sil José Luis	SE09-16	191
Rodríguez Osorio Daniel	FE-34 CARTEL	33	Ruvalcaba Sil José Luis	SE09-22	192
Rodríguez Osorio Daniel	SE02-4	152	Saavedra María Isabel	CCA-1	2
Rodríguez Paniagua Miguel Angel	EG-34 CARTEL	21	Sabina Císcar Federico J.	SIS-26	126
Rodríguez Paniagua Miguel Angel	GGA-9 CARTEL	66	Saenz Julio Abraham J.	GET-16	58
Rodríguez Pascua Miguel Ángel	SED-19 CARTEL	117	Sagahón López Edgar Jesús	EG-10	16
Rodríguez Ramírez Alejandro	SE16-5	245	Sagredo Arias Vicente	SE08-6	181
Rodríguez Ramírez Alejandro	SE16-6	245	Saithong Preecha	SE11-10	216
Rodríguez Ramos Reinaldo	SIS-26	126	Salas Ariza Jessica Jazmín	EG-5	15
Rodríguez Rasilla Ivan	SIS-59 CARTEL	133	Salas Corrales José Luis	EG-10	16
Rodríguez Rasilla Iván	SE19-1	262	Salas Gutiérrez Damaris Nathaly	SE18-9	260
Rodríguez Rosales Pedro	SIS-5	121	Salas Megchún Erik Fabián	GEOQP-10	76
Rodríguez Rosales Pedro	SIS-8	121	Salas Megchun Erik Fabian	SE21-14	275
Rodríguez Rosales Pedro de Jesús	SE19-14	265	Salas Ortega Rocío	GEOH-15	45
Rodríguez Trejo Alejandro	GEOPAL-7 CARTEL	71	Salas Serrano Víctor	SE04-8	159
Rodríguez Trejo Alejandro	SE21-9	273	Salas de León David	OCE-44 CARTEL	93
Rojas Castillo Diana	FE-12	29	Salas de León David	SE16-18	248
Rojas Hernández Rodrigo	EG-29	20	Salas de León David Alberto	OCE-39 CARTEL	92
Rojas Robles Nidia Elisa	OCE-25	89	Salas de León David Alberto	SE16-19	248
Roldán Quintana Jaime	GET-7	55	Salazar Nava Elisa	CCA-48 CARTEL	11

Salazar Peña Leobardo	EG-31	21	Schaaf Peter	GET-3	54
Salazar Peña Leobardo	GP-6 CARTEL	51	Schaaf Peter	GEOQP-8	76
Salazar Peña Leobardo	GGA-7	65	Schaaf Peter	GEOQP-21 CARTEL	80
Salazar Peña Leobardo	RN-9	101	Schaaf Peter	SE08-19	184
Salazar Peña Leobardo	RN-11	102	Schaaf Peter	SE09-17	191
Salazar Peña Leobardo	RN-12	102	Schaaf Peter	SE09-38 CARTEL	196
Salazar Peña Leobardo	SIS-43 CARTEL	129	Schaaf Peter	SE17-7	253
Salazar Peña Leobardo	VUL-2	136	Schávelzon Daniel	SE10-39 CARTEL	209
Salazar Peña Leobardo	SE21-11	274	Schlanser Kristen	SE19-8	264
Salazar Tlaczani Luis	EG-45 CARTEL	24	Schmandt Brandon	SIS-37	128
Salcedo González Dara	CCA-1	2	Scolamacchia Teresa	VUL-11	138
Salcido Alejandro	CCA-1	2	Scolamacchia Teresa	SE20-3	268
Saldierna Martínez Ricardo	SE01-22 CARTEL	149	Segovia Zavala José Antonio	SE01-3	144
Salinas José Antonio	RN-27	106	Seismological Laboratory	SE19-2	262
Salinas Prieto José Antonio	CCA-9	3	Sen Mrinal	SIS-22	125
Salinas Rodríguez Eleazar	SE18-8	259	Sergey Sedov	SE09-36 CARTEL	196
Salinas Salinas Sergio	VUL-9	137	Sgamellotti Antonio	SE09-13	190
Salles Afonso de Almeida Paulo	SE14-1	232	Shaar Ron	SE10-30	207
Salles Afonso de Almeida Paulo	SE14-6	233	Shapiro Nikolai	SIS-18	124
Salles Afonso de Almeida Paulo	SE14-15	235	Shaw Robert K.	SE16-2	244
Salles Afonso del Almeida Paulo	SE14-21 CARTEL	236	Sheinbaum Julio	OCE-28	89
Salles Paulo	SE14-7	233	Sheinbaum Pardo Julio	CCA-27	7
Sámano Tirado Alma Patricia	GET-21 CARTEL	60	Sheinbaum Pardo Julio	OCE-27	89
Sámano Tirado Alma Patricia	GEOQP-22 CARTEL	80	Sheinbaum Pardo Julio	OCE-30	90
Sánchez Aguilar Daniel	VUL-13	138	Shevnin Vladimir	GGA-1	64
Sánchez Antonio	SE07-20 CARTEL	177	Shirasago Germán Bernardo	OCE-1	84
Sánchez Bertucci Leda	SE10-19	204	Shirasago Germán Bernardo	OCE-2	84
Sánchez Bettucci Leda	SE07-13 CARTEL	175	Shirasago Germán Bernardo	OCE-25	89
Sánchez Bettucci Leda	SE08-3	180	Siebe Claus	VUL-9	137
Sánchez Bettucci Leda	SE08-8	181	Siebe Claus	SE17-7	253
Sánchez Bettucci Leda	SE08-9	182	Sieron Katrin	RN-32 CARTEL	108
Sánchez Bettucci Leda	SE10-5	201	Sieron Katrin	SIS-3	120
Sánchez Bettucci Leda	SE10-8	202	Sieron Katrin	VUL-16	139
Sánchez Bettucci Leda	SE10-41 CARTEL	210	Sierra Figueredo Pablo	SE02-4	152
Sánchez Bettucci Leda	SE10-42 CARTEL	210	Sierra Rojas María Isabel	GEOPAL-3	70
Sánchez Bettucci Leda	SE10-45 CARTEL	211	Sikorski Janelle	SE21-8	273
Sánchez Díaz Silvia	CCA-3	2	Silva Casarin Rodolfo	SE14-5	233
Sánchez Díaz Silvia	SE04-18	162	Silva Corona Jesús	SE21-5	272
Sánchez Duque Alexander	SE10-7	201	Silva García José Teodoro	GEOH-23 CARTEL	47
Sánchez García Ana Cristina	EG-28	20	Silva García José Teodoro	GEOH-24 CARTEL	47
Sánchez Gómez Rubén	CCA-3	2	Silva Hidalgo Humberto	SE26-3	296
Sánchez Gómez Rubén	SE04-8	159	Silva Romo Gilberto	SED-7	113
Sánchez Gómez Rubén	SE04-18	162	Silva Romo Gilberto	SED-14	116
Sánchez González Alberto	SE01-12	146	Silva Romo Gilberto	SE21-7	273
Sánchez González Alberto	SE01-24 CARTEL	149	Silverberg Norman	OCE-3	84
Sánchez González Alberto	SE07-14 CARTEL	176	Simuta Champo Roel	SE04-15	161
Sánchez González Jesús	SE08-21 CARTEL	184	Singh Shri	SE19-6	263
Sánchez Guzmán Patricio	SE09-9	189	Singh Shri K.	SE19-11	264
Sánchez Juan Manuel	SE21-4	272	Singh Shri K.	SE19-12	264
Sánchez Leda	SE10-47 CARTEL	211	Singh Shri Krishna	SIS-16	123
Sánchez Martínez Alejandra I.	EG-1	14	Singh Shri Krishna	SIS-35	128
Sánchez Miguel	SE14-13	234	Singh Shri Krishna	SE19-2	262
Sánchez Nájera José Angel	SE08-23 CARTEL	184	Singh Shri Krishna	SE19-5	263
Sánchez Núñez Juan Manuel	RN-8	101	Singh Shri Krishna	SE19-13	265
Sánchez Reyes Hugo Samuel	SIS-16	123	Singh Singh Shri	SE19-3	262
Sánchez Rodríguez Roberto	RN-27	106	Singh Singh Shri Krishna	SIS-3	120
Sánchez Sesma Francisco	SIS-24	125	Sinito Ana	SE10-6	201
Sánchez Sesma Francisco J.	SIS-25	125	Sit Stefany	SE19-8	264
Sánchez Sesma Francisco José	SIS-23	125	Siu Tapia Azaymi Litzi	FE-20	31
Sánchez Velasco Laura	OCE-5	85	Skiba Skiba Iouri	SE04-5	158
Sánchez Velasco Laura	OCE-7	85	Skiba Skiba Iouri	SE04-7	159
Sánchez Velasco Laura	OCE-8	85	Skiba Yuri N.	SE04-6	159
Sánchez Velasco Laura	SE13-5	229	Skoumal Robert	SE19-8	264
Sánchez Velasco Laura	SE13-6	229	Smith Krister T.	PALEO-2	96
Sánchez Zamora Osvaldo	SE17-17 CARTEL	256	Smith Stephen	CCA-42 CARTEL	10
Sánchez Zavala José Luis	SE16-10	246	Soberón Bravo Emilio	SE26-4	296
Sandoval Hernández Erika	OCE-27	89	Sobrinio Figueroa Alma	SE07-14 CARTEL	176
Sandoval Reyes Jonathan	SE05-6 CARTEL	165	Solano Alinne	SE19-6	263
Santacruz De León German	GEOH-6	43	Solano Bahen René	SIS-48 CARTEL	130
Santacruz de León German	GEOH-12	44	Solano Bahena René	SIS-21	124
Santana Sepúlveda Julio Sergio	CCA-34	8	Solano Hernández Ericka Alinne	SIS-4	120
Santiago Cruz Félix	CCA-53 CARTEL	12	Solano Rojas Dario	SE25-9	292
Santiago García Mauro Wilfrido	OCE-9	85	Solar Valverde Laura	SE09-17	191
Santiago Jiménez Hydyn	VUL-19 CARTEL	140	Solari Lobati Luigi	GET-1	54
Santiago José Antonio	SE19-7	263	Solari Luigi	GEOQP-11	77
Santiago Rocha Víctor	VUL-10	137	Solari Luigi	SED-5	113
Santillán Piña Noé	GGA-17 CARTEL	68	Solari Luigi	SE22-1	278
Santillán Gómez Jessica Adriana	EG-44 CARTEL	23	Soler Arechalde Ana María	SE09-34 CARTEL	195
Santillán Soto Néstor	SE12-3	222	Soler Arechalde Ana María	SE09-35 CARTEL	195
Santillán Soto Néstor	SE12-6	222	Soler Arechalde Ana María	SE10-29	207
Santillán Soto Néstor	SE12-12	224	Soler Vicente	SE10-24	206
Santos García José	GEOH-5	43	Solis Ciriaco Reyna	SE09-16	191
Santos Gómez María de los Angeles	SE12-9	223	Solis Pichardo Gabriela	GET-3	54
Santos Pablo	SE14-3	232	Solis Pichardo Gabriela	GEOQP-8	76
Sanvicente Añorve Laura	OCE-40 CARTEL	92	Solis Pichardo Gabriela	GEOQP-21 CARTEL	80
Sanvicente Añorve Laura Elena	OCE-29	90	Solis Pichardo Gabriela	SE09-38 CARTEL	196
Saripalli Srikanth	SE19-20 CARTEL	266	Solis Pichardo Gabriela	SE17-7	253
Sarmiento Villagrana Alicia	GEOQP-9	76	Solis Valdez Sara	GGA-12 CARTEL	66
Sarocchi Damiano	VUL-6	137	Solis Valdez Sara	SE07-18 CARTEL	177
Sarocchi Damino	VUL-20 CARTEL	140	Sologashvili Jemal	SE10-23	205
Sarychikhina Olga	GEOD-9 CARTEL	38	Solorio Munguía Gregorio	GGA-12 CARTEL	66
Sarychikhina Olga	SIS-9	121	Soria Caballero Diana Cinthia	SE11-21 CARTEL	219
Sarychikhina Olga	SE25-8	291	Sosa Ávalos Ramón	SE13-2	228
Saucedo Giron Ricardo	GEOQP-13	77	Sosa Ceballos Giovanni	GEOQP-7	75
Saucedo Girón Ricardo	RN-8	101	Sosa Cerón Fabiola	FE-28 CARTEL	32
Saucedo Girón Ricardo	VUL-10	137	Sosa Flores Oscar	SE04-19	162
Saucedo Girón Ricardo	VUL-20 CARTEL	140	Sosa Gaytán Manuel	GEOD-2	36

Sosa Valdes Rogelio	GET-25 CARTEL	60	Torres P.	SE10-7	201
Soto Berumen Ismael	SE03-3	156	Torres Vallejo Audel	GEOH-13	45
Soto Peredo Jorge	VUL-4	136	Torrescano Valle Nuria	SE16-4	244
Soto Ruth	SE10-44 CARTEL	210	Torrescano Valle Nuria	SE16-7	245
Soto Villalobos Roberto	EG-20	18	Torta J. Miquel	SE10-28	207
Soto Villalobos Roberto	EG-21	18	Tothova Danica	FE-32 CARTEL	33
Soto Villalobos Roberto	EG-36 CARTEL	22	Transviña Armando	SE01-13	146
Soto Villalobos Roberto	GEOQP-4	74	Trasvina Castro Armando	SE01-11	146
Spelz Madero Ronald M.	SE11-9	216	Trasviña Castro Armando	SE01-15	147
Sperling Thomas	SE09-17	191	Trasvina Castro Armando	SE23-1	282
Spica Zack	VUL-5	136	Trejo Mariana Estrada	SE11-1	214
Spica Zack	SE19-6	263	Trejo Soto Manuel	GEOD-4	36
Spica Zack	SE20-5 CARTEL	269	Trejo Soto Manuel	GEOD-10 CARTEL	38
Spilker Linda	FE-6	28	Tresserras Juan Jordi	SE09-28	194
Stahle David W.	SE09-24	193	Trindade Ricardo	SE10-5	201
Steinich Birgit	EG-11	16	Trindade Ricardo	SE10-42 CARTEL	210
Stella Ramirez Laura Minerva	SE04-12	160	Tristán González Margarito	GEOQP-1	74
Stenborg Guillermo	FE-16	30	Tristán González Margarito	GEOQP-14 CARTEL	78
Stepanciková Petra	SE11-8	215	Tristán González Margarito	VUL-13	138
Sterpone Osvaldo José	SE09-31	195	Troncoso Altamirano Hilda	PALEO-1	96
Stock Joann	SE22-7	279	Trujillo Herrada Armando	SE09-7	189
Strub P. Ted	SE01-6	145	Tunesi Annalisa	GET-8	56
Suárez Colche Luis E.	SIS-47 CARTEL	130	Turnbull Alan	GEOQP-15 CARTEL	78
Suárez Kuri Michelle	EG-7	15	UNAM Seismology Group	SE19-2	262
Suárez Kuri Michelle	GGA-14 CARTEL	67	Ulises Valencia Anibal	SIS-10	122
Suárez Lastra Manuel	CCA-1	2	Ulloa Pérez Ana Elsi	SE13-9 CARTEL	230
Suárez Martínez Raúl	EG-31	21	Ulloa Torres Marco Julio	OCE-17	87
Suárez Reynoso Gerardo	SE26-7 CARTEL	297	Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco	SE19-2	262
Suárez Vidal Francisco	SIS-9	121	Upegui Botero Fabio Mauricio	SIS-47 CARTEL	130
Suñé Puchol Ivan	SE11-18 CARTEL	218	Urrego Giraldo Ligia Estela	SE15-5	240
Tago Josué	SIS-24	125	Urrego Ligia	SE15-3	240
Talavera Mendoza Oscar	GEOQP-9	76	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOH-22 CARTEL	47
Tanahara Romero Sorayda Aime	SE01-25 CARTEL	150	Urrutia Fucugauchi Jaime	GEOPAL-10 CARTEL	71
Tappa Eric	SE23-3	282	Urrutia Fucugauchi Jaime	SE10-16	204
Taque Vázquez Julio Cesar	SE04-19	162	Urrutia Fucugauchi Jaime	SE16-1	244
Taran Yuri	SE17-12	254	Urrutia Fucugauchi Jaime	SE16-13	247
Taran Yuri	SE20-1	268	Urrutia Fucugauchi Jaime	SE16-18	248
Tassone Alejandro	SE10-3	200	Urrutia Fucugauchi Jaime	SE27-4	300
Tauze Lisa	SE10-30	207	Urrutia Odabachian A.	SE10-16	204
Taylor Shannon	SE09-11	190	Valderrama Membrillo Sergio	SIS-21	124
Tejeda Martínez Adalberto	CCA-31	8	Valderrama Membrillo Sergio	SIS-48 CARTEL	130
Tejeda Martínez Adalberto	RN-6	101	Valdés Barrón Mauro	CCA-14	5
Tejeda Martínez Adalberto	SE12-7	223	Valdés Barrón Mauro	CCA-15	5
Tejeda Martínez Adalberto	SE12-8	223	Valdés Carlos	SIS-33	127
Tejeda Martínez Adalberto	SE12-18 CARTEL	225	Valdés Carlos	SE19-6	263
Tejero Andrade Andrés	SE25-2	290	Valdés Galicia José Francisco	SE27-1	300
Téllez López Jorge	SE15-7	241	Valdés González Carlos	SIS-3	120
Tema Evdokia	SE10-34 CARTEL	208	Valdés González Carlos	SIS-38	128
Tema Evdokia	SE10-35 CARTEL	208	Valdés González Carlos	SIS-59 CARTEL	133
Temoltzin Loranca Yunuen	SE21-13	274	Valdés González Carlos	VUL-18 CARTEL	139
Tenorio Castelleros Dolores	SE09-1	188	Valdés González Carlos	SE08-13	182
Tenorio Castelleros Dolores	SE09-2	188	Valdés González Carlos	SE19-1	262
Tenorio Peña Alejandra	SE16-6	245	Valdés González Carlos	SE20-5 CARTEL	269
Terán Guerrero Anuar Gabriel	SE09-35 CARTEL	195	Valdés Martínez Edith Soledad	SE15-6	241
Tereshchenko Iryna	CCA-46 CARTEL	11	Valdes Melo Jacob Esdras	SE25-2	290
Tereshchenko Iryna	OCE-12	86	Valdez Moreno Gabriel	GEOQP-20 CARTEL	79
Tereshchenko Iryna	OCE-37 CARTEL	92	Valdez Moreno Gabriel	SE17-7	253
Terradillos Bernal Marcos	SE10-36 CARTEL	208	Valdéz Romero Eduardo	SE03-3	156
Teufel Bernardo Stephan	CCA-36	9	Valdivia Ornelas Luis	RN-3	100
Thunell Robert	SE23-3	282	Valdivia Silva Julio Ernesto	SE26-1	296
Tiesler Blos Vera	SE07-16 CARTEL	176	Valencia Anel Rosa Berenice	SE05-1	164
Tinoco Villa Mónica	SIS-5	121	Valencia Gasti José Augusto	SE01-18	148
Tinoco Villa Mónica Emilia	SIS-8	121	Valencia Islas Juan José	GP-1	50
Titkova Tatiana B.	CCA-46 CARTEL	11	Valencia Islas Juan José	SE25-11	292
Tjaden Sten	SE14-3	232	Valencia Moreno Martín	GET-10	56
Tolman Hendrik	SE14-3	232	Valencia Moreno Martín	GET-18	59
Tolson Gustavo	GET-6	55	Valencia Moreno Martín	GET-25 CARTEL	60
Tolson Jones Gustavo	GET-1	54	Valencia Moreno Martín	GGA-5	65
Tolson Jones Gustavo	SE17-3	252	Valencia Moreno Martín Andrés	GEOQP-6	75
Tonche Ramos Agustín Javier	GEOH-5	43	Valentin Maldonado Norma	SE09-5	189
Torres Alavez José Abraham	CCA-10	4	Valenzuela Raúl	SE19-6	263
Torres Carrillo Xóchitl	GEOQP-3	74	Valle Levinson Arnoldo	SE14-4	232
Torres Carrillo Xóchitl Guadalupe	GEOQP-2	74	Valle Montiel Eduardo Gpe.	SE05-2	164
Torres Cervantes Vania Nayely	SED-11	115	Valle Rodríguez Santiago	SE03-3	156
Torres De La Cruz Felipe de Jesús	PALEO-8	97	Valverde Esparza Sharon Magali	SIS-51 CARTEL	131
Torres De la Cruz Felipe de Jesús	SE21-6	273	Van der Westhuysen Andre	SE14-3	232
Torres Delgado Eunise Vanessa	SE01-3	144	Varela González Gricelda Gabriela	GEOH-7	43
Torres Delgado Vanessa	SE01-10	146	Vargas Meleza Liliana	SE21-1	272
Torres Freyermuth Alec	SE14-1	232	Vargas Ramos Rodrigo	CCA-42 CARTEL	10
Torres Freyermuth Alec	SE14-4	232	Varley Nicholas	SE17-12	254
Torres Freyermuth Alec	SE14-6	233	Vashakidze Goga	SE10-23	205
Torres Freyermuth Alec	SE14-21 CARTEL	236	Vashakidze Goga	SE10-46 CARTEL	211
Torres Gutiérrez Héctor Salvador	SE14-20	236	Vásquez Cruz Mario	SE04-9	160
Torres Hernández José Ramón	GEOQP-13	77	Vásquez Mónica	SE10-2	200
Torres Hernández José Ramón	RN-8	101	Vásquez Serrano Alberto	EG-41 CARTEL	23
Torres Hernández José Ramón	VUL-14	138	Vásquez Serrano Alberto	GET-6	55
Torres Hernández José Ramón	VUL-20 CARTEL	140	Vasquez Serrano Alberto	SE17-3	252
Torres Jaramillo Alejandro	CCA-1	2	Vázquez Aguirre Jorge	RN-1	100
Torres Jardón Ricardo	CCA-1	2	Vázquez Benítez Renato	GET-16	58
Torres Martínez Miguel Angel	SED-11	115	Vázquez Bucio M. Magdalena	SE11-21 CARTEL	219
Torres Morales Gilbert	RN-32 CARTEL	108	Vazquez Carlos	SE10-39 CARTEL	209
Torres Morales Gilbert Francisco	RN-7	101	Vázquez Duarte Alma	SE17-4	252
Torres Morales Gilbert Francisco	SIS-40	129	Vázquez González Rogelio	EG-3	14
Torres Morales Gilbert Francisco	SE25-1	290	Vázquez González Rogelio	GEOH-10	44
Torres Navarrete Carlos	SE15-2	240	Vázquez González Rogelio	GEOH-11	44
Torres Orozco Ernesto	SE14-8	233	Vázquez González Rogelio	GEOH-18 CARTEL	46
Torres Orozco Ernesto	SE21-2	272	Vázquez González Rogelio	GEOH-20 CARTEL	46

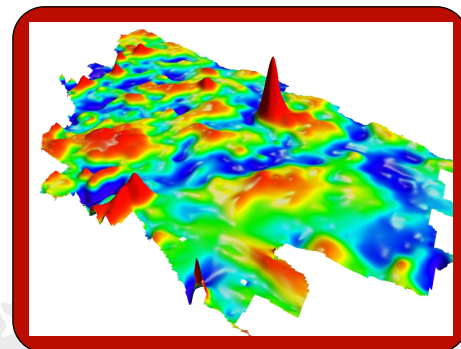
Vázquez Hernández Samuel	SE02-4	152	Vite del Angel Alberto Osmar	SED-16	116
Vázquez Martínez Irene	SE13-9 CARTEL	230	Vögler Santos Rodolfo Edward	SE13-7	229
Vázquez Peralta Heriberto Jesús	SE14-16	235	Vuillanueva Hernández Pablo	SE02-2	152
Vázquez Ramírez Daniel	GEOH-21 CARTEL	46	Walpersdorf Andrea	SE17-10	254
Vázquez Rosas Ricardo	SIS-34	127	Walpersdorf Andrea	SE19-7	263
Vázquez Rosas Ricardo	SIS-44 CARTEL	129	Walter Thomas	VUL-5	136
Vázquez Rosas Ricardo	SIS-46 CARTEL	130	Wattrus Nigel	EG-45 CARTEL	24
Vázquez Rosas Ricardo	SIS-52 CARTEL	131	Wdowinski Shimon	SE25-9	292
Vázquez Soca Aide	RN-15	103	Weber Bodo	GEOQP-8	76
Vázquez del Moral Manuel Alejandro	EG-6	15	Weber Bodo	GEOQP-21 CARTEL	80
Vega González Marina	SE26-6 CARTEL	297	Welsh Rodríguez Carlos Manuel	CCA-30	8
Vega Granillo Ricardo	GEOQP-9	76	West Michael	SIS-42 CARTEL	129
Vega Granillo Ricardo	SE22-1	278	Wiermann André	SE08-2	180
Vega Granillo Ricardo	SE22-2	278	William Bandy	EG-13	16
Vega Marina	SE09-14	191	Williamson David	SE16-9	246
Vega Marina	SE09-15	191	Wong Ortega Victor Manuel	SIS-41 CARTEL	129
Vegas N.	SE10-18	204	Wong Rueda Malinali	SE09-11	190
Vegas Nestor	SE10-24	206	Xu Shunshan	SE21-10	274
Vegas Nestor	SE10-46 CARTEL	211	Yadeun Angulo Juan	SE09-15	191
Velasco De León Patricia	SED-18 CARTEL	117	Yamamoto Jaime	SE19-6	263
Velasco Herrera Graciela	CCA-11	4	Yepez González Enrico	CCA-42 CARTEL	10
Velasco Herrera Graciela	FE-26 CARTEL	32	Yi Li Tan	SE19-1	262
Velasco Herrera Graciela	SE04-19	162	Yussim Guarneros Sergio	GP-4	50
Velasco Herrera Víctor Manuel	CCA-11	4	Yussim Guarneros Sergio	SED-18 CARTEL	117
Velasco Herrera Víctor Manuel	CCA-37	9	Yutsis Vsevolod	EG-7	15
Velasco Herrera Víctor Manuel	CCA-45 CARTEL	11	Yutsis Vsevolod	EG-15	17
Velasco Herrera Víctor Manuel	CCA-53 CARTEL	12	Yutsis Vsevolod	GET-17	59
Velasco Herrera Víctor Manuel	CCA-54 CARTEL	12	Yutsis Vsevolod	GGA-14 CARTEL	67
Velasco Herrera Víctor Manuel	EG-38 CARTEL	22	Yutsis Vsevolod	OCE-36	91
Velasco Herrera Víctor Manuel	EG-39 CARTEL	22	Yutsis Vsevolod	SE08-13	182
Velasco Herrera Víctor Manuel	FE-1	28	Yutsis Yutsis Vsevolod	GET-14	58
Velasco Herrera Víctor Manuel	FE-2	28	Zaitse Oleg	SE01-21 CARTEL	149
Velasco Herrera Víctor Manuel	FE-26 CARTEL	32	Zaitsev Oleg	OCE-3	84
Velasco Tapia Fernando	GET-25 CARTEL	60	Zaitzev Oleg	SE01-11	146
Velasco Tapia Fernando	GEOQP-4	74	Zaitzev Oleg	SE01-13	146
Velasco Tapia Fernando	SED-4	112	Zambrana Areas Xochilt Esther	GGA-4	64
Velasco Villarreal Miriam	GEOPAL-10 CARTEL	71	Zamora Camacho Araceli	VUL-17 CARTEL	139
Velasco de León María Patricia	SED-15	116	Zamorano Orozco José Juan	RN-8	101
Velasquillo Martínez Luis G.	SED-3	112	Zapata Carbonell Gonzalo	SE07-4	172
Velázquez Muñoz Federico	OCE-34	91	Zapata Carbonell José Gonzalo	SE07-3	172
Velázquez Muñoz Federico Angel	SE23-4	282	Zapata Meza Marcela	SE09-29	194
Velázquez Ruiz Antonio	CCA-7	3	Zapotita Roman Julián	FE-24 CARTEL	31
Velderrain Rojas Luis Alonso	SE21-12	274	Zapotitla Román Julián	EG-16	17
Vera Gabriela	SE19-6	263	Zarate Del Valle Pedro F.	SE16-21 CARTEL	249
Vera Guzmán Norberto	SE04-14	161	Zárate Santiago Arnulfo	SED-17 CARTEL	117
Vera Sánchez Pedro	RN-9	101	Zárate Villafranco Alejandro	SE01-20	148
Vera Sánchez Pedro	RN-11	102	Zarraluqui Such Victor	CCA-23	6
Vera Sánchez Pedro	RN-12	102	Zarza Alvarado Miriam Arianna	OCE-32	90
Verdin Muñoz Rodrigo	SED-21 CARTEL	118	Zavala Arriaga María Mercedes	SED-9	114
Verdugo Díaz Gerardo	SE13-8 CARTEL	229	Zavala Hidalgo Jorge	CCA-7	3
Vergara Huerta Filiberto	EG-45 CARTEL	24	Zavala Hidalgo Jorge	CCA-19	6
Victoriano Dionicio Juan Carlos	VUL-2	136	Zavala Hidalgo Jorge	CCA-28	7
Vidal Amaro Margarita	SE19-1	262	Zavala Hidalgo Jorge	CCA-29	7
Vidal García Martín Carlos	GGA-17 CARTEL	68	Zavala Hidalgo Jorge	CCA-32	8
Vidal García Martín Carlos	SE25-3	290	Zavala Hidalgo Jorge	CCA-50 CARTEL	12
Vidal Safor Erick	SE08-16	183	Zavala Hidalgo Jorge	OCE-13	86
Vidal Solano Jesús	GEOPAL-7 CARTEL	71	Zavala Hidalgo Jorge	OCE-22	88
Vidal Solano Jesús	SE22-1	278	Zavala Hidalgo Jorge	OCE-26	89
Vidal Solano Jesús Roberto	SE09-3	188	Zavala Hidalgo Jorge	OCE-29	90
Vidal Solano Jesús Roberto	SE18-10 CARTEL	260	Zavala Hidalgo Jorge	OCE-31	90
Vidal Solano Jesús Roberto	SE21-12	274	Zavala Hidalgo Jorge	OCE-32	90
Vidal Solano Jesús Roberto	SE21-17 CARTEL	276	Zavala Hidalgo Jorge	OCE-40 CARTEL	92
Vidal Solano Jesús Roberto	SE22-2	278	Zavala Hidalgo Jorge	SE14-10	234
Vidal Solano Jesús Roberto	SE22-5	279	Zavala Hidalgo Jorge	SE14-12	234
Vidal Solano Jesús Roberto	SE22-6	279	Zavala Sansón Luis	OCE-27	89
Vidal Solano Jesús Roberto	SE22-7	279	Zavala Sansón Luis	SE23-9	283
Vidal Solano Jesús Roberto	SE22-8	280	Zayas Saucedo María Elena	SE18-10 CARTEL	260
Vidal Villegas J. Antonio	SIS-11	122	Zea Sven	SE15-5	240
Vilas Juan Francisco	SE10-3	200	Zenteno Jiménez José Roberto	CCA-49 CARTEL	12
Villalain Santamaría J. J.	SE10-43 CARTEL	210	Zhao Xixi	SE10-20	205
Villalba María Lourdes	GEOH-22 CARTEL	47	Zhao Xixi	SE10-21	205
Villalba María de Lourdes	CCA-17	5	Zhao Xixi	SE10-40 CARTEL	209
Villalba María de Lourdes	GEOH-4	42	Zheng Zhong	SE10-40 CARTEL	209
Villalba María de Lourdes	GEOH-5	43	Zolitschka Bernd	SE10-6	201
Villalba María de Lourdes	RN-14	103	Zolotokrylin Alexander N.	CCA-46 CARTEL	11
Villalba María de Lourdes	RN-16	103	Zuñiga Alan	FE-24 CARTEL	31
Villalba María de Lourdes	SE26-3	296	Zúñiga Dávila-Madrid Francisco Ramón	SIS-28	126
Villanueva Díaz José	SE09-24	193	Zúñiga Dávila-Madrid Francisco Ramón	SIS-33	127
Villanueva Hernández Pablo	SE02-1	152	Zúñiga Dávila-Madrid Francisco Ramón	SIS-50 CARTEL	131
Villanueva Hernández Pablo	SE02-6 CARTEL	152	Zúñiga Dávila-Madrid Ramón	SIS-30	126
Villanueva Hernández Pablo	SE02-7 CARTEL	152	Zúñiga Dávila-Madrid Ramón	SE11-8	215
Villanueva Hernández Pablo	SE02-8 CARTEL	153	Zuñiga Dávila-Madrid Ramón	SE11-18 CARTEL	218
Villanueva Lascurain Daniel	GET-3	54			
Villanueva Lascurain Daniel	GEOQP-8	76			
Villanueva Lascurain Daniel	GEOQP-21 CARTEL	80			
Villanueva Urrutia Elba	CCA-24	6			
Villarreal Fuentes Janet	GEOQP-12	77			
Villarreal Fuentes Janet	GEOQP-23 CARTEL	80			
Villarreal Rodríguez Samuel	CCA-42 CARTEL	10			
Villaseñor Antonio	SIS-55 CARTEL	132			
Villaseñor Martínez Ana Bertha	PALEO-9	98			
Villaseñor Pedro	SE09-1	188			
Villegas Bernal Jazmín Guadalupe	GET-21 CARTEL	60			
Villegas Nancy	SE15-5	240			
Villela y Mendoza Almendra	EG-30	20			
Vincenzo Costanzo	SE10-13	203			
Virieux Jean	SIS-24	125			

Discover More with GEM

Archaeology

Modern geophysical tools provide archaeologists with excellent results **discovering new historical** areas. **GEM's** magnetometers and gradiometers offer proven methods for environmentally friendly prospecting. They **reduce** survey costs, **deliver** high-volume **detailed data**, and help plan digs for **maximum efficiency**.

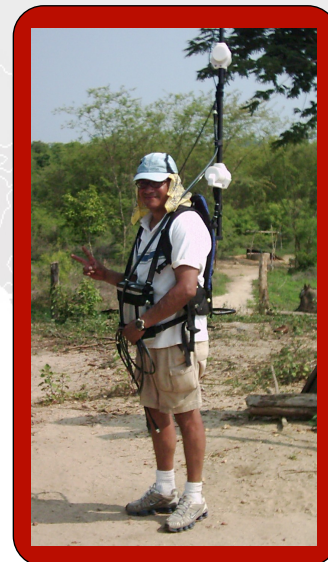
GEM offers archaeological professionals cost-effective, reliable, light-weight systems with **GPS** options to augment field results.



Mining

Magnetics represent one of the most effective exploration methods outlining structure, geology, and ore deposits. This method continues to deliver across the world with **results** that have led to many discoveries.

GEM is a world-leader in supplying reliable, easy-to-use, and accurate instruments for projects in many different environments. Ground, airborne, and base station units are available with the **highest data quality** and specifications.



MSc. Esteban Hernandez
nam, Instituto de Geofisica

Magnetic Observatories

Magnetic Observatories continuously measure and record the Earth's magnetic field at a number of locations.

GEM's GSM-90 EUROMAG is optimized for use in **magnetic observatories** and **long term monitoring** arrays in volcanology. It offers **long term stability** and **high accuracy**, as well as **high resolution**.

For your next investment, consider **GEM**.



WWW.GEMSYS.CA

Our World is **Magnetic**

Dataciones radiocarbónicas NO deberían demorar una eternidad



Mesa #E7

BETA

Beta Analytic

Datación por Radiocarbono
Desde 1979

- Resultados entregados a partir de 2 o 3 días
- Mediciones en conformidad con la ISO 17025
- Excelente servicio al cliente

Australia

Brasil

China

India

Japón

UK

EE.UU

Visite www.radiocarbon.com para obtener detalles

Recordamos a todos los miembros de la Unión Geofísica Mexicana, A.C.
que la cuota es de \$300.00 para investigadores
y \$150.00 para estudiantes.

página internet: www.ugm.org.mx

Con un cordial saludo

Luis A. Delgado Argote y Ligia Pérez Cruz
Editores

Costo anual de anuncios en GEOS

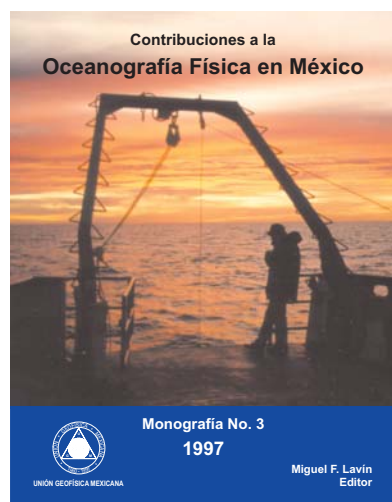
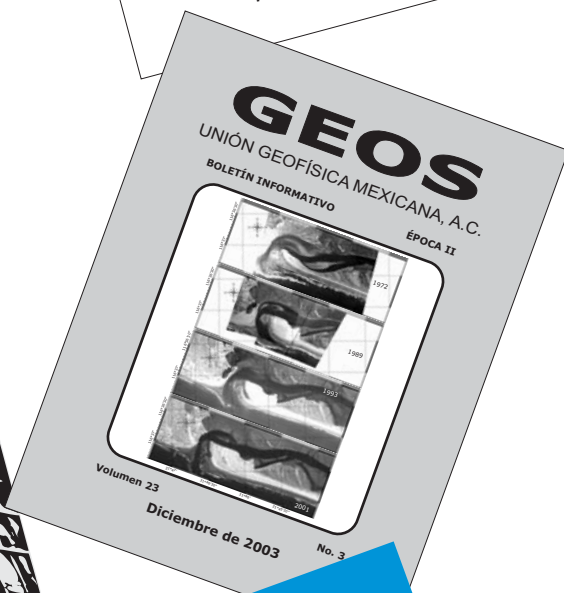
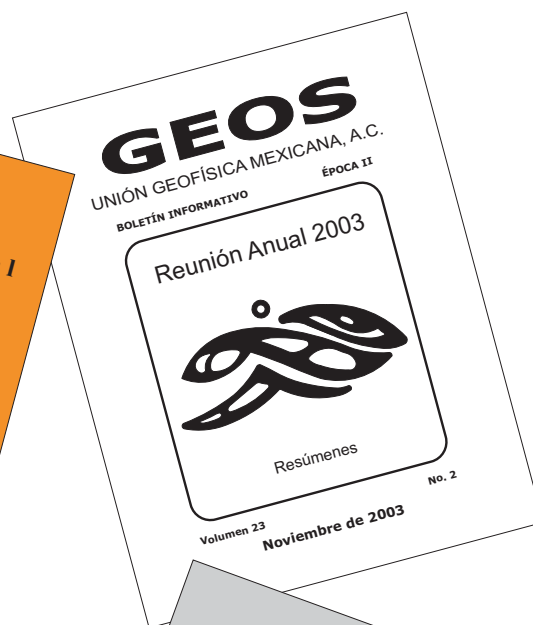
Instituciones:	Comerciales y gubernamentales	Académicas
Página completa	\$4,000.00	\$2,000.00
Media página	\$2,000.00	\$1,000.00

GEOS

Información con:

Ivonne Pedrín Morales
División de Ciencias de la Tierra
Tel: 01(646)174-5050
Ext: 26004
Correo electrónico: ipedrin@cicese.mx





Tus trabajos de investigación y divulgación tienen cabida en estos foros de la Unión Geofísica Mexicana, A.C.