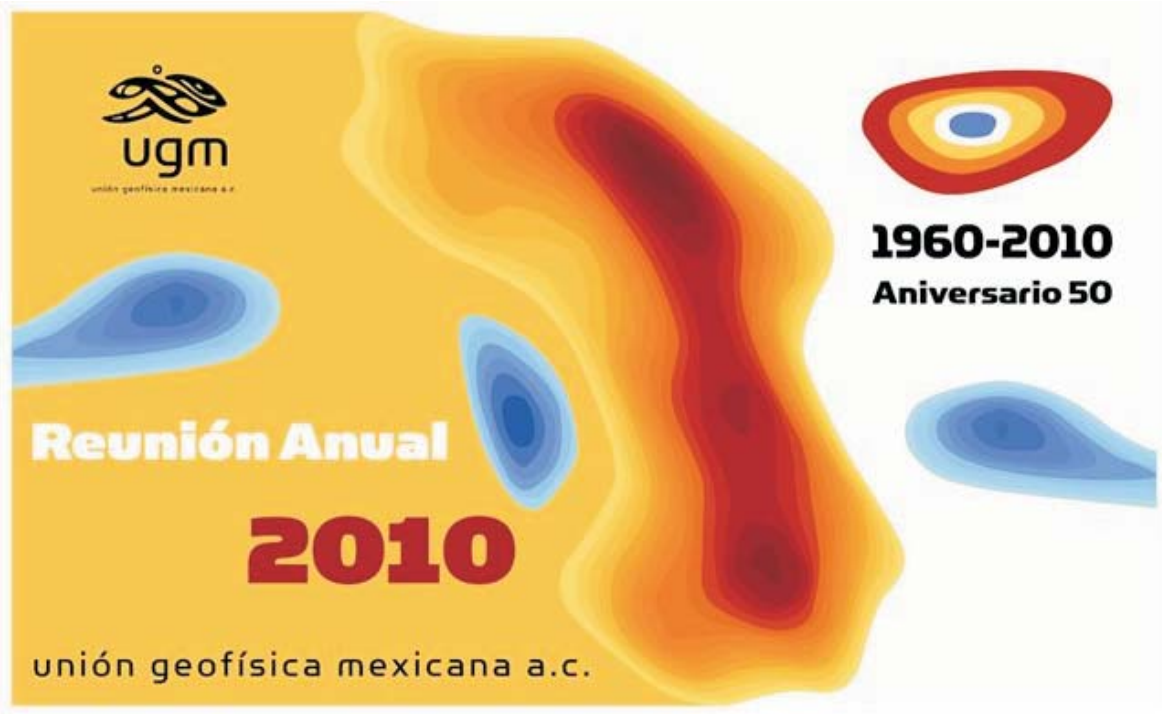
Unión Geofísica Mexicana, A.C.

geos



Volumen 30
No. 1
Noviembre de 2010

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 2010-2011

Dr. Julián Adem Chain
Presidente Honorario

Dr. José Manuel Romo Jones
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Presidente

Dr. Avto Gogichaisvili
Instituto de Geofísica, UNAM
Vicepresidente

Dr. Héctor López Loera
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica
Secretario General

Dr. Raúl Castro Escamilla
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Secretario de Investigación

Dr. Claudia Arango Galván
Instituto de Geofísica, UNAM
Secretario de Difusión

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

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

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

Editores Principales

Luis A. Delgado Argote
ldelgado@cicese.mx
CICESE

Claudia Arango Galván
claudiar@geofisica.unam.mx
UGM

Comité Editorial

Harald Böhnel, 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, Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Manuel Grajales N., Instituto Mexicano del Petróleo
Margarita López Martínez, CICESE
Alejandro Hinojosa Corona, CICESE
Miguel Lavín Peregrina, CICESE
Luis Munguía Orozco, CICESE
Jorge Ledesma Vázquez, UABC
Domitilo Pereyra, Universidad Veracruzana
Francisco José Sánchez Sesma, UNAM
Miguel Téllez, UABC
Gustavo Tolson, UNAM
Carlos Suárez Plascencia, Universidad de Guadalajara

Apoyo Técnico Editorial

Angel Daniel Peralta Castro
María Cristina Álvarez Astorga
Alejandro F. Nava Pichardo

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

La celebración del 50 aniversario de nuestra organización debe ser motivo de júbilo, de alegría y de satisfacción, pero también nos ofrece una oportunidad para el análisis, para la reflexión, para la previsión del futuro que queremos para la UGM. No es fácil que organizaciones civiles como la nuestra se preserven en el tiempo, que crezcan se desarrollen y maduren hasta conseguir la masa crítica necesaria para garantizar su futuro. Cuando nacen son organismos frágiles y vulnerables que fácilmente pueden desaparecer. Nuestra propia historia lo muestra: al impulso inicial del grupo fundador encabezado por Julián Adem en 1960, tuvo que seguir un segundo impulso renovador en 1980, esta vez por parte de un nuevo grupo de entusiastas encabezados por Francisco Medina. Y no bastó la energía de estos impulsos, fue necesario el trabajo cotidiano, incansable, persistente, de Francisco Medina primero y más tarde de Luis Delgado, para que la UGM fuera poco a poco desarrollándose y adquiriendo fortaleza. El apoyo incondicional del Instituto de Geofísica de la UNAM y del CICESE fueron sin duda factores fundamentales para lograr este desarrollo. Pero definitivamente, es la participación activa de cada vez mayor número de personas interesadas en las ciencias de la Tierra: académicos, estudiantes, profesionales, empresarios, prestadores de servicios, etc., lo que ha dado a la UGM la fortaleza que hoy tiene y que con justa satisfacción podemos celebrar.

Durante todo este tiempo ha habido muchas personas que han aportado ideas, trabajo, entusiasmo y esfuerzo a la UGM, no solo académicos, también personal técnico y de apoyo, particularmente para la organización de las reuniones anuales y en la edición técnica de Geos. Es imposible nombrarlas a todas sin el riesgo de omitir a muchas, todas ellas contribuyeron a construir la UGM, todas ellas pueden sentirse justamente satisfechas, es a ellas a quienes estamos celebrando el día hoy.

Estoy seguro que cada miembro activo de la UGM tiene una visión particular del futuro que espera a nuestra organización. Sin embargo habrá temas que seguramente comparte la mayor parte de nuestra membresía. La UGM del futuro es una organización profesional que ofrece múltiples foros académicos que inciden sustancialmente en el avance de las distintas especialidades de las geociencias; es el mejor vehículo para la divulgación de las ciencias de la Tierra en nuestro país y uno de los mejores en Latinoamérica; es factor determinante para la motivación de estudiantes y para el desarrollo de nuevos talentos; es conducto para la difusión pública de nuestras actividades y de su importancia social.

Alcanzar esta visión de futuro no será una tarea fácil, pero tampoco lo ha sido cumplir los primeros 50 años. Nuestra corta historia nos enseña que es cuestión de dedicación, de persistencia, de solidaridad interna, de nuevas ideas, de más trabajo y de más esfuerzo, de parte de todos nuestros miembros. Quienes celebren el centenario de la UGM sabrán si este sueño se hizo realidad, y seguramente fijarán metas más ambiciosas para el siguiente cincuentenario.

Dr. José Manuel Romo Jones
Presidente 2010-2011
Unión Geofísica Mexicana A.C.

Semblanza de Julián Adem: fundador de la UGM

Por: René Garduño L.

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Decía Adolfo López Mateos: "El que no tenga un amigo libanés, que se lo consiga". Con Julián Adem lo atestiguo personalmente. Nació en Tuxpan, Veracruz, en 1924, de padres inmigrantes establecidos en ese puerto. Allí cursó hasta la preparatoria; sobresalió en los estudios y en el deporte, principalmente en voleibol; también practicaba el dibujo y la pintura. Ya entonces se notaba su inclinación por las artes gráficas, que luego culminaría en las revistas científicas. En la prepa fundó y dirigió una publicación que se llamó Juventud; en ella escribió, dibujó y también se metía a la imprenta a colaborar manualmente; él mismo confiesa cierta adicción por la tinta.

Concluido su ciclo provinciano y costeño, el joven Julián se entregó para siempre a la Universidad Nacional. En la espléndida sede decimonónica de la ingeniería y las ciencias exactas, en el Palacio de Minería, hizo la carrera de ingeniero civil y también cursó matemáticas. Su tesis profesional fue sobre efectos sísmicos en estructuras, dirigida por Don Alberto Flores, que encabezaba la Escuela Nacional de Ingenieros. Buscando información para la tesis, fue a dar a la ciencia que luego escogió para dedicarse: la geofísica. Conoció a Don Ricardo Monges López, director del Instituto de Geología, quien ofreció trabajo al nuevo ingeniero. Éste aceptó y unos años después pasó al Instituto de Geofísica, fundado por Don Ricardo. En esa época abordó problemas de elasticidad y vibraciones, colaborando con Marcos Moshinsky, quien lo impulsó a ir a estudiar al extranjero. Se fue a la Universidad de Brown, en Rhode Island, y en cinco semestres se hizo doctor en matemáticas aplicadas.

De regreso a México conoció a Carl Wallen, comisionado por la UNESCO para formar el Instituto de Ciencia Aplicada, quien orientó a Adem hacia la física de la atmósfera y lo puso en contacto con Carl Rossby, director del Instituto Internacional de Meteorología. Así llegó a Estocolmo, donde hizo amistad y trabajó con los más eminentes meteorólogos del mundo, durante casi dos años. Una tarde escandinava, el mismo Rossby invitó un café a Adem y en una servilleta le delineó un problema: la teoría del movimiento de un ciclón. Adem dedujo una solución analítica que reprodujo fielmente el típico desplazamiento al noroeste del vórtice. Éste y otros artículos subsecuentes suyos fueron publicados en la revista Tellus. Sus trabajos sobre huracanes fueron bien valorados desde su aparición, se volvieron clásicos y, luego de 40 años, han tenido una oleada de citas.

Su segundo regreso a la patria fue también el inicio de la larga carrera directiva de Julián Adem. En un puesto creado para él, director auxiliar del Instituto de Geofísica, coordinó la participación mexicana en el año Geofísico Internacional (1957-58), encabezó la expedición científica a Isla Socorro y, naturalmente, impulsó la meteorología universitaria. En 1959 fue nombrado director del Instituto. Trajo a Jerome Namias por unas semanas a México y luego éste llevó a Adem a Washington, D.C., por varias estancias de años. Entre la UNAM y el Centro Nacional de Meteorología de Estados Unidos (cuya División de Pronóstico Extendido dirigía Namias), creó su obra principal: el Modelo Termodinámico del Clima. Este modelo es pionero en la representación físico-matemática del clima y el enfoque termodinámico de sus procesos; desde el principio ha funcionado, reproduce bien el ciclo anual del clima en el hemisferio norte, es acertado en la predicción climática mensual y pronostica la temperatura del océano, puede diagnosticar el paleoclima y simular el cambio climático global por efecto invernadero antropógeno. Desde que surgió, en los primeros años de la década de los sesenta, el Modelo Termodinámico se ha enriquecido continuamente y sus aplicaciones se han diversificado. Trabajando con Adem desde hace 35 años, he aportado algo en esta dirección. Junto con otros colegas ahora lo aplicamos a modelar el clima de los siglos pasados y las décadas futuras, incluyendo el efecto combinado de la variabilidad solar y los rayos cósmicos; también lo hemos adaptado a simular el clima de Marte y de Venus. Su Modelo Termodinámico del Clima es usado en varios países; destaca la colaboración académica con investigadores de la Universidad Católica de Lovaina, Bélgica, del Instituto Max Planck de Meteorología de Hamburgo, Alemania, y de la Universidad de Columbia, en Nueva York, instituciones que Adem ha visitado por meses.

Julián Adem ha sido promotor de la ciencia, ha generando infraestructura e instituciones. Hace 50 años, el 15 de noviembre de 1960, fundó la Unión Geofísica Mexicana y en 1961 la revista Geofísica Internacional, en 1977 el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM y en 1988 la revista Atmósfera, ambas revistas están incluidas en el Science Citation Index.

Con afecto a su provincia, impulsó en 1976 la creación de la Licenciatura en Ciencias Atmosféricas en la Universidad Veracruzana, para lo que consiguió apoyo internacional. Ha sido una especie de "director de carrera", entre el Instituto de Geofísica y el Centro de Ciencias de la Atmósfera lo fue por casi 25 años, con habilidad, visión y honestidad. Sin embargo, es más académico que directivo; siempre dedicó por lo menos la mitad de su tiempo a la investigación. Dice que la obra científica trasciende a los puestos de autoridad y considera la formación de recursos humanos una actividad aún más trascendente. Por eso ha sido docente asiduo, sobre todo de la Licenciatura de Física en la Facultad de Ciencias. Atrae estudiantes y considera esencial la retroalimentación desde los jóvenes.

Julián Adem es todo un caballero, sencillo y metódico, un aristócrata. Toda la vida ha tenido buena apariencia: delgado, sano y vigoroso. Aunque es modesto y reservado, considera que su presencia cotidiana en el Centro de

Ciencias de la Atmósfera ha sido motivante y paradigmática. Es franco, accesible y cortés con todos: académicos, estudiantes y administrativos; y para todo, desde un saludo en el pasillo hasta una discusión técnica en su cubículo.

Es leal a la ciencia, a la UNAM y a México. En lo económico y político dice que hay que jugársela con la institución y el país. Es patriota y universitario de corazón. Recomienda la honestidad como divisa para todo, particularmente en la investigación científica.

Julián Adem ha sido justamente reconocido. La República lo hizo miembro de El Colegio Nacional (1974) y le entregó el Premio Nacional de Ciencias (1976), su estado le otorgó el doctorado honoris causa de la Universidad Veracruzana (1993) y la medalla Adolfo Ruiz Cortines (1994), la UNAM lo hizo investigador emérito (1992) y le dio el Premio Universidad Nacional (1993). La Unión Geofísica Mexicana le otorgó la medalla Mariano Bárcena en 1994 y el título de Presidente Honorario. Junto con su hermano José, topólogo eminente, repitieron el hecho insólito de los Caso (Alfonso y Antonio): dos hermanos miembros de El Colegio Nacional, la máxima distinción en México.

Por sus elevados méritos, ¡Larga vida a Julián Adem y su obra!

Estructura de la Reunión Anual 2010

La Reunión Anual 2010 nos ofrece una muestra de la calidad, cantidad y diversidad de los trabajos que nuestra comunidad ha estado desarrollando recientemente. Tenemos un total de 588 trabajos en 33 sesiones, 17 de ellas sesiones especiales. Notablemente, los trabajos relacionados con Riesgos Naturales suman más de 100, un área en la que el trabajo interdisciplinario es importante y en donde la UGM proporciona un foro que promueve la interacción de expertos en distintas especialidades. Hay una cantidad importante de trabajos en temas tradicionales como Atmósfera, Oceanología, Sismología, Vulcanología y Tectónica. Sesiones especiales como: el Segundo Simposium de Arqueometría, el Proyecto Teopancazco en Teotihuacán, Registros geofísicos en pozos, Nuevas técnicas en el estudio de suelos, 40 años de Educación Geofísica, son una muestra de la diversidad temática que interesa a nuestra comunidad.

Como parte especial de la Reunión 2010, tenemos la participación de muy distinguidos miembros de la UGM impartiendo conferencias plenarias en las distintas áreas que cultivamos. Nuestro agradecimiento sincero a Servando de la Cruz, Luca Ferrari, José Gómez, Cinna Lomnitz y Héctor Pérez de Tejada, por ofrecernos la oportunidad de revisar el avance y las perspectivas en cada una de las ciencias de su especialidad.

Conferencias Plenarias

Uso de la dinámica de fluidos en la física espacial
Héctor Pérez de Tejada, Instituto de Geofísica, UNAM

El paradigma actual de la vulcanología física
Servando de la Cruz, Instituto de Geofísica, UNAM

Avances de la sismología mexicana en los últimos 50 años
Cinna Lomnitz, Instituto de Geofísica, UNAM

La compleja relación entre magmatismo, tectónica y geodinámica en el centro de México: la Faja Volcánica Trans-Mexicana
Luca Ferrari, Centro de Geociencias, UNAM

La Oceanografía Física en México durante el periodo 1960-2010
José Gómez Valdés, División de Oceanología, CICESE

Sesiones Regulares

Climatología, cambios climáticos y atmósfera (CCA)
Organizadores:
María Tereza Cavazos Pérez, División de Oceanología, CICESE
Víctor Manuel Mendoza Castro, Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Exploración Geofísica (EG)
Organizadores:
Francisco J. Esparza, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
William Bandy, Instituto de Geofísica, UNAM
Andrés Tejero Andrade, Facultad de Ingeniería, UNAM

Física Espacial (FE)
Organizadora:
Blanca Mendoza, Instituto de Geofísica, UNAM

Geodesia (GEOD)
Organizadores:
Enrique Cabral Cano, Instituto de Geofísica, UNAM
Ramón García López, Ciencias de la Tierra, UAS

Geohidrología (GEOH)
Organizadores:
Graciela Herrera Zamarrón, Instituto de Geofísica, UNAM
Antonio Cardona Benavides, Facultad de Ingeniería, UASLP
Rogelio Vázquez González, División de Ciencias de la Tierra, CICESE

Geología del petróleo (GP)
Organizador:
Jaime Rueda Gaxiola, Ciencias de la Tierra, ESIA, IPN

Geología estructural y tectónica (GET)
Organizadores:
Gabriel Chávez, Ciencias de la Tierra, UANL
Martín Valencia, Instituto de Geología, ERNO, UNAM

Geología y geofísica ambiental (GGA)
Organizadores:
René Chávez Segura, Instituto de Geofísica, UNAM
Carlos Francisco Flores Luna, División de Ciencias de la Tierra, CICESE

Geomagnetismo y paleomagnetismo (GEOPAL)
Organizadores:
Luís Alva Valdivia, Instituto de Geofísica, UNAM
Harald Böhnel, Centro de Geociencias, UNAM

Geoquímica y petrología (GEOQP)
Organizadores:
Bodo Weber, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Raymundo Martínez Serrano, Instituto de Geofísica, UNAM

Oceanología (OCE)
Organizadores:
Ligia L. Pérez Cruz, Instituto de Geofísica, UNAM
David Salas de León, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

Paleontología (PALEO)
Organizadores:
Javier Helenes Escamilla, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Ana Luisa Carreño, Instituto de Geología, UNAM

Sedimentología y estratigrafía (SED)
Organizadores:
José Luís Rodríguez, Instituto de Geología, ERNO, UNAM
Francisco Javier Grijalva, Departamento de Geología, UNISON

Sismología (SIS)
Organizadores:
Ramón Zúñiga, Centro de Geociencias, UNAM
Raúl Castro, División de Ciencias de la Tierra, CICESE

Vulcanología (VUL)
Organizadores:
Lucia Capra, Centro de Geociencias, UNAM
Gerardo Carrasco, Centro de Geociencias, UNAM

Sesiones Especiales

Nuevas metodologías, enfoques y técnicas de estudio de los suelos (SE01)
Organizadores:
Francisco Bautista, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM
Ma. Carmen Delgado, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM
Bertha Aguilar Reyes, Instituto de Geofísica, UNAM

Registros geofísicos de pozos en la exploración y explotación de recursos (SE02)
Organizador:
Enrique Coconi Morales, Instituto Mexicano del Petróleo

Interacciones físico-biológicas en el Pacífico Tropical frente a México (SE03)
Organizadores:
Emilio Beier, Oceanología Unidad La Paz, CICESE
Miguel Lavín, División de Oceanología, CICESE

Riesgos geológicos e hidrometeorológicos (SE04)
Organizadores:
David A. Novelo Casanova, Instituto de Geofísica, UNAM
Victor Magaña Rueda, Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

El sismo de Baja California (Mw 7.2) del 4 de abril de 2010 (SE05)
Organizadores:
Victor Wong Ortega, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Luis Munguía Orozco, División de Ciencias de la Tierra, CICESE

Segundo simposio sobre los avances y perspectivas de la arqueometría en México (SE06)
Organizadores:
Ana María Soler Arechalde, Instituto de Geofísica, UNAM
Laura Beramendi Orozco, Instituto de Geología, UNAM
Galia González Hernández, Instituto de Geofísica, UNAM
Jasinto Robles Camacho, Centro INAH, Michoacán
Yuki Hueda Tanabe, Centro INAH, Oaxaca

Estudios arqueométricos del Proyecto Teopancazco en Teotihuacán (SE07)
Organizadora:
Linda R. Manzanilla N., Instituto de Investigaciones Antropológicas

Dinámica y evolución de la zona de subducción de Mesoamérica y la Faja Volcánica Transmexicana (SE08)
Organizadores:
Juan Contreras Pérez, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Xyoli Pérez-Campos, Instituto de Geofísica, UNAM

Redes sísmicas. 100 años del Servicio Sismológico Nacional: La importancia de las redes sísmicas en el conocimiento de los sismos y su mitigación (SE09)
Organizadores:
Carlos Valdés González, Instituto de Geofísica, UNAM
Luis Quintanar Robles, Instituto de Geofísica, UNAM

Avances en el estudio de la contaminación ambiental y su relación con las Ciencias de la Tierra (SE10)
Organizadores:
Antonio Hernández-Espriú, Facultad de Ingeniería, UNAM
José Santos Jallath, Facultad de Ingeniería, UNAM

Modelación matemática computacional de sistemas terrestres (SE11)
Organizadores:
Guillermo Hernández García, Instituto de Geofísica, UNAM
Norberto Vera Guzmán, Instituto de Geofísica, UNAM
Agustín Alberto Rosas Medina, Instituto de Geofísica, UNAM

40 años de educación geofísica (SE12)
Organizadores:
David Escobedo Zenil, Facultad de Ingeniería, UNAM
Martín Cárdenas Soto, Facultad de Ingeniería, UNAM
Xyoli Pérez Campos, Instituto de Geofísica, UNAM

The large and destructive earthquakes of 2010 (SE13)
Organizadores:
Vala Hjorleifsdottir, Instituto de Geofísica, UNAM
Denis Legrand, Instituto de Geofísica, UNAM

Extensión y magmatismo durante la ruptura continental en el Golfo de California (SE14)
Organizadores:
Luca Ferrari, Centro de Geociencias, UNAM
Arturo Martín Barajas, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Margarita López Martínez, División de Ciencias de la Tierra, CICESE

Climas y océanos del pasado (SE15)
Organizador:
Juan Carlos Herguera, División de Oceanología, CICESE

50 años de estudios geofísicos en México: el trabajo del Dr. Ignacio Galindo (SE16)
Organizadores:
Edgar Gerardo Pavía, División de Oceanología, CICESE
Tonatiuh Domínguez, Observatorio Vulcanológico, UCOL

Oceanografía del Banco de Campeche y su zona litoral (SE17)
Organizadores:
Gilberto Jerónimo Moreno, Facultad de Ciencias, UNAM
Paulo Salles, Instituto de Ingeniería, campus Yucatán, UNAM

Cursos

Exploración sub-salina "Onshore"
Instructores:
Ricardo Flores Capetillo, Compañía Mexicana de Exploraciones S.A. de C.V.
Adán E. Oviedo Pérez, Compañía Mexicana de Exploraciones S.A. de C.V.
Joaquín Velázquez Rodríguez, Compañía Mexicana de Exploraciones S.A. de C.V.
Claudia V. Romero Rodríguez, Compañía Mexicana de Exploraciones S.A. de C.V.
Fernando Cuevas Rivera, Compañía Mexicana de Exploraciones S.A. de C.V.
Jorge R. Vera Sánchez, Compañía Mexicana de Exploraciones S.A. de C.V.

Elaboración de mapas de peligros volcánicos: herramientas de simulación, visualización mediante SIG y publicación en GoogleEarth
Instructores:
Lucía Capra, Centro de Geociencias, UNAM
Groppelli, G., CNR, Universitá degli Studi di Milano, Italia
Sulpizio, R., Universitá di Bari, Italia
Bonasia, R., Centro de Geociencias, UNAM
Manea, M., Centro de Geociencias, UNAM
Norini, G., Centro de Geociencias, UNAM

Determinación y representación de las características sedimentológicas de depósitos clásticos
Instructores:
Borselli, L., CNR IRPI, Florencia, Italia
Sarocchi, D., Instituto de Geología, UASLP
Sulpizio, R., Universitá di Bari, Italia
Caballero, L., Instituto de Geología, UNAM
Capra, L. Centro de Geociencias, UNAM

Taller de capacitación ScienceDirect
Instructora:
Erika Hernández Macías, Elsevier

Taller de capacitación Scopus
Instructora:
Erika Hernández Macías, Elsevier

Expositores

Ampere, Simonett W, S.A. de C.V.
www.ampere.com.mx

Centro de Geociencias, UNAM
www.geociencias.unam.mx

CGG Veritas Services de México
www.cggveritas.com

Elsevier
www.elsevier.com

GEM Systems, Advanced Magnetometers
www.gemsys.ca

Instrumentos Geocientíficos, Grupo Geoelec
www.geoelec.com.mx

Posgrado en Ciencias de la Tierra, CICESE
www.cicese.mx

Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM
www.geofisica.unam.mx/posgrado

Servicios Geofísicos Especializados
serviciosgeofisicos.com

Sigmetric, Kinemetrics
www.sigmetric.com

Instituciones Participantes

	Institución	País
1	Technische Universität Darmstadt, Institut für Angewandte Geowissenschaften	Alemania
2	Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires	Argentina
3	Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas	Argentina
4	Grupo de Partículas y Campos del Centro Atómico Bariloche	Argentina
5	Universidad de Buenos Aires	Argentina
6	Australian National University, Research School of Earth Sciences	Australia
7	CSIRO Land and Water	Australia
8	Curtin University, Western Australian School of Mines, Kalgoorlie WA	Australia
9	Queensland University of Technology, School of Natural Resources Sciences	Australia
10	Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Instituto de Oceanografía	Brasil
11	Universidade de São Paulo, Geofísica e Ciências Atmosféricas	Brasil
12	Goldcorp, Inc. Los Filos	Canadá
13	University of Alberta	Canadá
14	Pontificia Universidad Católica de Chile, Instituto de Geografía	Chile
15	Universidad de Chile	Chile
16	Universidad Nacional de Colombia	Colombia
17	Universidad de Costa Rica, Red Sísmica Nacional	Costa Rica
18	Universidad Nacional, Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica	Costa Rica
19	CUJAE_CIH La Habana	Cuba
20	Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa	Cuba
21	Centro Superior de Investigaciones Científicas, Instituto de Ciencias de la Tierra "Jaume Almera"	España
22	Consejo Superior de Investigaciones Científicas	España
23	Estación Volcanológica de Canarias	España
24	Real Observatorio de la Armada Española	España
25	Universidad Complutense de Madrid	España
26	Universidad de Alicante, Instituto de la Biodiversidad	España
27	Universidad de Almería	España
28	Universidad de Barcelona	España
29	Universidad de Burgos	España
30	Universidad de Santiago de Compostela, MeteoGalicia	España
31	Universidad de Valencia	España
32	Universidad del País Vasco	España
33	Universidad Politécnica de Valencia, Instituto de Restauración del Patrimonio	España
34	Universitat Autònoma de Barcelona , Institut de Ciencies i Tecnologia Ambientales, Barcelona	España
35	Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement	Francia
36	CNRS and University of Montpellier	Francia
37	Géosciences Montpellier, CNRS and Université Montpellier 2	Francia
38	Institut de minéralogie et de physique des milieux condensés	Francia
39	Institut de Physique du Globe de Paris	Francia
40	Institut de Recherche pour lé Developpement	Francia
41	Instituto Francés del Petróleo	Francia
42	Laboratoire de Géologie Ecole Normale Supérieure Paris	Francia

43	Saint-Maur, Instituto de Física de Globo de Paris	Francia
44	Université Aix, Marseiile	Francia
45	Université de Bretagne Occidentale UMR/CNRS "Domaines Océaniques"	Francia
46	Université de Nice Sophia-Antipolis,Géoazur	Francia
47	Université de Savoie, Laboratoire de Géophysique Interne et Tectonophysique, CNRS	Francia
48	Université de Strasbourg, Institut de Physique du Globe de Strasbourg, CNRS	Francia
49	Université d'Orleans	Francia
50	Université Joseph Fourier	Francia
51	David Agmashenebeli University	Georgia
52	Geological Institute of Hungary	Hungría
53	National Geophysical Research Institute, Hyderabad	India
54	CNR-IGG, Sezione di Firenze	Italia
55	INGV, Instituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Palermo	Italia
56	Research Institute for Geo-hydrological Protection, CNR-IRPI	Italia
57	Università degli Studi della Calabria	Italia
58	Università di Bari, Dipartimento Geomineralogico	Italia
59	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	México
60	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	México
61	Centro de Ciencias de Sinaloa	México
62	Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora	México
63	Centro de Investigación Científica de Yucatán	México
64	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada	México
65	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, División de Ciencias de la Tierra	México
66	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, División de Física Aplicada	México
67	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, División de Oceanología	México
68	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Unidad La Paz	México
69	Centro de Investigación en Geografía y Geomática "Ing. Jorge L. Tamayo" A.C.	México
70	Centro de Investigación en Matemáticas	México
71	Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C.	México
72	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste	México
73	Centro de Investigaciones en Óptica, A.C.	México
74	Centro Nacional de Prevención de Desastres	México
75	Colegio de Michoacán	México
76	Colegio de Postgraduados	México
77	Comisión Federal de Electricidad	México
78	Comisión Nacional del Agua, Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México	México
79	Consultores en Ingeniería Geofísica S.A. de C.V.	México
80	Corporación Ambiental de México, S.A. de C.V.	México
81	Dirección General de Protección Civil del Estado de México	México
82	El Colegio de Michoacán A.C., Centro de Estudios Arqueológicos	México
83	EPYESA	México
84	Escuela Nacional de Antropología e Historia	México
85	Estrasoli, S.A. de C.V.	México
86	Geofísica Exploraciones	México
87	Grupo Espeleológico Vaxakmen A.C.	México

88	Instituto de Ecología A.C.	México
89	Instituto de Ecología y Medio Ambiente de Zacatecas	México
90	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua	México
91	Instituto Mexicano del Petróleo	México
92	Instituto Nacional de Antropología e Historia	México
93	Instituto Nacional de Antropología e Historia, Querétaro	México
94	Instituto Nacional de Antropología e Historia, Coahuila	México
95	Instituto Nacional de Antropología e Historia, Dirección de Salvamento Arqueológico	México
96	Instituto Nacional de Antropología e Historia, Durango	México
97	Instituto Nacional de Antropología e Historia, Laboratorio de Arqueometría del Occidente	México
98	Instituto Nacional de Antropología e Historia, Michoacán	México
99	Instituto Nacional de Antropología e Historia, Museo del Templo Mayor	México
100	Instituto Nacional de Antropología e Historia, Subdirección de Laboratorios y Apoyo Académico	México
101	Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica	México
102	Instituto Nacional de Estadística y Geografía	México
103	Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares	México
104	Instituto Nacional de Pesca, Manzanillo	México
105	Instituto Politécnico Nacional	México
106	Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Mérida	México
107	Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigaciones Computacionales	México
108	Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas	México
109	Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Michoacán	México
110	Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Oaxaca	México
111	Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo	México
112	Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura	México
113	Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología	México
114	Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica	México
115	Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, División de Ciencias Ambientales	México
116	Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, División de Geociencias Aplicadas	México
117	Instituto Tecnológico de Chihuahua II	México
118	Instituto Tecnológico de Ciudad Madero	México
119	Instituto Tecnológico de La Paz	México
120	Instituto Tecnológico Superior de Cajeme	México
121	Instituto Tecnológico Superior de Tacámbaro	México
122	Instituto Tecnológico Superior de Zapopan	México
123	NetBrains	México
124	PEMEX	México
125	Protección Civil del Estado de Chiapas	México
126	PyroSmart México S.A. de C.V.	México
127	Schlumberger	México
128	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Dirección de Minería	México
129	Servicio Geológico Mexicano	México
130	Ternium, Departamento de Planeación	México
131	Unión Mexicana de Agrupaciones Espeleológicas A.C.	México
132	Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción	México

133	Universidad Autónoma de Baja California Sur	México
134	Universidad Autónoma de Baja California Sur, Departamento de Geología	México
135	Universidad Autónoma de Baja California Sur, Museo de Historia Natural	México
136	Universidad Autónoma de Baja California	México
137	Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias Marinas	México
138	Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Investigaciones Oceanológicas	México
139	Universidad Autónoma de Campeche	México
140	Universidad Autónoma de Chapingo	México
141	Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ingeniería	México
142	Universidad Autónoma de Guerrero, Unidad Académica de Ciencias de la Tierra	México
143	Universidad Autónoma de Nuevo León	México
144	Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias de la Tierra	México
145	Universidad Autónoma de San Luis Potosí	México
146	Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ingeniería	México
147	Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Instituto de Geología	México
148	Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Instituto de Metalurgia	México
149	Universidad Autónoma de Sinaloa	México
150	Universidad Autónoma de Sinaloa, Escuela de Ciencias de la Tierra	México
151	Universidad Autónoma de Tamaulipas	México
152	Universidad Autónoma de Yucatán	México
153	Universidad Autónoma de Zacatecas	México
154	Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad de Ciencias de la Tierra	México
155	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo	México
156	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería	México
157	Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas	México
158	Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Centro Interamericano de Recursos del Agua	México
159	Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Facultad de Ciencias	México
160	Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Facultad de Ingeniería	México
161	Universidad Autónoma Metropolitana	México
162	Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa	México
163	Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco	México
164	Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas	México
165	Universidad de Colima	México
166	Universidad de Colima, Centro Universitario de Estudios e Investigaciones Vulcanológicas	México
167	Universidad de Colima, Centro Universitario de Investigaciones en Ciencias del Ambiente	México
168	Universidad de Colima, Facultad de Ciencias	México
169	Universidad de Colima, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Campus Tecomán	México
170	Universidad de Colima, Instituto Oceanográfico	México
171	Universidad de Colima, Observatorio Vulcanológico	México
172	Universidad de Guadalajara	México
173	Universidad de Guadalajara, Centro de Sismología y Volcanología de Occidente	México
174	Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias	México
175	Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería	México
176	Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de los Valles	México
177	Universidad de Guadalajara, Centro Universitario del Sur	México

178	Universidad de Guadalajara, Instituto de Astronomía y Meteorología	México
179	Universidad de Guanajuato, Facultad de Minas, Metalurgia y Geología	México
180	Universidad de Guerrero	México
181	Universidad de Quintana Roo, Unidad Cozumel	México
182	Universidad de Sonora	México
183	Universidad de Sonora, Departamento de Geología	México
184	Universidad de Sonora, Departamento de Ingeniería Civil y Minas	México
185	Universidad de Sonora, Departamento de Investigación Científica y Tecnológica	México
186	Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido	México
187	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	México
188	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	México
189	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto de Investigaciones Metalúrgicas	México
190	Universidad Nacional Autónoma de México	México
191	Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Ciencias de la Atmósfera	México
192	Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Geociencias	México
193	Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigación en Energía	México
194	Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones en Ecosistemas	México
195	Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental	México
196	Universidad Nacional Autónoma de México, Colegio de Ciencias y Humanidades	México
197	Universidad Nacional Autónoma de México, Escuela Nacional Preparatoria 1	México
198	Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias	México
199	Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales	México
200	Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Economía	México
201	Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán	México
202	Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza	México
203	Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Filosofía y Letras	México
204	Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería	México
205	Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química	México
206	Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Astronomía, Campus Ensenada	México
207	Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología	México
208	Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias Nucleares	México
209	Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ecología	México
210	Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Física	México
211	Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geofísica	México
212	Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geografía	México
213	Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología	México
214	Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Estación Regional del Noroeste	México
215	Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ingeniería	México
216	Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Antropológicas	México
217	Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas	México
218	Universidad Tecnológica de la Mixteca	México
219	Universidad Tecnológica de la Mixteca, Instituto de Hidrología	México
220	Universidad Veracruzana	México
221	Universidad Veracruzana, Centro de Ciencias de la Tierra	México
222	Universidad Veracruzana, Facultad de Economía	México

223	Universidad Veracruzana, Facultad de Instrumentación Electrónica y Ciencias Atmosféricas	México
224	Universidad Veracruzana, Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías	México
225	Zonas Minadas, Delegación Álvaro Obregón	México
226	Utrecht University	Países Bajos
227	Smithsonian Tropical Research Institute	Panamá
228	Imperial College London, Department Earth Science and Engineering	Reino Unido
229	Kingston University, Centre for Earth and Environmental Science Research	Reino Unido
230	University of Cambridge, Earth Sciences, Bullard Laboratories	Reino Unido
231	Academia de Ciencias de Rusia, Instituto de Geoquímica y Química Analítica de V.I. Vernadski	Rusia
232	Universidad Estatal de Moscú, Facultad de Geología, Lomonósov, Moscú	Rusia
233	UDELAR, Facultad de Ciencias, Departamento de Geología, Laboratorio de Geofísica y Geotectónica	Uruguay
234	Arizona State University	USA
235	Brown University, Department of Geological Sciences	USA
236	California Institute of Technology	USA
237	California Institute of Technology, Seismological Laboratory	USA
238	California Polytechnic State University, San Luis Obispo	USA
239	Columbia University, LDEO	USA
240	Florida State University, Center for Ocean-Atmospheric Prediction Studies	USA
241	Hawaii Institute of Geophysics	USA
242	Indiana University~Purdue University, Department of Geology, Indianapolis	USA
243	Iowa State University, Department of Geological and Atmospheric Sciences	USA
244	National Oceanic and Atmospheric Administration	USA
245	Natural History Museum, Los Angeles	USA
246	Northern Arizona University	USA
247	San Diego State University	USA
248	San Diego State University, Department of Geological Sciences	USA
249	Scripps Institution of Oceanography	USA
250	Smithsonian Institution, Washington, D.C.	USA
251	Southwest Fisheries Science Center	USA
252	Stennis Space Center, Naval Research Laboratory, Mississippi	USA
253	The University of Texas, Austin	USA
254	University of Alaska, Fairbanks	USA
255	University of Arizona	USA
256	University of Arizona, Department of Geosciences	USA
257	University of California, Davis	USA
258	University of California, Irvine	USA
259	University of California, Santa Cruz	USA
260	University of Colorado	USA
261	University of Colorado, CIRES	USA
262	University of Minnesota	USA
263	University of Wisconsin, Madison	USA
264	Unversity of Kansas	USA
265	US Geological Survey	USA
266	Virginia Tech	USA
267	Global Risk Identification Programme (GRIP), UNDP-UN	

Programa General

		Sala A	Sala B	Sala C	Sala D	Sala E	Sala F	Carteles
D	**AM**						**CURSO** Exploración sub-salina "Onshore"	
	PM	**Bienvenida - Rompehielo**						
L	**AM**	**Inauguración**						**CCA** (CCA-30 – CCA-37) **FE** (FE-11 – FE-15) **GEOQP** (GEOQP-11 – GEOQP-18) **GP** (GP-12) **VUL** (VUL-28 – VUL-33) **SE04** (SE04-35 – SE04-50)
		CCA Climatología, cambios climáticos y atmósfera (CCA-01 – CCA-11)	**SE05** El sismo de Baja California (Mw 7.2) del 4 de abril de 2010 (SE05-01 – SE05-10)	**VUL** Vulcanología (VUL-01 – VUL-10)	**SE04** Riesgos geológicos e hidrometeorológicos (SE04-01 – SE04-11)	**FE** Física espacial (FE-01 – FE-10)	**CURSO** Exploración sub-salina "Onshore"	
		Conferencia Plenaria **Uso de la dinámica de fluidos en la física espacial** *Héctor Pérez de Tejada, Instituto de Geofísica, UNAM*						
	PM	**Comida**						
		Carteles					**CONCURSO** Conocimientos en Ciencias de la Tierra	
		CCA Climatología, cambios climáticos y atmósfera (CCA-12 – CCA-17)	**SE09** Redes sísmicas 100 años del Servicio Sismológico Nacional... (SE09-01 – SE09-06)	**VUL** Vulcanología (VUL-11 – VUL-16)	**SE04** Riesgos geológicos e hidrometeorológicos (SE04-12 – SE04-17)	**SE16** 50 años de estudios geofísicos en México: el trabajo del Dr. Ignacio Galindo (SE16-01 – SE16-07)	**CURSO** Taller de capacitación Scopus, Elsevier	
M	**AM**	**CCA** Climatología, cambios climáticos y atmósfera (CCA-18 – CCA-29)	**SE13** The large and destructive earthquakes of 2010 (SE13-01 – SE13-07)	**VUL** Vulcanología (VUL-17 – VUL-27)	**SE04** Riesgos geológicos e hidrometeorológicos (SE04-18 – SE04-34)	**SE02** Registros geofísicos de pozos en la exploración y explotación de recursos (SE02-01 – SE02-07)	**CURSO** Taller de capacitación Science Direct, Elsevier	**CCA** (CCA-30 – CCA-37) **FE** (FE-11 – FE-15) **GEOQP** (GEOQP-11 – GEOQP-18) **GP** (GP-12) **VUL** (VUL-28 – VUL-33) **GEOH** (GEOH-12 – GEOH-19) **GGA** (GGA-05 – GGA-11) **SIS** (SIS-34 – SIS-47) **SE04** (SE04-35 – SE04-50)
		SE15 Climas y océanos del pasado (SE15-01 – SE15-05)	**SIS** Sismología (SIS-01 – SIS-10)	**GEOQP** Geoquímica y petrología (GEOQP-01 – GEOQP-05)		**GP** Geología del petróleo (GP-01 – GP-09)	**CURSO** Depósitos clásticos (Teoría)	
		Conferencia Plenaria **El paradigma actual de la vulcanología física** *Servando de la Cruz, Instituto de Geofísica, UNAM*						
	PM	**Comida**						
		Carteles					**CONCURSO** Conocimientos en Ciencias de la Tierra	
		OCE Oceanología (OCE-01 – OCE-06)	**SIS** Sismología (SIS-11 – SIS-16)	**GEOQP** Geoquímica y petrología (GEOQP-06 – GEOQP-10)	**GEOH** Geohidrología (GEOH-01 – GEOH-07)	**GP** Geología del petróleo (GP-10 – GP-11)	**CURSO** Depósitos clásticos (Práctica)	

M	**AM**	**OCE** Oceanología (OCE-07 – OCE-23)	**SIS** Sismología (SIS-17 – SIS-33)	**SE14** Extensión y magmatismo durante la ruptura continental en el Golfo de California (SE14-01 – SE14-09)	**GEOH** Geohidrología (GEOH-08 – GEOH-11) **GGA** Geología y geofísica ambiental (GGA-01 – GGA-04)	**SE01** Nuevas metodologías, enfoques y técnicas de estudio de los suelos (SE01-01 – SE01-13)	**SE12** 40 años de educación geofísica (SE12-01 – SE12-06) **Mesa Redonda** Educación en Geociencias	**EG** (EG-23 – EG-38) **GEOD** (GEOD-08 – GEOD-13) **GEOH** (GEOH-12 – GEOH-19) **GEOPAL** (GEOPAL-14 – GEOPAL-25) **GET** (GET-18 – GET-23) **GGA** (GGA-05 – GGA-11) **OCE** (OCE-33 – OCE-39) **PALEO** (PALEO-11 – PALEO-15) **SED** (SED-03 – SED-06) **SIS** (SIS-34 – SIS-47) **SE01** (SE01-14 – SE01-18) **SE03** (SE03-13) **SE06** (SE06-21 – SE06-24) **SE10** (SE10-26 – SE10-28) **SE14** (SE14-10 – SE14-11)
				GET Geología estructural y tectónica (GET-01 – GET-08)	**SE10** Avances en el estudio de la contaminación ambiental... (SE10-01 – SE10-08)	**SED** Sedimentología y estratigrafía (SED-01 – SED-02)	**CURSO** Mapas de peligros volcánicos (Teoría)	
		Conferencia Plenaria **Avances de la sismología mexicana en los últimos 50 años** *Cinna Lomnitz, Instituto de Geofísica, UNAM*						
	PM	**Comida**						
		Carteles					**CONCURSO** Conocimientos en Ciencias de la Tierra	
		Asamblea General UGM						
		Cena 50 Aniversario UGM						
J	**AM**	**OCE** Oceanología (OCE-24 – OCE-32)	**SE06** Segundo simposio sobre los avances y perspectivas de la arqueometría en México (SE06-01 – SE06-16)	**GET** Geología estructural y tectónica (GET-09 – GET-17)	**SE10** Avances en el estudio de la contaminación ambiental... (SE10-09 – SE10-25)	**EG** Exploración geofísica (EG-01 – EG-17)	**CURSO** Mapas de peligros volcánicos (Práctica)	**EG** (EG-23 – EG-38) **GEOD** (GEOD-08 – GEOD-13) **GEOPAL** (GEOPAL-14 – GEOPAL-25) **GET** (GET-18– GET-23) **OCE** (OCE-33 – OCE-39) **PALEO** (PALEO-11 – PALEO-15) **SED** (SED-03 – SED-06) **SE01** (SE01-14 – SE01-18) **SE03** (SE03-13) **SE06** (SE06-21 – SE06-24) **SE10** (SE10-26 – SE10-28) **SE14** (SE14-10 – SE14-11)
		SE03 Interacciones físico-biológicas en el Pacífico Tropical frente a México (SE03-01 – SE03-08)		**GEOD** Geodesia (GEOD-01 – GEOD-07)			**CURSO** Taller de capacitación GeoFacets, Elsevier	
		Conferencia Plenaria **La compleja relación entre magmatismo, tectónica y geodinámica en el centro de México: la Faja Volcánica Trans-Mexicana** *Luca Ferrari, Centro de Geociencias UNAM*						
	PM	**Comida**						
		Carteles						
		SE03 Interacciones físico-biológicas en el Pacífico Tropical frente a México (SE03-09 – SE03-12)	**SE06** Segundo simposio sobre los avances y perspectivas de la arqueometría en México (SE06-17 – SE06-20)	**SE08** Dinámica y evolución de la zona de subducción de Mesoamérica y la Faja Volcánica Transmexicana (SE08-01 – SE08-06)	**SE11** Modelación matemática computacional de sistemas terrestres (SE11-01 – SE11-06)	**EG** Exploración geofísica (EG-18 – EG-22)	**CURSO** Taller de capacitación Science Direct, Elsevier	
V	**AM**	**Conferencia Plenaria** **La oceanografía física en México durante el periodo 1960-2010** *José Gómez Valdés, CICESE*						
		SE17 Oceanografia del Banco de Campeche y su zona litoral (SE17-01 – SE17-10)	**SE07** Estudios arqueométricos del Proyecto Teopancazco en Teotihuacán (SE07-01 – SE07-10)	**GEOPAL** Geomagnetismo y paleomagnetismo (GEOPAL-01 – GEOPAL-13)	**SE11** Modelación matemática computacional de sistemas terrestres (SE11-07 – SE11-19)	**PALEO** Paleontología (PALEO-01 – PALEO-10)		
	PM	**Comida**						
		Coctel de Despedida						

Índice General

Página

Editorial i
Semblanza de Julián Adem: fundador de la UGM iii
Estructura de la Reunión Anual 2010 v
Instituciones Participantes ix
Programa General xv
Índice General xvii

Sesiones Regulares

Climatología, cambios climáticos y atmósfera (CCA) 1
Exploración geofísica (EG) 11
Física espacial (FE) 21
Geodesia (GEOD) 25
Geohidrología (GEOH) 29
Geología del petróleo (GP) 35
Geología estructural y tectónica (GET) 39
Geología y geofísica ambiental (GGA) 47
Geomagnetismo y paleomagnetismo (GEOPAL) 51
Geoquímica y petrología (GEOQP) 59
Oceanología (OCE) 67
Paleontología (PALEO) 77
Sedimentología y estratigrafía (SED) 83
Sismología (SIS) 87
Vulcanología (VUL) 101

Sesiones Especiales

Nuevas metodologías, enfoques y técnicas de estudio de los suelos (SE01) 111
Registros geofísicos de pozos en la exploración y explotación de recursos (SE02) 119
Interacciones físico-biológicas en el Pacífico Tropical frente a México (SE03) 123
Riesgos geológicos e hidrometeorológicos (SE04) 129
El sismo de Baja California (Mw 7.2) del 4 de abril de 2010 (SE05) 143
Segundo simposio sobre los avances y perspectivas de la arqueometría en México (SE06) 147
Estudios arqueométricos del Proyecto Teopancazco en Teotihuacán (SE07) 155
Dinámica y evolución de la zona de subducción de Mesoamérica y la Faja Volcánica Transmexicana (SE08) 159
Redes sísmicas. 100 años del Servicio Sismológico Nacional: La importancia de las redes sísmicas en el conocimiento de los sismos y su mitigación (SE09) 163
Avances en el estudio de la contaminación ambiental y su relación con las Ciencias de la Tierra (SE10) 167
Modelación matemática computacional de sistemas terrestres (SE11) 177
40 años de educación geofísica (SE12) 183
The large and destructive earthquakes of 2010 (SE13) 187
Extensión y magmatismo durante la ruptura continental en el Golfo de California (SE14) 191
Climas y océanos del pasado (SE15) 197
50 años de estudios geofísicos en México: el trabajo del Dr. Ignacio Galindo (SE16) 201
Oceanografía del Banco de Campeche y su zona litoral (SE17) 203

Índice de Autores 207

Sesión Regular

CLIMATOLOGÍA, CAMBIOS CLIMÁTICOS Y ATMÓSFERA

Organizadores:
María Tereza Cavazos Pérez
Víctor Manuel Mendoza Castro

CCA-1

PERCEPCIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO: DOS ANÁLISIS INDUCIDOS

Welsh Rodríguez Carlos Manuel y Ochoa Martínez Carolina Andrea
Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana
cwelsh@uv.mx

El cambio climático como fenómeno está siendo utilizado por mucha gente (políticos, medios de información, ciudadano medio, etc.) como respuesta simple a un conjunto de situaciones que se presentan en la cotidianidad; al cual se le atribuye responsabilidad en una lluvia intensa vespertina, del calor intenso del medio día, y hasta como co-responsable de algunas inundaciones en el sureste mexicano, por mencionar algunos ejemplos. Esto hace pensar que no existe un conocimiento adecuado de su significado, impactos, áreas sensibles y de oportunidad.

En 2008 se realizaron talleres para iniciar planes de acción regionales ante el cambio climático, bajo la coordinación del Instituto Nacional de Ecología, con el apoyo de la Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad Veracruzana, en dichos talleres se realizaron entrevistas y se aplicaron cuestionarios para detectar en los participantes su percepción del cambio climático, impactos y áreas sensibles en su estado, asistieron responsables de oficinas de medio ambiente, desarrollo social y académicos de instituciones de ecuación superior e investigación.

Además en 2009 se llevo a cabo la consulta pública del Programa Veracruzano ante el cambio climático auspiciada por el Gobierno de Veracruz, se analizaron las propuestas en contenido (mediante una herramienta tecnológica de búsqueda de palabras clave) y su relación potencial con el cambio climático, instituciones de procedencia y su dominio del discurso del cambio climático.

Aunque existe una diferencia entre los grupos de análisis, este es un primer ejercicio donde se buscan datos base, los resultados muestran algunas coincidencias, permiten distinguir niveles de conocimiento heterogéneo, un nivel alto de confusión entre términos, mal uso o confusión de palabras claves como adaptación y mitigación, por lo que se observa la necesidad de empoderar el concepto en todos los estratos de nuestra sociedad.

CCA-2

REVISIÓN DE LOS ESCENARIOS REGIONALES DE CAMBIO CLIMÁTICO UTILIZADOS EN LOS NUEVOS DOCUMENTOS NACIONALES DE MÉXICO

Estrada Porrúa Francisco, Martínez López Benjamín,
Conde Álvarez Cecilia y Gay García Carlos
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
feporrua@atmosfera.unam.mx

En este trabajo se revisa la metodología utilizada para la generación de escenarios regionales de cambio climático mostrados en la Cuarta Comunicación Nacional de México ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, el Cuarto Informe Nacional sobre la Diversidad Biológica y la Economía del Cambio Climático en México (entre otros). Se muestra que dichos escenarios regionales —que son uno de los insumos más importantes para las evaluaciones contenidas en los documentos citados— son un ejemplo de mala aplicación de las técnicas estadísticas de reducción de escala. Los resultados implican que los trabajos basados en estos escenarios deben ser revisados y, por lo tanto, los documentos nacionales mencionados podrían no ser adecuados para orientar la toma de decisiones.

CCA-3

EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE MARINA Y EN LA PROFUNDIDAD DE LA CAPA DE MEZCLA DEL GOLFO DE MÉXICO

Villanueva Urrutia Elba E., Mendoza Víctor y Adem Chain Julián
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
eevu@atmosfera.unam.mx

Observaciones efectuadas en los continentes y oceános hacen evidente que algunos sistemas naturales estan siendo afectados por cambios del clima, particularmente por un aumento de la temperatura superficial marina.

Con base en los resultados obtenidos por dos modelos de circulación general: CGCM3_1-T63 y HADCM3 y por el Modelo Termodinámico del Clima, MTC, con dos escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero (A1B y B1) reportados por el IPCC, para 3 períodos climáticos: 2010-2039; 2040-2069 y 2070-2099, hemos obtenido con un Modelo Termodinámico del Golfo de México (GMTM_R25), los cambios relativos al período 1961-1990, de la distribución espacial y temporal de la temperatura de la superficie y de la profundidad de la capa de mezcla.

Los resultados son analizados particularmente para la región más profunda del Golfo de México mostrando la influencia principalmente del flujo de calor latente, de la penetración turbulenta de agua fría desde la termoclina y de la dinámica de la Corriente de Lazo.

Se obtienen escenarios de concentración de pigmentos fotosintéticos en el área para los 3 períodos climáticos del IPCC.

CCA-4

TENDENCIAS OBSERVADAS DE LA PRECIPITACIÓN EN ALGUNAS REGIONES DE MÉXICO Y UNA ESTIMACIÓN DE SU EVOLUCIÓN DURANTE EL SIGLO XXI

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

En este trabajo se estiman las tendencias observadas de precipitación en algunas regiones de México durante el siglo XX. En general, las series analizadas son lo suficientemente complejas como para eliminar la posibilidad del simple ajuste de una recta por mínimos cuadrados. Por esta razón, se usan modelos de regresión estadísticamente adecuados, enfatizando principalmente el análisis de la estabilidad de los parámetros e identificando posibles fechas de cambio estructural en la función de tendencia. Además del análisis de diversas bases de datos disponibles, se estiman las tendencias de la precipitación simuladas durante el siglo XX por algunos modelos de circulación general utilizados en el Cuarto Reporte de Evaluación del IPCC y se discuten las proyecciones de los mismos bajo diversos escenarios de emisiones durante el siglo XXI.

CCA-5

TENDENCIAS DE CAUDALES EN MÉXICO Y SU SIGNIFICANCIA ESTADÍSTICA

Brito Castillo Luis[1], Montero Martín[2] y Salinas Prieto José Antonio[2]
[1]*Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste*
[2]*Instituto Mexicano de Tecnología del Agua*
lbrito04@cibnor.mx

En México se cuenta con una red de estaciones de aforo que monitorea gran cantidad de corrientes distribuidas por todo el territorio nacional. La información de los registros de caudales data desde principios del siglo 20 y se encuentra digitalizada en medios electrónicos como el Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales. Aunque se han realizado estudios parciales que intentan describir la variabilidad estacional e interanual de caudales regionales en México, todavía el conocimiento es escaso y esto se atribuye a la poca disponibilidad de la información hidrométrica histórica de las corrientes, la alta regulación artificial del caudal y la complejidad de los procesos hidrológicos involucrados. Ya en este siglo 21 se ha argumentado que el paradigma que ha gobernado a los cálculos hidrológicos en el pasado, como es la estacionalidad de las series, es decir, la tesis que considera que las variaciones históricas del caudal fluctúan alrededor de un valor normal que no cambia con el tiempo, está condenada al olvido toda vez que el impacto de un cambio climático sobre los caudales regionales indica variaciones muy amplias y significativas. Aún hoy desconocemos la severidad de esos impactos y cuales regiones se beneficiarán y cuales sufrirán las consecuencias. En este trabajo, cuya finalidad principal fue estudiar las tendencias de los caudales en México y su significancia estadística, se muestran los resultados obtenidos para un total de 130 estaciones hidrométricas con más de 30 años de registros diarios, mostramos que los impactos observados en las fluctuaciones del caudal de diversas corrientes en México se traducen en cambios de diferente signo. Aparentemente, la diversidad de resultados encontrados resalta la singularidad de las cuencas de captación asociadas a las estaciones de aforo que hay en el País. Esta singularidad, obliga a los investigadores a realizar estudios más detallados que permitan entender los cambios del clima a nivel regional. Los límites de la cuenca hidrológica pueden servir de guía para realizar tales estudios. Pero habrá que ser cuidadosos y hacer una selección de cuencas hidrológicas piloto con registros de caudal extensos y homogeneos y aquí es donde surgen las dificultades. Esta selección puede ser de gran ayuda para entender los impactos del calentamiento global sobre los caudales a nivel regional en México.

CCA-6

DETERMINACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA COMO EL PRIMER PASO PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE UN RECURSO NATURAL QUE SE AGOTA: REGIÓN DE LAS GRANDES MONTAÑAS DEL ESTADO DE VERACRUZ, ESTUDIO DE CASO

Barradas Miranda Víctor L.[1] y Cervantes Pérez Juan[2 y 3]
[1]*Instituto de Ecología, UNAM*
[2]*Facultad de Instrumentación Electrónica y Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana*
[3]*Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana*
vbarrada@ecologia.unam.mx

La escasez de agua en el mundo es notable ahora en día. Esto es debido a la sobreexplotación excesiva por la actividad humana y por cambios en la precipitación causados probablemente por el cambio climático global y/o a deforestaciones masivas que han sido objeto los sistemas forestales de todas las regiones del mundo. La región de las Grandes Montañas del estado de Veracruz en México (RGMV), no escapa a este problema donde se han observado importantes disminuciones de la precipitación anual. Aquí, como el primer paso para la gestión integral de este recurso, es saber esta disponibilidad para aplicar estrategias reales hacia su sostenibilidad. Por lo tanto, este trabajo se centró en la determinación de la evapotranspiración (ET) como la principal pérdida de agua en la región. La ET se midió en dos sitios de la RGMV, utilizando el método de correlación turbulenta. Aunque ET fue alta, sin embargo, contrastando con la precipitación; las ganancias netas fueron de 533.8 y 526.5 mm en La Joya y La Orduña, respectivamente, entre septiembre de 2006 y agosto de 2007. No obstante, hubo déficit de agua en las dos localidades en la estación seca (de octubre a mayo). En marzo, por ejemplo, el déficit fue de 3.1 mm en La Orduña. Estos resultados demuestran la necesidad de la aplicación de planes eficaces para administrar la disponibilidad de agua principalmente durante la temporada seca. Probablemente, una forma de evadir esta escasez es la construcción de presas en lugares estratégicos de la región, donde una gran cantidad de agua pueda ser almacenada y esté disponible durante la estación seca. También este tipo de estudio permite la planificación y el establecimiento de sistemas de bosques más eficientes en el uso del agua; particularmente, determinar la máxima densidad de siembra para la especie en cuestión, por lo que no hay desperdicio de agua procedente de la evaporación de la superficie del suelo. Estas densidades de plantación pueden redistribuir la energía neta y probablemente minimizar o revertir las tendencias de la precipitación observadas actualmente. Esta investigación se realizó con el apoyo al proyecto No. 37137 del Fondo Mixto Gobierno del Estado de Veracruz-CONACyT.

CCA-7

ANÁLISIS DE LA DEFORESTACIÓN EN EL VALLE DE MÉXICO Y SUS IMPLICACIONES EN LA DISPONIBILIDAD DE AGUA UTILIZANDO MAPAS DIFUSOS COGNITIVOS

Gay García Carlos, Martínez López Benjamín y Paz Ortiz Alejandro Iván
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
cgay@servidor.unam.mx

Durante las últimas décadas, el crecimiento desmedido de la mancha urbana de la Ciudad de México ha traído como consecuencia una tala indiscriminada de sus bosques y un cambio radical del uso de suelo, lo cual ha originado diversos problemas ambientales. Uno de ellos, de gran importancia para el desarrollo sustentable de la ciudad, es el cambio en el volumen de agua captado por sus acuíferos. En este trabajo analizamos el problema de la deforestación en el Valle de México y sus implicaciones en la disponibilidad de agua utilizando Mapas Cognitivos Difusos. La utilidad de estos mapas va más allá del simple entendimiento del sistema, puesto que al incorporar mecanismos múltiples de retroalimentación permite la simulación de variados estados estacionarios.

CCA-8

ANÁLISIS DEL POSIBLE IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN CAFETALES DE SOMBRA EN COATEPEC, VERACRUZ

Conde Álvarez Cecilia[1], Rosales Guillermo[1],
Monterroso Alejandro[2], Palma Beatriz[3] y García Rocío[3]
[1]*Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM*
[2]*Universidad Autónoma de Chapingo*
[3]*Universidad Veracruzana*
conde@servidor.unam.mx

En este trabajo se utiliza un modelo econométrico generado previamente para analizar los posibles cambios en la producción de café para la región central del Estado de Veracruz en condiciones de cambio climático. Dicho modelo nos permite evaluar las variables climáticas que son determinantes en producción de café, así como establecer que el salario mínimo es la variable económica más relevante.

Para este estudio, se utilizan las variaciones estacionales de la temperatura dentro del cafetal, para simular el beneficio que otorgan las condiciones de sombra para amortiguar los impactos más negativos del cambio climático. Para ello, utilizan las salidas de 3 modelos de circulación general y así proyectar los posibles aumentos de temperatura para los horizontes 2020 y 2050.

CCA-9

SISTEMA DE ANÁLISIS DE DATOS PARA EL MONITOREO DEL CAMBIO CLIMÁTICO A NIVEL LOCAL CON ÍNDICES AGROCLIMÁTICOS

Bautista Zúñiga Francisco[1], Bautista Hernández Dorian Antonio[1],
Álvarez Arriaga Oscar[1], De la Rosa Diego[2] y Barajas Alcalá Alma[1]
[1]*Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM*
[2]*CSIC-IRNASE*
leptosol@ciga.unam.mx

Un enorme esfuerzo se lleva al cabo en todo el mundo para tratar de predecir el impacto y las tendencias futuras del cambio climático global, Sin embargo, el cambio climático a nivel regional y local esta escasamente estudiado a pesar de que este conocimiento es crucial para la adopción de medidas tanto, preventivas, como de mitigación, así como de adaptación. La ETo se considera como una variable integral. El método de referencia es el modelo Penmann-Monteith (PM). Sin embargo, en muchos países la información disponible para estimar la ETo-PM es parcial o insuficiente, por lo que se calcula de manera alternativa con los modelos de Hargreaves (MH) y Thornthwaite (MT) entre otros. Estos métodos alternativos han demostrado su eficacia; sin embargo, existen pocos estudios de calibración de las constantes en las ecuaciones originales a nivel local. Ante la falta de un software para el estudio del cambio climático a nivel local y con el cual se puedan almacenar, analizar y generar información agrolimática se desarrolló el software de “Análisis de datos del sistema para el seguimiento del cambio climático regional y local con índices agroclimáticos” (MOCLIC). El objetivo de este trabajo es la descripción del funcionamiento del MOCLIC, con el cual es posible calcular diversos índices agroclimáticos y analizar su dinámica temporal a nivel local y regional. El MOCLIC permite almacenar, analizar información climática además de calcular diversos índices agroclimáticos para analizar el cambio climático local. Las variables de entrada son: la ubicación y los datos meteorológicos mensuales, como temperatura máxima, mínima y media, así como la precipitación media mensual. MOCLIC procesa la radiación extraterrestre y las horas sol con la posición geográfica. Además permite el uso de las constantes locales de los MH y MT para la estimación de la ETo; y a su vez el cálculo de los índices de: aridez, humedad, desarrollo vegetativo, concentración de precipitaciones, erosividad por lluvia y lavado de suelos. Con MOCLIC es posible elaborar gráficas mensuales con las variables de entrada y con el índice de humedad, lo cual permite identificar la humedad en las diversas estaciones del año, así como identificar el periodo de lluvias de gran importancia en la agricultura de temporal. Con el software se puede hacer un análisis de tendencia ya sea una análisis paramétrico como el índice de correlación o no paramétrico como el test de Mann-Kendall, de esta manera es posible decir en que estaciones están cambiando los elementos del clima y los índice agroclimáticos, así como la identificación del sentido de la tendencia, ya sea a aumentar o a disminuir. Con el MOCLIC se responde a las siguientes preguntas: ¿Hay cambio climático local?, ¿el cambio es hacia el aumentó o disminución de los elementos del clima?, ¿Hay tendencia de cambio con los índices agroclimáticos? El orden y la facilidad de manejo de la información meteorológica, da como resultado una eficaz, ágil y rápida forma de análisis del cambio climático local con índices agroclimaticos y los elementos del clima.

CCA-10

MODELACIÓN ESTADÍSTICA DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PRODUCCIÓN DE NARANJA EN EL ESTADO DE VERACRUZ

Ochoa Martínez Carolina Andrea[1], Conde Álvarez Cecilia[2],
Estrada Porrúa Francisco[2] y Welsh Rodríguez Carlos Manuel[1]
[1]*Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana*
[2]*Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM*
caochoa@uv.mx

En función de la importancia que tiene la producción veracruzana de cítricos, el presente trabajo plantea la realización de un estudio sobre el impacto del cambio climático en la producción de naranja en el estado de Veracruz. Asimismo, busca generar una herramienta de análisis que sirva de modelo para profundizar y ampliar la investigación en esta materia, considerando la función de vulnerabilidad ante cambios en las condiciones climáticas y socioeconómicas, además de estimar medidas de pérdidas potenciales del cultivo en estudio.

Un modelo que permita estimar el impacto del cambio climático es una herramienta funcional para la toma de decisiones, éste fue validado a través de

un análisis estadístico con la correspondiente confirmación de los supuestos. Del mismo modo, la salida del modelo proporciona información sobre como la producción de naranja responde a cambios en la precipitación acumulada de invierno, principalmente. Los escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero y el modelo, permitieron realizar proyecciones de la producción de naranja suponiendo diferentes condiciones climáticas, en las cuales se compara la producción presente y futura de naranja, observándose que un cambio en la precipitación acumulada de invierno podría causar una reducción hasta del 13% en la producción de naranja en Veracruz para el año 2050, como consecuencia se podrían generar impactos negativos sobre la economía y las familias veracruzanas vinculadas a la producción de dicho cultivo

CCA-11

EVOLUCIÓN DE LA ISOTERMA 0°C EN EL VALLE DE MÉXICO DESDE 1950 Y SU RELACIÓN CON EL CAMBIO CLIMÁTICO

Pérez Rodríguez Aura[1] y Delgado Granados Hugo[2]
[1]*Facultad de Ciencias, UNAM*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
aura_arcoiris@hotmail.com

En este trabajo se estudió la evolución de la isoterma 0°C desde 1950 hasta el 2008 en el Valle de México, así como su relación con el retroceso glacial en el Iztaccíhuatl y con fenómenos meteorológicos, tales como El Niño y La Niña.

El estudio de los glaciares adquiere una gran relevancia, ya que registran el cambio climático global, regional y local.

Hasta ahora no se han realizado estudios meteorológicos a detalle en los glaciares de México, aspecto importante para complementar la investigación glaciológica.

Un perfil de temperatura atmosférica que varía según la altitud, puede proporcionar información muy valiosa, ya que se puede encontrar en los sistemas montañosos la altitud exacta donde la temperatura es de 0°C, es decir, dónde el agua tiene su punto de fusión y por lo tanto la posible existencia de glaciares, a esta línea se lo conoce como isoterma 0°C.

Para la evolución se emplearon datos de radiosondeos, lanzados en la estación de Tacubaya, recordando que son dos lanzamientos por día. Los datos de cada radiosondeo se interpolaron de manera lineal y así se obtuvo la altitud de la isoterma 0°C haciendo un promedio por día, mensual y anual. Es fundamental mencionar que los datos de radiosondeos no registran directamente la isoterma 0°C, razón por la que es necesario calcularla para toda la base de datos crudos obtenida del SMN.

La tendencia es claramente creciente y acelerada en los últimos años, lo cual hace evidente un aumento en la temperatura regional y una posible relación con el cambio climático.

Para relacionar la evolución de la isoterma 0°C con el retroceso de los glaciares del Iztaccíhuatl, se empleó la imagen de Schneider et al. (2008).

Con ayuda de Google Earth se hizo la georreferenciación con las coordenadas conocidas y sobre esta imagen se digitalizaron las curvas de nivel correspondientes a las altitudes de la isoterma 0°C en periodos de tiempo similares y de esta forma se puede visualizar si existe alguna relación.

Haciendo un comparativo con el retroceso glacial, se nota que existen ciertas zonas de coincidencias entre las curvas de nivel correspondientes a la isoterma 0°C y las áreas glaciadas en los mismos años. Lo cual sugiere que la temperatura no es el único factor para la permanencia de los glaciares, factores tales como la precipitación y la radiación afectan fuertemente a la permanencia de la precipitación sólida en la región. Otros factores como la deforestación en zonas aledañas al volcán, así como su cercanía con el Popocatépetl pueden contribuir a la desaparición de glaciares.

La relación de la isoterma 0°C con fenómenos climáticos como El Niño y La Niña no es clara, si bien hay años como 1982 y 1983 que coinciden repuntes o máximos en la altitud con El Niño de los mismos años, no hay un patrón general que marque la evidencia del impacto de dichos fenómenos en el ascenso o descenso de la isoterma 0°C.

CCA-12

DETERMINACIÓN AUTOMÁTIZADA DE LA ISOTERMA 0°C EN LA ATMÓSFERA Y SU COMPARACIÓN CON EL RETROCESO DEL GLACIAR JAMAPA DEL VOLCÁN CITLALTÉPETL (MÉXICO)

Téllez Ugalde Eric Benjamín[1], Delgado Granados Hugo[2] y Pérez Rodríguez Aura[1]
[1]*Facultad de Ciencias, UNAM*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
erictellez@gmail.com

Los glaciares mexicanos se encuentran en sólo dos sitios en México: en los volcanes Iztaccíhuatl y Citlaltépetl, que son dos de las montañas más altas del país. En los últimos años se ha observado una considerable disminución de estos glaciares debido a diversos factores. Los glaciares son cuerpos de hielo, agua en fase sólida que se congela a 0°C y, por ello, los glaciares se preservan a una altitud por encima del nivel de congelación en la atmósfera, a niveles por encima de la isoterma 0°C.

El servicio meteorológico nacional tiene 15 estaciones en total en todo el país desde donde se lanzan diariamente sondas meteorológicas para conocer la temperatura de la atmósfera, la velocidad y dirección del viento, algunas de las cuales funcionan desde 1948 y otras desde 1996. Los datos que arrojan estas sondas pueden ayudar a conocer la posición altitudinal a la cual se encuentra la isoterma 0°C y su procesamiento produce series de tiempo que pueden ayudar a reconocer la evolución de la isoterma 0°C a lo largo de las últimas décadas.

Hasta el momento, el procesamiento de datos se ha hecho de forma manual, lo cual implicaría una inversión de tiempo enorme si se quisieran procesar los datos de las 15 estaciones. En este trabajo se presenta un programa que permite procesar los datos de radiosondeos, así como los resultados obtenidos hasta el momento.

Se compararon los resultados obtenidos con el programa y los ya elaborados manualmente para una estación meteorológica. Una vez que el programa mostró su precisión al reportar resultados similares a los obtenidos anteriormente, se procedió a realizar los cálculos para la estación Veracruz y compararlos con datos medidos en el volcán Citlaltepetl (Pico de Orizaba).

Con este programa se acelera el procesamiento de datos y se puede utilizar el resto de las estaciones meteorológicas de México, con lo cual se trazará, con cierta precisión, la superficie altitudinal de cualquier isoterma sobre del territorio nacional y dar seguimiento a su evolución temporal. En el caso especifico de la isoterma 0°C, se encontró que su altitud media anual muestra una tendencia a incrementarse en los últimos 60 años, acelerándose en los últimos 20 años y, como consecuencia de ello, el área de los glaciares se ha visto disminuida.

CCA-13

INTERACCIÓN ENTRE VEGETACIÓN Y CLIMA DURANTE EL FINAL DEL WISCONSIN Y EL HOLOCENO EN EL NW DE MÉXICO, BASADO EN EL ANÁLISIS POLÍNICO Y LA MODELIZACIÓN DE DATOS

Ortega Rosas Carmen I.[1 y 2], Guiot Joel[3] y Peñalba Garmendia Cristina[4]
[1]*Instituto de Ecología, UNAM*
[2]*Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora*
[3]*Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement, Aix en Provence France*
[4]*DICTUS, Universidad de Sonora*
cortega@ecologia.unam.mx

El presente trabajo integra dos enfoques complementarios en el estudio de los cambios climáticos y de la vegetación en el pasado: 1) una colecta y un análisis de datos polínicos actuales y fósiles, y 2) la modelización de dichos datos. Cuatro sitios fueron estudiados en el NO de México a 28° latitud Norte. Por un lado, un sitio que se encuentra dentro del desierto de Sonora (300 msnm), cubre el periodo del final del Wisconsin y un periodo sub-reciente, y por otro lado, otros tres sitios dentro de la Sierra Madre Occidental (1700 a 2000 msnm), que cubren todo el periodo Holoceno. Paralelamente a este estudio se realizó un muestreo de lluvia polínica actual (polen de superficie) en un gradiente altitudinal (300 a 2000 msnm), que atraviesa diferentes tipos de vegetación, desde los matorrales desérticos hasta los bosques mixtos de coníferas. Los datos fueron modelados bajo una adaptación y una aplicación de los métodos de "Biomisación" y de los "mejores análogos modernos", atribuyendo los taxones polínicos a tipos funcionales de plantas, permitiendo rastrear los cambios en los Biomas y el clima del pasado para la región de estudio. Los resultados ponen en evidencia condiciones más frías (anomalía media de -9°C) y húmedas (anomalía media de +220 mm) para el final del Wisconsin dentro de los límites del desierto Sonorense, con un bosque bajo de Juniperus-Pinus, que desciende hasta 900m por debajo de su distribución altitudinal actual. Los sitios en la Sierra Madre Occidental, registraron para el inicio del Holoceno, un periodo frio (pero menos frío que el final del Wisconsin) con un bosque mixto de coníferas descendiendo hasta 400m por debajo de su límite de distribución altitudinal actual. A partir de hace 9200 años AP, se produjo un cambio en la estacionalidad de la precipitación, que se ve reflejado por un aumento del efecto del monzón mexicano (lluvias de verano) y un aumento en las temperaturas, dando lugar a una amplia distribución de los bosques más abiertos de pino-encino. El final del Holoceno ha sido un periodo con una fuerte variabilidad tanto climática como en la distribución de la vegetación, lo que se relaciona a los cambios en la intensidad de fenómenos climáticos como el efecto del Niño (ENSO) y del monzón. La modelización de los datos incluyó un modelo dinámico de ecosistemas LPJ-GUESS, que fue aplicado para toda la región NW de México y el SW de los Estados Unidos. Los resultados muestran la dinámica de la vegetación ante los cambios climáticos en dos periodos precisos: durante el Holoceno medio (6000 años AP), basándonos en los datos climáticos de nueve modelos de circulación general atmosférica (GCM), y en un futuro (del presente hasta el 2100) con el escenario climático B1 del IPCC 2007. Finalmente, las simulaciones para el final del presente siglo, muestran una neta reducción de los bosques de coníferas para el SW de Estados Unidos y el NW de México,

y una expansión de praderas y matorrales para los desiertos Sonorense y Chihuahuense.

CCA-14

ANÁLISIS DE LOS CICLONES TROPICALES QUE HAN IMPACTADO

Rivera Silva Daniela y Luna Díaz Peón Antonio
Universidad Veracruzana
aretitos64@hotmail.com

Durante el periodo de 1851 al 2008 un total de 65 ciclones tropicales en sus distintas categorías han tocado tierra en el estado de Veracruz, algunos de ellos son de gran importancia tanto por su trayectoria como los daños causados a su paso. El estado de Veracruz está expuesto año con año al paso de los ciclones tropicales formados en la cuenca del Atlántico, es por ello que se necesita realizar más estudios de estos fenómenos meteorológicos y tomar medidas de prevención para evitar la pérdida de vidas humanas y materiales, ya que algunos ciclones tropicales han provocado inundaciones de gran magnitud, incluso algunos municipios fueron reubicados. Por lo anterior en el presente trabajo se realizó un análisis de las trayectorias de los 65 ciclones tropicales resultantes que impactaron costas veracruzanas y se estudiaron desde el punto de vista geográfico puesto que en algunos casos han coincidido en el recorrido, sin embargo el nivel de destrucción ha sido distinto, también se analizaron con estadística y climatología, y en medios de información periodísticas y algunas otras fuentes de carácter oficial dando como resultado una historia de los ciclones tropicales que de alguna manera afectaron al estado de Veracruz y que se propone para la toma de decisiones de premención en la protección civil.

CCA-15

ANOMALÍA DE LA ALTURA DEL MAR QUE GENERO LA TRAYECTORIA DEL HURACÁN "ALEX" EN LAS COSTAS DE TAMAULIPAS Y VERACRUZ EN EL 2010

Gómez Ramírez Mario
Licenciatura en Geografía, Facultad de Economía, Universidad Veracruzana
mariogomez@uv.mx

Los ciclones tropicales debido a la intensidad de sus vientos, propician cambios en la dinámica de las aguas marinas, como ocurre con el oleaje y nivel del mar, entre otros. Estos fenómenos marinos, se forman en aguas cálidas con temperatura de por lo menos 27° C.

El huracán "Alex" se formo el 25 de junio de 2010 en el Mar de Las Antillas, penetró por la parte Noreste de Belice, pasó al territorio nacional a través del extremo Sur de Quintana Roo y salió a las aguas del Golfo de México fortalecido nuevamente como tormenta tropical. Avanzó al Norte y el día 29 de junio al alcanzar la categoría de huracán 1 en la escala de Saffir-Simpson en las coordenadas de 23.1° latitud norte y 94.8° longitud oeste, la anomalía de la altura del mar que propició fue de 20 cm, el litoral de Tamaulipas registró en Soto La Marina 25 cm y en Pánuco 15 cm; en la costa de Veracruz, Tuxpan tuvo una elevación de 5 cm. El día 30 al encontrarse el huracán "Alex" en 23.4° latitud norte y 95.3° longitud oeste, se incrementó la anomalía de altura del mar a 40 cm; Soto la Marina y Pánuco, Tamps., no tuvieron variaciones y en Tuxpan solamente se incrementó a 10 cm.

El día 1° de julio aún continuaba reflejándose la influencia de "Alex" con una anomalía positiva de 40 cm en 23.4° latitud norte y 95.3° de longitud oeste.

En este trabajo, se tomaron como referencia siete sitios, de los cuales tres se localizan en la costa tamaulipeca y cuatro en la veracruzana. La información se obtuvo mediante el análisis e interpretación diaria de mapas de la Universidad de Colorado, así como de Unisys Weather. La cartografía se trabajo con la paquetería de Surfer 8.0

CCA-16

ESTACIONALIDAD Y ANOMALÍAS DE LAS VARIABLES DE PERCEPCIÓN REMOTA OCEANOGRÁFICAS EN EL GOLFO DE MÉXICO

Chávez Pérez Víctor Manuel[1], Palacios Hernández Emilio[2] y Almaguer Gómez Citlalli[2]
[1]*Instituto Tecnológico Superior de Zapopan*
[2]*Universidad de Guadalajara*
oncovigo@hotmail.com

Este trabajo pretende cubrir los huecos en el conocimiento oceanográfico al realizar estudios de datos satelitales en el GM, con los cuales se obtendrán los armónicos más energéticos y el campo generado por estos, así como encontrar la influencia por medio de teleconexión con los fenómenos ENOS.

El objetivo de este trabajo es obtener la estacionalidad y las anomalías interanuales de altimetría y TSM en el GM, por medio de datos satelitales, utilizando los métodos de análisis armónico, funciones empíricas ortogonales (FEO's) y análisis espectral. Así como encontrar las correlaciones entre las series de anomalías con los principales índices globales.

Las series responden principalmente a la señal estacional anual, se encontro un impacto significativo en las anomalías ocasionados por los fenómenos ENOS.

CCA-17

ESTRUCTURA ESPACIAL DE LA COVARIANZA BAJO PROCESOS CICLOESTACIONARIOS DE LA LLUVIA SOBRE VERACRUZ (MÉXICO)

Contreras Hernández Ana Delia y Álvarez Gasca Oscar
Universidad Veracruzana
anacontreras@uv.mx

El objetivo de este trabajo fue detallar la estructura espacial de la función de covarianza de los procesos policiclo-estacionarios de la lluvia sobre la cuenca del río La Antigua, Veracruz (México). Esto a través del cálculo numérico de los periodos de recurrencia de eventos máximos (picos) de lluvia. Los máximos de lluvia quedaron convencionalmente pre-definidos con base en una caracterización monomodal. La tarea de temporizar los picos entre una amplia gama de variantes multimodales de las series de lluvia acumulada diaria (17 años ininterrumpidos en 15 estaciones pluviométricas) fue realizada por un algoritmo numérico-computacional de exploración analógica exhaustiva. Las estaciones pluviométricas seleccionadas, en cumplimiento del requisito de representatividad geográfica, se encuentran operativas sobre las inmediaciones de la mencionada cuenca hidrológica. La estructura espacial de la función de covarianza fue representada de manera continua por medio del algoritmo de interpolación de Kriging, y resultó en un vasto conjunto de mapas de isolíneas de recurrencia. La organización de los datos de lluvia en pentadas permitió tratar lo profuso y complejo de los mapas de isolíneas y relacionar eficientemente los rasgos más prominentes con los sistemas meteorológicos más típicos de la región. Aunque de naturaleza compleja, la lluvia sobre esta cuenca oriental, reveló patrones dipolares básicos con cierta inestabilidad asociada. Las configuraciones de recurrencia más inestables resultaron susceptibles a mutar haciéndose cada vez más asimétricos. Las asimetrías de los patrones de recurrencia respondieron a la estacionalidad y a la contingencia cronológica de la estación húmeda. Los rasgos estructurales de la covarianza de la lluvia, resultaron vinculados directamente con aspectos regionales de la variabilidad subestacional. La variabilidad hallada es consistente con la temporización de las fases de sistemas convectivos de mesoescala (Small et al., 2007) y otros sistemas de precipitación del oriente de México. Por otro lado se confirma que la respuesta pluviométrica local evidencia un forzamiento atmosférico no-estocástico, ligado a los flujos de humedad del Golfo de México, Mar Caribe y costas del Pacífico.

CCA-18

LEY EMPÍRICA DE MODULACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN DURANTE CICLOS HÚMEDOS ESTIVALES Y TARDOESTIVALES EN EL ORIENTE DE MÉXICO

Álvarez Gasca Oscar y Contreras Hernández Ana Delia
Universidad Veracruzana
oalvarez@uv.mx

Se investiga la variabilidad de los ciclos de alta y baja frecuencia de la lluvia de la región central de Veracruz (México) como potencial de conocimiento en la búsqueda de una ley empírica de modulación de la precipitación. Esto como natural ramificación teórica de preexistencia de un forzamiento dependiente del tiempo en la variabilidad hidroclimática intradecadal, recientemente elucidado (Contreras y Alvarez, 2010). La información hidroclimática de partida consiste de datos de lluvia acumulada diaria de 35 estaciones termo-pluviométricas sobre el territorio veracruzano. La metodología de cálculo está enfocada a establecer envolventes estadísticos sobre diversas escalas de tiempo en los máximos pentadales de lluvia (mayores a 15 mm). La técnica de cálculo numérico de la covarianza de la lluvia dependiente del tiempo fue ampliada y adaptada, a la luz de la teoría de sistemas dinámicos híbridos. La ampliación estadística consistió en añadir a la técnica simple, tendencias y niveles de redundancia a los patrones de recursividad previamente calculados. La intermitencia de los ciclos húmedos estivales descubre oscilaciones del régimen pluviométrico de alta frecuencia en el rango de 10-20 días, así como en el rango de 25-50 días. Estas oscilaciones ciclo-estacionarias son concomitantes con la interacción baroclínica de las altas presiones subtropical de las Bermudas frente a una ITCZ retrógrada. Lo inusitado de estos hallazgos, sugiere la preeminencia de un término de covariabilidad, insertado en la coherencia de una fase intercíclica regional-global-regional sobre el oriente de México, irresoluble por la vía analítica. Esto reabre la cuestión cualitativa de la modelación de sistemas tropicales y posibilita el desarrollo heurístico de una ley empírica de modulación cuasi-estacional. En cuanto a los ciclos de bajas frecuencias observados en el territorio de Veracruz, el forzamiento de retorno de la precipitación durante septiembre, en su respuesta pluviométrica local, conduce a episodios húmedos dependientes del tiempo dentro de la escala de tormenta. Los sistemas meteorológicos que resultaron periódicamente correlacionados estos ciclos son las ondas de Kelvin y Rossby.

CCA-19

ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS PARA LA PRECIPITACIÓN EN LAS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS DE LA REPÚBLICA MEXICANA

Bravo Cabrera José Luis, Azpra Romero Enrique,
Zarraluqui Such Victor y Estrada Porrúa Francisco
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
jlbravo@atmosfera.unam.mx

Se hace una selección, en base a los años existentes y a la continuidad de la información, de las casi 6000 estaciones climatológicas de la base de datos Clicom de la República Mexicana actualizada hasta 2007. Se seleccionaron únicamente 349 estaciones con más de 35 años de información de precipitación, el análisis se inicia a partir de 1950. Se considera el promedio anual de la precipitación diaria para un año completo y para las épocas de lluvias y secas. Se hace análisis de conglomerados de las estaciones agrupándolas en 5 conglomerados, se ha usado el criterio de máxima variabilidad de la distancia al centro del conglomerado entre grupos y mínima variabilidad dentro de conglomerados. Se considero distancia euclidiana con 55 dimensiones pues 55 es el número útil de años, en el caso de falta de observaciones se sustituyo el valor faltante por su media del periodo existente en esa estación. El análisis se realizó primero con los valores de la precipitación sin modificación, en segundo lugar con las anomalías de la precipitación con respecto al valor medio de cada estación y finalmente con los valores estandarizados. Las estaciones se agruparon geográficamente de una manera consistente, en el primer caso las estaciones se agruparon de acuerdo a la cantidad de precipitación, en el segundo caso se agruparon según la varianza de cada estación y en el tercero según un criterio de similaridad entre las estaciones. Los resultados se muestran en forma gráfica mediante mapas. Las zonas de máxima precipitación se hayan en la costa del Golfo de México y las de mínima hacia el noroeste del país. La máxima variabilidad se encuentra también en Golfo y la mínima hacia el centro y noroeste. Se muestra la tendencia a lo largo de los 55 años analizados de los 5 grupos de estaciones.

CCA-20

DISEÑO DE UN PLUVIÓMETRO DE CANGILÓN INALÁMBRICO

Vázquez Córdoba Alejandro, Simón Callejas Fredy, Gasca Herrera Ángel Eduardo, Pretelin Canela Jacinto Enrique y Cuéllar Hernández Leticia
Facultad de Instrumentación Electrónica y Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana
agasca@uv.mx

En este trabajo se presenta la implementación y desarrollo de un prototipo basado en un pluviómetro de Cangilón, cuyo propósito es transmitir datos vía radio en banda libre, hacia una computadora de registro. Esta característica proporciona al usuario la comodidad de consultar la información de la precipitación en tiempo real desde una computadora conectada al enlace de transferencia de datos, sin la necesidad de ir a tomar datos al instrumento. Este diseño está divido en tres etapas: la primera es la implementación del pluviómetro en su forma física y mecánica, incluyendo el sensor de efecto Hall y su estructura metálica para soportar las inclemencias del tiempo. La segunda etapa está constituida por el hardware de los módulos digitales para la adquisición de datos y la transmisión de éstos vía radio, hacia la computadora central para almacenarlos y generar los registros. La tercera y última etapa es el software de programación para la manipulación de los datos adquiridos.

Actualmente, el estudio de las precipitaciones es y seguirá siendo fundamental para el conocimiento de la ciencia, el desarrollo tecnológico, la meteorología, la construcción de ciudades, presas, edificios, y demás avances hechos por el hombre, siendo este trabajo de investigación considerado como una herramienta indispensable y eficiente para este propósito. El pluviógrafo implementado, está hecho para brindar mayor dinamismo y comodidad hacia los usuarios, para la toma de decisiones.

Otro de los principales objetivos es el manipular un software que sea amigable para el usuario final, la cual está soportada en la plataforma de LabView. Junto con esta herramienta, se desarrolló un software adicional que trabaja en completo enlace con los módulos de trasmisión y los datos a manipular. Al enlazar y configurar ambos (los módulos de Radiofrecuencia y los datos manipulados), LabView permite trabajar con los puertos de entrada y salida de la computadora y las tarjetas electrónicas, generando un sistema confiable para la adquisición de datos y su manipulación.

Este prototipo tiene la característica de poder visualizar la información de manera local, ya que tiene un indicador con un menú fácil de interpretar y una serie de botones para su manipulación que permite monitorear de forma local la información almacenada en él, en caso de que fallara la transmisión de datos.

La integración de esta tecnología, genera un prototipo de uso confiable y hacen del instrumento, un elemento para el trabajo de las estaciones meteorológicas que trabajan constantemente obteniendo infinidad de nuevo datos, y que requieren trabajar con la mejor calidad de tecnología para lograr el máximo desempeño.

CCA-21

DINÁMICA DEL CLIMA MESOAMERICANO

Herrera Aztegui Luis Eduardo[1], Magaña Rueda Víctor[1] y Salinas Prieto José Antonio[2]
[1]*Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM*
[2]*Instituto Mexicano de Tecnología del Agua*
leha@mexico.com

El clima de los Mares Intra Americanos depende en gran medida de interacciones entre transientes y el flujo medio, es decir por ondas del este y la corriente en chorro de niveles bajos en el Caribe. Aunque la corriente en chorro es parte de la alta semipermanente del Atlántico subtropical norte, sus variaciones intraestacionales dependen de la convergencia de momento zonal y meridional por transientes de alta frecuencia (3-10 días). Esos mismos transientes llevan a remover momento zonal del este desacelerando la corriente en chorro antes de llegar a Centro América. La naturaleza barotropicamente inestable de la corriente en chorro permite los interacmbios de energía con los transientes. La actividad de ondas del este es clave en los patrones de lluvia y sus variaciones intraestacionales (canícula).

CCA-22

ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD DIURNA DE LOS VIENTOS EN EL SUR DEL GOLFO DE MÉXICO

Taylor Espinosa Nidia Elena, Zavala Hidalgo Jorge y Romero Centeno Rosario
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
ntaylor@ciencias.unam.mx

Con los datos de 17 estaciones meteorológicas automáticas a lo largo de la costa del Golfo de México para el año 2006, se encontró que la componente diurna de los vientos en el noroeste de la Península de Yucatán y en el sur del Golfo de México muestra un comportamiento atípico. Comparada con la señal diurna promedio global ésta es de mayor amplitud (más de 4 ms-1) y se presenta hasta a más de 100 km de la costa, lo cual se observó en las estaciones ubicadas en los cayos e islas.

Con el análisis de los datos de las estaciones meteorológicas, se observa que hay una marcada variación estacional de la magnitud de la componente diurna de los vientos que alcanza su máximo de abril a mayo en el sureste del Golfo de México que coincide con la época del año en el que se presenta el mayor contraste térmico.

En escala sinóptica, se tiene que la componente diurna de los vientos es más intensa cuando el viento medio es débil. El hecho de que los vientos medios sean del este o del sureste, implica que cruzan la Península de Yucatán antes de llegar al oeste del Banco de Campeche por lo que se debilitan por la fricción y por la convección sobre la península, favoreciendo que la señal diurna no sea mitigada por el viento en la costa oeste de la península. Al no existir obstáculos de gran altura en la península (relieve por debajo de los 500m) que aumenten la fricción, puede favorecer la intensidad y extensión espacial de la señal diurna tierra adentro.

La latitud favorece el desarrollo de la componente diurna, ya que la fuerza de Coriolis es relativamente pequeña (menor que la frecuencia inercial), lo que favorece la propagación del frente de brisa.

Con la ayuda de simulaciones numéricas para el mes de abril se observa que el frente de brisa tiene una progresión tierra adentro bastante importante. Importantes convergencias y divergencias en la Bahía de Campeche y la Península de Yucatán, movimientos convectivos de escalas espaciales variables y cambios significativos en la estratificación de la columna de aire.

CCA-23

SEQUÍAS Y VARIABILIDAD DEL CLIMA EN ESCALAS DE MUY BAJA FRECUENCIA EN MÉXICO

Méndez Pérez Juan Matías y Magaña Rueda Víctor
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
matias.mendezp@gmail.com

Las sequías prolongadas en México (duración de más de dos años) tienen su origen en el forzamiento que las variaciones de muy baja frecuencia tienen sobre la cieculación atmosférica de Norte América. Episodios de Temperatura de SUperficie del Mar anómalamente caliente sobre el Atlántico tropical tienden a favorecer la actividad convectiva sobre Mesoamérica, principalmente cuando la Oscilación Decadal del Pacífico se encuentra en su fase negativa. Dicha condición lleva a una corriente en chorro del Caribe menos intensa de lo normal y con ello a una mayor actividad de ondas del este. Mayor precipitación en las Américas tropicales produce produce subsidencia más intensa sobre el norte de México. Dicho mecanismo refuerza la tradicional concepción de una condición Niña como dominante para sequías en el norte de México a través de una celda de Hadley desplazada hacia el sur de México.

CCA-24

ESTABILIDAD LINEAL DE UNA CLASE DE SOLUCIONES DE LA ECUACIÓN DE VORTICIDAD SOBRE LA ESFERA

Pérez García Ismael y Skiba Yuri
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
ismael@servidor.unam.mx

Se prueba un método numérico espectral para estudiar la inestabilidad de modos normales de unas soluciones estacionarias de la ecuación de vorticidad barotrópica sobre la esfera. En este trabajo se presentan algunos resultados de la inestabilidad de flujos zonales especificados po Polinomios de Legendre (PL), ondas Rossby-Haurwitz (RH), ondas Wu-Verkley (WV) y Modones.

Los resultados de los experimentos numéricos de estabilidad se checaron con algunas estimaciones teóricas, los cuales coincidieron muy bien para PL, y ondas RH y fué de buena aproximación para las ondas WV y modones. Los resultados demuestran la abilidad del método numérico para construir los modos normales inestables, por ejemplo para un modón ecuatorial o de latitudes medias, los cuales tienen similaridad con la circulación atmosférica en niveles superiores bajo una acción de bloqueo.

CCA-25

CONFORT TÉRMICO HUMANO EN LA MEGALÓPOLIS DEL VALLE DE MÉXICO HACIA MEDIADOS DEL SIGLO XXI

Méndez Pérez Irving R.[1], Luyando López Elda[2] y Tejeda Martínez Adalberto[3]
[1]*Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana*
[2]*Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM*
[3]*Grupo de Climatología Aplicada, Universidad Veracruzana*
menpez@gmail.com

Se generaron escenarios de bioclima humano para las zonas metropolitanas de Pachuca-Tula-Tulancingo, Toluca, Puebla-Tlaxcala-Apizaco y Zona Metropolitana de la Ciudad de México, consideradas por separado en el presente y como parte de una megalópolis hacia mediados del siglo. Actualmente sus condiciones son relativamente frescas pero se tornarán ligeramente cálidas en el futuro por efectos del calentamiento global y del calentamiento urbano. Se hicieron estimaciones del bioclima humano para el periodo 1981-2000 y para las décadas de 2030 y 2050 a partir de escenarios climáticos globales. También se calcularon los consecuentes consumos eléctricos domésticos por climatización de viviendas requeridos en el futuro, e implican para medio siglo un incremento del 1.2% de la producción eléctrica nacional actual.

CCA-26

SOBRE LA MITIGACIÓN DE LA ISLA DE CALOR URBANA EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Ballinas Oseguera Mónica[1], González Viveros Pohema[2], Cervantes Pérez Juan[2 y 3] y Barradas Miranda Víctor L.[4]
[1]*Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM*
[2]*Facultad de Instrumentación Electrónica y Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana*
[3]*Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana*
[4]*Instituto de Ecología, UNAM*
monik_v13@hotmail.com

La vegetación urbana desempeña un papel clave en el microclima y la biometeorología humana de ambientes urbanos debido a la capacidad de las plantas para absorber energía radiante a través de la transpiración, resultando en áreas más frías y más húmedas que sus alrededores. La estructura y la composición florística de la vegetación actual en la Ciudad de México producen diferencias en la temperatura del aire de hasta 5 º C, como se ha observado en algunos parques urbanos. Esta diferencia es una función hiperbólica de la superficie del parque. El principal objetivo de esta investigación fue determinar y modelar las tasas de transpiración de diferentes especies de árboles (perennes y caducifolias) nativas y exóticas para crear una mayor diferencia de temperatura que la actual de acuerdo a las zonas ocupadas y también diseñando nuevas áreas para mitigar la isla de calor urbana (UHI) teniendo en cuenta el modelo de balance de energía. Al mismo tiempo se han realizado con un programa computacional algunas estimaciones de la distribución e intensidad térmica de algunas áreas de la Ciudad de México al cambiar el uso del suelo de urbano a parque o “bosque”. De esta manera, se puede proporcionar información biometeorológica básica a arquitectos paisajistas y administradores ambientales con el fin de mitigar la UHI. Esta investigación fue apoyada en el proyecto No. IN213209 de DGAPA-PAPIIT, UNAM.

CCA-27

ANÁLISIS DE EVIDENCIA DEL CALENTAMIENTO GLOBAL EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA, MÉXICO

Sánchez Gómez Rubén[1], Naranjo Díaz Lino Rafael[2], Meulenert Peña Angel Reinaldo[3] y García Concepción Faustino Omar[3]
[1]*CUValles, Universidad de Guadalajara*
[2]*MeteoGalicia, Universidad de Santiago de Compostela*
[3]*IAM, Universidad de Guadalajara*
ruben.sanchez@valles.udg.mx

Por calentamiento global se entiende un incremento en la temperatura promedio del aire próximo a la superficie desde mediados del siglo 20, en donde según la IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) en el 2007 se registra un incremento de 0.74 ± 0.18 °C (1.33 ± 0.32 °F) en la temperatura del mundo, en donde la discusión principal se orienta a tratar de argumentar el origen antropogénico de dicha tendencia creciente en los registros de temperatura. Más aún, en la literatura se pueden encontrar distintos trabajos en los que se reporta un incremento anual en la temperatura observada en distintos puntos del mundo, señalando evidencias para ambos hemisferios del planeta.

Por otro lado, en muchos círculos de investigación climática se suele incluso cuestionar la existencia de tal calentamiento global y se afirma que gran parte de la variación observada no es otra cosa que evidencia de islas de calor en las distintas urbes, señalando que dicha tendencia positiva en los registros de temperatura no se presenta en regiones rurales. De aquí, es natural cuestionarse e indagar la existencia de dicha tendencia en los registros de temperatura observados en nuestra localidad y en particular, en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), localizada en el centro del estado de Jalisco, que ha presentado un crecimiento significativo en el Estado, segunda ciudad más poblada de México.

En este trabajo se presenta un análisis mediante un modelo no lineal de los registros de 100 años de observaciones diarias de temperatura desde enero de 1900 a diciembre de 2000, resguardados por el Instituto de Astronomía y Meteorología (IAM) de la Universidad de Guadalajara, para verificar si existe evidencia del cambio climático en la ZMG, en donde la característica no lineal de la temperatura registrada en la Zona permite de manera natural proponer un modelo de regresión de este tipo para verificar el ajuste de los datos observados en el tiempo.

De los resultados, destaca que los registros de temperatura disponibles en el IAM presentan evidencia de un incremento anual de temperatura, no consistente al incremento señalado por el IPCC, pero que no se puede atribuir a variaciones periódicas naturales de la temperatura.

CCA-28

CUANTIFICACIÓN DE METALES PESADOS Y IONES INORGÁNICOS EN LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL EN SAN JOAQUIN UNA ZONA MINERA SEMI-RURAL Y JURIQUILLA UN ZONA LOCALIZADA AL NOROESTE DE LA CIUDAD DE QUERETARO

García Martínez Rocío, Solís Valdez Sara, Escalante González Jorge Antonio, Muñoz Torres Carolina, Patiño Martínez Paulina y Hernández Silva Gilberto
Centro de Geociencias, UNAM
gmrocio@atmosfera.unam.mx

La Ciudad de Querétaro esta situada en el centro de la República Mexicana, enclavada en el altiplanicie con una altitud de 1820 msnm y con un área de 707.3 km2 y situada al suroeste del territorio estatal.

La concentración de los contaminantes en la atmósfera, la lluvia ha sido poco considerada en los estudios ambientales, a pesar de ser una fuente importante de arrastre de contaminantes a otras zonas, en donde no precisamente estos tienen su origen, ya que en la lluvia, se incorporan y acumulan continuamente contaminantes de origen antropogénico y natural, que pueden ser disueltos fácilmente. Por lo tanto, la composición química de la precipitación pluvial, depende también en gran medida, de las condiciones atmosféricas de los sitios en donde es colectada para su estudio.

En el Centro de Geociencias de la UNAM, se han realizado estudios de metales pesados en muestras de lluvia colectadas en el periodo que comprende 2009 a 2010 en San Joaquín al Sur de la Sierra Gorda de Querétaro y en Centro de Geociencias en el Campus Juriquilla-UNAM.

El este proyecto se cuantificaron los metales pesados tóxicos (MP) y los iones inorgánicos (SO42-, NO3-, Cl-, Ca2+, Mg2+, Na+, K+, NH4+ y H+)en la precipitación pluvial, los MP se analizaron por Espectrometría de emisión Atómica con Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-MS) y las especies iónicas por Cromatografía Liquida de Alta Resolución (HPLC)

CCA-29

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE ÁCIDO NÍTRICO GASEOSO ATMOSFÉRICO DURANTE UN MULTIEVENTO DE OZONO EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Cuevas Contreras José Armando, García Yee José y Torres Jardón Ricardo
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
cuevascj@quijote.ugto.mx

El ácido nítrico gaseoso (HNO3) es un producto terminal de una de las rutas de formación de ozono troposferico que puede ser utilizado para identificar el tipo de sensibilidad química asociada a la formación de este contaminante. En este trabajo se presenta tanto la descripción de la instrumentación utilizada para medir HNO3 (g) por la Sección Fisicoquímica Atmosférica del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, como su utilización en la explicación de la ocurrencia de los niveles extraordinarios de O3 observados recientemente en la Ciudad de México. El resultado del análisis de las mediciones de HNO3 (g) acopladas a la de otras especies como NOy, NOx y O3 durante uno de estos multieventos indica que la sensibilidad química de formación de ozono en esta zona urbana es fuertemente dependiente de los compuestos orgánicos volátiles.

CCA-30 CARTEL

PRONÓSTICO EXTENDIDO DE LA TEMPERATURA Y CIRCULACIÓN DE LA ATMOSFERA EN EL HEMISFERIO NORTE

Oda Berta, Mendoza Víctor, Villanueva Urrutia Elba E., Garduño René y Adem Chain Julián
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
oda@atmosfera.unam.mx

Usando un modelo termodinámico baroclínico de dos capas (MTB), desarrollado en el Grupo de Modelos climáticos, se estudia el efecto de las anomalías de la temperatura de la superficie del mar (ATSM) sobre el pronóstico extendido hasta un mes, de las anomalías de la temperatura y circulación al nivel de 700mb en el Hemisferio Norte.

Como forzamiento externo se prescriben las ATSM para determinar la solución que contiene los modos forzados y los modos libres de la circulación de la atmósfera. Los modos libres se obtienen suponiendo que las ATSM son cero. Los modos forzados se obtienen sustrayendo de la solución del modelo que contiene los modos forzados y libres la solución que contiene solo los modos libres.

CCA-31 CARTEL

CAMBIO CLIMÁTICO Y DISPONIBILIDAD DE AGUA EN LA REGIÓN CENTRAL MONTAÑOSA DEL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO

Barradas Miranda Víctor L.[1], Cervantes Pérez Juan[2 y 3] y Ballinas Oseguera Mónica[4]
[1]*Instituto de Ecología, UNAM*
[2]*Facultad de Instrumentación Electrónica y Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana*
[3]*Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana*
[4]*Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM*
vbarrada@ecologia.unam.mx

Se realizó una serie de análisis de las tendencias de la precipitación y de la frecuencia de la niebla (1900-2005) complementadas con mediciones del balance de energía sobre ejemplos típicos de bosques y pastizales en la región central montañosa del Estado de Veracruz para examinar la posibilidad de la existencia de un cambio climático. Se hipotetizó que los cambios observados en las tendencias de la precipitación y de la frecuencia de la niebla con la altitud reflejaría cambios en el nivel de condensación por ascenso y que estos podrían ser positivos o negativos, dependiendo de la elevación del sitio. Se cuantificaron los cambios en el flujo de calor sensible asociado con el cambio del uso del suelo de bosques a pastizales. Se discuten las implicaciones en la disponibilidad de agua en el río Pixquiac con el fin de cuantificar la accesibilidad de agua para el consumo humano futuro en las ciudades importantes de la región. Esta investigación fue apoyada por la subvención no. 37137 desde el Fondo Mixto Gobierno del Estado de Veracruz-CONACyT

CCA-32 CARTEL

IMPACTO DEL HURACÁN "ALEX" EN LOS MARGENES DEL RÍO SANTA CATARINA EN LA CIUDAD DE MONTERREY

Gutiérrez García Brenda de Jesús, Gutiérrez Alejandro Blanca Azucena y González Vázquez Luis Antonio
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
brenda_gg6@hotmail.com

El huracán “Alex” fue el primer ciclón tropical de la temporada de huracanes en el Océano Atlántico del año 2010. Formado a partir de una potente onda tropical, se desarrolló lentamente en el mar Caribe y se desplazó hacia el Oeste mientras se organizaba e intensificaba hasta tocar tierra al Norte de Belice. Su tránsito sobre tierra en la península de Yucatán lo debilitó, pero volvió a ganar intensidad de tormenta tropical al reingresar al mar en el Golfo de México. Alex fue el primer huracán que se formó en el Océano Atlántico en el mes de junio desde el Huracán Allison de la temporada de 1995.

El huracán “Alex” ingreso a tierras mexicanas por el municipio de Soto La Marina, en el estado de Tamaulipas y su principal impacto fue la lluvia torrencial que se registro en toda la región del Noreste de México.

El huracán “Alex” ha sido el causante de cuantiosos daños materiales en la mayoría de la infraestructura de la ciudad de Monterrey y su área conurbada, integrada por 10 municipios que se encuentran severamente dañados, así como varias pérdidas humanas, a través de su trayectoria por todo el Noreste de México.

El cauce del río Santa Catarina se mantuvo a su máxima capacidad debida la gran cantidad de escurrimientos provocada por la erosión de la superficie del suelo y el acarreo de partículas de la masa del subsuelo.

El exceso de escurrimientos trajo consigo una serie de destrucciones en las principales avenidas del área metropolitana situadas en las orillas del rio Santa Catarina, en el que no sólo hubo transporte de fragmentos sino que también el agua arrastraba automóviles, casas e incluso personas que se encontraban cerca del área.

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) indicó que la acumulación de lluvia que dejó la tormenta excedió largamente la producida por el huracán Gilberto en 1988, cuando sólo cayeron 280 mm en la ciudad de Monterrey. La histórica cantidad de agua caída provocó que varias represas se llenaran por todo el Noreste de México. En Nuevo León, CONAGUA comenzó descargas de 713 m3/s en las presas de La Boca, Santiago, de 1648 m3/s en Cerro Prieto, Linares y de 3080 m3/s en El Cuchillo, China (Nuevo León).Dichas represas estaban en 98%, 114% y 124% de capacidad máxima de operación, respectivamente. Las descargas de agua de las represas originaron un estado de alerta en Tamaulipas, que debió hacer frente a la misma.

Las lluvias provocadas por Alex fueron de una magnitud nunca antes vista y de no haber existido la presa Rompepicos localizada en la zona de la Huasteca que almacenó la mayoría de los escurrimientos y atenuó las aguas que bajan al río Santa Catarina, el desastre sería “inimaginable”.

CCA-33 CARTEL

ANÁLISIS DE LA ISLA DE CALOR URBANA EN PUEBLA, MÉXICO, UNA CIUDAD TROPICAL DE GRAN ALTITUD: PUEBLA, MÉXICO

Cervantes Pérez Juan[1], Martínez Jiménez Jessica[1], Balderas Gabriel[2] y Barradas Miranda Víctor L.[3]
[1]*Facultad de Instrumentación Electrónica y Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana*
[2]*Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*
[3]*Instituto de Ecología, UNAM*
jcervantes.perez@gmail.com

Las ciudades han sido durante muchos años los centros de desarrollo del ser humano con el fin de mejorar su calidad de vida. Sin embargo, la urbanización ha conducido a alterar drásticamente el medio ambiente del sitio principalmente en sus propiedades físicas, químicas y ecológicas, debido primordialmente a la modificación radical del uso del suelo. Esto lleva a alterar el clima del área urbana por la modificación del balance de energía y que conduce a la formación de la isla de calor urbana (UHI). El objetivo de esta investigación fue el de determinar la intensidad y la fluctuación de la UHI en una ciudad tropical de gran altitud utilizando el gradiente térmico urbano (#T/#t = (T2 -- T1)/(t2 - -t1)) durante el día para cada estación meteorológica escaneada para establecer contrastes térmicos entre ellas como el inicio para implementar estrategias y mecanismos de mitigación de la UHI. La ubicación y las fluctuaciones de la UHI se obtuvieron mediante la construcción de gráficas isotérmicas con un programa computacional y la temperatura promedio mensual. Se utilizaron fotografías alrededor de cada estación para analizar el uso del suelo y los gradientes térmicos. Las gráficas de isotermas mostraron que la UHI se orientó en la dirección NO-SE en diciembre y enero, con cambios a NE-SO en febrero, marzo y abril, con el centro casi siempre situado en las estaciones de la BUAP (Benemérita Universidad Autónoma de Puebla), San Manuel y UPN (Universidad Pedagógica Nacional). Las estaciones de Chachapa y Calera mostraron las mayores tasas de calentamiento y enfriamiento con oscilaciones de temperatura significativas, debido probablemente a que estas estaciones se encuentran en las zonas rurales y semiurbanas, respectivamente, donde las áreas de vegetación son más densas y más grandes que en las zonas urbanas; por lo tanto, el cambio del uso del suelo afectó significativamente las estaciones BUAP, UPN y San Manuel, desde que presentaron gradientes térmicos positivos y negativos con oscilación baja, gama típica de áreas densamente urbanizadas. Esto le da a la elevación de temperatura a través de la zona de influencia de las estaciones urbanas la característica de detectar el centro de calor y con ello iniciar la proyección de planes y estrategias de mitigación de la UHI en la ciudad de Puebla. Esta investigación fue apoyada por el proyecto No. PUE-2004-CO2-6

de CONACYT-Gobierno del Estado de Puebla y en parte por el proyecto No. IN213209 de DGAPA-PAPIIT, UNAM.

CCA-34 CARTEL

TENDENCIAS DE EVENTOS EXTREMOS EN NAUCALPAN, EDO. DE MÉXICO

Enriquez Barajas Isabel[1], Nieto Aguilar Luis Hugo[1], González Guerrero Edith[1], Tadeo Guadarrama Karina[1] y Magaña Rueda Víctor[2]
[1]*Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM*
[2]*Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM*
pembu.enriquez@yahoo.com.mx

Mediante registros meteorológicos de precipitación diaria en Naucalpan, Estado de México para los años 1960-2010 es posible detectar un incremento en la frecuencia e intensidad de eventos de precipitación extrema. Los análisis muestran que el cambio en la intensidad el ciclo hidrológico coincide con el proceso de urbanización en el noroeste del Valle de México. La relación entre el cambio de uso de suelo y el cambio en el régimen de lluvias sugiere que son los cambios en la estabilidad atmósférica los que han incidido en circulaciones atmosféricas verticales más intensas. Los datos del Programa de Estaciones Meteorológicas del Bachillerato Universitario (PEMBU) y de la CONAGUA permiten un análisis temporal más detallado para analizar si la tendencia es a mayores tasas de precipitación o a episodios de lluvia más prolongados.

CCA-35 CARTEL

CLIMATOLOGÍA DEL VALLE DE MÉXICO A PARTIR DE DATOS PEMBU

González Montaño María del Rosario[1], Ruíz Ramírez Agustín[1], Reglero Crespo Alan Benjamin[1], García Soria César[1], Becerra Godínez Juan Alexis[1], Cruz Sarmiento Leydi[1], Martínez Muñoz María de Jesús[1], López Durán Wilebaldo[1] y Magaña Rueda Víctor[2]
[1]*Escuela Nacional Preparatoria 1, UNAM*
[2]*Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM*
chayog@servidor.unam.mx

Usando los datos de la red del Programa de Estaciones Meteorológicas del Bachillerato Universitario (PEMBU) se ha construido la climatología de temperatura y precipitación para el Valle de México. Los resultados permiten identificar no solo el efecto de la orografía en los campos de precipitación y temperatura, sino también algunos patrones espaciales dados aparentemente por condiciones de uso de suelo.

Las estimaciones de precipitación, incluyendo la variabilidad interanual permiten estimar el potencial que existe en diversas zonas de la ciudad de México para realizar captura de agua de lluvia. Los resultados sugieren que el uso de técnicas domésticas de aprovechamiento del agua de lluvia podrían reducir el grado de presión sobre el recurso hídrico que actualmente existe en la ciudad de México.

CCA-36 CARTEL

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LLUVIA EN EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE PUEBLA (JUNIO-OCTUBRE 2009)

Teutli León Ma Maura Margarita, Herrera Juárez Viridiana y Sánchez Martínez Alejandra Ixchel
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
teutli23@hotmail.com

En este trabajo se reportá el contenido iónico y metálico observado en muestras de lluvia colectadas en el centro Histórico de la ciudad de Puebla en la temporada junio-octubre 2009. Los datos analizados permitirán afirmar que la lluvia en el centro histórico no tiene características ácidas severas, ya que el valor promedio de pH corresponde a un valor de 6.37, la conductividad promedio alcanza un valor de 100 microsiemens cm-1; asimismo el principal anión es el carbonato ya que la dureza promedio es de 129 ppm seguido por los bicarbonatos y los cloruros con un valor promedio de 36 ppm. De menor importancia son los sulfatos y nitratos cuyo valor promedio corresponde a 14 y 2 ppm respectivamente. El registro de datos correlacionado con los fenómenos climáticos permitá afirmar si los valores máximos de los principales aniones se registraron al inicio de la temporada. Llama la atención el ión cloruro, que casi al final de la temporada alcanzó valores que rebasaron el máximo observado al inicio de la temporada (71 vs 61 ppm), lo cual coincide con una etapa en la cual las precipitaciones fueron abundantes.

CCA-37 CARTEL

PRESENCIA DE UN ESPEJISMO SUPERIOR EN LA BAHÍA DE TODOS SANTOS, BAJA CALIFORNIA., MÉXICO, BAJO LA CONDICIÓN DE VIENTOS SANTA ANA

Hernández Walls Rafael, Castro Rubén, Pinet Plasencia René y Yepiz Velázquez Raúl
Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California
rwalls@uabc.edu.mx

Se documenta la presencia de un espejismo superior en la Bahía de Todos Santos, Baja California, el 18 de noviembre de 2005. De acuerdo a las observaciones realizadas por dos estaciones meteorológicas ubicadas en la Bahía de Todos Santos (Isla de Todos Santos y el Sauzal) y simulaciones realizadas con el modelo MM5, las condiciones atmosféricas que se registraron cuando dicho fenómeno se hizo presente fueron la superposición de una masa de aire cálida y de baja humedad acarreada por los vientos Santa Ana con una masa de aire relativamente fría y húmeda de la región. Lo anterior, propició las condiciones para la formación de una inversión térmica, poco común en la zona costera de esta región, permitiendo la formación de un espejismo superior. Se muestra evidencia fotográfica tomada bajo estas condiciones atmosféricas.

Sesión Regular

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

Organizadores:
Francisco Javier Esparza Hernández
William Bandy
Andrés Tejero Andrade

EG-1

NUEVO MODELO TRIDIMENSIONAL DEL CRÁTER DE CHICXULUB BASADO EN DATOS GRAVIMÉTRICOS

Batista Rodríguez José A.[1], Pérez Flores Marco Antonio[2], Urrutia Fucugauchi Jaime[3], Barton Penny[4] y Morgan Joanna[5]

[1]*Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Cuba*
[2]*División de Ciencias de la Tierra, CICESE*
[3]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[4]*Earth Sciences, University of Cambridge, Bullard Laboratories, United Kingdom*
[5]*Department Earth Science and Engineering, Imperial College London, United Kingdom*
jabatista@ismm.edu.cu

Se presenta un nuevo modelo geológico-geofísico tridimensional del cráter del Chicxulub. El modelo se obtuvo a partir de inversión 3D de datos gravimétricos utilizando constricciones de; datos de pozos de perforación de PEMEX y de varias líneas sísmicas marinas obtenidas en dos campañas. El modelo resultante se ajusta a los principales criterios geológicos y geométricos aportado por investigaciones preliminares. El mismo, reproduce la geometría del cráter de impacto, reflejando las posiciones de las anillos y de los sistemas de fallas vinculados a dicha estructura. También propone nuevas características geológicas y geométricas en zonas con alta incertidumbre en investigaciones anteriores.

EG-2

ANÁLISIS DE TRAZA COMPLEJA EN DATOS SÍSMICOS 2D: IMÁGENES Y RESULTADOS DEL CRÁTER DE CHICXULUB

Salguero Hernández Eduardo[1], Urrutia Fucugauchi Jaime[2] y Soler Arechalde Ana María[2]

[1]*Instituto Mexicano del Petróleo*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
esalguero@imp.mx

La cuenca de impacto de Chicxulub en Yucatán, México, ha sido objeto de estudio con un amplio arreglo de técnicas y tecnologías geofísicas. En este trabajo se utilizaron dos líneas sísmicas de reflexión, Chicx-A0 y Chicx-A1, que cortan al cráter en la zona Norte a 20 km del centro de impacto. Con dicha información, se obtuvieron cuatro atributos instantáneos: Amplitud, Fase, Frecuencia y Similaridad. Los atributos generaron mapas a color del cráter donde las anomalías fueron asociadas a un patrón para cada litología. Estos patrones fueron calibrados con registros de pozo, modelos estructurales y de distribución litológica. El resultado de nuestra investigación fueron imágenes y un modelo de distribución espacial de las litologías: Brecha rica en cuarzo, brecha rica en carbonato, roca de fusión, carbonatos del Mesozoico. El modelo es cualitativo; no delimita con precisión el contacto entre unidades porque la traza original no tiene eventos reflectivos. Es posible que los parámetros físicos de la onda sísmica estén perturbados principalmente por difracción en las decenas de kilómetros de fallas que comprenden las zonas anilladas. Sin embargo, atributos sísmicos mostraron ser una herramienta útil para el estudio del interior del cráter; un escenario geológico complejo, precisamente, porque no existen registros de pozo con profundidad mayor a 1.6 km y, desde el punto de vista sísmico, la relación señal-ruido es muy pobre en los datos.

EG-3

MODELADO ACÚSTICO EN EL CRÁTER DE IMPACTO DE CHICXULUB CON GPU

Ortiz Alemán Carlos[1] y Nava Flores Mauricio[2]

[1]*Instituto Mexicano del Petróleo*
[2]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
jcortiz@imp.mx

Se presenta una aplicación a la solución de la ecuación de onda acústica escalar 2D en la exploración, conocida como modelado acústico, a la zona del cráter de impacto de Chicxulub.

El campo de velocidades se construyó a partir de información de pozos en el área.

El método numérico aplicado fue el método de diferencias finitas de octavo orden en espacio y segundo orden en tiempo, considerando fronteras absorbentes de tipo PML.

El cómputo se llevó a cabo en paralelo, haciendo uso de unidades de procesamiento gráfico (GPU), obteniendo resultados satisfactorios, exhibiendo un desempeño claramente superior comparado con el cómputo secuencial en una unidad central de procesamiento (CPU).

EG-4

CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES EN LA REGIÓN DE SAN IGNACIO, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO, A PARTIR DE SÍSMICA DE REFLEXIÓN

González Escobar Mario, Sánchez Pérez Luis Alberto, Sánchez García Ana Cristina y Arregui Ojeda Sergio
CICESE
mgonzale@cicese.mx

Un estudio sísmico de reflexión con el método de Vibroseis por parte de Petróleos Mexicanos (PEMEX) se llevo a cabo en la región de San Ignacio en el estado de Baja California Sur, México. En su mayor parte los límites geográficos de este prospecto fueron establecidos por el Océano Pacifico y la Laguna San Ignacio hacia el poniente y por las mesas volcánicas denominadas “Mesa del Cuarenta” y la “Sierra de la Giganta” al oriente. El objetivo de este levantamiento fué para intentar relacionar la información sísmica obtenida por los trabajos marinos en las Bahías Magdalena (Golfo de Ulloa) y Vizcaíno. La superficie de este prospecto es de aproximadamente 2100 km2. La técnica de campo empleada para la observación de la información consistió de un tendido lateral de 0-420-2030 metros, con registro en 24 canales resultando finalmente una sección compuesta con multiplicidad de 1200%. Recientemente la información de campo de este prospecto fue proporcionada por PEMEX al CICESE, en donde se está realizando su proceso e interpretación. De las observaciones preliminares tenemos que: se presentan sectores estructurales de importancia y se observa un complejo de bloques de Horst y Graben en algunos de los horizontes profundos.

EG-5

ESTRUCTURA EN EL SECTOR NOROESTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA A PARTIR DE SÍSMICA DE REFLEXIÓN

Vargas Magaña Yoana de Jesús, González Escobar Mario y Arregui Ojeda Sergio
CICESE
yoanav@hotmail.com

En este trabajo se realizó el procesamiento e interpretación de líneas sísmicas marinas de reflexión 2D multicanal, utilizando información sísmica colectada al noroeste del Golfo de California por Petróleos Mexicanos (PEMEX), entre 1978 y 1980 durante la ejecución del Prospecto San Felipe-Tiburón. La información se obtuvo usando un arreglo de 48 canales espaciados a cada 50 m con 7 cañones de aire como fuente de energía, tiempo de grabación de 6.144 s e intervalos de muestreo de 2 ms. Las principales estructuras de norte a sur son; Falla Cerro Prieto, Cuenca de Wagner, Consag, Delfín Superior e Inferior y el sistema de falla transformante Ballenas. Las líneas sísmicas se procesaron e interpretaron en CICESE, estas no han sido utilizadas en trabajos previos y presentan una gran oportunidad para analizar y aportar información para un mejor entendimiento de su estructura así como de su evolución tectónica. Un mejor conocimiento de la estructura en dicho sector también ayudara para determinar si algunas de las principales estructuras del área de estudio tienen alguna correlación con las del bloque volcánico Puertecitos, localizado en la parte costera de la Península de Baja California.

EG-6

ESTRUCTURA Y BASAMENTO SÍSMICO DEL ESTE DE LA CUENCA DE FARALLÓN, GOLFO DE CALIFORNIA

Hernández Maya Karina[1], González Fernández Antonio[1] y Lonsdale Peter[2]

[1]*CICESE*
[2]*Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego*
hmaya@cicese.mx, khedzmaya@gmail.com

El Golfo de California es un rift continental activo con apertura oblicua y desplazamiento lateral derecho. Es también uno de los mejores ejemplos de margenes modernos en etapas tempranas de su desarrollo que merece ser estudiado para el completo entendimiento de la ruptura de la corteza continental y su posterior transición a la expansión del fondo marino. Establecer el límite entre corteza continental y oceánica es uno de los principales problemas que afectan a su estudio debido a la falta de anomalías magnéticas alineadas que se presentan en la corteza oceánica típica. El objetivo principal de este trabajo ha sido identificar este límite en la parte Este de la Cuenca Farallón que se localiza al sur del Golfo de California. Para ello se usaron datos de sísmica de reflexión multicanal 2D de alta resolución tomados durante la expedición Ulloa 2006. Estos datos han sido procesados e interpretados y han permitido clasificar con éxito el basamento para la parte Este de la cuenca.

La corteza de características oceánicas se sitúa en el centro de la cuenca y se identifica principalmente por estructuras cóncavas en los perfiles sísmicos, que se han interpretado como sills. Ocupa las partes más profundas de la cuenca Farallón y rodea tanto a la dorsal activa como a la abandonada. El basamento plutónico se encuentra situado en el margen este de el área de estudio, paralelo a la línea de costa de Sonora y Sinaloa y se reconoce a partir

de un reflector continuo de gran amplitud. El limite que separa el basamento continental se ubica al este de un escarpe de mas de 1000 m que pertenece a la Falla Transformante Farallón y mas al sur por el cañón de Sinaloa (escarpe de mas de 1300 m que comienza en la plataforma continental en la boca del Río Fuerte), donde el talud es cortado por cañones submarinos que actúan como canales para el transporte de sedimentos.

Se ha inferido también otro tipo de basamento de naturaleza volcánica situado entre el basamento plutónico y la corteza de características oceánicas, que se evidencian en las secciones sísmicas a partir de discontinuidades en el reflector de gran amplitud. Está situado al sur del eje de la dorsal.

EG-7

LEVANTAMIENTO DEL BLOQUE DE JALISCO INFERIDO A PARTIR DE UNA TRANSECTA MT

Corbo Camargo Fernando[1], Arzate Flores Jorge[1] y Álvarez Béjar Román[2]
[1]*Centro de Geociencias, UNAM*
[2]*Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM*
fcorbo@geociencias.unam.mx

En el presente trabajo se caracteriza la conductividad eléctrica de la Placa de Rivera en subducción en la parte NW del bloque de Jalisco, mediante sondeos magnetotelúricos (MT) ubicados sobre un perfil perpendicular a la trinchera. Dicho perfil consiste de 15 estaciones MT, dentro de las cuales dos fueron generados sintéticamente sobre el oceánico Pacífico. Todas estas estaciones se rotaron según el ángulo de strike (N9W) obtenido mediante el análisis de distorsión de Caldwell et. al, 2004.

Los datos obtenidos son comparados con datos publicados con anterioridad, que infirieron por medio datos sísmicos la geometría de la placa en subducción (Pardo y Suárez, 1995; León-Soto et. al, 2009), e interpretadas en términos de la placa oceánica en subducción, de la geometría de la corteza continental y de la localización de regiones metasomatizadas de los productos derivados de los procesos de deshidratación y fusión parcial del manto.

En el perfil electro-resistivo se distinguen varias zonas conductivas: un conductor superficial en la región del campo volcánico Los Volcanes, que proponemos se encuentra asociado a los procesos de la liberación de agua de poros de la corteza oceánica y las reacciones con bajo grado de metamorfismo. A mayor profundidad, debido a un aumento de presión y temperatura, se originan otras reacciones metamórficas con liberación de agua, dentro de las cuales se distingue otro conductor entre los 20 y 40 km de profundidad, la cual atribuimos a reacciones metamórficas posiblemente por formación de esquistos azules (Jödicke et al., 2006; Peacock, 1990). A mayor profundidad se aprecian otros conductores. Uno de estos se interpreta como un camino de debilidad ascendente y genera los magmas sobre la zona del Rift Tepic Zacoalco. Uno de los conductores más significativos se ubica debajo de la corteza inferior y es probablemente la causa del levantamiento del Bloque de Jalisco, el cual se asocia a reacciones de deshidratación y a la migración ascendente de fluidos provenientes del manto por las altas presiones y temperaturas en la zona.

EG-8

ANÁLISIS DE ANOMALÍAS AEROMAGNÉTICAS EN EL GRABEN CHAPALA

Alatorre Zamora Miguel Angel[1] y Calderón Paul[2]
[1]*Departamento de Ingeniería Civil y Topografía, CUCEI, Universidad de Guadalajara*
[2]*Departamento de Física, CUCEI, Universidad de Guadalajara*
alatorre2004@hotmail.com

Varios trabajos realizados sobre la geología, el paleomagnetismo y la tectónica del occidente de México dan cabida a uno de los rasgos tectónico-estructurales importantes de México, que confluye en una triple intersección rift-rift-rift. Este rift, denominado de Chapala, alberga al mayor lago de México, se caracteriza por tender en sentido oeste-este y por estar formado por los grabens de Citala y Chapala.

Analizando anomalías aeromagnéticas que cubren al área del Graben Chapala mediante varias herramientas que incluyen reducción al polo, transformada seudogravimétrica, deconvolución de Euler y señal analítica, se pretende discernir acerca del estado estructural de la corteza superior en este graben. Así mismo, se espera contribuir un poco al conocimiento del graben Citala.

Una comparación de las anomalías aeromagnéticas con la transformación seudogravimétrica de su reducción al polo muestra que el graben es más claro hacia el este; además, la orientación del mismo no parece ser oeste-este como se considera comúnmente, sino con una ligera inclinación hacia el sureste. Este esquema parece indicar que el grabenb Chapala podría ser más antiguo que el graben Citala, aunque trabajos recientes muestran actividad tectónica en el límite norte del primero, sobre la población de Chapala, y actividad sísmica en el área del Punto Triple.

La perspectiva hacia el NE de la señal analítica exhibe una clara estructura W-E que coincide con el graben Chapala.

Localizaciones de fuentes dipolares magnéticas arrojan la presencia de lineamientos NW-SE, aunque no indican la presencia de fallamientos como límites del graben. Más bien es notoria la presencia de varios sistemas de fallas sumamente superficiales. Estos lineamientos de fuentes dipolares coinciden con tales fallas superficiales. Aparece además una estructura de tendencia aproximada N30E, atravesando hacia la población de Chapala. Estos resultados en primera instancia arrojan una arquitectura estructural más compleja que un graben delimitado por fallas maestras.

EG-9

ESTUDIO DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA Y REFLEXIÓN SISMOACÚSTICA EN EL CAUCE DEL RÍO LAS CRUCES, NAYARIT

Vázquez Contreras Adolfo, Lemus Rodríguez Alfonso y Rodríguez Chacón Mario
Comisión Federal de Electricidad
adolfo.vazquez@cfe.gob.mx

Con el objetivo de complementar los estudios geológicos para el conocimiento de las estructuras geológicas principales en el cauce del río Las Cruces, se llevaron acabo estudios geofísicos en la denominada zona de boquilla, los que incluyeron los métodos de tomografía eléctrica y reflexión sismoacústica. El estudio tuvo como objetivo analizar la posible continuidad de estructuras geológicas (fallas y fracturas) presentes en las dos márgenes, así como la estimación del espesor de los sedimentos a lo largo de varias trayectorias sobre el cauce del río. La tomografía eléctrica se realizó con un dispositivo multielectródico y tres tipos de arreglos de electrodos: Wenner, Dipolo-dipolo y Schlumberger. Las secciones de tomografía eléctrica corroboran la continuidad de algunas de las fallas y fracturas más importantes del área. Por otra parte el método sismoacústico, además de definir los espesores máximos, muestra en varias secciones formas de la base de los sedimentos que se pueden correlacionar con fallas presentes en la zona.

EG-10

RASGOS TECTÓNICOS DE LA CUENCA DE LA POPA Y DE LAS ESTRUCTURAS QUE LA RODEAN EN EL NE DE MÉXICO DERIVADOS DE CAMPOS GEOFÍSICOS POTENCIALES

Tamez Ponce Antonio[1], Yutsis Vsevolod[1], Krivosheya Konstantin[1], Hernández Flores Edilberto[2], Bulychev Andrey[3] y Tamez Ponce Cuahutemoc[1]
[1]*Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León*
[2]*PEMEX, PEP, Poza Rica, Veracruz, México*
[3]*Facultad de Geología, Universidad Estatal de Moscú, Lomonósov, Moscú, Rusia*
geo_tony_1@hotmail.com

La Cuenca de La Popa (CLP) se localiza en el promontorio (foreland) de la Sierra Madre Oriental a 85 km al Noroeste de la ciudad de Monterrey N.L., abarcando parte de los estados de Nuevo León y Coahuila, ubicándose al Noreste de la Cuenca de Parras y al Sur de la Cuenca de Sabinas. Esta Cuenca es dominada por tectónica salina que es de gran interés para la industria del petróleo, debido a que grandes yacimientos de hidrocarburos en el mundo se encuentran ubicados en cuencas salinas (por ejemplo, el Golfo de México y el Golfo Pérsico). En México la CLP representa el mejor análogo del Golfo de México, por lo cual el estudio y conocimiento de su estructura profunda, así como de su evolución geológica es de interés y puede ser aplicado a áreas semejantes.

En este trabajo se presenta el análisis integral de datos gravimétricos y aeromagnéticos en el área de la CLP y las estructuras geológicas que la rodean. Complementado con un Modelo Digital de Elevaciones (MDE) que combinado con la revisión de estudios geológicos previos sirven para comparar las estructuras en superficie y bloques de basamento en el área de estudio. Se hizo la separación de los bloques tectónicos más importantes, llegando al desarrollo de dos modelos 2.5D que representan de manera general las características más importantes del Noreste de México. Con lo cual se obtuvieron las siguientes conclusiones: 1) se ubica a la CLP en una estructura de graben según el análisis magnético, 2) los mínimos gravimétricos más importantes en el mapa de Bouguer, se acomodan casi de manera perfecta en los anticlinales Potrero de García, Potrero Chico y Minas Viejas, mostrando que estás estructuras están nucleadas por importantes acumulaciones de evaporitas y 3) evidencia de la importante evacuación de sal que ocurrió en la CLP, son los diapiros El Gordo y El Papalote, para los cuales se concluye en el modelado que son diapiros despegados con escombros y lentiles en sus bordes y debajo, los cuales presentan densidades relativamente altas. Además se ubicaron 2 soldaduras secundarias debajo de estos diapiros.

EG-11

ADQUISICIÓN, PROCESADO E INTERPRETACIÓN DE DATOS MAGNÉTICOS Y RADIOMÉTRICOS EN CONOS VOLCÁNICOS DE LA ZONA DE HUEJOTZINGO - CHOLULA, EN EL ESTADO DE PUEBLA

Coconi Morales Enrique, Rodríguez Acevedo Cecilia,
Martínez Pérez Paola y Martínez Olivos Fabiola
ESIA Ticomán, Ciencias de la Tierra, IPN
ecoconi@imp.mx

El objetivo de este trabajo es el proporcionar información geofísica y geológica más detallada de conos volcánicos cercanos al volcán Popocatepetl. El área de estudio se encuentra ubicada en la zona de Huejotzingo – Cholula en el estado de Puebla y comprende una extensión de de 169 Km2 aproximadamente.

Partiendo de la información existente (cartas topográfica, geológica y geológica - minera de Huejotzingo y Cholula) se delimitó la zona a estudiar, se trazaron las estaciones a cada kilómetro en donde se debería hacer mediciones y recoger muestras geológicas.

La campaña de adquisición de información (15 días), se dividió en cinco salidas al campo de 3 días cada una de ellas y se hicieron mediciones magnéticas y radioactivas, así como recolección de muestras para su análisis en zonas de interés.

En la etapa de procesamiento y laboratorio, con las muestras recolectadas en el campo se obtuvieron láminas delgadas y con la balanza hidrostática se determinó sus densidades. Así mismo a los datos adquiridos en campo se hicieron mapas de intensidad magnética, reducciones, filtrado, contenido de Torio (Th), Potasio (k), de Uranio (U) y relaciones K/Th, K/U, U/Th respectivamente. Dichos mapas se configuraron en el software surfer®.

Con los datos de Torio y Potasio se hicieron también unas gráficas que nos permiten determinar los minerales presentes en nuestra zona de estudio e inferir el tipo de roca asociada, esto para poder correlacionar toda la información que se tiene para una mejor interpretación. Sobre el mapa de intensidad magnética se trazaron perfiles en las anomalías más marcadas esto con la finalidad de hacer un modelado geológico con el apoyo del software GM-SYS©.

En la etapa de análisis e interpretación de los mapas configurados con los datos de campo, estos se correlacionaron con la geología y topografía de la zona. En donde se pueden ver claramente las anomalías que corresponden a un cambio en la composición de los materiales que se relaciona con varios eventos geológicos en particular conos volcánicos, derrames de basaltos y cenizas volcánicas.

Finalmente el modelado magnético no da una primera representación de la columna geológica del área de estudio y posible basamento.

EG-12

MÉTODO DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA PARA DETERMINAR ESTRUCTURAS VOLCÁNICAS

Constantino Rodríguez Luciano Daniel, Chávez Segura René, Cifuentes
Nava Gerardo, Hernández Quintero Esteban y Martín Del Pozzo Ana Lillian
Instituto de Geofísica, UNAM
ludancogeminis@yahoo.com.mx

El método de Tomografía Eléctrica fue aplicado en un predio en la delegación Tlalpan del Distrito Federal conocido como “Los Encinos”, donde estudios geológicos anteriores señalan la existencia de tubos volcánicos. El objetivo fue caracterizar los tubos lavicos en modelos 2D y 3D, con diferentes tipos de arreglos (Dipolo-Dipolo, Wenner-Schlumberger y Wenner) a su vez hacer una comparación entre los resultados que arrojan cada uno de ellos. La geometría detallada de estas estructuras del subsuelo es de interés para su correcta caracterización e interpretación.

Se realizaron 5 líneas de 125m de longitud con separación de 5m entre electrodos y de 25m entre líneas. Los datos se procesaron con el programa EarthImager, con lo que se obtuvo un modelo 2D para cada línea y un modelo 3D para cada tipo de dispositivo electrodico.

Los resultados obtenidos a partir de los diferentes tipos de arreglos en los modelos 2D, nos indican la existencia de por lo menos 2 tubos lávicos, con espesores que van de 2 hasta unos 10 metros, localizados a una profundidad aproximada de entre 4 y 8m. Los modelos 3D, permiten una caracterización tridimensional de la estructura en estudio, con lo que se observan 2 grupos de tubos lavicos que existen y su distribución, con las mismas características que los descritos anteriormente.

Se comparan los diferentes arreglos, concluyendo que en la caracterización de tubos lavicos el arreglo Dipolo-Dipolo permite obtener una visualización de la ubicación de los tubos y su espesor, el Wenner-Schlumberger, permite la caracterización en 3D del conjunto de tubos volcánicos, debido a su sensibilidad horizontal y vertical; y el Arreglo Wenner aporta información muy pobre para este estudio.

En el presente estudio se utilizaron principalmente los primeros dos arreglos (Wenner se descarto a su a la escasa información que aporta) para la interpretación Geológica-Geofisica final.

EG-13

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ZONAS DE AGRIETAMIENTO UTILIZANDO LÍNEAS DE SEV'S COMO ALTERNATIVA AL USO DE LÍNEAS DE DIPOLOS EN EL PREDIO VILLAS DE ZUMPANGO, MUNICIPIO DE ZUMPANGO, EDO. DE MÉXICO

Alamilla Pérez Yarabet Guadalupe[1 y 2], Camargo Guzmán David[2], Campos Castan Juan[2],
Barco Bazan Ivan Omar[2], Maldonado Cruz Daniel[2] y Chavacan Avila Marcos Roberto[2]
[1]*ESIA Ticomán, IPN*
[2]*EPYESA*
yrb_alamp@yahoo.com.mx

Se realizó un estudio geofísico de resistividad eléctrica en el predio villas de zumpango, municipio de zumpango, estado de méxico. Esto con la finalidad de ubicar zonas de agrietamiento y fallas geológicas, así como sus posibles causas, a través de la implementación de catorce líneas de sondeos eléctricos verticales distribuidas en un área no mayor a tres hectáreas. Las 14 líneas están constituidas por 133 sev's cuya abertura máxima en ab/2 fue de 32 m.

Utilizando esta información se generaron mapas de isorresistividad aparente a 5 diferentes profundidades teóricas (1, 2 ,3 ,5, 10 y 25m) identificándose anomalías geofísicas asociadas a agrietamiento, mientras que no se aprecian para fallas geológicas. Las anomalías identificadas permiten caracterizar 19 fracturas a una profundidad no mayor de tres metros, así como una dirección preferencial ns. Simultáneamente se interpretó la totalidad de los sondeos para identificar la litología presente en el área, encontrándose una cubierta superficial de suelo orgánico con alto contenido de arcilla sobre una secuencia volcánica cementada. De acuerdo a este resultado se propone que los agrietamientos se deben a la desecación de la arcilla presente en la cubierta de suelo orgánico. Esta propuesta representa un valor agregado que permite considerar el uso de sev's como una alternativa al uso de dipolos para ubicar agrietamientos.

EG-14

TOMOGRAFÍA DE INTERFEROMETRÍA SÍSMICA PARA LA DETECCIÓN DE CAVIDADES BAJO UN CONJUNTO DE VIVIENDAS

Cárdenas Soto Martín[1], Martínez Carrada Roberto[1], Reyes Pimentel
Thalía A.[1], Reyes Pimentel Alfonso[1] y Alanis Alcantara Alfredo[2]
[1]*Facultad de Ingeniería, UNAM*
[2]*Zonas Minadas, Delegación Álvaro Obregón*
martinc@servidor.unam.mx

En este trabajo se presentan los resultados de diferentes métodos sísmicos para explorar la estructura del subsuelo bajo un conjunto de viviendas ubicadas en una colonia en el poniente de la ciudad de México. El objetivo esta encaminado a detectar la presencia de posibles minas subterráneas en zonas donde no es posible aplicar métodos de exploración convencionales. Los métodos empleados para ello consistieron en sísmica de refracción, análisis de ondas superficiales y tomografía sísmica a partir de la correlación de ruido inducido. Los resultados obtenidos muestran que los métodos aplicados proporcionan la estructura de velocidad y las condiciones de sitio del subsuelo. Sin embargo, el diseño e instrumentación del experimento debe ser más robusto a fin de recuperar información a mayor profundidad. Estos resultados muestran que los materiales del subsuelo (profundidades menores a 14 m) bajo el conjunto de viviendas presenta distribuciones normales de velocidad de onda S, salvó para algunas zonas de baja velocidad, que para algunos sitios, coinciden con la proyección en superficie de la geometría de la mina. Estos resultados sugieren verificar mediante inspección directa, o bien, llevar a cabo un análisis más especializado confrontando con estudios de, por ejemplo, tomografía eléctrica.

EG-15

SOBRE LA MÁXIMA PROFUNDIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LOS SONDEOS ELECTROMAGNÉTICOS TRANSITORIOS: EL CASO DEL PERFIL VIZCAÍNO

Flores Luna Carlos, Romo Jones José Manuel y Vega Aguilar Mario Esteban
Departamento de Geofísica Aplicada, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
cflores@cicese.mx

Una pregunta recurrente en el uso de la técnica del sondeo electromagnético transitorio (TEM) con el arreglo de bobina central versa sobre cuál es la profundidad máxima de investigación que se puede alcanzar con una espira transmisora de dimensiones L x L. Para responder a esta pregunta adoptamos y probamos con datos reales la expresión de Spies (1989) de la máxima profundidad de investigación (Dmax), la cual es función de tres factores: el momento de la espira transmisora, la resistividad promedio del subsuelo y el

nivel de ruido del voltaje. Para llegar a tal expresión Spies se basó en las curvas de voltaje de zona cercana de una espira circular sobre un medio de dos capas no dispersivas y en la expresión asintótica del voltaje para tiempos largos. En este trabajo reproducimos y confirmamos su desarrollo con la ligera variante de una espira cuadrada, analizando diferentes casos de contraste de resistividad entre las dos capas. Probamos la expresión de Dmax con la profundidad a la interfase más profunda de modelos reales del transecto Vizcaíno, el cual es un perfil de 190 km de longitud que cruza la península de Baja California (de costa a costa) a la latitud del Desierto de Vizcaino. Este transecto consta de 38 sondeos TEM de bobina central con espiras de 150 x 150 m, con una separación aproximada entre sondeos de 5 km. En las porciones occidental y oriental del transecto un total de 22 sondeos estuvieron afectados por el fenómeno de Polarización Inducida (PI), donde la expresión de Dmax no es válida. En la porción central del transecto, sobre la cuenca de Vizcaíno, hay 16 sondeos no afectados por PI , los cuales fueron invertidos a medios estratificados, obteniendo modelos desde dos hasta cinco capas. A pesar de la gran separación de 5 km entre sondeos, existe una buena correlación lateral entre modelos contiguos. Para transformar los modelos de más de dos capas a uno de solo dos capas se hace uso de la conductancia integrada. Puesto que el nivel de ruido del voltaje es uno de los factores de Dmax, lo estimamos a partir de la desviación standard de los voltajes de tiempos largos de 60 voltajes de estos sondeos. De los 16 modelos de Vizcaíno solo hay dos que no cumplen con la expresión teórica de Dmax, es decir, que la profundidad a la interface más profunda se encuentra a una mayor profundidad que la predicha por Dmax. Esto sugiere que la profundidad máxima de investigación puede estar subestimada con la técnica usada por Spies. Finalmente, se analiza el nivel de ruido de más de 1300 estimaciones de 13 diferentes proyectos que comprenden 282 sondeos. Se encuentra que no hay una diferencia significativa entre el nivel de ruido del verano y el invierno, contrario a lo sugerido por varios autores.

EG-16

UN NUEVO MÉTODO MATEMÁTICO PARA ESTIMAR TEMPERATURAS DE FORMACIÓN USANDO DATOS DE RECUPERACIÓN TÉRMICA DE POZOS GEOTÉRMICOS

Espinoza Ojeda Orlando Miguel
Posgrado en Ingeniería, Centro de Investigación en Energía, UNAM
oreso@cie.unam.mx

La explotación de recursos geotérmicos es actualmente considerada una opción viable y limpia para enfrentar los futuros retos energéticos debido a su naturaleza tecnológica y un desarrollo tecnológico conseguido en los campos mundiales geotérmicos. Nuevas técnicas mejoradas para una estimación confiable de las reservas de calor almacenadas en sistemas geotérmicos aun son necesarias. La determinación de las temperaturas estabilizadas de formación (TEF, también conocidas como temperaturas estáticas o no perturbadas de formación) constituye una tarea fundamental para una pronta evaluación térmica de los sistemas geotérmicos. La TEF es comúnmente usada en una amplia variedad de aplicaciones geotérmicas, tales como: (a) la estimación de los gradientes geotérmicos para el mapeo de exploración; (b) la determinación de flujos de calor; (c) el diseño óptimo de los programas de perforación y terminación de pozos; (d) la estimación de las reservas de calor de los sistemas geotérmicos; entre otras. Numerosos métodos analíticos basados en modelos de fuente de calor (tanto conductivo como conductivo-convectivo) han sido desarrollados para la estimación de la TEF usando registros de temperatura de fondo de pozo (BHT, por sus siglas en ingles) y tiempo de shut-in. Aunque el progreso logrado de investigación en esta área, la aplicación de estos métodos para datos de perforación de pozos ha llevado a predicciones no realistas de la TEF (tanto subestimación como sobrestimación) con grandes incertidumbres y fuertes inconsistencias entre los métodos usados. Muchos de estos problemas han surgido de algoritmos físicos y matemático-estadístico no realistas y simplificados que no han descrito el complejo proceso de perforación de pozo (el cual afecta enormemente la TEF circundante al pozo). Con el objetivo principal de resolver estos problemas, un nuevo método matemático para estimar la TEF geotérmica (incluso en aplicaciones petroleras y permafrost) se propone en este trabajo. El nuevo método practico usa transformaciones logarítmicas aplicadas a los datos de recuperación térmica. El nuevo método tiene la ventaja de usar datos de BHT y tiempo de shut-in registrados en las operaciones de perforación de pozo geotérmico. Datos adicionales, comúnmente requeridos por otros métodos analíticos, tales como tiempo de circulación, propiedades termo físicas del sistema pozo u otros parámetros en función del tiempo, no son necesitados por el nuevo método matemático. El requerimiento de un gran número de parámetros con alta exactitud actualmente constituye una fuerte debilidad o desventaja de previos métodos analíticos en comparación con el nuevo método propuesto. Fue demostrado que el método de transformación logarítmica provee un ajuste estadístico mucho mejor (tiempos cortos o infinitamente largos) que previos métodos analíticos, lo cual finalmente permita a la TEF ser determinada confiablemente con incertidumbre pequeñas. Los detalles matemáticos y algunas aplicaciones de campo del nuevo método son resumidos en el presente trabajo. Para estos propósitos, algunos ejemplos de pozos reales (recolectados de varios campos geotérmicos mundiales) y datos de experimentos sintéticos fueron usados para resaltar las ventajas del nuevo método.

EG-17

COMBINACIÓN DE DATOS DE GEORADAR TOMADOS CON DISTINTAS POLARIZACIONES

Villela y Mendoza Almendra y Romo Jones José Manuel
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
avillela@cicese.mx

En GPR el campo eléctrico del pulso de ondas electromagnéticas emitido por la antena transmisora se polariza paralelamente al eje largo de las antenas, por lo cual contamos con dos polarizaciones distintas modo TE (el campo eléctrico es perpendicular al perfil) y modo TM (el campo eléctrico es paralelo al perfil). Por otro lado la antena receptora también actúa direccionalmente, por lo que podemos hacer diferentes configuraciones de antenas, teniendo cada una sus ventajas y desventajas dependiendo del área y del objeto de estudio.

En este trabajo, se cuenta con cuatro secciones, dos secciones pasan por encima de un tanque de plástico vacío y las otras dos sobre un tanque metálico relleno de fierros, las secciones cruzan por la mitad del tanque siendo perpendiculares una a la otra. En cada sección se realizaron levantamientos con cuatro arreglos de antenas, con el objetivo de obtener la mayor información posible del subsuelo. Los datos obtenidos con las cuatro configuraciones se combinaron mediante un tensor y se rotaron a un ángulo calculado para maximizar la diagonal quedando solo dos componentes en lugar de cuatro. El procesamiento que se le aplicó a los datos es el tradicional filtro de bajas frecuencias (dewow), corrección del tiempo cero y un filtraje de componentes principales realizado mediante la descomposición en valores singulares (SVD).

La aplicación del método de descomposición en valores singulares para remover la onda directa muestra mejores resultados que la rutina de substracción de trazas promedio. Mostramos la imagen obtenida a partir de la combinación de las cuatro configuraciones usadas.

EG-18

RESISTIVIDADES APARENTES NEGATIVAS EN MÉTODOS ELÉCTRICOS

Pérez Flores Marco Antonio
Departamento de Geofísica Aplicada, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
mperez@cicese.mx

Creemos que parte de las resistividades aparentes negativas medidas en los equipos de resistividad con cables inteligentes se pueden deber a diferencias de potencial (DV) tan pequeñas que están por debajo del umbral de precisión del equipo y otra parte por un fenómeno que ocurre al usar la ecuación de resistividad de aparente (obtenida para un medio homogéneo).

En el presente trabajo se hizo un análisis de la ecuación de la resistividad aparente, para un medio 1D y 3D. Particioné la ecuación en dos términos que se multiplican. Uno que solo tiene que ver con la posición de los electrodos (doble de pi por el inverso del factor geométricos) y otro término que tiene que ver con las características del subsuelo (diferencia de potencial entre la corriente inyectada). El término de los electrodos no cambia si el subsuelo es 1D, 2D o 3D. Sin embargo, el termino de las diferencias de potencial (DV) si le importa el subsuelo. Hipotéticamente al estar sobre un medio homogéneo de resistividad unitaria, ambos términos deben ser recíprocos, no importando la posición de los electrodos y las características del subsuelo.

Se hizo un análisis en 1D (medio estratificado), suponiendo que el dipolo fuente (AB) esta fijo y solo se mueven los electrodos de potencial (MN). En el primer caso, se hace un barrido de los MN en forma paralela a AB. Se halla que a un ángulo cercano a 55 grados, hay un cambio brusco de signo en DV. Esta función de DV es exactamente reciproca al termino geométrico. Sin embargo, cuando el medio es estratificado, la función de DV sufre flexiones alrededor de esa línea de 55 grados. Dando origen a resistividades aparentes negativas alrededor de esa línea. En el segundo caso, se hizo un barrido de MN en forma perpendicular a AB. La función de DV muestra dos líneas de cambio de polaridad, una paralela a AB y otra perpendicular al centro del dipolo AB. Para un medio estratificado, tales líneas no sufren ninguna deformación, lo cual garantiza que la resistividad aparente siempre sea positiva.

Llevando la misma idea, pero suponiendo un medio tridimensional. Se observa que para ambos casos (MN paralelos y perpendiculares), las funciones de DV sufren deformaciones en las fronteras de cambio de polaridad. Esas deformaciones no pueden ser compensadas por el término geométrico y se presentan resistividades aparentes negativas.

EG-19

EXPERIMENTOS NUMÉRICOS SOBRE DIFERENCIAS Y SEMEJANZAS ENTRE SONDEOS MAGNETOTELÚRICOS TERRESTRES Y MARINOS

Muñiz Yunuhen, Calderón Armando, Esparza Hernández Francisco y Gómez Treviño Enrique
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
ymuniz@cicese.mx

Aunque comparten los mismos principios teóricos y prácticamente la misma instrumentación, los sondeos magnetotelúricos marinos difieren significativamente de los terrestres en su manera de responder a determinados tipos de estructuras. En el caso de una tierra estratificada horizontalmente no existe ninguna diferencia. De hecho, aunque es contrario a la intuición, la impedancia en el piso oceánico es idéntica a la impedancia que se mediría en la ausencia de la capa superior de agua salada. Los campos eléctricos y magnéticos no son iguales en los dos casos, pero la impedancia sí lo es. Cuando existen variaciones laterales de resistividad eléctrica las cosas se complican. Las experiencias en tierra no se aplican directamente a las mediciones en el piso oceánico. Por ejemplo, se sabe que la topografía tiende a tener efectos inversos en la tierra que en el mar, además de que en dos dimensiones el modo TE en el mar resulta distorsionado más que el TM, lo cual en tierra es al revés. En este trabajo se estudia el efecto de pequeñas in-homogeneidades en el piso oceánico, mismas que se sabe producen efectos significativos en tierra, en lo que se conoce como efecto estático. Se considera la remoción de este efecto tanto en tierra como en mar mediante la inversión selectiva de sondeos.

EG-20

SIMULACIÓN ESTOCÁSTICA CONJUNTA DE PROPIEDADES PETROFÍSICAS USANDO CÓPULAS DE BERNSTEIN

Hernández Maldonado Victor[1], Díaz Viera Martín[1] y Erdely Ruiz Arturo[2]
[1]*Instituto Mexicano del Petróleo*
[2]*Universidad Nacional Autónoma de México*
vmhernann@yahoo.com.mx

La dependencia estadística entre propiedades petrofísicas (porosidad, permeabilidad, etc.) es usualmente no lineal y compleja en formaciones heterogéneas, por lo tanto, las técnicas estadísticas tradicionales, que están basadas en supuestos de linealidad de la distribución conjunta, no son apropiadas para modelar este tipo de relaciones. Una manera mucho más general de modelar la estructura de dependencia entre variables aleatorias es mediante el uso de cópulas [1].

La aplicación de cópulas para este tipo de problemas ya ha sido empleada anteriormente usando un modelo de t-cópulas [2, 3], pero parece ser muy restrictivo que una familia de cópulas (paramétricas) sea lo suficientemente flexible para modelar la compleja estructura de dependencia que existe en general entre propiedades petrofísicas en medios porosos altamente heterogéneos [4]. Por esta razón, se ha recurrido a un enfoque no paramétrico, mediante el uso de un modelo de cópula empírica de Bernstein [5], el cual se considera libre de distribución.

En este trabajo se presenta una metodología sobre como producir cosimulaciones geoestadísticas dependientes usando el método de recocido simulado, donde las cópulas de Bernstein sirven para modelar la estructura de dependencia entre las propiedades petrofísicas de porosidad y permeabilidad. Se muestran algunos resultados numéricos de su aplicación a un caso de estudio.

EG-21

MODELADO POR MÉTODOS POTENCIALES DE ESTRUCTURAS SALINAS INFERIDAS POR SISMOLOGÍA DE REFLEXIÓN

Nava Flores Mauricio[1] y Ortiz Alemán Carlos[2]
[1]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
[2]*Instituto Mexicano del Petróleo*
mauricio.nava@gmail.com

Presento un modelado tridimensional de una zona con presencia de cuerpos salinos, a través de la integración de resultados de algoritmos de delimitación de fuentes de anomalía en planta, estimación de profundidades e inversión de las anomalias de campos potenciales (gravimétrica y magnética), debidas a dichos cuerpos.

Los datos de anomalía gravimétrica y magnética utilizados para realizar el modelado fueron calculados a partir de cuerpos de sal interpretados en un estudio sísmico. En este sentido, las anomalías gravimétricas y magnéticas de la zona de interés pueden considerarse sintéticas, aunque corresponden a cuerpos de sal reales. Lo anterior, lejos de ser un problema, sirvió para corroborar el modelo final y reconocer sus limitaciones.

Los algoritmos de delimitación de fuentes de anomalía y estimación de profundidades aplicados arrojaron información útil para formar un modelo 3D que se consideró como modelo inicial en el algoritmo de inversión implementado.

El algoritmo de inversión aplicado fue del tipo recristalización simulada, mejorado a través del cómputo acelerado de la anomalía en cada iteración y el aumento de efectividad del criterio de Metrópolis.

El modelo final resultante se correlaciona con los cuerpos de sal emplazados en la zona de interés, lo que demuestra la validez de la metodología propuesta y al mismo tiempo resalta la importancia de la integración de diferentes métodos geofísicos en la generación de un modelo robusto del subsuelo.

EG-22

PYROBLAST-C UNA FUENTE ALTERNATIVA, VIABLE Y SEGURA PARA REALIZAR ESTUDIOS SÍSMICOS A MAYOR PROFUNDIDAD

Antonio Carpio Ricardo G.[1] y Mantecón G. Alejandro E.[2]
[1]*Geofísica Exploraciones*
[2]*PyroSmart México S.A. de C.V.*
rcarpio08@prodigy.net.mx

La profundidad de exploración en estudios sísmicos (refracción o reflexión) la dependencia de la fuente es uno de los factores que limitan las exploraciones, principalmente en Sísmica de Refracción donde la utilización de fuentes sísmica de baja intensidad (mecánicas) limitan los estudios. Pyroblas-C un fragmentador de roca se presenta como una alternativa segura para realizar estudios sísmicos con Offset largos y penetrar en el subsuelo a mayor profundidad y con buena calidad en los datos. Realizamos pruebas de sísmica de Refracción utilizando fuentes mecánicas y explosivas (PYROBLAST-C), resultando una alternativa, viable y segura para generar buenos registros para la exploración sísmica a profundidad.

EG-23 CARTEL

PROPUESTA DEL DESARROLLO MATEMÁTICO PARA EL ANÁLISIS DE PÉRDIDA DE ENERGÍA EN LOS SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES

Ladino Álvarez Ricardo Arturo
Laboratorio de Geofísica Computacional, Facultad de Ingeniería, BUAP
odracir_12_1@hotmail.com

El estudio tiene por objeto explicar, entender y comprender las ecuaciones matemáticas en la aplicación de SEV para aprovechar la máxima energía o atenuar la perdida de la misma, para que, de esta manera se permita crear un modelo y/o ecuación para la definición de los errores, y así lograr la modificación o la mejora del mismo.

La primera parte del proyecto se basa en la descripción de las ecuaciones empleadas, para lograr el objetivo se analiza el cambio de energía del medio físico, principalmente los ángulos, denominados como ángulos de perdida. Comenzando con la parte de campo eléctrico, demostrando cada una de las ecuaciones, pasando por la matemática de los dispositivos, tomando así todos los factores y propiedades importantes, la función característica, la curva de resistividad aparente y las cuatro funciones fundamentales.

EG-24 CARTEL

TOMOGRAFÍA SÍSMICA EN EL P.H. JILIAPAN, HIDALGO

Bautista González Luis y Vázquez Contreras Adolfo
Comisión Federal de Electricidad
luis.buatista@cfe.gob.mx

Como parte de los estudios complementarios efectuados en la zona de la boquilla del Proyecto Hidroeléctrico Jiliapan, ubicado sobre el Río Moctezuma, además de los métodos de Sísmica de Refracción, Sondeo Eléctrico Vertical y Sondeo Magnetotelúrico, y debido a la topografía abrupta del terreno que impidió un estudio más a detalle en esta zona, se decidió aprovechar los cuatro socavones, dos en cada margen, excavados en la zona del Eje de Cortina para realizar el estudio de Tomografía Sísmica

Con el estudio de Tomografía Sísmica se obtuvo la distribución de las velocidades sísmicas en la zona del eje de la cortina, información muy importante que permitió definir su caracterización geotécnica mediante una zonificación y la determinación de algunas estructuras importantes que se encuentren en la zona de la obra. Para ello se utilizaron dos socavones paralelos separados 32 m en cada una de las márgenes y se colocaron geófonos en el socavón inferior, con separación de 5 m entre cada uno. Para la fuente sísmica se utilizó explosivo, colocando carga a cada 5 m.

Como resultado se encontró que la roca de la margen izquierda es de mejor calidad que la de la derecha y se determinaron tres zonas denominadas velocidad baja, velocidad media y velocidad media-alta. Las zonas de baja

velocidad se asociaron a calizas fracturadas y posibles oquedades, y los límites aproximados entre las zonas de velocidad se identifican como posibles direcciones de fracturamiento en el plano vertical.

EG-25 CARTEL

EXPLORACIÓN GEOTÉRMICA SOMERA EN IXTLÁN DE LOS HERVORES, MICHOACÁN EMPLEANDO LA TÉCNICA DE TOMOGRAFÍA DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA 2D

Urbieta Gómez Javier
Departamento de Geofísica, DICT, Facultad de Ingeniería, UNAM
jaurgo@gmail.com

Los métodos eléctricos superficiales se emplean con resultados satisfactorios en varios lugares y desde hace mucho tiempo con la finalidad de exploración de recursos de energía geotérmica, debido al bien conocido incremento en la conductividad eléctrica de conductores iónicos con la temperatura.

En particular, Ixtlán de los Hervores, se localiza al Noroeste del estado de Michoacán, a una altura de 1535 m.s.n.m. Está caracterizada por fenómenos geotérmicos con manifestaciones superficiales, principalmente: manantiales de aguas termales a una temperatura promedio de 90°C, lagunas de lodo, fumarolas y emanaciones de vapor, las estimaciones de temperaturas de reservorio en pozo muestran temperaturas máximas de 250°C.

En este lugar se realizó un estudio geofísico aplicando la técnica de Tomografía de Resistividad Eléctrica 2D superficial para investigar la localización y delimitación de reservorios geotérmicos presentes a profundidades someras entre 30 y 50 metros aproximadamente; así como precisar la localización y extensión de estructuras geológicas que suelen ser las zonas más favorables para el ascenso de los fluidos geotermales. Los datos fueron colectados realizando 7 perfiles geoeléctricos con el equipo Sting R1, el arreglo Wenner-Schlumberger, 28 electrodos con una separación de 12 metros entre cada uno para cubrir una distancia horizontal de cada perfil de 324 metros y una profundidad aproximada de 60 metros, por otra parte, para determinar la profundidad y localización de las posibles zonas conductoras se construyeron modelos de resistividad del subsuelo 2D mediante el programa de inversión ZondRes2D.

Las secciones de resistividad 2D obtenidas delinearon zonas con valores de alta conductividad que coinciden con áreas de flujo de calor altas, aproximadamente a 20 y 40 metros de profundidad.

EG-26 CARTEL

EXPLORACIÓN MAGNETOTELÚRICA DE CASA DE MÁQUINAS EN EL PH JILIAPAN

Salas Contreras Pedro, García López Janet y Aguirre Trejo Manuel
Comisión Federal de Electricidad
pedro.salas@cfe.gob.mx

Dentro de los estudios de exploración que realizó la Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil (CFE) en el área de Casa de Maquinas del PH Jiliapan en el estado de Hidalgo, se solicito la participación de la oficina de Geofísica para apoyar en los estudios.

El objetivo del estudio geofísico consiste en aportar información a profundidad para las obras civiles que se proyectan en esta zona. El modelo obtenido permitirá complementar la información de los estudios geológicos y de geotecnia.

Para tal fin se realizaron un total de 21 líneas con longitudes variables que van desde los 130 m hasta 885 m. En ellas se efectuó 142 SEV´s, en forma de mallado y 36 TRS, complementario a este trabajo se realizaron 128 estaciones de sondeo Magnetotelúrico (CSAMT), para cubrir la zonas más profundas (hasta 500 metros).

El modelo final realizado con el algoritmo de Rodi y Mackie con la solución de NLCG, y la corrección de Static Shift ajustada con los SEV´s que se tenían de la zona. Los resultados obtenidos del modelo fueron satisfactoriamente correlacionados con 14 barrenos del sitio.

EG-27 CARTEL

APLICACIÓN DE MÉTODOS GEOELÉCTRICOS EN EL ÁREA DE POTRERO CHICO, NUEVO LEÓN, PARA LA BÚSQUEDA DE RASGOS HIDROGEOLÓGICOS SUPERFICIALES

Cuevas Castellanos Paulina y Alemán Gallardo Eduardo Alejandro
Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León
akas.hea@hotmail.com

El objetivo de este estudio es la caracterización de rasgos hidrogeológicos y la evaluación de la posible existencia de algún acuífero relativamente somero. Para ello se usarán métodos geológicos y prospección geoeléctrica.

El área de estudio se encuentra a las afueras del Cañón Potrero Chico, a 3 Km al SW de la ciudad de Hidalgo, Nuevo León. Se observan rocas del Cretácico como lo son las calizas acuíferas de las Formaciones Cupido y Tamaulipas Superior cuyas capas presentan buzamientos de hasta 85º, además aflora la Formación Cuesta del Cura y la Formación Indidura con contenidos principalmente de lutitas arcillosas con buzamientos volcados que van de los 55º a los 75º según estudios previos de diversos investigadores.

La investigación es realizada en una zona en la que se tiene recarga directa al nivel freático a través de la pendiente del Cerro San Miguel, cuya corriente en época de lluvias desemboca directamente en el área de interés. Además en la ciudad de Hidalgo, cercano al Potrero Chico, existe un ojo de agua con un aforo de 16 a 25 Litros por segundo.

La metodología consistirá, en la parte de geología, en mediciones con sondas en pozos aledaños o en medios hidrológicos que se encuentren en superficie, a partir de éstas se elaborarán mapas de escurrimiento y una carta piezométrica. En la parte de Geofísica, consiste en una serie de sondeos eléctricos verticales distribuidos en un área de alrededor de 10 Hectáreas, los arreglos previstos son los de Schlumberger y Dipolo-Dipolo con aperturas de hasta 100 metros.

Los resultados serán mostrados en una sección invertida e interpretada del área de interés en los que se espera observar resistividades bajas debido a las lutitas, encontrar profundidades del nivel freático de 10 a 20 metros y, de ser encontrado, un acuífero de bajo gasto.

EG-28 CARTEL

CÁLCULO DE LA SUSCEPTIBILIDAD APARENTE DE UNA ESFERA EN UN CAMPO DIPOLAR

Esparza Hernández Francisco
Departamento de Geofísica Aplicada, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
fesparz@cicese.mx

El problema de una esfera conductora y permeable en un campo magnetico dipolar de cierta frecuencia, conduce a la solucion en terminos de multipolos. A bajas frecuencias la parte real del campo magnetico es proporcional a la susceptibilidad magnetica de la esfera y la parte imaginaria es proporcional a

la conductividad electrica de la esfera. Para calcular la susceptibilidad aparente de la esfera, consideramos que el radio de la esfera es pequeno comparado con su profundidad, de esta manera podemos utilizar solo un termino en la expansion de multipolos. En este trabajo se presentan resultados de utilizar esta aproximacion para el caso de un sistema de bobinas verticales coaxiales.

EG-29 CARTEL

SONDEOS MAGNETOTELÚRICOS SIMULTANEOS DE PERIODO LARGO USANDO LOS SISTEMAS DE REGISTRO MTPL-III

Brassea Ochoa Jesús María, Gómez Treviño Enrique y Romo Jones José Manuel
Departamento de Geofísica Aplicada, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
jbrassea@cicese.mx

Se presentan los datos y las curvas de las resistividades aparentes obtenidas de sondeos magnetotelúricos de período largo tomados en forma simultánea con los sistemas de registro MTPL-III.

Los sistemas MTPL-III, (Magneto Telúrico Período Largo versión III) son equipos portátiles para el registro digital de las señales de los campos eléctricos y magnéticos terrestre de muy baja frecuencia (0 a 4Hz) que hemos diseñado y construido en el departamento de Geofísica Aplicada del CICESE.

Con el objetivo tener un equipo compacto, de poco peso, bajo consumo de energía, etc., el diseño y la construcción consideró el uso de componentes electrónicos de montaje en superficie en tarjetas de circuito impreso con el formato y ducto PC-104 (9.0 x 9.6 cm), diseñándose para esto: a).- Una tarjeta de conversión analógica digital con 6 canales de 24 bits, dos de ellos eléctricamente aislados con los acondicionadores de señal para la medición de los campos eléctricos, b).- Una tarjeta de reloj para el control del muestreo, que incluye un receptor del GPS, para la sincronización del reloj a la señal de referencia de 1 PPS, además de proporcionarnos las coordenadas del sitio y la información de fecha y hora UTC, c).- Una tarjeta para el montaje de adaptador para memoria Compact Flash de 2 GBytes.

Fuera del formato PC-104, excedido por las dimensiones, pero compatible con la forma de montaje, se construyeron en dos tarjetas de circuito impreso, la consola de operación del magnetómetro fluxgate SCINTREX FM-100B de 3 componentes, en una de ellas se construyó el regulador de línea base y el oscilador/doblador de frecuencia, en la otra tarjeta se construyeron los amplificadores/detectores de las 3 componentes Hx, Hy y Hz.

Estas tarjetas y la de una computadora IBM-PC compatible con el formato y ducto PC-104 se integraron y se instalaron en caja hermética de plástico de 20 x 25 x 20 cm para formar el sistema de registro digital.

Los equipos construidos, se operan como estaciones de campo, alimentadas con baterías de 12 Volts, configuradas para su funcionamiento mediante una

laptop, con la que se pueden monitorear las señales a registrar, proporcionar la información del sitio, del operador, la orientación de dipolos, comentarios, etc. y definir el inicio de grabación de datos.

De estos equipos tenemos dos versiones: a).- La estación completa, que registra las 3 componentes perpendiculares del campo magnético y las 2 componentes del campo eléctrico; b).- La estación sencilla, que únicamente registra las 2 componentes del campo eléctrico.

En el presente trabajo se utilizaron una estación completa y 3 sencillas en la toma de datos y un muestreo a 6.25 Hz.

El consumo aproximado de energía eléctrica por estación es de aprox. 6.5 Watts. Con el uso de dos baterías de 35 A/H por estación, se lograron registros continuos sin atención de 6 días, para obtener registros continuos con mayor duración, se recomienda el uso de baterías de mayor capacidad, páneles solares y/o el remplazo sistemático de las baterías.

EG-30 CARTEL

CONSTRUCCIÓN Y PRUEBA DE ELECTRODOS PARA USO EN EL SISTEMA DE REGISTRO DE SEÑALES MAGNETOTELÚRICAS DE PERIODO LARGO MTPL-III

Brassea Ochoa Jesús María
Departamento de Geofísica Aplicada, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
jbrassea@cicese.mx

Se presenta la construcción y las pruebas de electrodos con que se forman los dipolos eléctricos usados en el sistema portátil de registro magnetotelúrico de periodos largos MTPL-III.

Las principales características son: larga duración (de 6 a 20 años) y gran estabilidad.

EG-31 CARTEL

APLICACIONES GEOFÍSICAS A LA ARQUEOLOGÍA EN EL LAGO DE TEQUESQUITENGO, MORELOS

Galindo Domínguez Roberto Enrique[1], Bandy William[1], Mortera Gutiérrez Carlos[1], Ponce Núñez Francisco[1], Pérez Calderón Daniel[2] y Valle Hernández Sandra[2]
[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Facultad de Ingeniería, UNAM*
rgalindo@geofisica.unam.mx

En agosto de 2009 se llevó a cabo la primera prospección geofísica subacuática con fines arqueológicos bajo la supervisión de Investigadores del Instituto de Geofísica de la UNAM y con la participación de alumnos del mismo. Los trabajos se llevaron a cabo en el lago de Tequesquitengo, en el estado de Morelos. El objetivo del trabajo de campo fue localizar y delimitar con equipos de geofísica los restos del pueblo que yace sumergido en el fondo del lago desde mediados del siglo XVIII.

Para la prospección se empleó una embarcación facilitada por la Capitanía de Puerto local, en ésta se montaron el GPS, el sistema de navegación, la ecosonda, el sonar digital y el magnetómetro de protones.

Mediante magnetometría se ha delimitado el área del contexto arqueológico sumergido. Así mismo se localizaron puntos específicos (anomalías magnéticas) en el fondo del lago que pudieran representar objetos culturales o materiales para realizar inmersiones de buceo para su identificación. Por otro lado se realizó la batimetría del sitio y finalmente se obtuvieron imágenes de sonar de algunas de las estructuras de los restos de la iglesia sumergida.

EG-32 CARTEL

RESULTADOS DEL LEVANTAMIENTO GEOFÍSICO DEL LECHO MARINO DENTRO DE LA ZONA DEL POLÍGONO ORIENTAL DEL GOLFO DE MÉXICO, SIGSBEE-11

Valle Hernández Sandra[1], Mortera Gutiérrez Carlos[2], Escobar Briones Elva[3], Bandy William[2], Pérez Calderón Daniel[1] y Ponce Núñez Francisco[4]
[1]*Facultad de Ingeniería, UNAM*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[3]*Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM*
[4]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
zanvalle@hotmail.com

Un reconocimiento exploratorio geofísico de la zona del polígono oriental en el Golfo de México se llevo a cabo a bordo del B/O Justo Sierra entre el 27 de junio al 4 julio del 2008 durante la campaña oceanográficas SIGSBEE-11. Resultados de los datos de batimetría multihaz, perfiles magnéticos marinos al igual que perfiles de reflexión sísmica de alta resolución son presentados. Los resultados de la batimetría multihaz muestra evidencia clara que el cañón submarino del Mississippi se extiende hasta esta zona, presentado múltiples meandros. A distancia de sus bordes, el relieve del lecho marino tiene una morfología plana y con una pendiente gradualmente descendiente hasta una profundidad de 3,600 m formando parte de la Provincia del Abanico Submarino del Mississippi. El levantamiento magnético en la zona muestra la presencia de tres anomalías magnéticas lineales paralelas, en dirección NW-SE, pudiendo estar asociados al evento geológico de la formación de la cuenca del Golfo de México durante el Cretácico. En la interpretación de los perfiles sísmicos de alta resolución, es evidente en varias secciones que el depósito reciente de las turbiditas cercanas al cañón enmascara la estratigrafía más profunda. Pero en otras secciones muestran una coherente estratificación de los sedimentos pelágicos con un gran detalle y posiblemente varios paquetes de sedimentos saturados de gas o estructuras que asemejan canales de turbiditas.

EG-33 CARTEL

LEVANTAMIENTO GEOFÍSICO DE LAS ISÓCRONAS MAGNÉTICAS DE 4N.2 A 2A.3 (7.9 A 3.6 MA) EN LA PLACA DE RIVERA

Pérez Calderón Daniel[1], Mortera Gutiérrez Carlos[2], Bandy William[2], Ponce Núñez Francisco[2] y Valle Hernández Sandra[1]
[1]*Facultad de Ingeniería, UNAM*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
dan_perez5@yahoo.com.mx

Resultados de tres campañas de geofísica marina (BABRIP06, MAMRIV07 y MAMRIV08) a bordo del B/O EL PUMA en el 2006, 2007 y 2008, respectivamente, se llevaron a cabo para estudiar la textura magnética en la zona central norte de la Placa de Rivera. El levantamiento sistemático de los datos magnéticos aportó una alta resolución en los lineamientos de las anomalías magnéticas asociadas al esparcimiento cortical entre 7.9 y 3.6 Ma, generado por el segmento norte de la Dorsal Pacifico Oriental (EPR), entre las Transformantes Oceánicas de Rivera y Tamayo. Los datos de batimetría monohaz de las tres campañas son correlacionados con las geometrías de las anomalías magnéticas para entender los procesos de esparcimiento que formaron el relieve oceánico de esta área. Los resultados principales en este estudio es la identificación continua de las isócronas magnéticas de 4n.2 a 2A.3, de anomalías magnéticas asociadas a montes submarinos, la geometría de las isócronas asociada a un propagador, la identificación de la anomalía magnética de la isócrona 3n.3 que no había sido evidenciada por otras campañas oceanográficas. Posiblemente la tasa de esparcimiento oceánico era más lenta durante estas épocas y la identificación de una anomalía transversal se debió a una zona de fractura que genero el propagador.

EG-34 CARTEL

EXPLORACIÓN MINERA EN MESA DE LA VIRGEN, SIERRA DE ARPEROS, LEÓN GUANAGUATO

Blanco Mendoza Joel Arturo, Salazar Peña Leobardo y Pérez Flores Eduardo
ESIA, Ciencias de la Tierra, IPN
arturbadass@hotmail.com

La metodologí-a que se llevó a cabo en la zona, consistió en reconocimientos geológicos y la aplicación de los métodos gravimétrico y magnético. El primer objetivo de la metodologí-a geofí-sica, fue la determinación estructural caracterí-stica de la zona, donde se reporta la existencia de una falla. El segundo objetivo fue la localización de algún cuerpo mineralizado subterráneo.

Se realizó la adquisición de perfiles magnéticos y gravimétricos. En primera instancia, un perfil de longitud adecuada para determinar la estructura local implicada por la existencia de una falla. Para este objetivo, se optó también por la disposición de datos obtenidos a partir de cartas magnéticas y/o gravimétricas. Tomando en cuenta que la información de la zona reporta la existencia de cuerpos mineralizados de tipo metálico, se llevaron a cabo perfiles magnéticos de alta resolución.

La interpretación de datos para deducir la estructura asociada con el fallamiento, se llevó a cabo con modelado magnético-gravimétrico bidimensional. Con éste último se obtuvo la estructura profunda que incluye la existencia de una falla normal. Este tipo de fallamientos existen en la Sierra de Arperos y se extienden hasta la Ciudad de Silao, donde se obtuvo también la estructura asociada con una falla normal.

En el análisis de perfiles magnéticos de alta resolución, se identificó una anomalí-a asociada con un cuerpo mineralizado de tipo metálico. Esta anomalí-a se interpretó con modelado bidimensional y métodos tradicionales, para obtener la profundidad y dimensiones del cuerpo mineralizado. El cuerpo mineralizado, según información minera de la zona, se espera contenga pirita y pequeñas cantidades de plata.

EG-35 CARTEL

ESTUDIOS GRAVIMÉTRICOS DE ALTA PRECISIÓN DEL DIAPIRO SALINO SAN JOSÉ, CUENCA DE LA POPA, NORESTE DE MÉXICO

Krivosheya Konstantin, Yutsis Vsevolod y Tamez Ponce Antonio
Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León
kvk@fct.uanl.mx

Las estructuras geológicas asociadas a tectónica salina son de gran interés para la industria petrolera. Por lo tanto las evaporitas son objeto de atención especial de geólogos y geofísicos.

Las estructuras principales del diapirismo salino de la cuenca de La Popa son diapiros El Gordo, El Papalote y San José. Se han estudiados con varios métodos geológicos y geofísicos. Sin embargo el diapiro San José, a diferencia de otros, no muestra margines claros de afloramientos.

En este estudio se aplican observaciones gravimétricas de alta precisión para trazar límites del Diapiro San José.

Normalmente los domos salinos están compuestos por sales minerales cuya densidad es sensiblemente menor al medio circundante. De esto se esperan observar anomalías negativas de gravedad.

Se realizan observaciones gravimétricas de alta precisión. Error de observación menor de ¡Ã10 ¦ÌGal. Nivelación con teodolito digital se provee error de alturas menor de ¡Ã3 cm.

Dentro de margines del diapiro presentadas en el mapa geológico se observan anomalías de Bouguer (densidad 2.3 g/cc) positivas hasta 2 mGal.

En base de estudios geológicos previos se proponen unos modelos (perfiles) geofísicos papa aclarar dicho fenómeno.

EG-36 CARTEL

ESTUDIO GRAVIMÉTRICO DEL VALLE DE SAN JOSÉ DE GUAYMAS, SONORA, MÉXICO

Fragoso Irineo Anaid, Martínez Retama Silvia y Ohlmaier Salcido Martín Guillermo
Departamento de Geología, Universidad de Sonora
anaitt@msn.com

El Valle de San José de Guaymas se encuentra ubicado dentro del municipio de Guaymas, en el Estado de Sonora, México y comprende un área de 1214.27 km2; pertenece a la Cuenca del Río Mátape, y tiene como afluentes a los ríos San José y Las Tinajas, los cuales desembocan en el Estero El Rancho. El valle se encuentra dentro de una región con condiciones climáticas hostiles; es semiárido, con altas temperaturas y escasa precipitación, por lo cual, en las últimas décadas, se han tenido problemas de abastecimiento de agua.

Este trabajo es parte de un estudio Geohidrológico, en donde se pretende definir el modelo conceptual del acuífero y el avance de la intrusión salina. Para tal efecto se realizó un estudio gravimétrico y un estudio de transitorio electromagnético. El objetivo de este estudio gravimétrico es determinar la profundidad del basamento y el espesor de las capas sedimentarias y de relleno.

El Valle de San José de Guaymas se encuentra delimitado al Norte por la Sierra La Tinaja de Carmen, al Este por la Sierra Santa Úrsula, al Oeste por la Sierra la Pirinola y al Sur por el cerro del Vigía y el estero del Soldado. El Valle tiene una orientación NW-SE, correspondiente a la Fase distensiva del Basin and Range de Sonora. Como características de esta fase podemos encontrar en la sierras, derrames basálticos y de andesitas, seguidos de un volcanismo félsico explosivo que produjo tobas, flujo de cenizas y coladas vítreas, producidos por un adelgazamiento de la corteza, después se produce el evento tectónico ya conocido como Basin and Range, dando origen al Valle de San José de Guaymas, donde el sedimento de relleno está conformado por gravas y arenas consolidadas en ocasiones, y arcillas. En el basamento se tiene el Intrusivo Granodiorítico, producto del adelgazamiento cortical.

El levantamiento gravimétrico consistió en la elaboración de 6 perfiles sobre la cuenca, 4 en dirección E-W, uno N-S y otro NW-SE. Se utilizó un Gravímetro CG-5 marca SCINTREX, con el cual se registraron 173 estaciones con separación entre ellas de 500 m aproximadamente.

Los datos de gravedad obtenidos fueron corregidos por elevación, Bouguer, latitud, deriva y topografía y se procesaron con ayuda de programas como Surfer y Wink Link, con lo cual se obtuvieron perfiles y la configuración del basamento. Se utilizó un contraste de densidad de 0.47 gr/cm3, con lo cual se obtuvieron profundidades en el centro del acuífero en un rango de 350 a 500 m; las zonas más profundas se encuentran al SE y al NW alcanzando hasta 800 y 700 m respectivamente.

EG-37 CARTEL

MEDICIONES GRAVIMÉTRICAS PARA DETECTAR CUERPOS SOMEROS EN UN CAMPO DE EXPERIMENTACIÓN GEOFÍSICA EN LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA, UANL

López Arredondo Liliana Marisol, Villarreal Uribe Carlos Alejandro, Méndez Delgado Sóstenes, Garza Rocha Daniel y Chapa Guerrero José Rosbel
Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León
lili_055@hotmail.com

La interpretación de datos geofísicos generalmente se realiza a través del modelado o la inversión de datos. En el modelado de datos se dan por conocidos los parámetros del modelo y se calcula la respuesta que se produciría ante un fenómeno físico (gravitacional, por ejemplo). Generalmente, dichos datos (sintéticos) son utilizados como información para probar algoritmos numéricos de inversión de datos, donde a través de ellos se busca un modelo que ajuste los datos. Otra manera de ensayar tanto algoritmos de modelado como de inversión de datos es recurrir al modelado físico, por ejemplo a través de campos de experimentación, en los cuales se tengan cuerpos (de diversas geometrías) bajo la superficie terrestre en condiciones controladas.

En el año 2006 se realizó la adecuación de un campo de experimentación geofísica en la Facultad de Ciencias de la Tierra de la UANL, campus Linares, con dos finalidades: la primera académica; y la segunda de investigación. El campo de experimentación geofísica consiste de una superficie de 400 metros cuadrados, bajo la cual fueron ocultados objetos diversos a varias profundidades. Entre los cuerpos enterrados se tienen: a) dos tanques de plástico con capacidad de 200 litros, uno de ellos lleno con agua y hielo seco, y el otro vacío; b) un tanque de hierro lleno de objetos de metal; c) dos láminas metálicas. También se enterraron tubos de PVC por donde se pretende hacer circular o almacenar diversos líquidos. La intensión del campo de experimentación es realizar pruebas para modelado de estructuras 2-D, 3-D y placas inclinadas. Según los tipos de cuerpos sepultados, se pueden utilizar los métodos magnetométricos, gravimétricos y geoeléctricos para descubrir su posición.

En este trabajo se muestran los resultados de las anomalías gravimétricas de Bouguer obtenidas al realizar mediciones en varios perfiles sobre dos cuerpos: un tanque vacío simulando una caverna y sobre un tanque de hierro lleno de objetos de metal. Los datos gravimétricos fueron obtenidos con un Gravímetro Scintrex CG-5 y sometidos al proceso normal de correcciones. Como una forma de comprobar las observaciones se realizó el modelado numérico de las estructuras. Aprovechando que se conoce la posición de los cuerpos se experimenta con las mediciones de gradientes horizontales y vertical de la componente vertical de la gravedad.

EG-38 CARTEL

ESTUDIO GEOLÓGICO-GRAVIMÉTRICO EN EL NARANJO, ICATEPEC Y MEZCALTEPEC, GUERRERO

Flores Martínez Joab, López Rodríguez Luis Marcel, Mauvois Guitteaud Anatole Roger y Salazar Peña Leobardo
ESIA, Ciencias de la Tierra, IPN
jfloresm0300@ipn.mx

La zona de estudio de los pequeños poblados de El Naranjo, Temascaltepec e Icatepec, al Norte de Iguala, Guerrero, geológicamente se caracteriza por la presencia de conglomerados y calizas. Según algunas evidencias recabadas en la zona, como consistencia en la curva de nivel del contacto caliza-conglomerado y la existencia de caliza triturada, es posible reportar la existencia de cabalgamiento de caliza.

La gravimetría tiene por objetivo obtener los modelos del subsuelo principalmente para la disposición de caliza-conglomerado que involucran la posible cabalgadura. El levantamiento gravimétrico consistió de tres perfiles. Para ello se utilizó un gravímetro con resolución en microgales. Las estaciones de los perfiles se ubicaron sobre los dos tipos de roca principales, cuidando siempre tener cobertura en los dos tipos de roca. Para completar los datos, se recurrió también en la disposición de datos obtenidos a partir de cartas geofísicas.

Durante la graficación de datos del instrumento y sin ningún tipo de corrección, es posible observar un comportamiento lineal de las lecturas de gravedad conforme aumenta la altitud sobre las calizas. Lo anterior permitió proponer leyes de variación local de lectura gravimétrica con la altura (gradiente por altitud). Estas leyes permitieron completar adecuadamente los perfiles gravimétricos de forma interpolada y extrapolada. De hecho, se predice la lectura gravimétrica en cualquier punto sobre las calizas.

Ya con las correcciones adecuadas, los perfiles fueron modelados en forma bidimensional. Para esto se toma en cuenta, tanto el reporte geológico existente de la zona, como las observaciones propias del trabajo geológico de campo. Así, se pueden discriminar dos tipos de modelado gravimétrico, para con ello reportar la existencia de la cabalgadura de calizas sugerida en la zona.

Sesión Regular

FÍSICA ESPACIAL

Organizador:

Blanca Mendoza Ortega

FE-1

ANÁLISIS DE FUENTES GAMMA CANDIDATOS A SER GRO J1753+57

Velázquez Rodríguez Enrique[1], De la Fuente Acosta Eduardo[2] y Carramiñana Alonso Alberto[3]
[1]*Instituto Tecnológico Superior de Zapopan*
[2]*Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería*
[3]*Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica*
enrique.vel.rdz@gmail.com

La fuente astronómica GRO J1753+57 está catalogada como una fuente de rayos gamma, sin embargo no se ha análizado su espectro en esta banda, se ha hecho la fotometría en el óptico pero no es sino hasta el lanzamiento y observación con el observatorio espacial de rayos gamma FERMI que se puede analizar la naturaleza de este objeto.

En este trabajo se muestra un primer tratamiento de las fuentes de rayos gamma observadas por el satelite FERMI como candidatas a ser GRO J1753+57.

FE-2

EFECTOS DE LAS TORMENTAS ELÉCTRICAS EN LA COMPONENTE ELECTROMAGNÉTICA DE LOS RAYOS CÓSMICOS OBSERVADOS EN EL OBSERVATORIO PIERRE AUGER EMPLAZADO EN LA REPÚBLICA ARGENTINA

Álvarez Castillo Jesús[1], Valdés Galicia José Francisco[1], Bertou Xavier[2] y Asorey Hernán[2]
[1]*Departamento de Ciencias Espaciales, Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Grupo de Partículas y Campos del Centro Atómico Bariloche, San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina*
jac@geofisica.unam.mx

Se estudió el efecto de las tormentas eléctricas (TE) en la componente electromagnética de los rayos cósmicos secundarios, observados en los detectores de superficie del Observatorio Pierre Auger Sur en eventos ocurridos durante los años 2007-2009, años con una actividad solar mínima. Se analizaron las variaciones en las tasas de conteo de la intensidad de rayos cósmicos detectados durante la ocurrencia de una TE. Los datos fueron filtrados para eliminar las tendencias de largo período y posteriormente fue determinado su espectro wavelet (ondeleta), observando la evolución temporal de diversos períodos de alta significancia, la frecuencia y la potencia total fueron calculadas. Los resultados obtenidos muestran variaciones de alta frecuencia que pueden ser asociadas a las TE y otras de baja frecuencia que pueden ser debidos a otros procesos ligados con la lluvia.

FE-3

EMISIÓN DE NEUTRONES, DETECTADOS POR EL TELESCOPIO DE NEUTRONES SOLARES EN SIERRA NEGRA, PARA LA FULGURACIÓN DEL 7 DE SEPTIEMBRE DE 2005

González Méndez Luis Xavier[1], Valdés Galicia José Francisco[1] y Sánchez Federico[2]
[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires, Argentina*
xavier@geofisica.unam.mx

Una fuerte emisión de neutrones solares, asociados con la fulguración X17 del 7 de Septiembre de 2005, fue detectada por el Telescopio de Neutrones Solares (TNS) en Siertra Negra. En este trabajo, se presenta el resultado de un análisis de los datos del TNS para obtener el espectro de energía de los neutrones.

La respuesta de cada canal del TNS tiene diferente dependencia con la energía de los neutrones incidentes y nos permite obtener un índice espectral independiente del perfil temporal de la emisión.

FE-4

SOLAR PARTICLE ACCELERATIOB BY STOCHASTIC, RECONECCTION AND SHOCK WAVE PROCESSES

Pérez Peraza Jorge
Instituto de Geofísica, UNAM
perperaz@yahoo.com.mx; perperaz@geofisica.unam.mx

Data of Relativistic Solar Protons (RSP)allow the determination of particle energy spectra in successive moments of time. Spectra of RSP in a number of large solar events tend to indicate the existence of multi-step acceleration at/near the Sun. Here, we study the generation of RSP by neutral current sheet, stochastic, and shock-wave acceleration, within the frame work of two-component concepts for ground level enhancements(GLEs)of solar cosmic rays(SCRs).

Our analysis of observational data and theoretical arguments rules out the interplanetary propagation as the origin for these two components.

In this work the study is done for the large solar events(GLEs) of 1989 September 29, 2000, July 14, 2003 October 28,and 2005 January 20. Based on a two-source model for SCR spectrum formation at the Sun,we carried out theoretical calculations of spectra in the sources for both components. We show that the processes in neutral current sheet, together with stochastic acceleration in expanding magnetic trap in the solar corona are able to explain the production of two different relativistic components. Shock acceleration in the presence of coronal mass ejection(CME) fits fairly only the non relativistic range of the SCR spectrum, but fails in the description of relativistic protons spectra.

FE-5

EL IMPACTO DE EVENTOS SOLARES INTENSOS SOBRE EL CONTENIDO TOTAL DE ELECTRONES DE LA IONOSFERA A MEDIANAS LATITUDES

López Montes Rebeca[1], Pérez Enríquez Román[1] y Araujo Pradere Eduardo[2]
[1]*Centro de Geociencias, UNAM*
[2]*CIRES, University of Colorado*
rebeca@geociencias.unam.mx

Generalmente se reconoce que el clima espacial tiene un impacto principalmente a latitudes altas. Sin embargo, el contenido total de electrones en la ionosfera a medianas latitudes puede llegar a ser perturbado cuando eventos solares intensos impactan el medio interplanetario. En este trabajo se calcula el contenido de electrones en la ionosfera sobre estaciones mexicanas de GPS durante intensos eventos solares y se discute la importancia de la influencia del clima espacial a medianas latitudes.

FE-6

ACCIÓN DEL FLUJO TRANSTERMINADOR EN LA ROTACIÓN DE LA ATMÓSFERA DE VENUS

Zenteno Gómez Dení, Pérez de Tejada Héctor y Durand Manterola Héctor
Instituto de Geofísica, UNAM
deni_zenteno@yahoo.com.mx

Uno de los grandes misterios de la dinámica en la atmósfera de Venus es cómo se mantiene la circulación de vientos zonales en la troposfera con velocidades de hasta 100 m/s en la zona de nubes. En este trabajo proponemos al viento solar como uno de los responsables de que la superrotación atmosférica de Venus permanezca constante a lo largo del tiempo vía la acción del flujo transterminador, basándonos en que este último cede a la ionosfera una cantidad de energía suficiente para compensar la pérdida de energía por viscosidad en la troposfera del planeta.

FE-7

TERRAFORMACIÓN INICIAL DE MARTE: ESCENARIOS DE CALENTAMIENTO ATMOSFÉRICO MEDIANTE DISTINTAS PRESIONES DE CO2, UTILIZANDO UN MODELO TERMODINÁMICO

Cervantes Núñez Sandro, Mendoza Víctor, Garduño René y Adem Chain Julián
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
scervantes@atmosfera.unam.mx

Terraformar Marte, podría marcar el comienzo de nuestra capacidad de supervivencia a largo plazo como especie. La terraformación es un conjunto de técnicas mediante las cuales, el clima, la superficie y las propiedades conocidas de un planeta son modificadas de forma deliberada, con la intención de volverlo habitable para la vida terrestre, sobre todo para los humanos. Marte es actualmente un desierto congelado, por lo que para terraformarlo se requerirían dos etapas. La primera etapa constaría de elevar la temperatura promedio por arriba del punto de congelamiento del agua y al mismo tiempo elevar la presión atmosférica marciana. La segunda etapa constaría en introducir organismos que produzcan el oxígeno que requieren la mayoría de las plantas y animales para vivir. Diversos autores, proponen que el CO2 en los polos y el regolito marciano, se encuentra en equilibrio con la temperatura superficial del planeta. Elevando de 4º a 5º C la temperatura superficial del polo sur marciano, se podrían liberar a la atmósfera de 50 a 100 milibares de CO2, los cuales iniciarían la degasificación masiva del regolito, generando una retroalimentación positiva en la temperatura del sistema atmósfera-regolito, elevando cada vez más la temperatura superficial marciana. La primera parte de nuestro trabajo consiste en analizar, utilizando un modelo termodinámico, el calentamiento atmosférico a nivel hemisférico, que distintas presiones de CO2 generarían.

FE-8

TLAMACAS MOUNTAIN AS AN ANOMALY AREA IN THE POPOCATEPETL VOLCANO

Kotsarenko Anatoliy[1], Yutsis von Brinken Visvaldis[2], Grimalsky Vladimir[3], Medina Pérez Luis[3], Koshevaya Svetlana[3], Pérez Enríquez Román[1] y López Cruz Abeyro José[1]

[1]*Centro de Geociencias, UNAM*

[2]*Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León*

[3]*Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos*

kotsarenko@geociencias.unam.mx

Results of the combined Radon and Gamma spectroscopy survey in the area of the Tlamacas mountain, volcano Popocatepetl, indicate presence of the highly enchanced Radon emanation in the localized area of Tlamacas mountain and also elevated level of Gamma rays. Obtained results can indicate presence of high tectonic actvity localized in the mountain area. They can also explain permanent noise in the magnetic components previously detected during monitoring in the Tlamacas area. Radon emanation stimulates high ionization in the air which provokes numerous discharges registered as a spike-like noise by magnetometer.

FE-9

CRITICAL BEHAVIOUR OF PARTICLES WITH MAGNETIC MOMENTS IN A THREE-DIMENSIONAL SPATIAL SYSTEM

Burlak Gennadiy[1] y Karlovich Yuri[2]

[1]*Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos*

[2]*Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos*

gburlak@uaem.mx

In a 3D space, the nearest random particles can form long percolating clusters with complicate spatial structure. If such particles have magnetic properties than such a system gives rise to a topologically nontrivial magnetic structure, leading to new features of the critical phenomenon (phase transitions) without an external magnetic field (spontaneous magnetization). In such an inhomogeneous system, the standard models are strongly modified by the random cluster distribution in a space. We found numerically that at large occupation probability p (far from the critical value), the magnetization shows the critical behaviour, but the transition temperature Tc depends considerably on the probability p. We provide numerical evidence that the dependence Tc (p) is affected by the no integer fractal dimension Dh of the incipient percolation spanning cluster.

FE-10

DIFFRACTION PROBLEMS IN ACOUSTICS

Karlovich Yuri[1] y Burlak Gennadiy[2]

[1]*Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos*

[2]*Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos*

karlovich@uaem.mx

The talk is devoted to wave diffraction problems for the two-dimensional Helmholtz equation. Boundary-transmission problems for a union of intervals (i.e., strips of a negligible thickness) which lie on a system of one or several parallel lines are considered in a Sobolev space setting (the finite energy norm space). These problems include the mixed Dirichlet/Neumann and impedance boundary and transmission problems. Diffraction of an acoustic wave by a system of finite and semi-infinite screens has been studied for many years. The theory depends very sensitively on the geometry of a system of screens, on the materials of the surfaces of screens which imply different boundary-transmission conditions on the screens, and on the spaces in which the problems are investigated. The incident acoustic field is assumed to be time-harmonic. The problems mentioned above are reduced to equivalent systems of convolution type equations with kernels having semi-almost periodic Fourier transforms. To solve these systems we apply the theory presented in the book:

[1] A. BÃ¶ttcher, Yu. I. Karlovich, and I. M. Spitkovsky: Convolution Operators and Factorization of Almost Periodic Matrix Functions. BirkhÃ¤user, Basel 2002.

FE-11 CARTEL

BÚSQUEDA DE SEÑALES DE EVENTOS DE PROTONES SOLARES EN LA BASE DE DATOS DEL MONITOR DE NEUTRONES DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Vargas Cárdenas Bernardo y Valdés Galicia José Francisco

Universidad Nacional Autónoma de México

bernardo@geofisica.unam.mx

Se realizó una búsqueda de señales de eventos de protones solares observados a nivel del suelo (GLE) en la base de datos del monitor de neutrones de la Ciudad de México en el período de 1989 a 2006 empleando varias técnicas estadísticas. Se calculó la significancia estadística para las variaciones observadas en la señal correspondientes a los 28 eventos de este tipo ocurridos en dicho lapso. Se encontraron varios incrementos significativos que no habían sido reportados anteriormente.

FE-12 CARTEL

DINÁMICA DE PICKUP IONS EN LA IONOFUNDA DE MARTE CON TURBULENCIA

Aceves Campos Héctor[1], Reyes Ruiz Mauricio[1] y Pérez de Tejada Héctor[2]

[1]*Instituto de Astronomía, UNAM, Campus Ensenada*

[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*

aceves@astrosen.unam.mx

Se analiza la dinámica de “pickup ions” en una magnetofunda semejante a la de Marte, considerando la presencia de turbulencia magnética en dicho medio. Se calcula la dinámica de iones bajo los espectros de potencias para la turbulencia tipo Kolmogorov e Iroshnikov-Kraichnan.

Se estudia en particular la distribución de velocidades de los iones de O+ en el terminador y se comparan los resultados con observaciones del Mars Express. La solo dinámica de iones debida al arrastre ExB, con o sin turbulencia, no resulta ser consistente con el dominio de la componente x-antisolar de la distribución de velocidades observada. Otro tipo de proceso físico debe estar ocurriendo para explicar tal comportamiento.

FE-13 CARTEL

ANOMALIA DE RAYOS GAMMA EN LA ESTACIÓN GEOELECTROMAGNETICA DEL CGEO, CAMPUS JURIQUILLA, UNAM, EN MARZO DEL 2010

López Cruz Abeyro José, Pérez Enríquez Román, Kotsarenko Anatoliy y López Montes Rebeca

Centro de Geociencias, UNAM

lcabeyro@geociencias.unam.mx

Se reporta sobre una anomalía de rayos gamma que ocurrió el pasado mes de marzo de 2010 en el observatorio de geo electromagnetismo del CGEO, en Juriquilla. La detección se llevó a cabo con un contador Geiger Gamma-Scout, el cual se encuentra en un registro a 1m de profundidad a 20 m del observatorio. El evento observado duró más de cuatro días (100 horas), iniciándose el 6 de marzo. Se compararon las observaciones con los registros obtenidos anteriormente, así como con datos del Sol, datos de campo geomagnético, del magnetómetro de la propia estación de Juriquilla, datos ionosféricos e índice magnético Dst. Aunque no se encontró un evento relacionado en los otros parámetros, el hecho de que después de este periodo anómalo el contador siguió midiendo como siempre, no permite descartar el evento como legítimo.

FE-14 CARTEL

STUDY OF PERIODICITIES OF RSP AND OF GCR PRIOR TO RSP EVENTS OCURRENCE

Pérez Peraza Jorge[1], Velasco Herrera Victor[1] y Zapotitla Roman Julian[2]

[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*

[2]*Facultad de Ingeniería, UNAM*

perperaz@yahoo.com.mx; perperaz@geofisica.unam.mx

In this work we attempt to determine characteristic signatures of Ground Level Enhancements (GLE) of Relativistic Solar protons (RSP) events that could be associated to the source processes at the Sun. We also search for signatures in the GCR background before the occurrence of RSP events that could be considered as precursors for forecasting goals. Among the periodicities found in this work, it is to mention the short-term (ST) periodicities, in the order of days, all of them are harmonics of the 11-year solar activity cycle, and the ultra-short term (UST)periodicities, in the order of minutes-hours. The synchronization of some of these periodicities with those of sub-photospheric and coronal layers seems to indicate that RSP production is not a local phenomenon, but involves global regions of the Sun’s atmosphere, and to some extent the whole motion of

the Solar System baryicenter. We also delimitate some patterns of GCR before GLE that must be deeply analyzed within the frame of prognostic goals for these kind of events.

FE-15 CARTEL

ESTRUCTURA INTERNA DEL CRÁTER DE IMPACTO CHICXULUB, A PARTIR DE MEDICIONES DEL CAMPO GRAVITACIONALES VERTICAL Y MAGNITUD DEL CAMPO MAGNÉTICO

Pérez Flores Marco Antonio[1], Batista Rodríguez José A.[2], Barton Penny[3], Morgan Joanna[4] y Urrutia Fucugauchi Jaime[5]

[1]*Departamento de Geofísica Aplicada, División de Ciencias de la Tierra, CICESE*
[2]*Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Cuba*
[3]*Earth Sciences, University of Cambridge, Bullard Laboratories, United Kingdom*
[4]*Department Earth Science and Engineering, Imperial College London, United Kingdom*
[5]*Instituto de Geofísica, UNAM*
mperez@cicese.mx

La Tierra ha sido impactada por múltiples objetos espaciales, al igual que nuestros planetas vecinos. El Cráter de Chicxulub junto con los de Vradefort y Sudbury son los cráteres más grandes de los que se tiene registro en nuestro planeta. El impacto del Chicxulub se considera el marcador de la frontera de las Eras Cretácico-Terciario. Desde la década de los 70's (descubrimiento) se han publicado numerosos artículos que contribuyen cada uno a conocer un poco más de las características del cráter y del cuerpo que lo originó. Actualmente se postula un asteroide condrítico carbonaceo y que los impactos pudieron ser múltiples. Sin embargo, aun están presentes las preguntas; de que causa los multi-anillos registrados en la derivada horizontal del campo gravitacional, las dimensiones máximas del cráter, dirección y ángulo del impacto y la geometría del levantamiento central.

Partimos de un modelo inicial obtenido a partir del campo gravitacional vertical, constreñido por pozos exploratorios de Pemex y Sísmica Marina hecha por una asociación de universidades Británicas, Estadounidenses y la UNAM. El modelo tridimensional del interior del cráter muestra un levantamiento central muy marcado. En la parte superior de este levantamiento se formó una capa de Melt. Esta capa es muy delgada, Gravimetría es poco sensible a capas delgadas. Con la ayuda de Magnetometría se puede lograr una mayor definición. Al usar de manera conjunta el campo gravitacional vertical (terrestre y marino) y la magnitud del campo magnético (aéreo), definimos mejor el levantamiento central y obtenemos detalles adicionales del resto del modelo que pueden ayudar a responder algunas de las preguntan antes mencionadas.

Sesión Regular

GEODESIA

Organizadores:
Enrique Cabral Cano
Ramón García López

GEOD-1

MONITOREO DE DEFORMACIONES LOCALES DEL SUELO CON GPS E IMÁGENES DE RADAR DE APERTURA SINTÉTICA, CASO SUBSIDENCIA EN AGUASCALIENTES

Esquivel Ramírez Rubén
INEGI
ruben.esquivel@inegi.org.mx

Este trabajo demuestra la eficacia del uso de métodos GPS para el estudio de deformaciones locales del suelo con la obtención de mapas mediante el modelado de las deformaciones observadas en puntos de monitoreo. En el caso de Aguascalientes, con el monitoreo GPS se detectaron hundimientos anuales, atribuidos a subsidencia por extracción de agua, superiores a 10 centímetros en los últimos años y desplazamientos horizontales en el borde de algunas grietas en el suelo.

Con la implementación de la técnica de Interferometría Diferencial con Radar de Apertura Sintética (DInSAR) se logra una mejor cobertura, con lo que se amplió la zona de estudio detectando nuevas áreas con hundimientos mayores a los detectados con GPS. En el método empleado los resultados del monitoreo GPS son un insumo para la validación y calibración de los resultados DInSAR.

GEOD-2

GPS DERIVED ESTIMATES OF INTERPLATE COUPLING ALONG THE NW MEXICAN SUBDUCTION ZONE: JALISCO

Graham Shannon[1], DeMets Chuck[1], Marquez Azua Bertha[2], Sánchez Osvaldo[3] y Stock Joann[4]
[1]*University of Wisconsin, Madison*
[2]*Universisdad de Guadalajara*
[3]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[4]*California Institute of Technology, Pasadena*
segraham@wisc.edu

The northwest end of the Mexican subduction zone, off the coast of Jalisco and Colima, remains an important area of interest for seismic hazard. While much of the rupture areas from the 1932 June 3 and 18 Rivera subduction zone earthquakes have since ruptured in 1973, 1995, and 2003 events, a substantial part of the subduction interface (between Puerto Vallarta and Chamela) has not ruptured since 1932. To quantify the probability of a potential future rupture of this part of the subduction interface and better understand the earthquake cycle along the northwest end of the Mexican subduction zone, our group has made GPS measurements at ~30 campaign and continuous stations from 1995 to the present at stations throughout Jalisco and Colima. Here, we present evidence from 3-D finite element modeling of GPS coordinate time series at stations within ~100 km of Puerto Vallarta for significant interseismic elastic strain accumulation driven by strong frictional coupling across the subduction interface between Chamela and Puerto Vallarta. By implication, the probability is high that the subduction interface in this region will rupture again. Our observations and modeling indicate that measurable deformation still occurs in the study area due to decaying viscoelastic mantle flow in response to the Mw 8.0 Oct. 9, 1995 Colima-Jalisco earthquake. The presence of a transient viscoelastic signal in the GPS time series complicates our effort to estimate the magnitude and distribution of frictional coupling across the offshore subduction interface, necessitating a first-order correction for the viscoelastic deformation via our 3-D finite element model. A calculation of the maximum likely magnitude of a future subduction earthquake will be presented based on the rate of estimated elastic strain accumulation and area of the subduction interface that has not ruptured since 1932.

GEOD-3

DETECCIÓN Y ANÁLISIS DE EFECTOS IONOSFÉRICOS Y DE MULTIRUTA PARA PSEUDO DISTANCIAS EN LA RED GEODÉSICA NACIONAL ACTIVA (RGNA)

Vázquez Becerra Esteban, Barron Noriega Moisés, Moraila Valenzuela Carlos y López Moreno Manuel
Universidad Autónoma de Sinaloa
gvazquez@uas.uasnet.mx

Se realizó un estudio y análisis de la RGNA (Red Geodésica Nacional Activa) a cargo del INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). Actualmente, la RGNA es una red geodésica conformada por 20 estaciones establecidas físicamente mediante monumentos permanentes a lo largo del territorio nacional donde se realizan mediciones a los GPS (Sistemas de Posicionamiento Global) en forma continua. Algunos de las fuentes potenciales de error que puede influir en el posicionamiento mediante GPS, son sin duda alguna los efectos ionosféricos y de multiruta. Por un lado, la ionosfera actúa como un medio dispersivo y su efecto es directamente proporcional al contenido total de electrones (Total Electrón Content, TEC) afectando las señales GPS. Por contraparte, el efecto de multiruta se origina cuando la señal GPS proveniente de los satélites es capturada por la antena del receptor GPS vía múltiples rutas. Este trabajo de investigación contempla un análisis riguroso de los efectos de la ionosfera y de multiruta para pseudo distancias en función del cálculo del error medio cuadrático de las variaciones de estos, con el objetivo de identificar las estaciones de la RGNA con menores y mayores índices de afectación. El análisis se plantea en forma de series de tiempo a partir del día 265 del 2005 al día 200 del año 2010, utilizando el software TEQC (Test of Quality Check) para el procesamiento de los datos GPS.

GEOD-4

ANÁLISIS EN LA DETECCIÓN DE ERRORES NO ALEATORIOS DE UNA RED GEODÉSICA GPS

García López Ramón Victorino, Loza Santos Irene, López Moreno Manuel, Balderrama Corral Rigoberto, Guzmán Galindo Tiojari Dagoberto y Vázquez Becerra Esteban
Universidad Autónoma de Sinaloa
rgarcia@uas.uasnet.mx

Se realiza un estudio comparativo y estadístico en el procesamiento de vectores y el ajuste por mínimos cuadrados de las mediciones GPS de una red geodésica con lados mayores de 50 km. Las redes estudiadas fueron las Redes Geodésicas Estatales de Sinaloa y de Sonora, empleándolas parcialmente (subredes) y en su totalidad. Con respecto al procesamiento se emplearon los programas PAGES y TOPCON TOOLS. Se desarrollo y aplicó un algoritmos de procesado para una cantidad limitada de puntos, que permitiera aplicar en forma independiente las pruebas estadísticas para redes geodésicas GPS, tales como la prueba global de la varianza unitaria y los test de detección de errores grosos como el test tau. Con respecto a este último se encontraron algunas inconsistencias en la aplicación. Las diferencias fueron de hasta 20 cm en coordenadas de vértices extremos de la red. En la aplicación de las técnicas de Baarda y desglose de datos (data snooping), los resultados fueron similares. Se realizó también un análisis en el efecto sobre la precisión de las coordenadas al variar las tolerancias de los errores absolutos y relativos de los vectores procesados. Se encontró que resulta difícil prever hasta cierto grado, solo en base a la precisión estimada del procesamiento, cuales vectores serán rechazados por los test estadísticos basados en los residuales producidos por el ajuste por mínimos cuadrados.

GEOD-5

ESTABLECIMIENTO Y ANALISIS DE UNA RED GEODESICA ALTIMETRICA. CASO PARTICULAR: ZONA URBANA DE LA CD. DE CULIACAN, SINALOA

Trejo Soto Manuel[1], Espinosa Cardeña Juan Manuel[2], García López Ramón Victorino[1] y Cruz Castañeda Lenin Fernando[1]
[1]*Universidad Autónoma de Sinaloa*
[2]*Departamento de Geofísica Aplicada, División de Ciencias de la Tierra, CICESE*
mtrejos@uas.uasnet.mx

Las redes geodésicas altimétricas representan el punto de inicio de la recolección de información georeferenciada necesaria en la elaboración de cartas y perfiles topográficos, perfiles hidrológicos, entre otros, necesaria para caracterizar superficies de referencia altimétrica, en zonas de interés particular. Tales redes geodésicas altimétricas, sirven de apoyo en el estudio de movimientos superficiales originados por diversos factores, que representan un riesgo para el funcionamiento normal de grandes obras de ingeniería. La información altimétrica obtenida en dichas zonas, utilizada en combinación con datos de valores de la aceleración de la gravedad, así como con valores de alturas de puntos de las redes geodésicas obtenida por medio de receptores de GPS, con el propósito de generar una superficie geoidal local, representada con mayor confiabilidad, en función de la relación de precisiones con que se han obtenido los datos gravimétricos, altimétricos con GPS y nivelación geométrica, así como de la densidad de puntos en la zona.

La variedad de requerimientos 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 computo, 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.

El presente trabajo recoge las experiencias en el desarrollo del proyecto de establecimiento de una red geodésica altimétrica en la zona urbana de la Cd. de Culiacán, Sinaloa, donde se experimento con metodologías de proyección y elaboración matemática 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 los resultados de las mediciones.

GEOD-6

COLECCIÓN, ANÁLISIS Y MANEJO DE VARIABLES DE PAISAJE MULTIESCALA MEDIANTE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO ESTATAL-REGIONAL

Guzmán Galindo Tiojari Dagoberto, López Moreno Manuel, García López Ramón Victorino, Balderrama Corral Rigoberto y Vázquez Becerra Esteban
Escuela de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Sinaloa
tiohary@uas.uasnet.mx

Los datos georeferenciados, espaciales, geoespaciales o geográficos están compuestos por dos elementos: (i) un objeto geográfico real, sobre el cual se observa algún fenómeno y (ii) una variable o atributo temático, que puede ser medido y que puede adoptar diferentes modalidades en cada observación. La información georeferenciada, se caracteriza por su capacidad de manejar datos espacialmente referenciados, los cuales se pueden representar gráficamente, como imágenes ó mapas que están destinados a resolver problemas asociados a un territorio en específico.

Los Sistemas de Información Geográficos (SIG) son un conjunto de herramientas que facilitan la recolección, manejo y análisis de datos. En particular, la potencialidad de los SIG está fundada en su capacidad para superponer capas de información de diferentes disciplinas (Focus, 2007; Buzai, 2008). Incluyen funciones para el manejo de datos espaciales tales como, almacenamiento, visualización, consultas, análisis de datos y modelización. De esta manera, los SIG dan acceso a toda la información guardada dentro de las diferentes bases de datos y formatos. Los SIG actuales son abiertos y flexibles. Se puede trabajar con datos casi de cualquier fuente en el dominio geoespacial.

(Fattorelli, 1999) destaca la potencialidad que presentan los SIG en los estudios de ordenamientos y expone casos en los que utilizó dicha tecnología para el tratamiento de la temática ambiental. En cuanto a la observación espacial, (Chuvieco, 2002) enumera una serie de ventajas para el estudio de las problemáticas territoriales: cobertura global y exhaustiva de la superficie terrestre, perspectiva panorámica, observación multiescala y multitemporal, información sobre regiones no visibles del espectro, cobertura repetitiva, transmisión inmediata y formato digital. De esta manera, los SIG dan acceso a toda la información guardada dentro de las diferentes bases de datos y formatos. Los SIG actuales son abiertos y flexibles. Se puede trabajar con datos casi de cualquier fuente en el dominio geoespacial (Gentili, 2009).

Este trabajo tiene como objetivo la Integración de un sistema de información geográfico del estado de Sinaloa para la elaboración de la cartografía cualitativa y cuantitativa necesaria en la instrumentación de Ordenamientos Ecológicos y territoriales (regional), analizar las variables multiescala y generar modelos para la creación de mapas de predicción.

GEOD-7

ANALISIS FOTOGRAMÉTRICO DIGITAL DE LAS IMÁGENES AEREAS A ESCALA 1:20 000 DE ZONAS URBANAS

Aguilar Villegas Juan Martín, Trejo Soto Manuel y Arana Medina Aníbal
Universidad Autónoma de Sinaloa
agularv@uas.uasnet.mx

En la actualidad, los territorios urbanos son estudiados mediante métodos modernos, que permiten determinar sus características geográficas de manera rápida y precisa. Esto da la posibilidad de analizar y planificar las diferentes alternativas físico-geográficas que permitan un mejor desarrollo urbano.

Una de las metodologías mas requeridas hoy en día, es la metodología de procesamiento fotogramétrico digital de imágenes obtenidas desde el aire, para la interpretación geográfica del territorio, con múltiples aplicaciones prácticas en zonas urbanas, desde el cartografiado hasta la obtención de datos espaciales para los sistemas de información geográfica de las mismas.

El presente trabajo de investigación, analiza las características y propiedades de la metodología fotogramétrica aplicada al procesamiento de imágenes aéreas a escala 1:20 000, con el propósito del estudio del territorio urbano de la ciudad de Culiacán, Sinaloa. Esta propuesta contempla la georeferenciación de las imágenes utilizando coordenadas geodésicas de puntos terrestres, obtenidas mediante receptores de GPS y coordenadas fotogramétricas de puntos obtenidos de ortofotos previamente elaborados. Para los trabajos de procesamiento fotogramétrico de las imágenes se empleó el uso de un sistema fotogramétrico digital, el cual permite determinar las precisiones geométricas en la determinación de la orientación de las imágenes, así como de la fototriangulación aérea y del modelo planimétrico y altimétrico del territorio, con lo cual, es posible determinar el grado de confiabilidad del estudio geográfico de una zona determinada, y por ende, si dicho estudio es adecuado para una determinada aplicación.

Se pretende que el presente trabajo, posibilite el análisis de las ventajas y desventajas de la metodología fotogramétrica digital, así como las posibilidades que brindan las imágenes aéreas a escala 1:20 000, para los estudios geográficos del territorio en zonas urbanas de nuestro país.

GEOD-8 CARTEL

ANÁLISIS MULTIESCALAR DE LAS RELACIONES DE LA COBERTURA DEL SUELO, VARIABLES GEOGRÁFICAS Y ANTROPICAS DEL ESTADO DE SINALOA: UNA APROXIMACIÓN SIG

López Moreno Manuel, García López Ramón Victorino, Guzmán Galindo Tiojari Dagoberto, Balderrama Corral Rigoberto y Vázquez Becerra Esteban
Escuela de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Sinaloa
manuelm@uas.uasnet.mx

El presente trabajo se centra en el análisis de las relaciones de la diversidad de cubiertas del suelo y un conjunto de variables geográficas, climáticas, geológicas, topográficas, y antrópicas seleccionadas a priori. La diversidad de cubiertas es uno de los atributos más comúnmente utilizados para analizar la heterogeneidad del paisaje (Forman & Gordon 1986, Forman 1997, Pino & Rodà 1999) y presenta, además, relaciones evidentes con la riqueza de especies que puede albergar aquél (Blondel & Aronson 1999, Pino et al. 2000). El objetivo del presente estudio es doble: por un lado determinar cuáles son las variables territoriales asociadas a la diversidad de cubiertas y, por otro, comprobar si estas variables se mantienen constantes al variar la escala de análisis. Ambos objetivos tienen implicaciones importantes en la toma de decisiones a diversas escalas territoriales que ayuden a la gestión y a la conservación de los paisajes como hospedantes de especies y procesos ecológicos.

GEOD-9 CARTEL

GEOREFERENCIACIÓN DE IMÁGENES AÉREAS DE ARCHIVO, MEDIANTE COORDENADAS OBTENIDAS CON GPS

Aguilar Villegas Juan Martín, Arana Medina Aníbal, Sauceda Rivera Juan Sergio y Monjardin Armenta Sergio Alberto
Universidad Autónoma de Sinaloa
agularv@uas.uasnet.mx

El presente trabajo, muestra el estudio metodológico realizado para la georeferenciación de imágenes aéreas de archivo, de las cuales, no se contaba con los datos de los puntos de apoyo terrestre del levantamiento fotogramétrico original. Para ello, se presenta la alternativa de obtención de coordenadas geodésicas con GPS, de algunos puntos estratégicos seleccionados previamente en dichas imágenes. Se determina su precisión mediante el ajuste matemático de la red de puntos medidos, utilizando un sistema fotogramétrico digital. En función de los resultados obtenidos de la georeferenciación, se analizan las posibilidades de uso de dichas imágenes en el estudio geográfico territorial.

GEOD-10 CARTEL

DETERMINACIÓN DE LA PRECISIÓN DE LAS COORDENADAS GEODESICAS OBTENIDAS MEDIANTE EL PROCESAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO DIGITAL DE FOTOGRAFÍAS AÉREAS A ESCALA 1:20 000

Aguilar Villegas Juan Martín, Arana Medina Aníbal, Sauceda Rivera Juan Sergio y Monjardin Armenta Sergio Alberto
Universidad Autónoma de Sinaloa
agularv@uas.uasnet.mx

Este estudio, ilustra los trabajos del procesamiento fotogramétrico digital de fotografías aéreas a escala 1:20 000, así como las precisiones con que se realizan cada uno de ellos, para finalmente obtener la precisión de las coordenadas geodésicas de sus puntos de interés. Esto con la finalidad de sustentar geométricamente sus posibilidades de uso en los diferentes estudios geográficos, así como también, para el cartografiado territorial y la obtención de ortofotos. Dichos trabajos del procesamiento de las imágenes, se realizan con ayuda de los sistemas fotogramétricos digitales.

GEOD-11 CARTEL

ESTABLECIMIENTO DE UN MODELO PARA EL CÁLCULO DE ALTURAS ORTOMÉTRICAS EN ZONAS URBANAS A PARTIR DE LA NIVELACIÓN GPS Y EL EMPLEO DE MODELOS GEOPOTENCIALES

García López Ramón Victorino[1], Molina Sauceda Edgardo[2], Trejo Soto Manuel[1], Balderrama Corral Rigoberto[1], Arana Medina Aníbal[1] y López Moreno Manuel[1]
[1]*Universidad Autónoma de Sinaloa*
[2]*Centro de Ciencias de Sinaloa*
rgarcia@uas.uasnet.mx

Se presenta un análisis de precisión del empleo de mediciones GPS de redes geodésicas urbanas GPS, combinadas con datos de nivelación diferencial de segundo orden de una red geodésica vertical urbana, con el propósito de calcular las alturas geoidales de los vértices de apoyo vertical a levantamientos topográficos y cartográficos. Las alturas son estimadas mediante interpolación

ya sea en forma lineal o polinomial, pudiéndose aplicar a puntos de ubicación arbitraria sobre la zona. También se estudia la incorporación de modelos geopotenciales como el EGM96, EGM2008 y los modelos mexicanos GGM06, GGM08.

El procedimiento de cálculo se aplica en el área de la ciudad de Culiacán, utilizándose una malla de puntos con separación de arco de un minuto. Para el área de estudio se encontró que el efecto de las masas topográficas en N es significativo. La altura o cota de referencia a priori requerida se estableció a partir de un modelo de alturas de la zona. Se realizan también análisis de comparación con el modelo EGM96 y los recientes modelos de INEGI para México. Algunos resultados indican que es posible establecer un modelo local de alturas geoidales con precisión centimétrica para zonas de extensiones menores de los 10 kilómetros.

GEOD-12 CARTEL

CALIBRACIÓN Y COMPARACIÓN DE LÍNEA BASE UTILIZANDO MEDICIONES GPS Y DE TAQUIMETRO ELECTRÓNICO

Vázquez Becerra Esteban, Balderrama Corral Rigoberto y Cordero Chávez Mijail
Universidad Autónoma de Sinaloa
gvazquez@uas.uasnet.mx

Se realizó un experimento para calibrar y comparar una línea base corta, al realizar mediciones a los GPS (Sistemas de Posicionamiento Global) y con taquímetro electrónico. El experimento se llevó a cabo en el Campus de la Ciudad Universitaria de la Universidad Autónoma de Sinaloa, donde se establecieron dos monumentos de centrado forzoso. Para la realización de las mediciones se utilizaron receptores GPS geodésicos de la marca Topcon (Híper Lite +); Leica (SR-530); Ashtech (Z-12) y taquímetros electrónicos de la marca Topcon (GTS-236W); Leica (TCR-407); Pentax. Las mediciones con GPS se ligaron con respecto a una estación base previamente establecida en el edificio que guarda la Escuela de Ciencias de la Tierra de dicha universidad y las mediciones con taquímetro electrónico se realizaron directamente a partir de cada uno de los monumentos establecidos. El software que se utilizó para el procesamiento de los datos fue el que proporcionó el fabricante para cada uno de los equipos de medición antes mencionados.

GEOD-13 CARTEL

METODOS DE ANALISIS Y ESTIMACION DE LA ESTABILIDAD DEL SISTEMA ALTIMETRICO DE APOYO GEODESICO EN LA DETERMINACION DE DEFORMACIONES VERTICALES EN AREAS DE RIESGO. CASO PARTICULAR: PRESA HIDROELECTRICA SANALONA,CULIACAN, SINALOA

Trejo Soto Manuel, Aguilar Villegas Juan Martín, Ortiz Bueno Candelario, Vidal Vega Ana Isela y Arana Medina Aníbal
Universidad Autónoma de Sinaloa
mtrejos@uas.uasnent.mx

Al llevar a cabo observaciones de desplazamientos verticales en grandes obras de ingeniería, es necesario establecer un sistema altimétrico geodésico local. Los puntos de soporte geodésico altimétrico deberán establecerse de tal forma que garanticen estabilidad altimétrica a lo largo de todo el periodo del monitoreo y la determinación de posibles asentamientos en la zona de observación o de la obra de ingeniería a vigilar, con la suficiente precisión.

La experiencia acumulada en trabajos similares demuestra que a causa de diversos factores, los cuales, generalmente es difícil determinar con antelación, la estabilidad de los puntos de soporte geodésico se ve alterada. Con el objetivo de satisfacer la necesaria y suficiente precisión de los resultados de las observaciones al determinar asentamientos o deformaciones en zonas de riesgo u obras de ingeniería, se desarrolla un control de la estabilidad de puntos geodésicos de control vertical. Con este propósito, los puntos geodésicos de control vertical, son verificados desde el punto de vista altimétrico, manteniendo el mismo esquema y programa de mediciones en la nivelación geométrica.

Al llevar a cabo la elaboración matemática de los resultados de las mediciones recurrentes de nivelación, surgen una serie de problemas que no han sido tratados suficientemente en la literatura y practica geodésica. Lo anterior está asociado, antes que nada, al problema de la elección del plano de origen de alturas, al cual se refieren los puntos geodésicos de control vertical y los mismos desplazamientos o deformación vertical, así como la estimación de la estabilidad de los mismos.

Con el fin de estimar la estabilidad de la base geodésica altimétrica, es necesario diferenciar la información obtenida, como resultado de las mediciones geodésicas, entre las propias deformaciones y los posibles errores de su determinación. Si los desplazamientos o deformaciones verticales, sobrepasan a los errores dados con una probabilidad a priori, estos se consideraran deformaciones o desplazamientos verticales. En caso contrario, es evidente, que tiene lugar la variación de la estabilidad de la base geodésica altimétrica.

El presente trabajo muestra los resultados del monitoreo de la presa hidroeléctrica Sanalona, ubicada en el municipio de Culiacán, Sinaloa; donde se han aplicado los esquemas de medición y análisis de la estabilidad de la red altimétrica establecida en dicha zona.

Sesión Regular

GEOHIDROLOGÍA

Organizadores:
Graciela Herrera Zamarrón
Antonio Cardona Benavides
Rogelio Vázquez González

GEOH-1

MODELO CONCEPTUAL DEL ACUÍFERO KÁRSTICO, FORMACIÓN TEPOSCOLULA, HUAJUAPAN DE LEÓN, OAXACA

Morales Luis René[1 y 2], Gutiérrez Navarro Rodrigo[1], Vásquez Serrano Alberto[1], Escolero Fuentes Oscar[3] y Tolson Gustavo[3]
[1]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM*
[2]*Instituto de Hidrología, Universidad Tecnológica de la Mixteca*
[3]*Departamento de Geología Regional, Instituto de Geología, UNAM*
remluis@yahoo.com.mx

Al N-NW de Huajuapan de León, en el estado de Oaxaca, se tiene un afloramiento de rocas calizas pertenecientes a la Formación Teposcolula (unidad sedimentaria marina del Cretácico) en lo que se conoce como el Homoclinal de Petlalcingo. Esta unidad muestra evidencias de karsticidad (lapiaces, zonas de colapso, conductos de disolución, cavernas y dolinas) así como flujo de agua subterránea; este último se manifiesta en 19 manantiales, siete norias y dos pozos, los cuales fueron ubicados y georeferenciados durante este estudio. En la zona no se tienen trabajos previos enfocados al aspecto hidrogeológico, quizá por ser consideradas zonas con baja capacidad de almacenamiento subterráneo. Sin embargo, la kársticidad, el caudal estimado, mayor a 10 Ls-1, del manantial de Ibarra de Ramos (al N de la zona, en el estado de Puebla) y las obras de captación y aprovechamiento de manantiales en las partes bajas de la Formación Teposcolula (S de la zona, en las inmediaciones de Huajuapan) hacen evidente la existencia de un acuífero kárstico, cuyo funcionamiento es necesario conocer para brindar una mayor oportunidad de aprovechamiento y cuidado del mismo.

Por lo tanto, al incorporar la información previa de la zona, con los estudios recientes de cartografía y caracterización geológica estructural, con los análisis de distribución de los niveles estáticos y con la topografía del sitio, se ha podido determinar un modelo conceptual del flujo de agua en el medio subterráneo. El sitio de recarga se establece en la zona sur de la Formación Teposcolula (parte alta cercana a Huajuapan). Se identificaron dos zonas de descarga, la primera drena el flujo de agua en dirección preferencial hacia el NNW, desde la zona de Huajuapan hacia Ibarra Ramos, esto en aparente concordancia con los patrones dominantes de los ejes de las estructuras mayores del área (anticlinales asimétricos con vergencia al SW), con las fracturas y con el sistema de fallas del área (con dirección igualmente dominante hacia el N-NW). La segunda zona de descarga tiene una distribución semi-radial en la porción sur de la Formación Teposcolula (la parte más alta, periférica a Huajuapan) la que se manifiesta con una cantidad mayor de manantiales de bajo caudal (la mayoría menor a 0.5 Ls-1 y solo algunos con flujos de mayores a 2.0 Ls-1). Esta distribución de afloramientos de agua se asocia a la deformación más intensa de las rocas calizas en esta zona, lo que favorece una densidad de fracturas mayor y una distribución irregular. Los límites del acuífero se han establecido hacia el N y S con las líneas de carga piezométrica con valor de ~1540 y 1700 msnm, respectivamente. Hacia el E el límite lo representa la falla normal Petlalcingo-Huajuapan (con bloque caído al W). Y al W se tiene como límite la zona de despegue tectónico entre las formaciones jurásicas y cretácicas.

GEOH-2

VARIACIONES ESTACIONALES DE PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTÁTICO EN LA PORCIÓN PONIENTE DEL ACUÍFERO CUATROCIÉNEGAS, COAHUILA

Ortiz Flores Gerardo y Gutiérrez Ojeda Carlos
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
gerarort@tlaloc.imta.mx

El acuífero Cuatrociénegas, se ubica en la porción noroccidental del estado de Coahuila. El valle es reconocido internacionalmente, por su interés científico, valor ecológico, belleza natural y atractivo turístico. Este acuífero permite el desarrollo de diversas actividades económicas que dependen principalmente del agua subterránea.

Como resultado del estudio hidrogeológico, realizado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), en el año 2004, se recomendó instrumentar la cuenca del valle de Cuatrociénegas para determinar con mayor precisión el balance hidrológico.

En 2007, el IMTA llevó a cabo la instrumentación de la porción poniente del acuífero, mediante la perforación de 11 pozos de observación a 30 metros de profundidad, así como la medición de los niveles piezometricos. En noviembre de 2008 se instalaron 9 registradores de nivel por lo que se cuenta con un registro de 18 meses.

El modelo conceptual del sistema acuífero propuesto por el IMTA, se compone de dos sistemas de flujo subterráneo clasificados como local e intermedio, que circulan en medios hidrogeológicos distintos. El primero ocurre en un acuífero superior del tipo libre, constituido por sedimentos finos compuestos por formaciones evaporíticas, limos y arcillas. El segundo en un acuífero semiconfinado inferior constituido por rocas calizas fracturadas.

En mayo de 2010, se transfirio la información almacenada por los registradores a una pc, obteniendo gráficos de niveles que muestran un patrón de fluctuación estacional. Estas variaciones son el resultado de influencias tales como la recarga de lluvia, ocurrida principalmente en las Sierras circundantes, la descarga del agua subterránea a través de las pozas “La Becerra” y “Churince”, así como el fenómeno de evapotranspiración que sigue ciclos estacionales bien definidos.

Las fluctuaciones estacionales registradas muestran descensos y ascensos del agua subterránea en los periodos al inicio y final de las temporadas de lluvia y estiaje.

Las variaciones del nivel piezometrico fluctúan de 9 a 80 centimetros y corresponden a variaciones producidas por la lluvia, niebla y viento.

GEOH-3

INFLUENCIA DE LA INTERACCIÓN AGUA-ROCA EN LA CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN LA CUENCA DEL RÍO DUERO, MICHOACÁN

Silva García José Teodoro, Ochoa Estrada Salvador, Estrada Godoy Francisco, Moncayo Estrada Rodrigo y Nava Velázquez Jaime
Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Michoacán, IPN
tsilva09@hotmail.com

Mediante un estudio hidrogeoquímico del agua subterránea en la cuenca hidrológica del río Duero, se demuestra la interacción agua roca como mecanismo de control de su calidad química para uso primordialmente agrícola.La cuenca se localiza al noroeste del estado de Michoacán en las coordenadas 19°40’ y 20°15’ latitud norte y 101°45’ y 102°45’ longitud oeste y pertenece a subregión hidrológica Bajo Lerma. Su superficie de aportación es de 2,531.3 km2, con un escurrimiento promedio anual de 250 Mm3. Geológicamente predomina un ambiente volcánico sedimentario destacando estructuras de tipo estratovolcán. Este volcanismo es causante de la formación de valles fluviales parcialmente cerrados delimitando igualmente la región lacustre de la Ciénega de Chapala. Una zona con condiciones de termalismo también coexiste. Se realizó un muestreo hidrogeoquímico en 103 distintos tipos de aprovechamientos (pozos y manantiales), durante el periodo de abril y mayo del 2009.La calidad química del agua subterránea se relaciona a las rocas y la geología de la región. Fueron determinados cuatro tipos de condiciones de la interacción calidad de agua-roca. En un reservorio de roca volcánica basáltica el agua se clasifica como del tipo CI-SI, de muy buena calidad de baja salinidad y sodio; en un ámbito fluvial las clases de agua predominantes son del tipo C2-SI con salinidad media y bajas en sodio. En la región lacustre se encontraron aguas del tipo C3- S1. Finalmente el ambiente lacustre influenciado por hidrotermalismo, la clase de agua predominante es C3-S3, con salinidad muy alta y el peligro de sodio alto, por lo que su uso en la agricultura se debe condicionar. La correlación estadística se efectuó mediante un análisis multivariado con técnicas de componentes principales.

GEOH-4

MODELO NUMÉRICO DEL ACUÍFERO COSTERO DE MANEADERO PARA DETERMINAR CONSECUENCIAS POR LA OPERACIÓN DE LA BATERIA DE POZOS

Gil Venegas Laura Elizabeth y Vázquez González Rogelio
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
minealar@hotmail.com

El estudio realizado es un modelo numérico de la zona costera del acuífero de Maneadero. El acuífero de Maneadero es una de las principales fuentes de agua para la ciudad de Ensenada y para la agricultura de la región, el acuífero está sobreexplotado por lo cual es necesario considerar nuevas alternativas para el suministro de agua. Una opción sustentable es la operación de una planta desaladora de osmosis inversa, la cual requiere de 500 lt/s para generar 250 lt/s de agua potable. Una posible fuente de alimentación es la construcción de una batería de 8 pozos en la zona costera del acuífero de Maneadero. El modelo numérico creado es interpretativo el cual nos ayuda a observar el comportamiento de los potenciales, con lo cual se determina si la construcción de pozos costeros afectará el acuífero de Maneadero, disminuyendo la disponibilidad de agua dulce en el acuífero que sirven de suministro a la ciudad y a la agricultura. También se determina el porcentaje de agua que los pozos toman de la zona costera y de la parte interna del acuífero. En los resultados que ha arrojado el modelo numérico, se observa que debido a que el acuífero está sobreexplotado y existe una importante intrusión salina, los pozos toman en mayor porcentaje agua de la zona costera. Los pozos pueden variar en su distancia de la línea de costa siendo esta no mayor a 600 m, conforme los pozos se alejan de la costa, aumenta el porcentaje de agua que aporta el acuífero para cubrir el gasto de los pozos.

GEOH-5

DISEÑO ÓPTIMO DE REDES DE MONITOREO PARA EL BALANCE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Núñez Hernández Elsa Yolanda[1] y Herrera Zamarrón Graciela[2]
[1]*Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México, Comisión Nacional del Agua*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
elsa.nunez@conagua.gob.mx

Tradicionalmente el diseño óptimo de redes de monitoreo del agua subterránea utilizando métodos geoestadísticos se ha centrado en minimizar la incertidumbre del error de la estimación de la carga hidráulica. Sin embargo, en la práctica, frecuentemente con los datos obtenidos con este tipo de redes de monitoreo se calculan balances del agua subterránea pero una red de monitoreo óptima para estimar la carga hidráulica, no necesariamante es óptima para calcular el balance del agua. Por ese motivo, este trabajo tiene como objetivo proponer una metodología para el diseño óptimo de redes de monitoreo para el balance de aguas subterráneas. La metodología combina simulación estocástica de la carga hidráulica (con base en un modelo teórico de semivariograma obtenido a través de un análisis geoestadístico), un filtro de Kalman ensamblado y optimización. En esta plática se presentarán avances en esta investigación.

GEOH-6

PROPUESTA DE UN MÉTODO GEOESTADÍSTICO PARA LA OPTIMIZACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE REDES DE MONITOREO DE LA CARGA HIDRÁULICA

Júnez Ferreira Hugo Enrique[1] y Herrera Zamarrón Graciela[2]
[1]*Programa de Doctorado en Ingeniería, UNAM*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
hejunez@hotmail.com

El objetivo del trabajo es proponer y probar un método para la optimización espacio-temporal de redes de monitoreo de la carga hidráulica. El método que se propone es una modificación de los propuestos por Herrera (1998) y Júnez y Herrera (2005). Éste elige las posiciones y tiempos de monitoreo óptimos usando un filtro de Kalman (FK) combinado con un método de optimización. El FK requiere como entrada la matriz de covarianza del error de la estimación, ésta se deriva de un análisis geoestadístico espacio-temporal utilizando un modelo producto-suma. El método de optimización de inclusiones sucesivas se utiliza para seleccionar de forma secuencial, una a la vez, las posiciones que minimizan una función de la varianza. El método requiere de un criterio para determinar cuándo terminar el proceso secuencial, es decir, el número total de mediciones que se requieren tomar para el periodo de análisis.

El método se probó en un caso sintético utilizando un modelo numérico de flujo (MNF). El caso sintético representa a un acuífero libre con una superficie de 426 km2 con una extracción anual promedio de 145 Mm3. El acuífero tiene una red de monitoreo (RM) de la carga hidráulica que consta de 38 pozos y a la que se le mide el nivel con una frecuencia de monitoreo mensual. El objetivo es escoger los pozos y tiempos de monitoreo que obtengan una estimación de la carga hidráulica en los próximos dos años en todo el acuífero con una incertidumbre equiparable a la que se tendría al utilizar la red de monitoreo actual. El análisis geoestadístico espacio-temporal (ET) se realizó con 570 datos de la RM existente (obtenidos del MNF) para el período 1985-1990. Este número de datos se obtuvo suponiendo que existen huecos de información, como ocurre en la realidad. Como resultado de este análisis se obtuvo un modelo teórico de semivariograma ET ajustado al semivariograma experimental. A partir de este modelo se derivó la matriz de covarianza espacio-temporal requerida por el FK. Para la optimización, la función objetivo empleada fue la suma de la varianza del error en la estimación (varianza total) en las posiciones de una malla regular que cubre todo el acuífero (109) y para 24 tiempos (uno al final de cada mes). Cada posición de muestreo ET elegida por el proceso de optimización contribuye en la reducción de la varianza en tiempos presentes y futuros.

Para determinar cuándo parar el proceso de selección para construir la RMO y su programa de monitoreo, se compararon dos criterios: 1) Cuando la varianza total no disminuye significativamente y 2) Comparar las estimaciones con diferentes subconjuntos de posiciones ET contra las estimaciones utilizando el mayor número posible de posiciones a ser incluidas en la red (912). Se concluyó que el primer criterio da mejores resultados.

GEOH-7

RED DE MONITOREO DE AGUA SUBTERRANEA EN LA CIUDAD DE PUEBLA

Jiménez Suárez Gabriel, Teutli León Ma Maura Margarita y Pósada Sánchez Ana Elena
Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
gajizu@gmail.com

La ciudad de Puebla, capital del estado del mismo nombre está situada a 120 km al sureste de la ciudad de México y tienen una altitud media de 2160 (m.s.n.m.).

En la ciudad de Puebla en varios pozos de extracción de agua potable se ha presentado la disminución de su caudal, debido a la obstrucción de las ranuras del ademe por incrustación, lo cual se ha observado mediante videos. En total 9 pozos se han tenido que sacar de funcionamiento debido a su bajo caudal. Otros 17 están en proceso de reposición debido al colapso de su ademe o por otras causas, en total suman 26 pozos que están fuera de operación.

Para estudiar este problema se pretende diseñar una red de monitoreo del agua subterránea para detectar el incremento de los iones que favorecen la incrustación y corrosión del ademe.

La metodología que se pretende aplicar y adaptar para la red de monitoreo en la ciudad de Puebla es la propuesta por la Dra. Graciela Herrera Zamarrón investigadora del Instituto de Geofísica de la UNAM.

En algunos pozos muy cercanos entre sí, se ha presentado la disminución de su caudal y en otros no, los análisis preliminares de la composición química del agua indica una diferencia en la concentración de algunos iones como la dureza total, hierro y manganeso. Dichos elementos están asociados a la incrustación y corrosión del ademe de acero. Esta diferencia posiblemente se debe a que el agua subterránea pertenece a distintos sistemas de flujo, locales, intermedios y regionales. Los pozos más profundos lógicamente acceden a sistemas de flujo intermedio y regional con mayor tiempo de residencia y recorrido, y por lo tanto, tienen mayor concentración de iones disueltos.

Según la literatura, tres son las causas principales de incrustación en los pozos, química, biológica y electrolítica. La corrosión de metales activos, como el hierro o el acero, en medio acuoso, se puede originar por el efecto electrolítico debido a la presencia de áreas anódicas y catódicas en la superficie del metal El flujo electrónico de ánodo a cátodo da lugar a la corrosión por solubilización del hierro y a la formación de tubérculos por precipitación de óxidos e hidróxidos en al ánodo.

La información que se tiene acerca del sistema acuífero del Valle de Puebla para la solución del problema, es la geología regional, análisis químicos de quince años a la fecha en más de cincuenta pozos, modelo de flujo y de transporte, el cual fue realizado por el primer autor de este trabajo.

Como primera acción para estudiar la pérdida de caudal de los pozos es examinar físicamente los ademes, analizar las incrustaciones, los datos relevantes para este estudio son: profundidad del pozo y del nivel freático, columna lito-estratigráfica, química del agua subterránea, sistemas de flujo que abastecen al pozo.

GEOH-8

ORIGEN DEL LITIO Y DEL POTASIO E IMPACTO HIDROGEOLÓGICO AMBIENTAL

Nájera Garza Jesús
Consultor Profesional en Hidrogeología Isotópica Regional
jng1207@gmail.com

El origen e impacto hidrogeológico ambiental de los yacimientos de Litio y Potasio en las Lagunas hipersalinas de La Salada, Municipio de Río Grande, en la región Central del Estado de Zacatecas; y Santa Clara y San José Caligüey, Municipio de Sto. Domingo, en el Noroeste de San Luis Potosí, se considera, preliminarmente, como de un ambiente parcialmente hidrotermal (@ 6 km profundidad) y totalmente sin relación directa, con la recarga hidrogeológica regional, de los acuíferos de agua dulce de las Cuencas de Calera, Guadalupe-Lampotal y El Bordo-Chaparrosa (Cuenca Chupaderos, CNA). Similar a la mineralización en el Distrito Fresnillo, formada a partir de un gran sistema hidrotermal magmático, entre 32 y 28 Ma (millones de años). Pero localizado en una estructura de fosa tectónica, con flujo de calor profundo (@ 6 km, bajo la superficie), con orientación NW-SE; en la que se han lixiviado, de rocas ígneas ácidas y sedimentarias halófilas marinas, los elementos químicos Litio(Li), Potasio(K), Boro(B), Magnesio(Mg), Cloro(Cl), Azufre(S) y otros elementos traza. Por lo tanto, la trayectoria de su solución en agua subterránea, es profunda,--como la mineralización en el Distrito de Fresnillo-- y que se recarga en áreas distantes de su afloramiento; y por debajo de los acuíferos superiores, de agua dulce. Esta condición hidrogeológica inhibe la mezcla entre estos tipos de agua, lo que se evidencia por las diversas y contrastantes calidades y diferentes composiciones y parámetros físico-químicos en los dos tipos de acuíferos. Nuestros análisis de isótopos ambientales radioactivos naturales de Tritio (T ó 3H) y estables de Cloro (37Cl) y (35Cl), Deuterio (2H), de Oxígeno (18O) y Carbono (13C); indican que se han concentrado esencialmente, por la intensa evaporación en las lagunas

ahora hipersalinas; y muy probablemente, indican que la recarga proviene desde zonas distantes, localizadas en las sierras altas del norte del Estado de Zacatecas—donde llueve mucho más que en las planicies, y de las rocas volcánicas ácidas de la Sierra Madre Occidental. Las posibilidades de impacto hidrogeológico por asentamientos y/o grietas, no es atribuible a la extracción del agua subterránea hipersalina; pues NO hay correlación hidrogeológica importante, entre los elementos químicos del subsuelo de los yacimientos de Litio, Boro, Potasio, Magnesio y otros elementos traza y los contenidos en los acuíferos superiores de agua dulce; separados y delimitados por un sistema de fallas profundas, de tipo normal, que inhibe el flujo continuo del agua subterránea entre sí. Por lo que no es razonable considerar a las áreas de estas lagunas, como zonas de recarga de los acuíferos regionales de agua dulce. Nuestros datos de isótopos ambientales corroboran que, muy posiblemente, las áreas de recarga del agua subterránea de las Cuencas Hidrogeológicas Regionales, se localizan en las sierras altas del norte del Estado; y, muy probablemente, también en partes altas de la Sierra Madre Occidental.

GEOH-9

MOVILIDAD DEL URANIO BASADO EN LA HIDROGEOQUÍMICA DE SAN MARCOS, CHIHUAHUA, MÉXICO

Burillo Montúfar Juan Carlos[1], Reyes Cortés Manuel[2], Reyes Cortés Ignacio[2], Espino Valdés María Socorro[2], Benavides Montoya Alejandro[1], Montero Cabrera María Elena[1] y Nevárez Ronquillo Diana Pamela[1]

[1]*Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C.*
[2]*Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua*
jcburillo@yahoo.com.mx

Se determinaron las concentraciones de Uranio (U) y elementos disueltos en 21 muestras de agua de norias, pozos y del río San Marcos, cercanas a los yacimientos naturales de uranio: Victorino y San Marcos 1, al noroeste de la ciudad de Chihuahua, México. La composición no cambió en general en épocas de estiaje, lluvia y post-lluvia, pero las concentraciones de iones de U y Sólidos Disueltos Totales (SDT) aumentaron en la época de estiaje. Las concentraciones de elementos tales como As y F fueron más altas en época de post-lluvia. El hecho de que las concentraciones de U y SDT aumente en época de estiaje parece estar relacionado con la intensidad de los procesos de interacción roca-agua. En contraste el aumento en las concentraciones de As y F parece relacionarse a una condición de mayor flujo de agua.

En 5 pozos o norias, las muestras de agua presentaron concentraciones de As y F que exceden los límites permisibles mexicanos para consumo humano (As>25 µg/L y F>1.5 mg/L). Las concentraciones más altas fueron observadas en época de post-lluvia y pueden deberse a la disolución de minerales como arsenopirita y fluorita de la cuenca.

En 6 pozos o norias, las muestras de agua presentaron concentraciones de U por arriba de 0.200 Bq/L, repitiéndose este comportamiento de una temporada a otra. Puede deberse a la disolución del ión uranilo arrastrado desde la zona de los yacimientos y depositado subterráneamente en abanicos aluviales sobre superficies de lentes arcillo-arenosos.

Las concentraciones de Radio y Radón aumentaron en temporada de estiaje y disminuyeron en la de lluvia; en 5 pozos o norias la concentración de Ra-226 fue mayor a 0.200 Bq/L, mientras que en Rn-222 fluctuó entre 3 y 71 Bq/L.

Se presenta un modelo conceptual hidrogeoquímico que explica la dispersión del uranio y la radiactividad del agua del Río Sacramento Norte. El origen hidrogeológico de la radiactividad en Chihuahua comprende con seguridad a los yacimientos de San Marcos. El agua y el material suspendido transportan el uranio hasta las zonas de reducción en la cuenca de Chihuahua y el uranio precipitado puede redisolverse con el flujo de agua oxidada.

GEOH-10

ORIGIN, BEHAVIOR AND CONTROLS OF ARSENIC IN THE HYDRAULIC SYSTEM MATEHUALA-CERRITO BLANCO IN SAN LUIS POTOSI, MÉXICO

Martínez Villegas Nadia[1], Briones Gallardo Roberto[2], Ramos Leal José Alfredo[1], Morán Ramírez Janete[1] y Razo Flores Elías[3]

[1]*División de Geociencias Aplicadas, IPICYT*
[2]*Facultad de Ingeniería, Instituto de Metalurgia, Universidad Autónoma de San Luis Potosí*
[3]*División de Ciencias Ambientales, IPICYT*
nadia.martinez@ipicyt.edu.mx

Water from the Matehuala-Cerrito Blanco hydraulic system was studied over a year period to determine origin and spatial and temporal variations in As concentrations as well as the processes that control arsenic mobility. Water samples taken on a monthly basis along the hydraulic system were analyzed for total arsenic, pH, inorganic carbon, major cations and anions, and trace metals. Possible sources of arsenic contamination are arsenic contaminated water released from a cupper mine upland, dissolution of metal arsenate salts left behind in bare soil in an abandoned smelter nearby, and dissolution of arsenopyrite deposited on the bed hydraulic system by water and/or air from tailings dumps located in the area. Arsenic concentrations varied temporally between 5000 µg/L and 200000 µg/L according to a three step characteristic period over the year study and decreased spatially as pH increased (from 6.5 to 8.5) and inorganic carbon decreased (from 43 to 32 mg/L). Pharmacolite (CaHAsO4.2H2O) precipitation was identified as the mechanism of control on the mobility of arsenic. It is believed pharmacolite cocrystallizes with calcite in this system. Despite natural arsenic precipitation, it is estimated 4 tonns of arsenic are being released to the environment via this hydraulic system each year.

GEOH-11

CARACTERIZACIÓN ISOTÓPICA DE LA PRECIPITACIÓN DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ

Calva Hernández David y Cardona Antonio
Facultad de Ingeniería, UASLP
davidch85@gmail.com

La ubicación geográfica y la fisiografía del estado de San Luis Potosí, le confieren una gran heterogeneidad en la distribución espacial y temporal de la precipitación. Las regiones Altiplano y San Luis, cuya precipitación anual es baja, contrasta con las regiones Media y Huasteca, que son beneficiadas directamente por las masas de aire húmedo provenientes del Golfo de México. En junio del 2008, se estableció una red de monitoreo de isótopos ambientales (deuterio, tritio y oxígeno-18) en la precipitación del estado de San Luis Potosí. Actualmente se cuenta con los datos de muestras mensuales del periodo de junio de 2008 a octubre de 2009. El valor del promedio aritmético para la región Altiplano es, 2.6 ± 0.4 UT, -51.6 ‰ de #2H y -7.9 ‰ de #18O, obtenidos de las 2 estaciones ubicadas en Venado y Matehuala. En la región San Luis se tienen 3 estaciones (San Luis, Soledad de Graciano Sánchez y Villa de Arriaga), los valores promedio para esta región son: 2.3 ± 0.3 UT, -75.0 ‰ de #2H y -10.7 ‰ de #18O. En la región Media del estado se tienen instaladas 3 estaciones (Cerritos, Sierra de Álvarez y Río Verde) cuyos valores isotópicos promedio son: 2.2 ± 0.3 UT, -48.3 ‰ de #2H y -7.9 ‰ de #18O. En la región Huasteca se han instalado 2 estaciones, en los municipios de Cuidad Valles y Tamasopo respectivamente, esta región presenta los valores promedio más pesados de #2H y #18O (-28.1‰ y -5.3 ‰ respectivamente), mientras que el valor promedio de 3H es de 2.4 ± 0.3 UT. La relación existente entre la elevación de cada región y su valor de #2H y #18O, confirma que el gradiente de altitud en la vertiente del Golfo de México de la Sierra Madre Oriental, tiene un efecto sobre la concentración isotópica. En general, los valores de #2H y #18O en las regiones del estado, muestran un efecto de estacionalidad, representado por la mayor concentración de isótopos pesados en octubre con respecto a los valores del mes de junio, lo que sugiere un diferente origen de las masas de aire húmedo que se internan en el territorio estatal. La ecuación que representa la línea meteórica local de cada una de las 4 regiones del estado, así como la estatal serán presentadas. Valores de 3H muy bajos se presentan en la precipitación (promedio 2.4 ± 0.3UT), lo que sugiere que en esta región del país los efectos de las pruebas termonucleares de los 1950´s y 1960´s se han atenuado y que las masas de aire húmedo se originan en latitudes bajas.

GEOH-12 CARTEL

DISEÑO ÓPTIMO DE UNA RED PIEZOMÉTRICA

De la Rosa Sarmiento Isela Coral[1], Belmonte Jiménez Salvador Isidro[1] y Herrera Zamarrón Graciela[2]

[1]*Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, IPN*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
marifer_26@hotmail.com

A diferencia de los recursos hídricos superficiales el flujo de agua subterránea es en general muy lento. Los cambios tanto de la disponibilidad como la calidad son procesos que toman largos periodos. Por ello la definición de una adecuada red de monitoreo, ajustada a los usos potenciales y herramienta de control, es de gran importancia para la gestión de los recursos hídricos subterráneos. En los Valles Centrales del Estado de Oaxaca, la extracción de agua subterránea es a través de pozos “profundos” (generalmente menores de 90 m) y tipo noria. De los cuales se ha obtenido información sobre algunas características hidrogeológicas del acuífero. Sin embargo esta información en algunos casos suele ser escasa, redundante y discontinua, es decir, no existen sitios ni frecuencias de muestreo constantes, que permitan evaluar el comportamiento y calidad del agua subterránea de este acuífero. La estrategia espacial de localización de las estaciones de muestreo es tan relevante como la definición de parámetros, variables y frecuencia de monitoreo.

El objetivo del presente trabajo es diseñar una red de monitoreo piezométrica de este acuífero con la finalidad de analizar el impacto regional sobre los abatimientos del acuífero en función a los pocos de extracción presentes.

La metodología utilizada se basa en la combinación de métodos hidrogeológicos, geoestadísticos y probabilísticos. Para el diseño de la red de monitoreo piezométrica se utilizó una malla con un ancho de celda de 500x500

metros, con el método Kriging para la elaboración de malla. Se consideraron puntos de estimación (E) a los nodos de la malla y puntos de muestreo a los pozos. Se analizaron 332 mediciones de la piezometría registradas en el año 2004.

Los resultados obtenidos del análisis geoestadístico arrojaron un ajuste de semivariograma experimental con un modelo teórico de tipo gausiano.

GEOH-13 CARTEL

EXPLORACIÓN HIDROLÓGICA APLICANDO SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES, SISMOLOGÍA DE REFRACCIÓN Y MODELADO PETROFÍSICO EN CUBA LIBRE, GUERRERO

Reyes Benítez Samuel Santos[1], Campos Cajero Edgar[1], Delgado Rodríguez Omar[2] y Salazar Peña Leobardo[1]

[1]*ESIA, Ciencias de la Tierra, IPN*

[2]*Instituto Mexicano del Petróleo*

pijulburro@hotmail.com

La comisaría de Cuba Libre Guerrero, se ubica en la zona conocida como de la Montaña de Guerrero, en las cercaní-as de Tlapa de Comofort. Depende del agua que se recolecta por escorrentí-a superficial, que tiene sus mejores aportes durante el tiempo de lluvia. En otra temporada distinta, la población sufre del abastecimiento del vital lí-quido. Por ello los representantes del comité de agua, asistieron al IPN, para solicitar el servicio social de exploración de agua subterránea.

La exploración se realizó aplicando la combinación de los métodos de refracción, sondeos eléctricos verticales y modelado de laboratorio petrofísico. Con el método de refracción, se dedujo la estructura del subsuelo asociada con las zonas de escorrentí-a. El método eléctrico contribuyó a localizar las zonas de saturación de agua subterránea. El modelado petrofí-sico contribuyó con en el análisis de muestras del subsuelo recolectadas en la zona.

En un total de 3 sitios explorados, se localizó el agua subterránea a 6 m, 12 m y 11 m. Con el modelado petrofí-sico y las pruebas de laboratorio, se logró deducir la resistividad de muestras de suelo, salinidad en muestras de agua, porcentaje de arcilla, porosidad y permeabilidad.

Con la integración de datos y la geologí-a de la zona, se deduce que las capas superiores a no más de 12 m de profundidad, son las capas permeables que permiten el paso de agua subterránea por infiltración y escorrentí-a. La primer capa posee velocidad Vp = 390 â€“ 610 m/s, resistividad de 38 â€“ 250 Ohm-metro, profundidades de 3 a 6 m y está representada por sedimentos sin consolidar. Enseguida una capa con Vp = 1100 - 1400 m/s y resistividades de 20 â€“ 38 Ohm-metro, profundidades de 6 a 12 m y está representada por areniscas con cuarzo. Por debajo, una capa con profundidad promedio de 12 m, representada por lutitas calcáreas, que se suponen funcionan como capa de migración de agua subterránea. Debido a las condiciones morfológicas, se recomendó construir retenedores de agua para almacenar y abastecer a los habitantes del poblado.

GEOH-14 CARTEL

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FISIOGRÁFICOS DE LA CUENCA DE VALLES CENTRALES DE OAXACA, A PARTIR DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Villarreal Hernández Diana Rocio[1], Belmonte Jiménez Salvador Isidro[1], Ladron de Guevara Torres María de los Ángeles[1] y Campos Enríquez José Oscar[2]

[1]*Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, IPN*

[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*

dianasmile_villarreal@hotmail.com

Partiendo de que una cuenca se define como un espacio geográfico cuyos aportes hídricos naturales son alimentados exclusivamente por las precipitaciones y cuyos excedentes en agua o materiales sólidos transportados convergen en un punto espacial único llamado desembocadura o exutorio, su estudio adquiere gran importancia ante la crisis ecológica que se vive a nivel mundial. Por lo que una planeación en el aprovechamiento en los recursos naturales y medios productivos es fundamental, más aun si en ésta interactúa el ser humano con el medio que lo rodea, lo que permiten medir la interacción entre la actividad humana y los recursos naturales. En años anteriores los parámetros fisiográficos de una cuenca se adquirían de forma manual, ahora con los avances tecnológicos en el área de Sistemas de Información Geográfica (SIG) éstos pueden obtenerse de forma más rápida, lo que permite reducir el tiempo en el cálculo y tener mayor precisión y control en los mismos, lo que lo ha convertido a los SIG´s en una herramienta importante.

En este trabajo se presentan resultados preliminares de un estudio realizado en los valles centrales de Oaxaca, cuya cuenca es tipo exorreica desembocando en el Río Atoyac, utilizando un procesado de imágenes mediante la utilización del SIG Idrisi Taiga y el modelo digital de elevación para la obtención de los parámetros físicos de dicha cuenca. La superficie es de 3727 km2 con lo que se determino que es una cuenca considerada como grande, perímetro de 477 km, longitud del rio principal 144 km, coeficiente de compacidad de 2.2 lo que permitió conocer que la cuenca es de forma alargada, la pendiente media de la cuenca de 10.89 grados y en porcentaje de 19.84, este ultimo parámetro permite conocer la velocidad del flujo del agua e interviene en el tiempo en el cual la red de drenaje llega a el punto de exutorio. Esta información sirvió de base para realizar un estudio de cambio de uso de suelo en un periodo de 15 años identificando 5 tipos de cobertura (bosque, agricultura, agua, zona urbana y suelo desnudo). Se identificó que las condiciones del tipo de cobertura determinan el flujo de agua, lo que repercute principalmente en el ciclo hidrológico por cambios originados principalmente por las actividades humanas que provocan la disminución en la infiltración y el aumento en la evapotranspiración, originando con esto el aumento de la escorrentía superficial principalmente aguas abajo perturbando las actividades económicas y los bienes y servicios que ésta aporta.

GEOH-15 CARTEL

DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LAS NORIAS EN LA COMUNIDAD MAGDALENA CUAYUCATEPEC, PUEBLA

Cid Villegas Gonzalo

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

gozalo21xy@hotmail.com

La comunidad de la Magdalena Cuayucatepec se ubica a 110 km. al sureste de la ciudad de Puebla, cuenta con una población de mas de 10 000 mil habitantes. Debido a la carencia de agua potable de la gran mayoría de los pobladores, se han visto en la necesidad de perforar norias dentro de sus domicilios para satisfacerse del vital líquido, no obstante debido a los descensos de los niveles en el agua subterránea, estas norias son susceptibles a ser obsoletas en un tiempo no muy lejano. El objetivo de este trabajo es determinar cuanto tiempo de vida útil les queda a estas norias, además de plantear algunas soluciones a los problemas que se avecinen, esto a través de censos de aprovechamientos subterráneos, estudios hidrogeológicos y geofísicos como geoeléctricos y aeromagnéticos.

GEOH-16 CARTEL

ESTUDIO GEOLÓGICO DEL ENTORNO DE LA CIUDAD DE LEÓN, GUANAJUATO, MÉXICO, PARA LA “SIEMBRA” DE AGUA DE LLUVIA

Martínez Reyes Juventino[1], Mitre Salazar Luis Miguel[1] y Moctezuma Martínez Martina[2]

[1]*Centro de Geociencias, UNAM*

[2]*Facultad de Minas, Metalurgia y Geología, Universidad de Guanajuato*

jmr@geociencias.unam.mx

Las fuentes de abastecimiento de agua potable para la ciudad de León, Gto. son casi en su totalidad fuentes subterráneas. Pero aquí como en muchas regiones, la sobreexplotación de los mantos acuíferos conlleva a su lento pero inexorable agotamiento. Para paliar los efectos presentes y futuros de esa problemática se llevan a cabo estudios enfocados a inducir el agua superficial hacia el subsuelo. Estos estudios se realizan mediante un convenio de colaboración entre la autoridad municipal a través del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León (SAPAL) y la UNAM a través del Centro de Geociencias. Se trata de un proyecto multidisciplinario que enfoca el conocimiento de las condiciones geohidrológicas del entorno de la ciudad de León, con el propósito de localizar las zonas con las propiedades más favorables para la “siembra” de agua de lluvia. En ese entorno confluyen tres entidades morfotectónicas diferentes: la vertiente suroccidental de la Sierra de Guanajuato, la parte nororiental de Los Altos de Jalisco y la terminación noroccidental de El Bajío. La estratigrafía está representada por formaciones mesozoicas y cenozoicas de varios tipos, afectadas en diferentes épocas geológicas por deformaciones tectónicas de diversa índole. El Bajío, que encierra en el subsuelo los acuíferos de la región, manifiesta una configuración estructural de pilares y fosas tectónicas, estas últimas con un relleno post-Mioceno que puede alcanzar varios cientos de metros de espesor, de acuerdo a los registros litológicos de algunos pozos. El agua subterránea que se extrae actualmente para abastecer a la ciudad de León proviene de esas fosas, mayormente el agua contenida en dos formaciones granulares cenozoicas, representadas respectivamente por depósitos lacustres del Mioceno medio y materiales fluvio-lacustres acumulados desde el Mioceno tardío hasta el Actual. Las formaciones mesozoicas representan el basamento regional y constituyen también el basamento hidrológico en el subsuelo de El Bajío. El análisis de la información hasta ahora obtenida sugiere que las zonas con las mejores condiciones geohidrológicas para la “siembra” del agua de lluvia se localizan al pie de la vertiente suroccidental de la Sierra de Guanajuato. Sobre esta vertiente que domina topográficamente la planicie de El Bajío, descienden las principales corrientes superficiales que la irrigan, representando así una importante zona de recarga de los acuíferos de la región, tanto superficial como subterránea. Las zonas sugeridas corresponden a las trazas de las fallas de los diferentes sistemas estructurales que cruzan el área, a través de las cuales se puede inducir, mediante obras civiles, el agua superficial hacia el subsuelo. De esta manera el agua de lluvia podría alcanzar y recargar artificialmente las formaciones granulares que actualmente representan las principales fuentes

de abastecimiento de agua potable para la ciudad de León, contribuyendo al mismo tiempo a la prevención de la compleja problemática que genera la sobreexplotación de los mantos acuíferos.

GEOH-17 CARTEL

GEOLOGÍA Y GEOHIDROLOGÍA EN EL NOROESTE DEL ESTADO DE CHIHUAHUA, MÉXICO

Royo Ochoa Miguel[1], Chávez Aguirre Rafael[1], Gutiérrez Armendariz Eric[1], Martínez Leyva Pedro[1], Pinales Munguía Adán[1], Villalba Ma. Lourdes[1], Espino Valdés María Socorro[1], De la Garza Aguilar Rodrigo[1], Colmenero Sujo Luis H.[2], Royo León Miguel[1], Alva Valdivia Luis[3], Urrutia Fucugauchi Jaime[3] y González Rangel José Antonio[3]

[1]*Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua*
[2]*Instituto Tecnológico de Chihuahua II*
[3]*Instituto de Geofísica, UNAM*
mroyo@uach.mx

El área de estudio se ubica en la porción noroeste del estado de Chihuahua, donde colinda con los Estados Unidos de Norteamérica, fisiográficamente pertenece a la provincia de Cuencas y Sierras, en esta área se localizan los acuíferos de Los Moscos y Josefa Ortiz de Domínguez, estos acuíferos resultan colindantes, la porción norte del parteaguas oriental de Los Moscos, es el parteaguas occidental del acuífero Josefa Ortiz de Domínguez.

La estratigrafía del área en la que ocurren los acuíferos de Los Moscos y Josefa Ortiz de Domínguez se define por varias unidades litológicas con características texturales y estructurales, y que van en edad desde el Paleozoico Superior hasta el Cuaternario.

Las rocas sedimentarias del Carbonífero – Pérmico Inferior, comprenden las siguientes unidades estratigráficas en los dos acuíferos: Grupo Gila, Grupo Escabrosa y la Formación Paradise, Formación Horquilla, Grupo Hueco, Formación Concha. Estas unidades no fueron diferenciadas en el estudio pues esto estaba fuera del objetivo del trabajo.

En las rocas sedimentarias del Mesozoico-Cretácico Inferior se pudieron identificar las siguientes unidades estratigráficas en los dos acuíferos: Cuchillo, Coyame, Benigno, Aurora. De la misma manera que las unidades del Paleozoico, no fueron diferenciadas en el estudio pues esto también estaba fuera del objetivo del trabajo.

El Acuífero Los Moscos comprende un medio sedimentario continental aluvial de relleno que puede alcanzar un moderado espesor, el cual, debido al tipo de ambiente, presentará características heterogéneas en cuanto a porosidad y permeabilidad, pues como se sabe, las facies sedimentarias involucradas en este ambiente son variadas y son muy contrastantes en el aspecto granulométrico. Se definieron cinco unidades hidroestratigráficas de acuerdo con su comportamiento hidrológico subterráneo, porosidad y permeabilidad, van de la más antigua al a la más reciente, pero solo las unidades tres, cuatro y cinco constituyen el acuífero Los Moscos

El Acuífero Josefa Ortiz de Domínguez Comprende un medio sedimentario continental aluvial de relleno de valle que puede alcanzar un moderado espesor, el cual, hacia la porción oriental del acuífero se intercala con los basaltos del campo volcánico de Palomas, dando lugar a un acuífero de alta permeabilidad. Fueron definidas cinco unidades hidroestratigráficas, donde las unidades tres, cuatro y cinco, constituyen el acuífero de la zona.

GEOH-18 CARTEL

CARACTERIZACIÓN HIDRODINÁMICA E HIDROGEOQUÍMICA DE LA PORCIÓN ORIENTE DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO

Castellanos Nava Paulina, Domínguez Mariani Eloisa,
Esteller Alberich María Vicenta y Expósito Castillo José Luis
Centro Interamericano de Recursos del Agua, Facultad de Ingeniería, UAEM
paulinaiq@hotmail.com

El acuífero del Valle de Toluca, se localiza en la Cuenca Alta del Río Lerma, localizada en la porción central del Estado de México. El acuífero del Valle de Toluca se encuentra sometido a una intensa explotación debido a que es fuente de agua potable tanto para la ciudad de Toluca como para una porción importante de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Se ubica en este valle, la red de pozos del Sistema Lerma, diseñada y construida con la finalidad de abastecer de agua a una importante porción de la Ciudad de México. Lo anterior ha traído como consecuencia descensos en los niveles piezométricos y, la desaparición o disminución de los caudales de manantiales.

La presente investigación, tiene como finalidad establecer la hidrodinámica de las cargas hidráulicas y la hidrogeoquímica del acuífero el Valle de Toluca en su porción oriente y establecer el modelo de funcionamiento hidrogeológico e hidrogeoquímico. En cuanto a la hidrogeoquímica se plantea la caracterización del agua subterránea a fin de conocer, identificar y distinguir los procesos hidrogeoquimicos que participan.

La metodología consistió en el análisis de información histórica de niveles piezométricos en el periodo 1968-2009 de CNA así como de pozos mediante la implementación de un SIG el software ArcGis 9 (versión 9.3). Para el análisis hidrogeoquímico se tomaron muestras de agua de pozos (tanto de la Red del Sistema Lerma como de privados y municipales), piezómetros y manantiales. Se midieron los siguientes parámetros in situ: pH, temperatura, conductividad eléctrica, oxigeno disuelto, y alcalinidad, así mismo, se determinaron en campo por métodos colorimétricos, NO2-, NO3-, y NH4+. Mientras que en laboratorio se determinaron Na+, K+, Mg2+, Ca2+ Cl-, SO42-, Li+ y (SiO2).

Para el tratamiento de los datos de campo y de laboratorio se utilizaron Diagramas de X-Y, Piper, y Stiff, la configuración de isolíneas de igual concentración, así como el uso del software PHREEQC. Resultados preliminares indican que la dirección del flujo subterráneo proviene principalmente de la Sierra de las Cruces y que es interceptado por la red de pozos del Sistema Lerma, además, se obtuvo que el tipo de agua es bicarbonatada-cálcica-magnésica con valores bajos de conductividad eléctrica.

GEOH-19 CARTEL

MODELADO NUMÉRICO DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE ETLA, OAXACA USANDO EL MEF PARA LA DISCRETIZACIÓN

Belmonte Jiménez Salvador Isidro[1], Cabrera Estupiñan Erick[2] y Campos Enríquez José Oscar[3]

[1]*Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, IPN*
[2]*CUJAE_CIH La Habana, Cuba*
[3]*Instituto de Geofísica, UNAM*
sbelmont@prodigy.net.mx

El valle de Etla es uno de los tres que conforman el sistema acuífero de los valles centrales de Oaxaca. Está limitado al oeste por la falla de Huitzo y al este por la falla de Oaxaca. El acuífero es básicamente tipo libre y espesor de 20 a 100 m en la zona más profunda. Está constituido por depósitos granulares que rellenan una fosa de origen tectónico cuyo basamento geohidrológico corresponde a rocas metamórficas del Complejo Oaxaqueño.

La recarga es a través de rocas fracturadas que rodean el valle y principalmente de la infiltración de la lluvia y el rio Atoyac.

Se han realizado varios estudios por lo que se cuenta con información de la geometría del acuífero, propiedades geohidrológicas como transmisividad, porosidad, conductividad hidráulica, entre otras, y datos piezométricos históricos de más de 25 años.

El trabajo consistió en considerar la cuenca hidrográfica y no solamente el valle (parte semiplana) ya que son zonas que contribuyen a la recarga, siendo el perímetro de geometría irregular. El acuífero se discretizó espacialmente con una malla que utiliza el triángulo cuadrático utilizando una herramienta de un SIG denominada AQTRIGEO. El triángulo cuadrático tiene como principal diferencia con su semejante lineal que utiliza en el cálculo no sólo los nodos que se encuentran en sus vértices, sino que también utiliza los nodos ubicados en el punto medio de cada uno de los lados que forman el triángulo.

Se usó el software AQUIMPE que permite hacer el modelado bidimensional de flujo en estado impermanente. Con esta herramienta se espera en esta etapa y una vez calibrado el modelo, proponer entre otras acciones sitios de recarga al acuífero y zonas de protección para evitar continúen los descensos en los niveles piezométricos cuyos valores se han encontrado hasta de 30 m en la parte central de este valle.

Sesión Regular

GEOLOGÍA DEL PETRÓLEO

Organizador:
Jaime Rueda Gaxiola

GP-1

UN MODELO DEL ORIGEN Y EVOLUCION DEL GOLFO DE MEXICO, BASADO EN LA EXISTENCIA DE UN PUNTO CALIENTE CON TRIPLE UNIÓN

Rueda Gaxiola Jaime
ESIA, Unidad de Ciencias de la Tierra, IPN
jaime_rueda@cablevision.net.mx

Los lechos rojos, los conglomerados y las evaporitas han sido considerados estratigráficamente como rocas problemáticas. Sin embargo, el Método Palinoestratigráfico y la Geoquíimica Inorgánica, apoyados por el Método Arquitectónico de Facies, han probado ser útiles para situarlas en el tiempo y en el espacio.

A principios del siglo pasado, en el NE de México (Anticlinorios de Huizachal-Peregrina y Huayacocotla), sólo tres unidades de lechos rojos habían sido diferenciadas (Huizachal, La Joya y Cahuasas), pero situadas desde el Triásico Tardío hasta el Jurásico Tardío. Puesto que eran consideradas el basamento económico de las subcuencas petroleras mexicanas del Golfo de México, era muy importante detallar su posición estratigráfica.

En 1969, los análisis palinoestratigráficos permitieron datar la Formación Cahuasas y, en 1989, apoyados por los análisis de rayos X y el Método Aquitectónico de Facies permitieron saber que en el Anticlinorio de Huizachal-Peregrina no existen sólo los lechos rojos de La Joya y Huizachal, sino también los de La Boca, constituyendo estas dos últimas alloformaciones el Allogrupo Los San Pedros, caracterizado por la presencia de rocas transgresivas marinas identificadas por la presencia de palinomorfos sinemurianos marinos y glauconita. En 1991, se comprobó que este allogrupo continua hacia el SE cambiando a una secuencia de ambiente más marino correspondiente al Grupo Huayacocotla, aflorante en el anticlinorio del mismo nombre.

En 2008, el estudio petrológico del Grupo Consuelo (sensu Jiménez Rentería, J., 2004, establecido con base en el Método palinoestratigráfico), aflorante en el NW del Anticlinorio de Tlaxiaco, permitió correlacionarlo con el Grupo Huayacocotla y con el Allogrupo Los San Pedros, facilitando la reconstrucción de la Paleogeografía Mesozoica, basada en estas secuencias, depositadas en una misma fosa tectónica de más de 1000 Km de longitud, denominada ahora de Tlaxiaco-El Alamar. Ésta estuvo comunicada con el mar liásico epicontinental denominado Portal del Balsas que, durante el Jurásico Medio, se conectó con el incipiente Golfo de México formado por un “hot-spot” con unión triple, para formar primero el Corredor Hispánico y después evolucionar durante el Jurásico Tardío hasta formar el actual Golfo de México.

Palabras claves: Golfo de México; Anticlinorios de Huizachal-Peregrina, Huayacocotla, Tlaxiaco; Palinoestratigrafía, Rayos X, Método de Facies; Corredor Hispánico; Liásico.

GP-2

SIMULACIÓN DE SISTEMAS LIGADOS EXTENSIÓN-ACORTAMIENTO EN LA ZONA DEL GOLFO DE MÉXICO NORTE MEDIANTE MODELOS ANALÓGICOS

Gracia Marroquín Diego y Cerca Martínez Mariano
Centro de Geociencias, UNAM
diegograciam@geociencias.unam.mx

Se presentan resultados de una serie de modelos analógicos que reproducen la deformación observada en la zona del Golfo de México Norte. Esta zona presenta una geología estructural compleja caracterizada por fallas extensionales hacia el borde continental (Cuenca de Burgos; CB), una zona de traslación de la deformación y un cinturón de pliegues y cabalgaduras (Cinturón Cabalgado El Perdido, CCEP) hacia el oriente. Todas estas estructuras se encuentran despegadas a lo largo de una sección de aproximadamente 350 km sobre una gruesa capa de sal jurásica, la cual se encuentra desplazada y ensanchada hacia el oriente. El CCEP se comenzó a formar en el Paleoceno-Eoceno hacia el poniente, tiene un pico de la deformación en el Oligoceno-Mioceno y ha continuado su deformación hasta el reciente. A partir de los datos disponibles de secciones sísmicas se han podido identificar al menos 3 eventos diacrónicos de extensión en la zona continental y sumergida de la CB que pueden correlacionarse con los eventos de acortamiento en el CCEP. El primer evento de extensión afectan rocas desde el Jurásico hasta el Eoceno con fallas normales sub-paralelas; el segundo evento afecta a las rocas entre el Paleoceno y el Oligoceno con rotación de bloques a lo largo de fallas lístricas de bajo ángulo; y un último episodio de extensión que forma estructuras de tipo graben en las rocas desde el Mioceno. Los modelos nos permiten investigar la consistencia mecánica de las interpretaciones y fueron construidos sobre una mesa experimental instalada en el Laboratorio de Mecánica Multiescalar de Geosistemas del Centro de Geociencias, con una escala geométrica de 1 cm en el modelo = 4 km en la naturaleza. Los modelos consisten de tres capas principales: a) capas de arena de cuarzo y microesferas de cerámica simulan el basamento quebradizo pre-Jurásico; b) silicón SGM 36 que representa la secuencia de sal Jurásica; c) capas de arena de cuarzo y corindón que representan la cobertura sedimentaria deformada. Los modelos tienen un área de 100 x 15 cm. El basamento fue construido con una pendiente pre-establecida hacia la zona continental de 5°; posteriormente se añadió una capa de silicón con un espesor de aproximadamente 1 cm y las capas de pre-carga del Jurásico-Cretácico. Las capas de cobertura fueron añadidas progresivamente simulando la sedimentación después de acortar la parte poniente de los modelos (Orogenia Laramide). Toda la cobertura se continuó depositando a intervalos controlados de tiempo y la deformación posterior se produjo sólo por gravedad. Los resultados del modelo muestran que factores como la carga por sedimentación y el flujo de sal tienen una gran influencia sobre los estilos de extensión y acortamiento observados. El rol de la sal dentro de los sistemas ligados extensión – acortamiento es crucial para facilitar su formación. Se ha encontrado que la movilización de sal es mayor hacia la parte oriente de los modelos, debido al ensanchamiento y engrosamiento. De igual manera se reconocieron pliegues con vergencias opuestas controlados por el flujo de sal.

GP-3

MODELACIÓN ESTOCASTICA DE LA MINERALOGÍA DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS GRANOS DE ROCAS SILICICLASTICAS A PARTIR DE IMÁGENES DE MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO

Mendez Venegas Javier[1] y Díaz Viera Martín[2]
[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[2]*Instituto Mexicano del Petróleo*
lemendez84@yahoo.com.mx

La reconstrucción de un medio poroso (matriz sólida y espacios de poros) es de gran interés en una amplia variedad de campos (Ciencias de la Tierra, Ingeniería, Biología, etc.) para predecir el flujo. En particular, en la industria petrolera puede ser una herramienta para el estudio de esquemas de recuperación secundaria y mejorada en formaciones terrígenas complejas como las del tipo Chicontepec. En este caso, además de tener un conocimiento general del medio poroso es crucial tener conocimiento de la distribución espacial de la mineralogía de las rocas siliciclásticas (arcillas, cuarzo y espacio poroso), esto con el fin de contabilizar las variaciones que sufren las propiedades petrofísicas del medio poroso debido a fenómenos como el hinchamiento de las arcillas al entrar en interacción con el agua o con otros compuestos químicos.

En el presente trabajo se propone generar medios porosos estocásticamente simulados a partir de imágenes de distribuciones reales de los componentes de rocas siliciclásticas obtenidas con el microscopio electrónico de barrido. Los modelos estocásticos obtenidos servirían de referencia para obtener propiedades petrofísicas (porosidad y permeabilidad) efectivas a escala de núcleo. Además, nos permitirían investigar la modificación de las propiedades petrofísicas bajo diferentes condiciones de interacción de dicha mineralogía con diferentes formulaciones químicas, con el propósito de predecir su impacto en el flujo.

La metodología propuesta para simular el modelo estocástico consta de dos etapas. Primero, se simula el medio poroso (matriz sólida y espacios de poros) mediante el método de simulación monogaussiana usando una función de correlación espacial multipunto, y posteriormente se simula la mineralogía de las rocas aplicando el método de simulación plurigaussiana. La aplicación de la metodología se mostrará en un caso de estudio.

GP-4

RELACIONES TECTONO-ETRATIGRÁFICAS DE LA CUENCA CHICONTEPEC: ORIGEN DE LA CUENCA Y RUTAS DE MIGRACIÓN DE HIDROCARBUROS

Valencia Islas Juan José, Ronquillo Jarillo Gerardo y Coconi Morales Enrique
Instituto Mexicano del Petróleo
jjvalen@imp.mx

En la cuenca de Chicontepec Veracruz México, desde hace más 50 años se han realizado un sin número de estudios geológicos enfocados a localizar y explotar yacimientos de hidrocarburos. En este trabajo se integran un buen numero de estos trabajos y sumado a la información de trabajos de campo, petrográficos, geoquímicos y geofísicos realizados por nosotros se proponen nuevas ideas sobre el modelo sedimentario de turbiditico de la formación Chicontepec, una nueva alternativa de generación de hidrocarburos y sus rutas de migración.

GP-5

EL DIAPIRISMO SALINO "TEMPRANO" COMO PRIMER EVENTO GENERADOR IMPORTANTE DE TRAMPAS ESTRUCTURALES/ ESTRATIGRÁFICAS DE HIDROCARBUROS EN ALGUNOS CAMPOS NATURALMENTE FRACTURADOS DEL SURESTE DE MÉXICO, Y SU POSIBLE ANÁLOGO EN SUPERFICIE

Villaseñor Rojas Pedro Ernesto
Instituto Mexicano del Petróleo
pvillase@imp.mx

En este trabajo se exponen las evidencias a escala de yacimiento de un tectonismo salino pasivo, ocurrido mucho antes de la principal deformación horizontal del Mioceno Medio que afecto gran parte del sureste de México.

Bajo conceptos de una tectónica de sal, y empleando modelado estructural 2D a partir de sísmica 3D así como análisis de electrofacies, de diagénesis, y de catodoluminiscencia, se ha caracterizado la interacción estructura-sedimentación a escala de yacimiento en algunos campos y se ha identificado que el tectonismo salino pasivo, normalmente subestimado o ignorado, fue muy activo al momento de generar las principales trampas estructurales/estratigráficas en algunos campos mesozoicos considerados actualmente como naturalmente fracturados.

Los domos de sal jurásica se levantaron y posteriormente se hundieron en repetidas ocasiones y en diferentes periodos durante el Mesozoico a consecuencia probablemente de la sobrecarga de sedimentos y la evacuación de sal.

En un campo petrolero ubicado en el límite de la cuenca de Comalcalco y el alto Reforma-Akal, durante el Cretácico Inferior, el terreno fue levantado y erosionado en las partes topográficas más altas, induciendo el depósito de cuerpos de brechas en forma de avalanchas hacia los depocentros de las cuencas adyacentes. Estos carbonatos retrabajados fueron subsecuentemente afectados por dolomitización y disolución y una excelente red de vúgulos y canales –no fracturas tectónicas- fue desarrollada controlando de manera directa la permeabilidad y conectividad del yacimiento.

Al suroeste 8km del campo anterior, la actividad de un domo de sal provocó el engrosamiento anormal del Cretácico Inferior tres o cuatro veces su espesor, evento relacionado probablemente al colapso del domo provocado por la disolución de un importante volumen de sal. Los movimientos verticales diferenciales del domo de sal en este campo vía fallas listricas, provocaron durante el Kimmeridgiano y Tithoniano el adelgazamiento y erosión de las secuencias, y en algunas ocasiones crearon cavernas y fracturas karstificadas paralelas a las paleofallas listricas controlando de esta manera la producción.

El primer modelo descrito obtenido se comparó con los afloramientos evaporíticos del domo el Papalote en el NE de México, resultando un excelente análogo en superficie. Aquí, los pulsos verticales del diapiro generaron espectaculares afloramientos de brechas sedimentarias en distintos niveles de la columna sedimentaria terrígena.

GP-6

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICO-PETROLERA DEL NORESTE DEL CAMPO TUPILCO, EN LA CUENCA DE COMALCALCO, MÉXICO

Mandujano Velázquez Jaime de Jesús[1], Santiago Villafañe Raquel[2], Pérez Ortíz José Antonio[1], Villaseñor Rojas Pedro Ernesto[1], Canipa Morales Nora[1], López López Luís[1], Alba Morales Gerardo[1], Toledo Pineda Luís Raúl[1], Rosas Toledo José Inés[1], Gutiérrez Guevara Marytere[1], Marín García José Manuel[1], Castellano Solís Angel Vinicio[1], Moreno Espino Agustín[1] y Colín Rodríguez Azucena[1]
[1]*Instituto Mexicano del Petróleo*
[2]*Petroleos Mexicanos*
jmanduja@imp.mx

En el Campo Tupilco las arenas 16A1, 16G2, 18A10, 18D4, 18E4 y 18F2 fueron caracterizadas con base a la información de 40 pozos.

Interpretacion Sísmica-Estructural

Se llevó a cabo la interpretación sísmica en líneas a rumbo y echado de la estructura del Campo Tupilco de las cimas de los marcadores M5, M7, con la finalidad de definir el comportamiento del despliegue y correlación de las fallas del área de estudio. En una primera etapa se utilizó la TZ del pozo Mayacaste-1, y posteriormente, se elaboró el sismograma sintético del pozo Tupilco-2001. Asimismo, para realizar la conversión a profundidad, se elaboró un modelo de velocidades del Campo Tupilco utilizando las cimas de los horizontes interpretados M-5 y M-7, los cuales se obtuvieron como resultado de la correlación geológica. Finalmente se realizó la configuración de las cimas de las marcas M5 y M7 en tiempo y profundidad.

Estratigrafía

Se realizó la correlación de electrofacies en 16 secciones, lo que permitió establecer el modelo de evolución lito-estratigráfico general y la distribución de litológica de las arenas 16A1, 16G2, 18A10, 18D4, 18E4 y 18F2 del Campo Tupilco.

Sedimentología

En función del análisis realizado a la evolución vertical litológica, la distribución litológica lateral y a la interpretación de las electrofacies, se establecieron los modelos de distribución de ambientes sedimentarios para cada una de las arenas estudiadas, el cual consistió del desarrollo de canales principales bordeados por sistemas de barras de arena, todos estos enmarcados en un ambiente de deltáico.

Geología de Estructural

Con base en 14 secciones estructurales, se estableció la presencia de un sistema de fallas extensivo con rumbo NE-SW el cual en la porción SE tiene echado hacia el NW y en su porción NW tiene su echado hacia el SE. Asimismo se generaron los planos de las cimas estructurales de cada una de las arenas estudiadas, las cuales conjuntamente con la ubicación de las fallas, definieron los compartimientos que actuaron como reservorios de hidrocarburos.

Registros

Finalmente se efectuó el modelo petrofísico de las 6 arenas estudiadas en los 40 registros ubicados en el bloque Noreste del Campo Tupilco, el cual permitió establecer la distribución de las propiedades petrofísicas denominadas espesor bruto, espesor neto, porosidad, saturación de agua, índice de hidrocarburos y volumen de arcilla en cada una de estas 6 arena, así como sus valores de corte para el posterior cálculo del volumen de los hidrocarburos presentes en este sector de la estructura.

GP-7

ESTUDIO SÍSMICO DEL TERCIARIO EN UN CAMPO PETROLERO DEL SURESTE DE MÉXICO

Rocha de la Vega Francisco Rubén, Cázares Zurita Paola Edith, España Bernardino José Mauricio, Guevara Caudillo Fernando y Zavala Paredes José Giovanni
E.S.I.A. Ticomán, IPN
frochav@ipn.mx

La provincia geológica del Área Chiapas-Tabasco ha sido prospectada desde hace muchos años, siendo el objetivo primordial la localización de yacimientos de aceite en el Mesozoico quedando como objetivo secundario posibles yacimientos de gas en el paquete sedimentario del Terciario.

Razón por la cual el objetivo de este trabajo consiste en determinar un modelo geológico estructural a partir de datos sísmicos tridimensionales en el Terciario en un área al Sur de dicha provincia geológica.

Se presenta una metodología desarrollada para realizar la interpretación y el modelado estructura del área en estudio, utilizando el software Pertrel®, de la compañía Schlumberger.

El desarrollo del trabajo fue dividido en dos partes, donde se contempla en primer instancia la interpretación estructural del paquete sedimentarios del Terciario en el Campo petrolero, la cual consistió en ubicar las diferentes formaciones en los datos sísmicos apoyándose en la información de pozos y en los diferentes atributos sísmicos calculados de los datos originales, dichas formaciones fueron corridas a lo largo del cubo en donde se pudieron identificar tres principales fallas lístricas, obteniendo los mapas estructurales de cada formación.

Posteriormente se procedió a realizar el Modelado Estructural, en donde se llevó a cabo el modelado de las fallas, el modelado de velocidades, se realizó la conversión a profundidad de los horizontes seleccionados y se obtuvieron finalmente los mapas de isopacas. Asimismo, se comentan los resultados obtenidos con la utilización del software, estableciendo la hipótesis geológica más real del Campo.

Finalmente se presentan las conclusiones obtenidas de la Interpretación y se marcan algunas recomendaciones.

GP-8

MODELOS DE VELOCIDAD Y SUS FRECUENTES ERRORES EN LA CONVERSIÓN TIEMPO-PROFUNDIDAD

Jiménez Guerrero Martín[1] y Ruíz Torres Alejandro[2]
[1]*Schlumberger*
[2]*Pemex*
mguerrero5@slb.com

El modelo de velocidad funciona como puente en la conversión de la información sísmica interpretada en tiempo a profundidad. El tener un buen modelo de velocidad es fundamental en la exploración petrolera, por la profundidad en que se encuentran las estructuras productoras de hidrocarburos y por el tirante de agua, que al paso del tiempo continúa aumentando (aguas profundas). Ya que en un futuro no muy lejano, la perforación de pozos se realizará en tirantes de

agua mayores a los 500 m, y en estructuras geológicas con un alto riesgo de producción de hidrocarburos.

Entre los errores más frecuentes encontramos: a) La ubicación de las cimas geológicas correspondientes al Terciario, ya que éstas son identificadas por bichos (fósiles), los cuales, algunos de ellos son encontrados en un amplio rango de tiempo geológico. b) El análisis de las curvas de velocidad TZs, y velocidades de intervalo que son calculadas por la ecuación de Dix, la cual no se cumple adecuadamente para capas de baja velocidad encontradas en el Mesozoico.

GP-9

TECNOLOGÍAS SÍSMICAS PARA LA DETECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL HIDROCARBURO EN YACIMIENTOS NO CONVENCIONALES

Kerdan Kurdaliova Tatiana, León Ramírez Concepción Alejandra y Del Valle García Raúl
Instituto Mexicano del Petróleo
tkerdan@imp.mx

Algunos campos petroleros pendientes por explorar en México presentan dificultades en exploración y extracción de hidrocarburo debido a que este se encuentra atrapado dentro pequeños cuerpos de arenisca discontinua. Actualmente que la producción en el mayor yacimiento de México, Cantarell ha disminuido, estos yacimientos no convencionales han cobrado mayor interés.

Por la complejidad geológica, es necesaria la incorporación de nuevas tecnologías en la caracterización de yacimientos para reducir la incertidumbre en la perforación de pozos.

La sísmica es una herramienta poderosa para evaluar la ubicación más favorable para perforación de los pozos. El yacimiento no convencional de interés presenta un panorama complejo de estratos delgados de lutita y arenas impregnadas de hidrocarburo. Por lo que es necesaria una metodología que permita ver detalles por debajo de nivel de resolución sísmica convencional. En la metodología propuesta se utilizará el análisis de los datos sísmicos en el dominio de la frecuencia: la combinación de teoría de sintonía, descomposición espectral y modelado.

Utilizando la teoría de sintonía en los dominios de tiempo y de frecuencia se pueden detectar los espesores por debajo de nivel de resolución convencional de sísmica en base a valores de amplitud y frecuencia.

Los contrastes de Impedancia y Relación de Poisson se utilizan en una primera clasificación entre arena y lutita para los datos sísmicos. Se observa una correspondencia entre atenuación anómala de la sísmica y menores valores de Poisson, que es un indicador de presencia de hidrocarburo.

Podemos concluir que dichas imágenes de descomposición espectral presentan mayor resolución para caracterizar estratos delgados de arenisca impregnados de aceite.

GP-10

METODOLOGÍA PARA LA GENERACIÓN DE OPORTUNIDADES EXPLORATORIAS POR MEDIO DE ATRIBUTOS SÍSMICOS EN LA CUENCA TERCIARIA DE VERACRUZ

Saravia Ascencio Carmen Belem[1] y Rocha de la Vega Francisco Rubén[2]
[1]*Exploración y Producción, PEMEX*
[2]*E.S.I.A. Ticomán, IPN*
saravia.geolli@gmail.com

La metodología en estudio es determinar por medio de sísmica 3D oportunidades exploratorias para descubrir hidrocarburos, específicamente gas seco, que es la principal producción en la Cuenca de Veracruz.

El presente trabajo inició con el conocimiento de los antecedentes geológicos y geofísicos del área, posteriormente por medio de la plataforma de interpretación Landmark® se determinó una zona de interés económico, visualizando un horizonte característico productor del área, identificado inicialmente por reflectores fuertes en comparación con las reflexiones pobres aledañas, donde actualmente se tienen campos productores de gas.

En los pozos productores cercanos se identificaron los horizontes de interés donde se correlacionan por medio de secciones sísmicas para conocer la relación estructural con el reflector de interés visualizado.

Haciendo uso de distintas aplicaciones de la plataforma Landmark® se revisaron características sísmicas tales como fase, frecuencia y resolución, las cuales fueron muy importantes para conocer y definir a gran escala los alcances que por este método podemos tener, para ello con la ayuda de los registros geofísicos se pudo calibrar la información equivalente con la sísmica por medio de un sismograma sintético, lo que además permitió hacer la transformación de tiempo a profundidad para definir con mayor precisión el tamaño y espesor del yacimiento, posterior a ello, se realizó un análisis de AVO para dar certidumbre, ya que muchas anomalías de amplitud sísmica no son causadas por la acumulación de gas. Cuando esta serie de factores resultaron satisfactorios se comienzó con la interpretación.

El resultado final de la interpretación fue la construcción de un modelo geológico el cual fue congruente con los datos sísmicos, de pozo y geológicos de área, aunado a todo esto, los atributos sísmicos tales como amplitud, frecuencia, coherencia, sweetness, etc. constituyeron una herramienta primordial para definir las facies sedimentarias, la dirección de aporte y la sedimentación.

GP-11

ESTRUCTURA DE LA CUENCA CENTRAL DE CUBA SEGÚN LA INVERSIÓN 3D DE DATOS GRAVIMÉTRICOS

Batista Rodríguez José A.[1], Pérez Flores Marco Antonio[2] y Blanco Moreno Jesús A.[1]
[1]*Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa, Cuba*
[2]*Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada*
jabatistar@yahoo.com

Se presentan los resultados de la inversión 3D de datos gravimétricos en la Cuenca Central de Cuba, caracterizada por su perspectiva petrolera. Durante la inversión 3D se combinan datos geofísicos, geológicos, topográficos, sísmicos y de perforación. El modelo obtenido muestra nuevas características sobre la estructura de la Cuenca Central, relacionadas con las variaciones de los espesores y profundidades de los diferentes grupos de rocas (sedimentarias, vulcanógenas-sedimentarias, intrusivas, ofiolíticas y de las secuencias plegadas y sobrecorridas del antiguo margen de las Bahamas) y con la existencia de zonas de fallas que controlan la geometría y desarrollo de esta cuenca, muchas de las cuales se proponen por primera vez. De la interpretación del modelo 3D se infieren elementos relacionados con la historia geológica de esta área, como es el caso del emplazamiento de los mantos ofiolíticos. Los resultados obtenidos apoyarán los futuros trabajos de prospección de petróleo y gas que se realicen en esta cuenca, debido a que caracterizan las estructuras y rocas favorables para la acumulación de hidrocarburos.

GP-12 CARTEL

METODOLOGÍA PARA GENERAR MAPAS DE RIESGO UTILIZANDO POBLACIONES DE PROPIEDADES EN UN MODELO GEOCELULAR

Diego Ortíz Gonzalo
Schlumberger
gortiz6@slb.com

En la industria petrolera mexicana se trabaja actualmente con modelos tridimensionales sustentados en apilamientos de celdas, los cuales permiten ver con detalle la distribución de diferentes propiedades petrofísicas que son utilizadas para el cálculo de reservas de hidrocarburo (porosidad, saturación de agua, permeabilidad, espesor neto, etc.), así como características geológicas que sirven como guía (facies, fracturas, unidades de flujo, etc.) para las distribuciones de propiedades.

Cada propiedad poblada en un modelo tridimensional presenta una distribución propia y un rango de valores característico, los cuales son muy diferentes entre sí. El presente trabajo presenta una metodología que permite integrar estas diferentes distribuciones y rangos de valores en un solo modelo geocelular, el cual es utilizado para la obtención de mapas de riesgo.

Los mapas de riesgo son clasificados en zonas buenas, regulares y malas, las cuales tienen como objetivo ser la guía para el desarrollo de estrategias de perforación de pozos, así como jerarquizar el orden de perforación durante el desarrollo del campo.

Sesión Regular

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL Y TECTÓNICA

Organizadores:
Gabriel Chávez
Martín Valencia

GET-1

IMPLICACIONES TECTÓNICAS DE LA GEOCRONOLOGÍA Y GEOQUÍMICA DEL CINTURÓN DE INTRUSIVOS DE CONCEPCIÓN DEL ORO, ZACATECAS

Chávez Cabello Gabriel[1], Velasco Tapia Fernando[1], Sosa Valdés Rogelio[1], Weber Bodo[2] y Valencia Moreno Martín[3]

[1]*Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL*
[2]*División de Ciencias de la Tierra, CICESE*
[3]*Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM*
gabchave2001@yahoo.com.mx

El Cinturón de Intrusivos de Concepción del Oro (CICO) es un conjunto de 10 cuerpos intrusivos con una orientación de emplazamiento ~E-W. Emplazado al sur del Sector Transversal de Parras y suroeste de la Saliente de Monterrey, dentro del transpaís de la Sierra Madre Oriental, entre los límites de los estados de Zacatecas y Coahuila. Los cuerpos intrusivos que integran el CICO 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). Por otro lado, los intrusivos: Providencia, Noche Buena y Concepción del Oro, muestran una firma de arco con afinidad calco-alcalina.

Adicionalmente, dentro del CICO se han reconocido cuerpos intrusivos que cortan y/o están emplazados en núcleos de anticlinales y zonas de cabalgadura generadas durante el acortamiento regional asociado a la orogenia Laramide en la zona (Cretácico Tardío). Sin embargo, esta actividad magmática y tectónica no ha sido discutida en un contexto temporal de manera clara, aun y que existen edades reportadas para algunos cuerpos intrusivos. Debido a lo anterior, el objetivo principal de este trabajo es colocar en el contexto temporal la actividad magmática con afinidad distinta y la edad de culminación de la deformación regional presente en la zona. Para cumplir con lo anterior, se llevan a cabo estudios geocronológicos Uranio-Plomo (U-Pb) en zircón en los 10 cuerpos intrusivos que integran al CICO, partiendo de usar una sola metodología que permita determinar la edad de emplazamiento de cada cuerpo intrusivo y comparar con claridad las edades entre estos. Se aplicará la metodología MC-ICP-MS con ablación láser para fechar los zircones de las rocas representativas del CICO, las cuales fueron colectadas en un muestreo regional que comprende a cuerpos intrusivos con firma geoquímica distinta y relación de emplazamiento vs. estructuras regionales diferentes. Con base en lo anterior, se podrá colocar en un contexto temporal la evolución del magmatismo y la deformación ocurridos entre el Cretácico tardío y Paleógeno para el área del CICO en el NE de México. Esta investigación se lleva a cabo en el marco del proyecto CONACyT: “Magmatismo, Deformación y Metalogenia Laramide: Análisis de la Subducción y el Papel de la Litósfera en el Norte de México” que tiene como clave: 49528-F.

GET-2

EL MAGMATISMO LARAMIDE EN MÉXICO: REVISIÓN DEL MODELO CONCEPTUAL A PARTIR DE LOS NUEVOS DATOS GEOCRONOLÓGICOS

Valencia Moreno Martín[1], López Martínez Margarita[2], Ochoa Landín Lucas[3] y Calmus Thierry[1]

[1]*Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM*
[2]*División de Ciencias de la Tierra, CICESE*
[3]*Departamento de Geología, Universidad de Sonora*
valencia@geologia.unam.mx

Las marcadas diferencias dejadas por la tectónica Laramide al sur y al norte de la región del Colorado Plateau han sido explicadas en función de cambios regionales en la geometría de la subducción de la placa Farallón debajo de Norte América. Una de estas diferencias es el considerable mayor volumen de los productos magmáticos asociados en el suroeste de los Estados Unidos y el noroeste de México. Estos productos también incluyen una variedad de sistemas mineralizados, algunos de los cuales son de gran relevancia a nivel mundial, en particular algunos grandes sistemas de pórfidos de cobre. El cinturón magmático Laramide, que se expone de manera espectacular en el noroeste de México, es un complejo de granitoides y rocas volcánicas producidas por la superposición de varios pulsos ígneos. Este complejo fue exhumado de manera diferencial durante el Cenozoico, de modo que las secuencias volcánicas asociadas están parcialmente preservadas en la porción oriental del cinturón, mientras que en la parte occidental, donde la erosión cavó más profundo, las rocas volcánicas y sub-volcánicas fueron prácticamente borradas. De acuerdo con el modelo clásico de Coney y Reynolds (1977), el magmatismo Laramide se produjo entre los 80 y 45 Ma, durante un período de convergencia acelerada de las placas tectónicas. La consiguiente reducción del ángulo de subducción causó que el arco magmático migrara hacia el este, de manera progresiva hasta extinguirse. De acuerdo a los nuevos datos geocronológicos generados por los autores, los cuales oscilan entre 86.4 y 57.8 Ma, este modelo es aún válido. Sin embargo, la presencia de edades relativamente viejas (~90 Ma) reportadas en el oriente de Sonora por McDowell et al. (2004) y Pérez-Segura et al. (2005), complica la aparente simplicidad de dicho modelo. Hasta ahora, estas edades anómalas parecen ocurrir de manera local en esta parte de Sonora, y quizás reflejen la presencia de un pulso independiente de la actividad ígnea que generó la migración oriental del eje del magmatismo Laramide. En cuanto a la geometría de la subducción, se infiere que la placa Farallón penetró de manera más inclinada al sur de la región del Colorado Plateau, donde se considera debió existir un corredor de subducción plana (Saleeby, 2003). Por otra parte, el hecho de que el arco magmático sea mucho más amplio en el noroeste de México, y luego se estreche a lo largo de la mayor parte del occidente de México (aun considerando la extensión terciaria), sugiere que el segmento de la placa subducida formó una superficie contorsionada debajo de la cuña astenosférica a lo largo del margen convergente; o bien que la placa Farallón no penetró de manera lateralmente continua, sino que desarrolló varios segmentos con distinta inclinación, separados por zonas donde la litósfera oceánica se desgarró (tear zones).

GET-3

EDAD Y TIEMPO DE EMPLAZAMIENTO DEL GRANITO COMANJA A FINES DE LA OROGENIA LARÁMIDE

Botero Santa Paola Andrea[1], Alaniz Álvarez Susana Alicia[2], Nieto Samaniego Angel Francisco[2], Loza Aguirre Isidro[1], Báez López Javier[1] y Duque Trujillo José[1]

[1]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, Centro de Geociencias, UNAM*
[2]*Centro de Geociencias, UNAM*
pabotero@geociencias.unam.mx

La ocurrencia de la Orogenia Laramide para la Mesa Central ha sido restringida al lapso de tiempo comprendido entre el Cretácico Tardío y el Eoceno medio; posterior a la orogenia se emplazaron cuerpos graníticos que intrusionaron a la secuencia mesozoica marina deformada del Centro de México.

El Granito Comanja intrusiona a una secuencia vulcanosedimentaria de edad Titoniano-Berriasiano. Regionalmente se encuentra limitado por un sistema de fallas con rumbo N-S, paralelo a las fallas del Graben El Cuarenta y con la Falla del Bajio con dirección NW-SE. El granito se caracteriza macroscópicamente por ser una roca leucocrática, fanerítica de grano grueso con fenocristales de hasta 5 cm de feldespato potásico, que están inmersos en una matriz de grano medio a fino de plagioclasa, cuarzo y feldespato, esporádicos anfíboles y algunos cristales diseminados de biotita, que en ocasiones aparecen como concentrados dentro de la matriz.

Edades U/Pb en zircón de 51.7±1.0 Ma y Ar/Ar en biotita de 52.1± 0.15 Ma, y en feldespato potásico de 53.0±0.4 Ma, dejan ver el rápido enfriamiento del Granito Comanja, que debió ocurrir en menos de 1.0 Ma. La presencia de diques aplíticos con edades U/Pb en zircón de 48.6±1.1 Ma confirman que para el Eoceno tardío el granito ya estaba completamente solidificado.

El rápido enfriamiento del Granito Comanja está asociado a un emplazamiento muy somero, probablemente menor a 2 km de profundidad. Lo anterior se infiere de considerar los espesores y la disposición estructural de las rocas aledañas al granito. Se trata de calizas arrecifales de edad Aptiano- Cenomaniano (Caliza La Perlita), que tiene espesores de unas decenas de metros y en las que se aprecia una ausencia total de metamorfismo que indique que estuvieron sepultadas a profundidad considerable. Se observa que el emplazamiento del granito solamente produjo un suave basculamiento centrípeto de las calizas, sugiriendo que formaban parte de la cúpula del cuerpo granítico al momento del emplazamiento. El resto de la cobertura está formada por rocas volcánicas continentales cenozoicas cuyos espesores solo alcanzan unos cientos de metros.

GET-4

PLEGAMIENTO POST-LARAMÍDICO EN CHIHUAHUA Y DURANGO, MÉXICO: EVIDENCIAS EN SUCESIONES VOLCÁNICAS Y DEPÓSITOS DE GRAVA

Aranda Gómez José Jorge[1], Cerca Martínez Mariano[1], Chávez Cabello Gabriel[2], Molina Garza Roberto Stanley[1], Böhnel Harald[1], González Naranjo Gildardo[3] y Wogau Chong Kurt[3]

[1]*Centro de Geociencias, UNAM*
[2]*Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León*
[3]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
jjag@servidor.unam.mx

Generalmente se acepta que la última fase compresiva que afectó al norte de México fue la Orogenia Laramide. Dicho evento, que originó a la Sierra Madre Oriental y los cinturones plegados de Chihuahua y Coahuila, finalizó en el centro de Coahuila al final de Eoceno medio (~ 41 Ma). En años recientes se ha reportado la presencia en el centro de Chihuahua y cerca del límite Chihuahua - Coahuila sucesiones volcánicas plegadas en las inmediaciones de Manuel Benavides y en las sierras Cuesta El Infierno, Aguachile y La

Herradura. Así mismo se ha identificado la presencia de una secuencia gruesa (> 1 km) de gravas continentales fuertemente inclinadas con una edad mínima de 46 Ma, con base en la edad Ar-Ar de un dique estrato emplazado en ellas. Las rocas volcánicas plegadas se han atribuido a la re-activación de cabalgaduras laramídicas (Falla Solís: Cuesta El Infierno) o de fallas de basamento en movimientos con componente lateral-izquierda (Falla La Babia: Manuel Benavides y Falla San Marcos: Aguachile y La Herradura) durante los pulsos de extensión posteriores al Eoceno medio. El depósito de grava del Cerro El Jabalí muestra una estratificación "en abanico", posiblemente asociada a un pliegue "roll over" sin-sedimentario. Recientemente hemos identificado, en la parte oriental de Durango, un depósito plegado de grava compuesto por clastos derivados de rocas sedimentarias mesozoicas y fragmentos de rocas volcánicas terciarias. Algunas de las estructuras en esta sucesión continental parecen guardar una relación genética cercana con complejos eruptivos del Eoceno medio (?) expuestos en la región. Así, hemos documentado en las gravas anticlinales con rumbo E-W y suavemente buzantes hacia el E, que en su centro tienen un cuello volcánico. Las relaciones estructurales observadas en esta estructura (agrupamiento de las capas cerca de la charnela del pliegue y separación de las mismas en forma de abanico en los flancos) sugieren que el cuello pudo haber actuado como un elemento resistente durante una etapa de acortamiento con transporte tectónico de E a W. Para poner a prueba dicha hipótesis se llevó a cabo modelación analógica en un "squeeze box" en donde se empleó arena sílica y un cilindro de plastilina pegado al fondo de la caja, para simular el depósito de grava y el cuello, respectivamente. Los resultados preliminares que hemos obtenido sugieren que este es uno de los mecanismos viables para generar dichas estructuras. En la misma zona también se han identificado capas de grava con patrones de afloramiento que sugieren pliegues replegados no coaxiales que requieren de un mecanismo más complicado para su formación.

El conjunto de pliegues post-laramídicos hasta ahora conocidos no puede explicarse por un solo mecanismo pero parece estar asociado a deformación local en las cercanías de fallas de basamento sepultadas, inferidas a partir de cambios en la trama estructural de la región y en anomalías en los planos aeromagnéticos publicados. Dicha deformación local sucedió durante etapas de extensión cortical que afectaron al norte de México desde la parte media y tardía del Paleogeno y durante el Neogeno.

GET-5

SUPERIMPOSED DEFORMATIONS IN THE CABORCA-ALTAR AREA: LATE CRETACEOUS-PALEOCENE COMPRESSION AND MIOCENE EXTENSION

Jacques Ayala César[1], Barth Andrew P.[2], Jacobson Carl E.[3] y Roldán Quintana Jaime[1]
[1]*Instituto de Geología, UNAM*
[2]*Department of Geology, Indiana University~Purdue University, Indianapolis, USA*
[3]*Department of Geological and Atmospheric Sciences, Iowa State University, USA*
jacques@unam.mx

The Caborca-Altar region, northwest Sonora, was affected by several deformations in the late Mesozoic and Cenozoic. We document two of the most severe examples, and propose the presence of major faults that juxtaposed rocks with different intensities of deformation, from greenschist to just folding (Sevier-Laramide compression) and gneissic-cored complex (Miocene extension). The El Batamote Structural Complex, which includes the Altar Schist, is well exposed in the Sierra El Batamote and surrounding the town of Altar. It was derived from a protolith of Upper Jurassic to Upper Cretaceous coarse- to fine-grained sedimentary rocks with intercalated volcanic rocks. It exhibits discrete shear zones, penetrative foliation, and metamorphism to greenschist facies. The El Chanate Group, which underlies most of the Sierra El Chanate, is a sequence of coarse- to fine-grained sedimentary rocks and intercalated volcanics. Detrital zircon U-Pb ages from both the El Batamote Structural Complex and El Chanate Group indicate that they belong, at least in part, to the same Late Cretaceous foreland basin. Potassium-argon ages determined by Damon et al. (1962) and Hayama et al. (1984) indicate that the metamorphism is of latest Cretaceous to Paleocene age. Deformation and metamorphism are inferred to have been caused by northerly-directed thrusting of the Caborca block.

In the Cerro Carnero, south of Altar, the Altar Schist is intruded by a foliated granitoid with a U-Pb age of 22 Ma. The foliation formed in the Early Miocene (16 Ma, Hayama et al., 1984). Deformation is attributed to the extensional event that produced metamorphic core complexes in several localities not far from Caborca, such as Tubutama and Magdalena. Two samples of undeformed granitoids collected SW of Altar, in the localities of Ejido Josefa Ortiz and Ranch Santa Mónica yielded U-Pb ages of 22 Ma.

The highly varied structural histories observed in these rocks strongly suggests that major faults emplacing rocks from deep levels of deformation right next to time equivalent shallower rocks must be present in the area. The only obvious candidate for such a structure is the El Chanate fault zone, which records three major displacements: low-angle thrusting towards the N-NE; low-angle normal faulting towards the S-SW, and high-angle normal faulting in which the downthrown block is the Sierra El Chanate.

GET-6

TRANSICIÓN DE LA OROGENIA LARAMIDE AL RÉGIMEN EXTENSIONAL DEL TERCIARIO EN EL CENTRO DE MÉXICO

Cuéllar Cárdenas Mario Andrés, Nieto Samaniego Angel Francisco, Alaniz Álvarez Susana Alicia y Botero Santa Paola Andrea
Centro de Geociencias, UNAM
marioandres_cuellar@geociencias.unam.mx

Basados en datos geocronológicos (U/Pb, en circón) y (40Ar/39Ar en biotita y moscovita) de unidades pre-, sin- y post- deformación, analizamos la hipótesis de que la deformación contractiva ocurrida entre el Cretácico y el Paleógeno en el centro de México, migra de W a E asociada a subducción plana con acoplamiento entre el slab y la placa continental. Algunos datos disponibles a favor de este planteamiento son: En Baja California Sur, a 15 Km al NE de Todos Santos, milonitas con edades de 96 a 91 Ma y a 25 Km al SE de La Paz, pseudotaquilitas con fases vítreas de 85 Ma. En Sinaloa, unidades gnéisicas de 157 Ma., intruidas por plutones de 98 Ma, todos ellos deformados. Al oeste de la ciudad de Zacatecas, cuerpos intrusivos de composición intermedia de 69 Ma y al este de esa misma ciudad cuerpos granodioríticos de 74 Ma que no presentan deformación. Al parecer y según nuestros primeros datos, el acortamiento del frente orogénico es seguido por un régimen transcurrente-transpresivo que culmina con el desarrollo de un régimen extensional.

GET-7

SIGNIFICADO TECTÓNICO DE LAS SECUENCIAS DEL MESOZOICO TARDÍO EN LA REGIÓN DE ARIVECHI-TARACHI, ORIENTE DE SONORA

Roldán Quintana Jaime, Rodríguez Castañeda José Luis y Ortega Rivera Amabel
Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM
jaimer@servidor.unam.mx

El problema principal para entender la historia tectónica de Sonora, es el de precisar la edad de los diferentes episodios de deformación, en particular para el Mesozoico. El área de Arivechi-Tarachi, localizada a 165 km al oriente de Hermosillo, en las estribaciones de la Sierra Madre Occidental, ofrece buenas perspectivas para ayudar a resolver este problema. Las rocas que afloran en esta sección varían en edad desde el Paleozoico hasta el Terciario. La estratigrafía de esta zona inicia con una secuencia de lutita y caliza fosilífera plegadas de edad Albiano medio (King, 1939), que afloran al oriente de Arivechi. Esta secuencia se encuentra cubierta tectónicamente por un conglomerado con intercalaciones de limolita y lutita de edad Jurásico Tardío (Almazán y Palafox, 2000). Aparentemente estas unidades se encuentran formando bloques que han sido interpretados como klipes. En la parte superior, en discordancia angular y/o por falla, se presenta una secuencia rítmica de limolita, lutita y arenisca, con intercalaciones de tobas riolíticas. Esta sección ofrece la posibilidad de fechar dos eventos tectónicos; (1) el evento compresivo Larámide y (2) un evento de deformación compresiva del Jurásico. Con base en cartografía geológica y la definición precisa de la estratigrafía será posible definir la edad de la deformación Laramide en esta región. Las rocas con las deformaciones antes mencionadas se encuentran cubiertas discordantemente por una secuencia volcaniclástica, de aproximadamente 1,500 m de espesor, que no muestra deformación compresiva, únicamente se observan fallas de extensión. Se considera que las rocas de esta secuencia se depositaron en un ambiente lacustre. Esta afirmación se basa en la presencia de estratificación laminar, restos de plantas (raíces) en algunos horizontes, alteración argílica en la base de las capas de tobas. También se observaron estructuras de deslizamiento gravitacional en las limolitas y estructuras de fluidización. Hasta ahora se han obtenido dos fechas isotópicas K/Ar de 84-86 Ma, (Grajales-Nishimura et al., 1990), para tobas intercaladas en la secuencia volcanosedimentaria. Esto permite restringir la deformación compresiva en el área de Arivechi al Cretácico Tardío, posterior al Albiano medio. La edad de la deformación jurásica es aún controversial. Así mismo, se pretende entender el significado de una serie de bloques deslizados, de decenas a cientos de metros de longitud, que incluye bloques de calizas fosilíferas del Paleozoico (Misisípico-Pérmico), cuarcitas, conglomerados e intrusivos de edad incierta. Estos bloques se encuentran en contacto tectónico sobre rocas cretácicas (Albiano medio) y rocas posiblemente de edad jurásica. Otra posibilidad es que se trate de "olistolitos" de rocas paleozoicas.

GET-8

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA FORMACIÓN TEPOSCOLULA ENTRE CHILA DE LAS FLORES PUEBLA Y HUAJUAPAN DE LEÓN OAXACA

Gutiérrez Navarro Rodrigo[1], Tolson Gustavo[2], Vásquez Serrano Alberto[3], Morales Luis René[4] y Escolero Fuentes Oscar[2]
[1]*Facultad de Ingeniería, UNAM*
[2]*Departamento de Geología Regional, Instituto de Geología, UNAM*
[3]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM*
[4]*Universidad Tecnológica de la Mixteca*
rodrigo.gutierrezn@gmail.com

Anteriormente se consideraba que la cubierta mesozoica sedimentaria del terreno Mixteco, al NW del estado de Oaxaca, representaba un homoclinal, pero con base en el estudio cartográfico y estructural, se identificó que el estilo de deformación y la geometría de las estructuras difiere con respecto al modelo original.

Regionalmente es de importancia la Falla lateral derecha de Caltepec con dirección Norte-Sur, la cual pone en contacto los terrenos Mixteco y Zapoteco, esta estructura ha sufrido reactivaciones desde el Jurásico hasta el presente, y se relaciona con la deformación de las estructuras encontradas. Al este de la zona de estudio se ha inferido la presencia de la falla normal Petlalcingo-Huajuapan con una dirección NW-SE basculando así la cobertura sedimentaria.

La Formación Teposcolula constituida principalmente por calizas mudstone a wackestone con bandas de pedernal y capas dolomitizadas de edad cretácica, se encuentra deformada y exhibe pliegues asimétricos así como estructuras menores como pliegues por propagación de falla, pliegues por flexión de falla y estructuras tipo duplex, con vergencia hacia el SW. Estratigráficamente le subyace la Formacion Chimeco-Mapache, constituida por areniscas y lutitas calcáreas, las cuales presentan menor deformación debido a su competencia mecánica. En el contacto entre las unidades Jurásicas y las Cretácicas se tiene presente una zona de despegue tectónico con el desarrollo incipiente de una banda milonítica.

GET-9

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA ESTRUCTURAL DE LA REGIÓN DE STA. MA. AMAJAC, EDO DE HGO.

Cruz López Salvador, García Tenorio Felipe y Escamilla Casas José Cruz
ESIA Ticomán, IPN
salvador_cl3185@hotmail.com

Las calderas han sido reconocidas en todo el registro geológico, desde el Arcaico, hasta la actualidad y probablemente formaban parte de los procesos anteriores ligeramente preservados de la formación de la corteza, como se sugiere por la evidencia de otros cuerpos planetarios. Al abordar el tema de caldeas volcánicas, se tienen que definir sus características, la cual se limita como una depresión más o menos circular, con dimensiones de más de 1km a más de 4 Km en radio, las cuales son el resultado de colapso de cámaras magmáticas.

Este trabajo se enfoca al análisis de calderas, ya que se detecto una estructura circular de una probable caldera en la región de Sta. Ma. Amajac, Edo de Hidalgo, con coordenadas geográficas: 20° 20”, 20° 12” de latitud norte y 98° 57” y 98° 42” de longitud W, dentro de la provincia geológica de la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM). Esta provincia, tiene decenas de estructuras caldéricas; sin embargo, ocho son las mejor documentadas, de oeste a este son: la caldera La Primavera, Los Azufres, Amealco, Mazahua, Huichapan, Aculco, Los Humeros y Las Cumbres.

El estudio geológico-estructural permitirá diversas interpretaciones acerca de su origen y evolución geológica, todo ello mediante, el trabajo de campo en el área de estudio, el análisis de la topografía, mapas geológicos, fotografías aéreas, modelos digitales de elevación, análisis de perfiles topográficos, entre otros.

En el área de estudio se pueden observar características típicas de una caldera de colapso con resurgencia ó actividad volcánica preexistente, pues existe bastante mineralización, hidrotermalismo, presencia de sismos y fallas geológicas laterales, inversas y normales, que son un peligro de riesgo geológico para la comunidad que ya empieza a sentir los estragos de la naturaleza, por la inestabilidad del terreno.

La columna estratigráfica del área de estudio tiene un rango de edades que oscila del Cretácico Inferior al Terciario y Cuaternario. En la sucesión estratigráfica el Cretácico Inferior, está comprendido por la formación el Doctor (El Abra), la cual está cubierta discordantemente por la formación Méndez y Soyatal, del Cretácico Superior y por el conglomerado Amajac (Eoceno-Oligoceno), rocas volcánicas del Grupo Pachuca (Oligoceno-Plioceno), rocas clásticas de la Formación Atotonilco El Grande (Pleistoceno) y por depósitos recientes (talud, aluvión y caliche).

Por otro lado se ha hecho empleo de sistemas de información geográfica (SIG), que ayudaron a definir rasgos morfo-estructurales, que sirvieron como aportaciones que apoyaran las hipótesis de esta investigación, dichas herramientas son:

PCIGeomatica V9.1. Este programa permitió manipular las fotografías aéreas del área de estudio, primeramente georreferenciadas para marcar características mapas, como: litología, tipos de drenaje y lineamientos de fallas y fracturas.

ArcView 3.2. En el cual se realizaron los mapas de elevación digital que complementarían el análisis de las fotografías aéreas, dividiendo al área de estudio en siete morfoestructuras y tomando las siguientes características: forma y separación de las curvas de nivel en los mapas topográficos, relieve topográfico (mapa hipsométrico), tipo de litología (mapa geológico), tipo de drenaje (mapa de drenaje), y la forma, así como, el tamaño de lineamientos.

GET-10

ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE EL ORIGEN DE UNA ESTRUCTURA SEMI- CIRCULAR EN LA COSTA CENTRAL DE SONORA

García Martínez David
Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM
davidgm1964@yahoo.com.mx

El proyecto se inicia con el de definir las rocas graníticas dentro de una estructura semi-circular ubicada a 65 km, al NE de Bahía de Kino Sonora, ubicada en la provincia extensional del Golfo, y relacionada a la apertura del golfo de California en el Mioceno tardío – Pleistoceno temprano. Durante este tiempo la tectónica origino el movimiento entre varios bloques a lo largo de la costa de Sonora generando zonas de cizallas, y rotación de bloques en algunas localidades por mencionar algunas: Sierra el Cubabi, Sierra El Viejo, y el área de estudio (El Gavilán). Las rocas cizalladas en este estudio pertenecen al batolito costero Sonorense del Cretácico tardío (90.1 ±1.1 y 69.4 ± 1.2 Ma.). y tienen una orientación general de 30º a 45º NW, sin embargo, dentro de la estructura semicircular las rocas granitoides se encuentran pseudo-plegadas, afectadas por otro sistema de esfuerzos que van desde SW 30º a NW 40º. Lo que posiblemente puede indicar que los esfuerzos posteriores a la zona de cizalla, hayan generado la estructura semi-circular como una especie de indicador cinemático, al mismo tiempo que se generaban los espacios (porosidad), para el emplazamiento de diques riolíticos. De acuerdo a relaciones cortantes en el área de estudio la relación petrológica está dada por la siguientes unidades en orden cronológico de la más antigua a la más joven: Granito de Cizalla (Cretácico tardío) Granito Obscuro (edad desconocida) debido a su coloración negra por la abundancia de biotitas y hornblenda, y su coloración es gradacional, hacia la parte norte del área circular, y Granito claro (edad desconocida), localizado en la parte oeste central del pseudo-pliegue, que cronológicamente están alterando a tobas riolíticas (Paleoceno-Eoceno), y por ultimo discordantemente están basaltos del Neógeno, cubriendo las demás unidades. Actualmente se están caracterizando los granitos mediante petrografía y geoquímica. Se tiene planeado más trabajo de campo para comprender mejor la estructura.

GET-11

UN MODELO GENERAL PARA EL CRECIMIENTO DE PLIEGUES DE DESPEGUE

Contreras Juan
Departamento de Geología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
juanc@cicese.mx

Varios modelos han sido propuestos para describir las curvas de crecimiento de pliegues de despegue los cuales han sido justificados principalmente en simples consideraciones geométricas mas que en mecanísmos físicos. En este trabajo se deriva un modelo general cuantitativo basado en principios fundamentales físicos y en observaciones para la evolución de pliegues de despegue de baja amplitud. Con él se obtienen los parámetros que gobiernan el crecimiento bajo condiciones de plegamiento paralelo a partir del principio de conservación de masa y otros principios que gobiernan la cinemática de deformación. Los parámetros del modelo son constreñidos con observaciones y se muestra como este ajusta con pliegues documentados en cuencas de antepaís en diversos ambientes sedimentarios y como estos forman un perfil universal. Además se demuestra que el crecimiento de este tipo de pliegues es alotrópico. El modelo también provee de las bases para estimar otras relaciones energéticas como el cambio de flujo de calor durante este tipo de proceso de deformación y la conversión de trabajo en calor. Implicaciones para la prospección de hidrocarburos también son discutidas.

GET-12

EL PAPEL DE LOS FLUIDOS EN EL DESARROLLO DEL CINTURÓN DE PLIEGUES Y CABALGADURAS MEXICANO (CPCM) EN EL CENTRO DE MÉXICO

Fitz Diaz Elisa[1], Camprubi Cano Antoni[2] y Tolson Gustavo[2]
[1]*Universidad de Minnesota*
[2]*Instituto de Geología, UNAM*
fitzde@gmail.com

Los fluidos juegan un papel muy importante en el desarrollo de los cinturones plegados porque facilitan el fracturamiento, el deslizamiento a lo largo de fallas, y a escala de grano habilitan los procesos de disolución por presión típicamente relacionados con el desarrollo de clivaje. El análisis de la naturaleza y efecto de los fluidos durante la deformación del CPCM se logró mediante un análisis de vetas relacionadas con pliegues y de rocas de falla. Se presentan los resultados del análisis estructural que incluyó varias escalas de observación, de análisis isotópicos en calcita de vetas, de inclusiones fluidas en dichas vetas y de arcillas extraídas de capas de bentonita. Las rocas involucradas en la deformación son principalmente carbonatos cretácicos, los cuales fueron afectados por plegamiento en facies de cuenca y dominantemente por cabalgaduras en facies de plataforma. La intensidad de la deformación, la reducción del ángulo inter-flanco en pliegues, la abundancia de sus vetas asociadas, y los desplazamientos a lo largo de cabalgaduras se incrementan hacia el occidente.

Se analizaron isótopos estables de oxígeno y de carbono en calcita de vetas, rocas de falla, y rocas encajonantes. La mayoría de las vetas muestran ¦Ä18O(VSMOW) y ¦Ä13C(VPDB) muy cercanos a la roca encajonante: entre 24-27¡ë y 2-5¡ë, respectivamente, lo cual sugiere una intensa interacción fluido-roca durante la deformación y una fuente local para el material de la veta. Variaciones isotópicas de ¦ÄO y ¦ÄC fueron analizadas en secciones métricas a lo largo de cabalgaduras-mayores. Las muestras tomadas en los bloques de techo y de piso dan valores de ¦Ä18O (22-25 ¡ë) y ¦Ä13C (-2-+ 4 ¡ë), típicos de carbonatos cretácicos. Los valores de ¦Ä13C, sin embargo, están relativamente empobrecidos en 13C en los afloramientos más occidentales de las plataformas, comparados con los orientales. En el extremo oriental del cinturón plegado, los valores de ¦Ä18O en rocas cizalladas y vetas en zonas de cizalla son intermedios entre las rocas del bloque de techo y del bloque de piso. En contraste, las dos cabalgaduras más occidentales tienen vetas de falla con valores de ¦Ä18O mucho más bajos que la roca encajonante, ¦Ä18O ¡Ö 10¡ë. Esto sugiere que fluidos empobrecidos circularon a lo largo de la falla, y que en las cabalgaduras más orientales la influencia de fluidos fue limitada. Los valores de ¦ÄD en inclusiones fluidas en calcita y cuarzo de vetas de emplazamiento temprano a tardío (V1, V2 y V3) durante la deformación D1 dieron valores entre -70 y 0 ¡ë; de ellos, el valor más grande corresponde a V1 en el extremo oriental de la sección estudiada, mientras que los valores más bajos se obtuvieron de V3 al occidente de ésta. Un patrón similar se observa en los mismos datos isotópicos en arcillas de las rocas encajonantes. Las inclusiones fluidas extraídas con rampas de calentamiento de 100¡ãC muestran una correlación positiva. Los datos sugieren que hay un correlación entre deformación, temperatura de deformación, grado de interacción fluido-roca, e influencia de fluidos meteóricos de E a W en el área.

GET-13

MODELO PRELIMINAR DE LA PLACA MARINA EN SUBDUCCIÓN EN LA ZONA DEL TERMINO DE LA TRINCHERA MESOAMERICANA: APORTES SÍSMICOS Y MAGNETOTELÚRICOS

Álvarez Béjar Román[1], Arzate Flores Jorge[2] y Corbo Camargo Fernando[2]
[1]*Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM*
[2]*Centro de Geociencias, UNAM*
ralva@prodigy.net.mx

Exploraciones sísmicas en la boca y el interior del Golfo de California en dirección NW-SE, hechas por otros grupos, determinaron la existencia de un proceso de adelgazamiento de la corteza entre la península y la parte NW del Bloque de Jalisco. Este efecto cortical es atribuido al proceso de extensión provocado por su separación, iniciada a fines del Mioceno Medio. Este mismo proceso tectónico debió afectar a la placa en subducción en esa zona. Sin embargo, en esos estudios no se reportó ninguna información sobre las características de la placa marina en la zona. No obstante, una línea sísmica adicional en la vecindad del término de la trinchera Mesoamericana, obtenida por el mismo grupo que realizó los levantamientos arriba mencionados, en la plataforma marina entre las Islas Marías y Bahía de Banderas, iniciando al sur de las Islas Marías casi en dirección W-E hacia la costa de Nayarit, sí perfiló la posición de la placa marina en esa región; esos datos nos fueron proporcionados (Lizarralde, comunicación personal) y los utilizamos para complementar el presente estudio. Hemos adquirido datos magnetotelúricos (MT) en 56 estaciones distribuidas en la porción NW del Bloque de Jalisco, que nos permiten construir cinco secciones MT en esa zona. Tres de estas líneas son perpendiculares a la trinchera y dos son sub-paralelas a la misma; las secciones alcanzan 100 km de profundidad y nos han permitido visualizar no sólo el espesor de la corteza sino también la posición de la placa marina en subducción en esa región. Los detalles de obtención, procesamiento y presición de los datos MT se presentan aparte. En cada sección MT localizamos la posición geográfica de las intersecciones con la placa en subducción a 20, 40, 60 y 80 km. Incorporamos a este conjunto las intersecciones a 20, 40 y 60 km de profundidad determinadas en el estudio sísmico referido más arriba y trazamos las líneas de igual profundidad de la placa hasta esa región. Con ese conjunto de puntos generamos una superficie que describe a la parte superior de la placa marina en subducción desde dichas islas hasta la Bahía de Chamela. Nuestros resultados difieren de los inferidos para esa zona en el estudio sísmico de Pardo y Suárez (1995), en el que prolongan uniformemente las isolíneas obtenidas en la parte sur del Bloque de Jalisco hacia la región de Bahía de Banderas. Encontramos que en la región de Bahía de Banderas y a lo largo del eje de la bahía casi hasta la trinchera, la placa marina está distorsionada. A primera vista parece tratarse de una sección de la trinchera que está deformada en U, pero con los datos actuales no se puede descartar una posible discontinuidad de la trinchera a lo largo de esa zona. Presentamos las secciones MT pertinentes, la interpretación sísmica de la línea al sur de las Islas Marías y el modelo de la placa en esa región.

GET-14

GRAVIMETRÍA COSTERA ENTRE PUERTO VALLARTA Y MANZANILLO: OBSERVACIONES PRELIMINARES

Yutsis Vsevolod[1], Álvarez Béjar Román[2], Santiago Cruz Nayeli[1] y García Ruíz Martha[1]
[1]*Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León*
[2]*Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM*
vyutsis@fct.uanl.mx

Diversos estudios geofísicos se están desarrollando en la parte NW del bloque de Jalisco para tratar de averiguar el espesor de la corteza y las características de la placa en subducción bajo la misma. Otros autores han reportado dos líneas gravimétricas perpendiculares a la trinchera que inician, una al norte de la bahía de Chamela, y otra a la altura de Barra de Navidad. Sin embargo no se ha reportado ninguna línea gravimétrica paralela a la trinchera. La línea que reportamos aquí en forma preliminar es paralela a la trinchera en un tramo entre Manzanillo y localidades en Jalisco al norte de Tomatlán; en esta región la línea es paralela a la trinchera. La línea no cubre el tramo costero que va de La Cruz de Loreto hasta Cabo Corrientes (~50 km), porque se desvía en dirección NNE atravesando una parte del batolito de Vallarta. La línea está compuesta de 84 estaciones distribuidas en 165 km de manera aproximadamente uniforme, en las que se hicieron las correcciones de latitud, elevación y topográfica, con una densidad uniforme de 2.7 g/cm3. Los resultados preliminares permiten identificar al batolito de Vallarta y al batolito de Manzanillo. El batolito de Vallarta parece terminar abruptamente al entrar a la zona de planicies costeras, lo que sugiere la existencia de un fallamiento en el batolito, ya que superficialmente toda la zona está mapeada como granitos no habiendo, por lo tanto, una diferencia en la composición de las rocas a la que se pudiera atribuir la diferencia gravimétrica. Una parte de las anomalías costeras son bajos gravimétricos que corresponden a una zona topográficamente deprimida que ocupa una región amplia del municipio de Tomatlán, hasta llegar a la sierra de Cacoma, en donde la topografía se levanta rápidamente. El batolito de Manzanillo se identifica por otro alto gravimétrico en la región costera, aunque la anomalía no es tan marcada como en el batolito de Vallarta. Estamos construyendo modelos bidimensionales a lo largo de las porciones delimitadas preliminarmente en la línea, para generar un grupo de bloques que representen las variaciones gravimétricas a lo largo de la costa.

GET-15

ESTUDIO MAGNETOMÉTRICO DE LA SIERRA LIBRE, SONORA, MÉXICO: ANÁLISIS DE LAS UNIDADES VOLCÁNICAS Y DE LAS ESTRUCTURAS ASOCIADAS A LA MORFOLOGÍA

Barrera Guerrero Santa, Vidal Solano Jesús Roberto,
Martínez Retama Silvia y Fregoso Irineo Anaid
Universidad de Sonora
santabarrera@correoa.uson.mx

En el presente trabajo se plantea la posibilidad de obtener información geofísica de la Sierra Libre (SL), por medio de cuatro perfiles magnetométricos realizados en la porción norte de esta majestuosa sierra, ubicada a 50km al sur de Hermosillo, que tiene una extensión de 600km2 y una altura de 1160m.s.n.m. Dado que la sierra alberga una completa pero compleja secuencia de unidades magmáticas del Mioceno dentro de las cuales destaca la presencia de riolitas hiperalcalinas (Barrera-Guerrero y Vidal-Solano, 2010 Actas INAGEQ), dicha información permitirá conocer: a) la extensión y profundidad de la secuencia de unidades volcánicas, b) presencia de cuerpos intrusivos, profundidad aproximada de una posible cámara magmática y, c) lineamientos asociados a cuerpos estructurales como fallas y fracturas. Estructuralmente, La SL, que tiene una alineación SE-NW, presenta un alto grado de deformación en transtensión con presencia de fallas verticales normales con componente lateral y en tijera, principalmente en la parte centro, donde las secuencias volcánicas

se encuentran buzando hacia el SW, a diferencia del extremo noreste, donde las rocas volcánicas no presentan gran deformación. Esto sugiere, que la SL, se encuentra dividida en dos dominios estructurales limitados por una falla de extensión regional de dirección SE-NW, relacionada con la apertura del Golfo de California. Para corroborar esta información, se realizó un trabajo de reconocimiento en la SL, para determinar anomalías positivas y negativas en el trayecto de cuatro perfiles predominantemente E-W, a modo de cubrir perpendicularmente las unidades volcánicas y las estructuras. Se midió la intensidad del campo magnético utilizando un magnetómetro de precesión de protones Scintrex (modelo ENVI) de campo total, con estaciones a cada 500m y a 250m cerca de los contactos. En cada estación se realizaron mediciones a dos diferentes alturas (2 y 3m), así como una lectura cada hora aproximadamente en la estación base para la corrección por deriva. Una vez que los datos fueron corregidos por variación temporal, se determinó el regional por ajuste lineal de mínimos cuadrados y se procedió a obtener la anomalía residual. Finalmente se obtuvo un mapa de anomalías magnéticas residuales del campo total, así como un mapa de contornos del gradiente vertical de la intensidad del campo magnético.

GET-16

LA TELEDETECCIÓN Y LOS SIG, HERRAMIENTAS PARA LOCALIZAR ÁREAS PROSPECTIVAS EN EL EDO. DE MICHOACÁN

Sámano Tirado Alma Patricia y Zuñiga Hernández Luis Gustavo
Universidad de Sonora
samano@geologia.uson.mx

El alcance de la exploración utilizando las herramientas SIG y la teledetección, proporcionan gran ayuda al tipificar los rasgos del terreno a explorar. En este trabajo se realizó la interpretación de imágenes de satélite del estado de Michoacán, interponiendo varias bandas para mejor contraste, así como la fotointerpretación geológica de fotografías aéreas convencionales escala 1:50,000. El producto de este análisis es un plano no controlado escala 1:500,000, en el que se definieron lineamientos primarios y secundarios, estructuras tectónicas circulares (calderas), volcanes, fallas normales y con desplazamiento de rumbo. Lo anterior permite interpretar una serie de ambientes geológicos, distinguiéndose seis de estos, con lo que se define la presencia de un arco insular, elemento geotectónico importante donde la actividad magmática desarrollada es fundamental en la formación de depósitos tipo pórfidos de cobre y/o molibdeno, sulfuros masivos y skarns.

La integración en un solo plano de la información obtenida en las imágenes de satélite y las fotografías aéreas, así como la interpretación de los ambientes geológicos, integrados en un SIG proporcionan una idea más completa del área. Esta interacción de información permitió proponer ocho áreas favorables para prospectar por pórfidos de cobre y/o molibdeno, además de identificar dieciséis áreas prospectivas para sulfuros masivos.

El llevar a cabo un análisis de imágenes satelitales, fotointerpretación convencional, en conjunto con un SIG, reduce considerablemente el trabajo de campo del geólogo, pero no lo sustituye, por lo que deben ser complementarios para obtener mejores resultados.

GET-17

THE APPLICATION OF MODERN TECHNOLOGY FOR CHARACTERISING THE GEOTECHNICAL ENVIRONMENT FOR MINE PROJECTS IN SONORA STATE, MEXICO

Winsor Christopher R.[1] y Rodríguez Castañeda José Luis[2]
[1]*Western Australian School of Mines, Curtin University, Kalgoorlie WA, Australia*
[2]*Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM*
c.windsor@curtin.edu.au

In 2010 the Rock Mechanics Research Group of the Western Australian School of Mines and the Cooperative Research Centre of Australia commenced a program of research in order to characterise the geotechnical environment for the mining industry of Sonora State.

The research involves the use of conventional, terrestrial and space-based sensing techniques to define:

- Surface topology and morphology.
- Geodetic displacements and strains.
- Seismicity and moment tensors.
- Geology.
- Fault geometry and paleo slip vectors.
- Regional and local crustal stress and strength.

These characteristics are combined in regional and local models for use in the geotechnical and financial planning for surface and underground mine projects. The aim is to enable exploration and geotechnical boreholes and investigations to be planned that optimise geological information for existing and future mine projects. These techniques have been used for mine project planning in Chile, Peru, South Africa and Australia.

GET-18 CARTEL

MODELADO ANALÓGICO DEL PROCESO DE SUBDUCCIÓN

Vásquez Serrano Alberto[1], Tolson Gustavo[2], Contreras Juan[3], Hernández Treviño Teodoro[4] y Hernández Caridad[5]
[1]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM*
[2]*Departamento de Geología Regional, Instituto de Geología, UNAM*
[3]*Departamento de Geología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE*
[4]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[5]*Departamento de Geoquímica, Instituto de Geología, UNAM*
hidroponia-nopalucan@hotmail.com

La modelado cuantitativo de procesos geológicos es muy importante para entender fenómenos inaccesibles como la subducción. Este experimento se desarrolló empleando un equipo diseñado y construido en el Laboratorio de Modelos Análogicos del Instituto de Geología de la UNAM. El equipo está constituido por varios componentes: una caja de acrílico transparente de 70 cm de longitud, 20 cm de anchura y 35 cm de altura, montada sobre una base de madera. Un sistema de rodillos y guías ajustables permite ajustar la trayectoria de una banda de polietileno flexible que simula la placa litosférica oceánica; un motor a pasos de corriente directa (80 VCD) para darle movimiento a la banda de polietileno. Esta inducción dinámica es necesaria por no poder modelar las diferencias térmicas del manto que son el motor real de la subducción natural. La velocidad del movimiento de la banda es controlada mediante un programa escrito en LABVIEW 7. Además se cuenta con una cámara fotográfica especializada para obtener información visual del modelo, la cual también puede ser controlada por el programa.

Cabe recalcar que el modelo tiene la importante característica de poder variar el ángulo de subducción, lo cual nos ayuda a poder observar distintos escenarios del fenómeno geológico.

Los materiales análogos que se utilizaron son: jarabe de maíz para simular el manto superior, una corteza estratificada constituida por silicón en la base (corteza inferior con comportamiento cristal-plástico), espuma de poliuretano flexible en la parte media (corteza media elástica) y fécula de maíz en la parte superior (material quebradizo). En escala del modelo 1 cm representa 40 km, mientras que la velocidad de subducción de 15 mm/min en el modelo equivale a una tasa real de 10 cm/año.

Próximamente se integrará un sistema integral de control y monitoreo, a través del uso de microcontroladores, que permita tener más y mejor información de los experimentos.

GET-19 CARTEL

ANÁLISIS GEOMÉTRICO Y CINEMÁTICO DE LOS PLIEGUES Y FALLAS EN LA REGIÓN SUR DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN; MUNICIPIOS DE GALEANA, DR. ARROYO Y MIER Y NORIEGA.

Gracia Marroquín Diego[1], Chávez Cabello Gabriel[2], Navarro De León Ignacio[2], Montalvo Arrieta Juan Carlos[2] y Velasco Tapia Fernando[2]
[1]*Centro de Geociencias, UNAM*
[2]*Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL*
diegograciam@geociencias.unam.mx

El área de estudio comprendió el Sur del Estado de Nuevo León (municipios de Galeana, Doctor Arroyo y Mier y Noriega). Geológicamente, estas localidades se ubican en la región del transpaís de la Sierra Madre Oriental y tienen influencia de la sub-provincia carbonatada de la Plataforma Valles-San Luis Potosí. En esta zona aflora de manera completa la secuencia estratigráfica clásica para el Noreste de México, la cual abarca un rango desde el Jurásico Superior (Formación Minas Viejas-Olvido) hasta el Cretácico Superior (Formación Méndez-Cárdenas). Estructuralmente, la región se caracteriza por presentar relieves topográficos contrastantes controlados por fallas regionales y plegamientos con longitudes de varios kilómetros. Para hacer la caracterización estructural del área de estudio se elaboraron cuatro secciones geológicas regionales para determinar la geometría y cinemática de los pliegues y fallas que ocurren en esta región. De forma general, la mayoría de los pliegues corresponden a pliegues de despegue, donde las unidades evaporíticas y arcillosas funcionan como superficies de desacople de las rocas del basamento subyacente y de la secuencia calcáreo-arcillosa suprayacente. En general, los pliegues tienen una orientación NNW-SSE y NNE-SSW, con transporte tectónico en dirección Noreste y Este. Los pliegues de despegue muestran transporte tectónico hacia el Noreste con fallas inversas ocasionales en sus flancos frontales. Con base en las edades relativas de las estructuras reconocidas en el área de estudio, se determinó que los pliegues de despegue corresponden a las estructuras más antiguas, posteriormente estas estructuras fueron cortadas en sus flancos frontales por fallas inversas y/o cabalgaduras, las cuales a su vez fueron desplazadas por fallas de rumbo (dextrales y

siniestrales). Lo anterior, asociado a una fase temprana de deformación de cobertura de la orogenia Laramide en la zona. Posteriormente, ocurrió un evento no muy intenso de reactivación de fallas de basamento, el cual generó el levantamiento de áreas importantes (alto de Galeana), y la generación de estructuras con transporte tectónico hacia el Suroeste (fase tardía de deformación de basamento). Al término de la orogenia Laramide, ocurrió un evento de relajamiento en la región que reactivó varias de las estructuras antiguas (fallas inversas, retrofallas y fallas laterales) con una componente normal importante. Se destaca que las zonas de fallas antiguas reactivadas durante la segunda fase de la orogenia Laramide y durante la etapa de relajamiento post-tectónica, corresponden a zonas de deformación compleja con alto desarrollo de fracturamiento extensional.

GET-20 CARTEL

CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES Y PETROGRÁFICAS DE LAS ROCAS ENCAJONANTES DE LOS COMPLEJOS PLUTÓNICOS DEL EXTREMO MERIDIONAL DEL CINTURÓN BATOLÍTICO PENINSULAR

Avilez Serrano Porfirio, Delgado Argote Luis A.,
Torres Carrillo Xóchitl G. y Peña Alonso Tomás A.
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
paviles@cicese.mx

Casi en el extremo sur del Cinturón Batolítico Peninsular (CBP), entre los complejos plutónicos tipo I del occidente y los de tipo S que afloran en la Sierra La Libertad en el oriente, aflora una amplia secuencia de rocas sedimentarias y volcanosedimentarias metamorfizadas en la facies de esquisto verde. La secuencia en su conjunto se caracteriza por su arreglo estratigráfico orientado NNW-SSE y buzamientos hacia el oriente mayores a 45o en promedio. Las exposiciones más extensas de rocas prebatolíticas se localizan entre plutones discretos.

En los extremos de dos secciones E-W de cerca de 20 km de longitud muestran secuencias lávicas y volcaniclásticas que se interpretan como porciones de volcanes compuestos. La porción occidental incluso contiene rocas de aspecto tobáceo que indicaría un ambiente casi subaéreo; en contraste, los últimos cinco kilómetros de la parte oriental se caracterizan por derrames masivos de andesita e incluso una secuencia de sills de la misma composición que sugiere porciones volcánicas más profundas y competentes. La parte central de las secciones se caracterizan por la presencia de sedimentos clásticos finos, lodolitas y, en lo que podría ser el depocentro de una cuenca intervolcánica, por lo menos 1 km de espesor de sedimentos finos carbonosos.

En el extremo occidental, la secuencia volcánica está en aparente contacto tectónico con un basamento jurásico formado por diorita deformada que incluye facies miloníticas con foliación dominante NW-SE, paralela a la actitud promedio de la secuencia sedimentaria que le sobreyace.

Se interpreta a partir de localidades donde las capas con echados casi verticales están literalmente impregnados por fluidos de composición tonalítica, que los depósitos de las cuencas intervolcánicas ya estaban deformadas durante el emplazamiento de los plutones del Albiano que caracterizan al Cinturón Batolítico Peninsular.

GET-21 CARTEL

EDAD DE LA MIGRACIÓN DE LA DEFORMACIÓN CONTRACTIVA LARAMIDE EN EL CENTRO DE MÉXICO Y EL LEVANTAMIENTO PROGRESIVO DE LA MARGEN PACÍFICA

Nieto Samaniego Angel Francisco[1], Cuéllar Cárdenas Mario Andrés[2],
Botero Santa Paola Andrea[2] y Alaniz Álvarez Susana Alicia[1]
[1]*Centro de Geociencias, UNAM*
[2]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, Centro de Geociencias, UNAM*
afns@geociencias.unam.mx

Los datos disponibles en la literatura, junto con fechamientos isotópicos que hemos obtenido a lo largo de un transecto que va de La Paz, B.C.S. a Zimapán, Hgo., sugieren que el término de la deformación por acortamiento asociada con la Orogenia Larámide varía en edad haciéndose progresivamente más joven hacia el oriente. Las edades aproximadas que se documentan para el fin del acortamiento son: en Baja California Sur alrededor de los 82 Ma, en Mazatlán cerca de los 82 Ma, en Zacatecas ca. 75 Ma, en Guanajuato mayor que 50 Ma y posterior al Albiano, y en la región de Zimapán, alrededor de los 62 Ma. En los conjuntos litológicos se observa que, conforme se avanza hacia el oriente, afloran zonas más someras de la corteza, lo que interpretamos como la elevación progresiva de la parte occidental del continente. Todo esto ocurrió entre el inicio de la fase orogénica de acortamiento en el occidente (Cenomaniano, ca.96 Ma) y el depósito de las rocas volcánicas y clásticas continentales del Terciario, cuyas edades se ubican entre el Eoceno temprano y el Oligoceno temprano. En las zonas más occidentales (La Paz - Mazatlán) afloran milonitas, gneis y esquistos cuyas texturas, paragénesis mineral y estructuras, indican claramente que fueron deformadas en el dominio dúctil. En la región de Zacatecas-Guanajuato las unidades metamórficos están en facies esquistos verdes (esquisto, filita) y las estructuras son de tipo frágil-dúctil (foliación esquistosa en filitas, estructuras s-c, foliación pizarrosa, pliegues y fallas inversas), las que indican profundidades intermedias, justo en la zona de transición hacia la zona frágil de la corteza. Por último, las rocas que afloran más al oriente, hacia la Sierra Madre Oriental, contienen estructuras quebradizas y pliegues paralelos asociadas a deformaron en la zona frágil de la corteza.

GET-22 CARTEL

GEOCRONOLOGÍA DE LAS UNIDADES METAMÓRFICAS DEL COMPLEJO ACATLÁN (TERRENO MIXTECA) EN LA MARGEN OCCIDENTAL EN LA REGIÓN DE OLINALÁ-IXCAMILPA Y SU IMPLICACIÓN EN LA EVOLUCIÓN DE ESTE COMPLEJO METAMÓRFICO

Ortega Obregón Carlos[1], Ramos Arias Mario[2] y Keppie Moorhouse John Duncan[2]
[1]*Centro de Geociencias, UNAM*
[2]*Instituto de Geología, UNAM*
cortega@geociencias.unam.mx

Se presentan en este trabajo nuevos datos de cartografía y geocronología en rocas de la margen occidental del Complejo Acatlán (área de Olinalá-Ixcamilpa) que permiten establecer en forma más precisa la edad y distribución de las unidades litotectónicas así como la correlación con otras unidades en diferentes sectores de este complejo metamórfico El área está caracterizada por bloques separados por fallas subverticales con rumbo general NE-SW que afectan un cuerpo intrusivo de composición diorítica de ~60 Ma. Cada bloque esta caracterizado por rocas que tienen aproximadamente el mismo grado de metamorfismo y estilo de deformación. Los bloques con rocas de alto grado consisten de una serie de gneises cuarzo feldespáticos, cuarcitas y esquistos (denominadas aquí como Unidad Zacango) de origen sedimentario y vulcano sedimentario depositados entre 650 y 470 Ma e intrusionados en el Ordovícico Medio (~465 Ma) por rocas magmáticas de composición tanto máfica (Anfibolíta Tlaxco) como félsica (metagranitoides Ocotitlán y Teticic) que en conjunto experimentaron metamorfismo en condiciones de alta temperatura y presión media (facies de anfibolita). Las rocas que sufrieron las condiciones de metamorfismo más altas se encuentran al norte del área, cerca del poblado de Ixcamilpa donde el metamorfismo desarrollo paragénesis de las facies de esquistos azules. En esta misma región, se ha observado a estas unidades de alto grado cabalgando a unidades de bajo de metamorfismo. Los bloques con rocas de bajo grado consisten de secuencias de cuarcitas, rocas metavolcánicas y filitas depositadas entre 400 y 350 Ma que localmentefueron intrusionadas por diques de composición máfica y/o interestratificadas con lavas de estructura almohadillada. En conjunto se denominaron a estas secuencias como Unidad Progreso. Aunque estas unidades se encuentran intensamente deformadas, las condiciones de metamorfismo que registra son de bajo grado (esquisto verde). También están en contacto tectónico con estas unidades, una secuencia monótona de cuarcitas y filitas deformadas y metamorfoseadas en condiciones de muy bajo grado (sub esquistos verdes) de protolitos sedimentarios y vulcanosedimentarios félsicos cuyo depósito ocurrió cerca de los 330 Ma denominadas aquí como Unidad Zumpango. La historia de depositó, magmatismo y metamorfismo de las rocas del Complejo Acatlán en la margen occidental es muy similar a la documentada en la región norte (ej., Patlanoaya) y oriente (ej., Acatlán), lo que sugiere una evolución común para todo este complejo.

GET-23 CARTEL

EDAD DE U-PB Y SM-ND DE UNA SECUENCIA DE ESQUISTOS DEL COMPLEJO ACATLAN QUE AFLORA EN LA CIMA DEL CERRO DEL MACHO, AL ORIENTE DE TIERRA COLORADA, ESTADO DE GUERRERO

Hernández Treviño Teodoro[1], Torres De León Rafael[2], Pérez Gutiérrez Rosalva[2], Solís Pichardo Gabriela[2], Salgado Soto Zacarias[3], Meza García Vianney Berenice[1] y Pérez Arvizu Ofelia[4]
[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Instituto de Geología, UNAM*
[3]*Comisión Federal de Electricidad*
[4]*Centro de Geociencias, UNAM*
tht@geofisica.unam.mx

El Cerro del Macho es una de las cimas de mayor altitud de la región oriente del Poblado de Tierra Colorada, se caracteriza por ser una montaña compuesta por tres unidades geológicas petrogeneticanmente distintas, estas pertenecen a distintas identidades tectonoestratigráficas.

En la ladera SE afloran ortogneises del Complejo Xolapa, la ladera NW esta compuesto por rocas del intrusivo de Tierra Colorada que estan intrusionando a los gneises Xolapa, en la cima de la montaña descansa discordantemente sobre los gneises y granodioritas, la secuencia de esquistos en cuestión. Las características generales de estas rocas son: Presentan texturas miloniticas, su foliación es penetrativa con rumbos promedio de 210º con inclinaciones de 25º a 30º al NW, su composición mineral es de: moscovita, pórfiroblastos de granate

de 1 a 10mm, bandas de cuarzo y feldespatos, óxidos, escasos cristales de biotita.

Los granates analizados por el método de Sm-Nd no arrojaron una edad ya que estos minerales no estaban enriquecidos en 143 Nd. Una explicación puede ser que la roca sufrió un recalentamiento intenso que afectó la isotopía. Sin embargo mediante los análisis de U-Pb por LA-ICP MS en circones detríticos, la edad promedio de los 40 circones analizados es de 669 ± 63 Ma con picos menores de 557, 564 y 569 Ma del neoproterozoico. Además se observa un pico mayor de 2115 Ma del paleoproterozoico. Basándonos en las edades de los picos menores interpretamos que estas edades son compatibles con las ya calculadas en otros trabajos para algunas rocas del Complejo Acatlán.

La importancia del conocimiento de la edad de dichos esquistos es determinante para el estudio del contacto tectónico que mantiene el Terreno Mixteca y el Terreno Xolapa en la región. La relación que mantiene las rocas en cuestión en la localidad de estudio es sospechosa, porque no se define bien si es una escama tectónica asociada a deformaciones postlaramidicas o se trata de un roof pendant asociado a la intrusión del plutón de Tierra Colorada. En este trabajo explicaremos los datos y evidencias que tenemos y la interpretación que le hemos dado.

Sesión Regular

GEOLOGÍA Y GEOFÍSICA AMBIENTAL

Organizadores:
René Chávez Segura
Carlos Francisco Flores Luna

GGA-1

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ACUÍFERA (MÉTODO DRASTIC) E HIDROGEOQUÍMICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN LA CUENCA DEL RÍO PABLILLO, LINARES, MÉXICO

Dávila Pórcel René Alberto[1], De León Gómez Héctor[1], Hoppe Andreas[2] y Schüth Christoph[2]

[1]*Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León*

[2]*Institut für Angewandte Geowissenschaften, Technische Universität Darmstadt*

rene.alberto.davila@gmail.com

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se localiza al noreste de México, al sureste del Área-Metropolitana de Monterrey (AMM), en el Estado de Nuevo León. El mismo abarca una superficie de ~820 km2, incluye las ciudades de Linares y Hualahuises con población ~77000 habitantes. El Río Pablillo y sus afluentes (Hualahuises y Camacho) desembocan en la presa Cerro-Prieto, importante fuente de abastecimiento de agua potable para el AMM (~3.5 millones de habitantes). La región presenta un clima semiárido subtropical con veranos calientes ~48°C y fríos inviernos -12°C. La temperatura y precipitación media anuales son 23.5°C y ~800mm, respectivamente.

OBJETIVO

Evaluar la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos aplicando el método DRASTIC y determinar la evolución hidrogeoquímica del agua subterránea, integrados en un Sistema de Información Geográfica.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

MÉTODO DRASTIC POR MEDIO DE MAPAS TEMÁTICOS

El índice de vulnerabilidad DRASTIC (IVD) resulta de la adición de siete parámetros hidrogeológicos: “D”-Profundidad del nivel freático, “R”-Recarga del acuífero, “A”-Tipo de acuífero, “S”-Tipo de suelo, “T”-Topografía, “I”-Impacto zona no-saturada y “C”-Conductividad hidráulica. Los rangos de clasificación varían entre 1 y 10 (mínimo y máximo potencial de contaminación respectivamente) que son multiplicados por el factor de peso que varía entre 1 y 5 (menor y mayor impacto respectivamente), finalmente la suma permite calcular el IVD (Ecuación 1):

IVD=DrDw+RrRw+ArAw+SrSw+TrTw+IrIw+CrCw (1)

Donde: r = Rango de clasificación de parámetro; w = Factor de peso

La base de datos fue creada a partir de pericias de campo, investigaciones previas y digitalización de mapas oficiales, toda la información se introdujo al SIG. Se crearon siete mapas con la información hidrogeológica, el cálculo del IVD se realizo con “raster-calculator” del software ArcGIS.

EVOLUCIÓN HIDROGEOQUÍMICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA

Se realizó la comparación de la calidad del agua subterránea entre 1981 (25 pozos de la base de datos del INEGI) y 2009 (23 muestras analizadas). Usando el diagrama de PIPER y el SIG se caracterizo el agua subterránea en base a la distribución espacial de los constituyentes para ambos registros. Se comparó la calidad del agua por la posición geográfica entre muestras aguas arriba y aguas abajo de Linares.

CONCLUSIONES

Se crearon diez mapas temáticos del área de estudio. Se elaboro el Modelo Digital de Eelevaciones con resolución de 10x10m. Los valores finales del IVD permitieron la zonación en cinco categorías (método de cuantiles) y son V-(161-194), IV-(151-161), III-(142-151), II-(129-142) y I-(87-129).

La evaluación de la vulnerabilidad denota que los recursos hídricos (agua subterránea y superficial) son sensibles a la contaminación.

GGA-2

TASAS DE EROSIÓN E ÍNDICES GEOMORFOLÓGICOS EN TRES CUENCAS DE DRENAJE AL SUR DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Navarro Lozano José O.[1], Godínez Orta L.[2] y Nava Sánchez Enrique[2]

[1]*Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*

[2]*Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN*

joseoctavio.navarro@gmail.com

Estudios recientes muestran consistencias generales entre las tasas de erosión y la producción de sedimento en una cuenca de drenaje en diferentes periodos de tiempo. Estas consistencias sugieren que a pesar de los cambios substanciales de los controles extrínsecos como lo son los climáticos, hidrológicos, nivel base de erosión y otros cambios ambientales, la producción de sedimento en periodos de tiempo largos pueden más bien estar controlados por factores que son independientes de los cambios ambientales, como por ejemplo los procesos tectónicos, o que el sistema sedimentario fluvial este en un equilibrio dinámico. El objetivo de este trabajo es el de evaluar el sistema sedimentario (producción, transporte y almacenamiento de sedimentos) en tres cuencas de drenaje, a través del cálculo de las tasas de erosión y los índices geomorfológicos.

Las tres cuencas de drenaje (Migriño, El Salto y El Tule), ubicadas en el extremo sur de la península de Baja California son cuencas pequeñas (< 250 km2), de forma elongada, con drenaje subdendrítico a subparaleo. Sin embargo las diferencias geomorfológicas y topográficas entre ellas varían de tal forma que las tasas de erosión son mayores en la cuenca de drenaje Migriño (0-150 ton/ha/año) en comparación con las cuencas El Salto y El Tule en donde el índice de erosión varía de 0 a 100 ton/ha/año. Los resultados de los índices geomorfológicos (Índice de la forma de la cuenca (Bs), índice del gradiente del perfil longitudinal del cauce del arroyo (SL), índice de la relación entre la anchura y la altura del valle), muestran que la cuenca Migriño presenta un mayor control estructural y de pendientes fuertes asociados a laderas de montaña; mientras que en las cuencas de drenaje El Salto y Migriño estos índices reflejan menor control estructural y pendientes más suaves. Por lo anterior se encuentra que son los procesos erosivos los que dominan en la cuenca Migriño y de depósito en las cuencas El Salto y El Tule. Sin embargo, las dimensiones y pendiente de la zona de almacenamiento sugieren que el sedimento se mantiene por más tiempo en las cuencas Migriño y El Tule que en la cuenca El Salto.

GGA-3

DETERMINACIÓN DE LA GEOMETRÍA 3D DEL ACUÍFERO EN LA PARTE SUR DEL VALLE DE MANEADERO, USANDO RESISTIVIDAD D.C.

Serrano Ortiz José[1], Pérez Flores Marco Antonio[1] y Daessle Walter[2]

[1]*Departamento de Geofísica Aplicada, División de Ciencias de la Tierra, CICESE*

[2]*Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC*

sortiz@cicese.mx

El valle de Maneadero se encuentra ubicado a unos 15 Km al sur de la Ciudad de Ensenada B.C., limita al norte con una terraza fluvial, al este por la Sierra de Juárez, al sur por la falla de Agua Blanca y al oeste por el estero de Punta Banda.

El acuífero se constituye principalmente por depósitos aluviales que sobreyacen una fosa tectónica formada por rocas prebatoliticas y batoliticas.

El agua dulce que se almacena en el acuífero viene principalmente de la lluvia que se infiltra a través de los arroyos de San Carlos y las Ánimas en el valle.

Con el propósito de conocer como se distribuye esta agua al acuífero se realizo durante los primeros meses del año que es cuando se tiene una mayor precipitación en la zona, un estudio en la parte sur del Valle de Maneadero empleando el método geofísico de resistividad D.C. Se sabe por estudios previos que dicho acuífero tiene poca profundidad con respecto al nivel del terreno, por lo que el arreglo utilizado fue el dipolo-dipolo debido a su mejor resolución durante los primeros metros de exploración.

El trabajo consistió de 4 perfiles paralelos orientados N-S de 4 Kilómetros de extensión aproximada para tres de ellos mientras que uno cuenta con una extensión de 3 Kilómetros aproximadamente, los cuales atraviesan estos arroyos con el fin de cumplir con el objetivo trazado

Debido a su localización junto al océano pacifico este acuífero ha presentado históricamente problemas de contaminación por intrusión salina, lo que afecta a la población del lugar que depende económicamente de la agricultura, así como también para el consumo humano. Por lo que dicho estudio debido a el área abarcada puede proporcionarnos información actualizada del avance de dicha intrusión al acuífero, esta información puede servir de apoyo a otros trabajos que se han estado realizando recientemente como hidrogeoquímica para la identificación de zonas propicias para la recarga artificial del acuífero, que ayuden a obtener una mejora en la calidad del agua, para el beneficio de la población.

GGA-4

TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS ÁCIDOS CON CALIZAS: PERSPECTIVAS PARA SU USO EN BARRERAS GEOQUÍMICAS

Labastida Núñez Israel[1], Armienta Hernández María Aurora[2], Aguayo Ríos Alejandra[2], Cruz Ronquillo Olivia[2], Ceniceros Bombela Nora Elia[2] y Girón García Patricia[3]

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

[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*

[3]*Instituto de Geología, UNAM*

israelblues@hotmail.com

Los jales mineros constituidos principalmente por sulfuros metálicos y provenientes del procesamiento de los minerales, se han convertido en un grave problema de contaminación ambiental. Con el paso del tiempo la exposición de los sulfuros a agua y oxígeno origina el drenaje ácido de mina (DAM), caracterizado por elevadas concentraciones de metales, sulfatos y un pH ácido, cuyas descargas ocasionan la contaminación de agua y suelo. Entre las alternativas de tratamiento se encuentran las barreras geoquímicas (BG), las cuales consisten en emplazamientos de material reactivo para interceptar el flujo

del DAM; las condiciones químicas generadas dentro de la barrera ocasionan la disminución de la movilidad de los contaminantes. Entre las principales ventajas de utilizar una BG se incluyen su bajo costo de operación y mantenimiento. Entre los materiales de relleno que se utilizan se encuentran las rocas calizas cuya disolución neutraliza la acidez y propicia la adsorción y/o precipitación de los metales y metaloides tóxicos.

En México existen diversas zonas mineras en las que se requieren medidas para el tratamiento del DAM, una de ellas es Zimapán, municipio de Hidalgo. En este sitio se encuentran diversas presas de jales con problemas de oxidación de sulfuros como San Miguel y Compañía Minera Zimapán. No obstante, en la localidad también afloran rocas calizas, hecho que favorece la propuesta de implementar BG para el tratamiento del DAM con las mismas.

El presente trabajo consiste en la caracterización de los jales de las presas mencionadas anteriormente, así como de sus lixiviados (para su posterior tratamiento), reportando tanto su mineralogía, como la concentración total y móvil de metales y de As. Se presenta también la caracterización química y mineralógica de distintas rocas calizas que afloran en el área, que incluye las concentraciones totales de metales y de As, y su potencial de neutralización. En base a los resultados obtenidos con pruebas en lotes, se evalúa de manera preliminar el desempeño de las rocas para tratar soluciones sintéticas con concentraciones de Fe (III) similares a las determinadas en los lixiviados de los jales. Para realizar el tratamiento, se consideraron diferentes tamaños de partícula de las rocas; además, se analizó la disminución de la concentración del Fe (III) y la evolución del pH con respecto al tiempo. Los resultados obtenidos han permitido una selección preliminar de las rocas que pueden emplearse en BG para tratar el DAM de la zona de estudio.

GGA-5 CARTEL

EVALUACIÓN DE EROSIÓN NATURAL Y ANTROPICA DEL SUELO, EN EL VALLE DEL YAQUI

Díaz Gama César Javier, Sámano Tirado Alma Patricia,
Sosa León Jesús Porfirio y Samaniego Ibarra José Jesús
Departamento de Geología, Universidad de Sonora
javierc_gama@hotmail.com

La erosión juega un papel muy importante en la mayoría de los suelos sonorenses, lo cual, representa y constituye un gran riesgo para la producción futura de las actividades agrícolas, ganaderas y forestales del estado.

Dentro de los distintos procesos de degradación de suelos, la erosión es la forma más extendida en el caso de los suelos sonorenses. Se calcula que casi la totalidad de la superficie del estado está afectada por distintos procesos erosivos de diferentes niveles de gravedad. Los procesos de alteración de las rocas son causados por la acción de distintos agentes; físicos y químicos, los cuales continúan con los procesos de erosión que remueven las partículas, principalmente ocasionadas por la acción del agua.

En el presente trabajo se evalúa la erosión natural y antrópica, utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Actualizada RUSLE, un modelo que permite estimar la erosión actual y potencial de los suelos. Esta ecuación es un instrumento que permite establecer una planeación para la práctica y conservación de los suelos para lograr que la erosión actual sea menor que la tasa máxima permisible de erosión (10 t/ha/año) y tener como resultado diferentes escenarios con los distintos grados de erosión en los diversos tipos de suelos.

GGA-6 CARTEL

CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD PALEONTOLÓGICA Y GEOLÓGICA EN LA REGIÓN COSTA DE OAXACA

Guerrero Arenas Rosalía[1], Jiménez Hidalgo Eduardo[1] y Santiago Romero Héctor[2]
[1]*Laboratorio de Paleobiología, Instituto de Recursos, Campus Puerto Escondido, Universidad del Mar*
[2]*Instituto de Ecología, Campus Puerto Escondido, Universidad del Mar*
rosaliaga@zicatela.umar.mx

La geoconservación es una estrategia encaminada a la preservación y conservación de la diversidad geológica. Los criterios para valorar la geodiversidad son de varios tipos; entre ellos se incluyen su valor pedagógico, su valor estético o por representar episodios de la historia geológica de nuestro planeta. Desafortunadamente, este tipo de práctica es inusual en nuestro país, a diferencia de otros países europeos y asiáticos.

Uno de los estados con una geodiversidad importante es Oaxaca; particularmente, la región Costa cuenta con varios rasgos geológicos que pueden conservarse. En este trabajo se presentan tres localidades, de las cuales se analizan sus atributos bajo los criterios establecidos por la Earth Science Conservation Classification, para considerarlas como sitios de geoconservación.

La primera localidad se encuentra en los riscos y acantilados de la playa Punta Colorada, en la periferia oeste de Puerto Escondido. En ellos hay terrazas pleistocénicas con una abundante biota marina, compuesta de gasterópodos, bivalvos, corales, cirrípedos, equinoideos y crustáceos; también se han identificado icnofósiles de invertebrados. Este sitio se propone como un sitio finito dentro de la clasificación mencionada.

La segunda localidad está ubicada en la parte noroeste de la bahía principal de Puerto Escondido, donde se encuentra una falla inversa coincidente con el Lineamiento Colotepec. Este sitio ha sido objeto de prácticas didácticas con resultados positivos por el tercer autor, con el objetivo de sensibilizar a la población local sobre los fenómenos naturales asociados a fallas geológicas. Bajo los criterios de la clasificación de sitios de geoconservación, este sitio se considera como íntegro, con un proceso geomofológico activo.

La última localidad se encuentra localizada en la playa La Ventanilla, a 50 km al sureste de Puerto Escondido, perteneciente a una pequeña comunidad con el mismo nombre. La playa La Ventanilla cuenta con depósitos de placer de ilmenita, rutilo, zircón y leucoxeno, los cuales son susceptibles de explotarse. Este sitio, de acuerdo con la clasificación anterior, cabe en la categoría de sitio finito.

El patrimonio geológico no es renovable, por ello, si llega a destruirse, nunca se recupera. La conservación de la geodiversidad oaxaqueña depende del avance coordinado de diversos actores de la sociedad, como autoridades municipales, estatales, federales, académicos y comuneros para realizar acciones efectivas.

GGA-7 CARTEL

ESTUDIO DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA CAPACITIVA EN SAN ANTONIO TECOMITL, MILPA ALTA, DISTRITO FEDERAL

Zúñiga Lara Rocio[1], Cifuentes Nava Gerardo[1], Chávez Segura René[1], Hernández Quintero Esteban[1] y Cuevas Castellanos Paulina[2]
[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL*
rociozlr@gmail.com

Se realizó un estudio de Tomografía Eléctrica Capacitiva (TRE) en San Antonio Tecomitl en la Delegación Milpa Alta, Distrito Federal. Dicho estudio fue realizado por el Instituto de Geofísica, UNAM, a petición de la propia delegación.

El objetivo del estudio geofísico fue definir zonas de alto riesgo debidas al fracturamiento que apareció en las calles de Agustín de Iturbide y Vicente Guerrero, en donde en esta última se presentan varias edificaciones seriamente dañadas.

La adquisición de los datos de resistividad eléctrica capacitiva (TRE) se realizó con un equipo Ohm-Mapper de la compañía Geometrics. Se utilizó un arreglo completo que consta de un emisor y cinco receptores (TR5). El modo de operación durante el estudio fue de modo discreto, midiendo valores cada metro. A su vez se realizó una nivelación de la zona cada 5 metros.

Los perfiles se midieron en las calles de Francisco Javier Mina (Perfil 1), Vicente Guerrero (Perfil 2), Manuel Doblado (Perfil 3) y Barranca Seca (Perfil 4). Las tres primeras paralelas entre sí y la última perpendicular a estas; la longitud de los perfiles fue de 104 m, 100 m, 70 m y 216 m respectivamente, teniendo un total de 490 m lineales.

Se pueden observar zonas a profundidad que pueden representar riesgo a las edificaciones. Por un lado se tiene zonas de alta resistividad relacionadas con materiales muy mal consolidados o inclusive probables cavidades irregulares, que estarán asociadas a fracturamientos que pueden aún no manifestarse en superficie. Por otro lado existen zonas altamente saturadas probablemente relacionadas al sistema hidráulico local que pudieran en un futuro generar problemas estructurales en la zona.

GGA-8 CARTEL

ESTIMACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE RADÓN-222 EN INTRAMUROS DE 40 CASAS DE LA CIUDAD DE QUERÉTARO

García Martínez Rocío, Kotsarenko Anatoliy,
López Cruz Abeyro José y Pérez Enríquez Román
Centro de Geociencias, UNAM
rociogm@geociencias.unam.mx

Se realizaron mediciones de radón en ambientes intramuros en 40 casas de la ciudad de Querétaro en el 2007. Se encontraron los niveles de concentración más altos en el mes de Octubre y las concentraciones más bajas en Junio. Es posible inferir estas variaciones en función de la diferencia en temperatura, presión atmosférica, ventilación, tipos de materiales de construcción y localización de los sitios de muestreo. El objetivo del presente estudio fue determinar la posible relación entre la distribución espacial del radón y las fallas geológicas. La distribución espacial del radón en los sitios de muestreo revela la influencia de la discontinuidad estratigráfica y estructural de la falla tectónica local.

GGA-9 CARTEL

LA PERCEPCIÓN REMOTA COMO UN AUXILIAR EN LA EVALUACIÓN DE LA EUTROFIZACIÓN EN EL LAGO DE CHAPALA

Membrillo Abad Alejandra Selene
Universidad Nacional Autónoma de México
smembrillo@yahoo.com

El lago de Chapala es el más grande de los lagos interiores de México y se encuentra localizado en dos estados, siendo Jalisco el que alberga un 84% del área total mientras que el 14% se encuentra en el estado de Michoacán. El lago es el principal abastecedor de agua potable de la zona metropolitana de Guadalajara pero presenta problemas de sobreexplotación y de contaminación por lo que se pueden predecir serias disputas por el agua disponible en un futuro cercano. Dada la importancia a nivel nacional de este cuerpo de agua en materia hídrica, ecológica y bienestar social, se han impulsado medidas que garanticen la sustentabilidad del Lago de Chapala.

El presente estudio utiliza técnicas de Percepción Remota (PR) como auxiliares en el monitoreo de la calidad del agua a través de la detección y cuantificación de pigmentos de clorofila, localización de zonas de contaminación y estimación de la pérdida y/o ganancia de áreas; esto último es fundamental para la toma de decisiones respecto al uso del recurso.

La PR ha tenido éxito en numerosos estudios ambientales como herramienta auxiliar en el monitoreo de calidad de agua en particular de detección de pigmentos de clorofila como indicador de eutrofización. En el Lago de Chapala se identificaron y localizaron las principales concentraciones de clorofila en la desembocadura del Rio Lerma y en las orillas del lago. Al utilizar la metodología de análisis de componentes principales en los datos, se pudo identificar la presencia de minerales arcillosos en zonas de profundidades someras en el lago y, asimismo, confirmar las áreas con presencia de clorofila. Se cuantificó la pérdida de área del Lago obteniéndose para un periodo de 13 años una disminución de área de alrededor del 20%. Al área que ha perdido el lago se le ha dado uso en materia de cultivos. Adicionalmente se determinaron los años con mayor presencia de vegetación acuática y el comportamiento de ésta, a través del procesamiento de imágenes multitemporales Landsat MSS, TM y ETM+. La localización de los puntos de contaminación más evidentes determinan que el factor humano es el desencadenante principal de la contaminación eutrófica. Los resultados indican que las herramientas utilizadas proporcionan información fundamental para el monitoreo de calidad de agua.

GGA-10 CARTEL

VULNERABILIDAD SANTIAGO ASTATA OAX

Maciel Flores Roberto, Peña García Laura Elizabeth, Rosas Elguera José, Alatorre Zamora Miguel Angel y Manzano Armas Samantha Saray
Universidad de Guadalajara
romacielf@hotmail.com

En función de las características como son; Morfológicas (terrestres y marinas), dinámica geológica, climatología, economía, infraestructura y unidades de respuesta a emergencias del municipio, es posible definir que la vulnerabilidad existente ante fenómenos tales como; Sismos, tsunamis e inundaciones, es la que se cita a continuación:

a) Media para la infraestructura, debido a que solo una pequeña parte de los asentamientos e infraestructura se ha desarrollado sobre la parte plana baja del municipio que sea factible de ser inundable, porción central, y debido a que una limitada zona se encuentra por debajo de la cota de los 10 msnm, en consecuencia la factilibilidad de afectación ante eventos como depresiones tropicales, tsunamis o cambios climáticos es baja.

b) Media a baja para el ambiente, dado que el municipio es susceptible a sufrir daños en los servicios ambientales que los habitantes requieren.

c) De media a baja para la población, en virtud de la mayoría de esta se ubica en la parte baja plana del municipio, la cual es factible de ser afectada en un alto porcentaje ante los fenómenos perturbadores de la zona.

GGA-11 CARTEL

EVALUACIÓN DE LAS REFORESTACIONES SOBRE FORMACIÓN DE SUELO Y PROPIEDADES HIDROLÓGICAS EN TEPETATE ROJO

Ávila Campuzano Gabriela Rebeca[1], Gutiérrez Castorena María del Carmen[1], Ortíz Solorio Carlos[1], Angeles Villanueva Efrain[2] y Sánchez Guzmán Patricio[1]
[1]*Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo*
[2]*Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM*
avila.gabriela@colpos.mx

En el Valle de México existen zonas severamente erosionadas con afloramientos de tepetate sobre 43 200 ha. Los tepetates son materiales de origen volcánico caracterizandose por su dureza y pueden ser situados a profundidades variables, no permitiendo que las raíces de las plantas se introduzcan en éstos. En 1971 se creó la Comisión del Lago de Texcoco, actualmente Plan Lago de Texcoco (PLT), con la finalidad de subsanar, los problemas ambientales del Ex-Lago de Texcoco y su área de influencia. A partir de 1973 la Comisión inició un programa de conservación del suelo y agua, reforestando las áreas erosionadas, con la finalidad de: 1) controlar el proceso erosivo, 2) retener agua para propiciar la recarga del manto acuífero y 3) evitar las constantes tolvaneras que afectaban la Ciudad de México. Diversos estudios han evaluado este plan, señalando la importancia de conservar esta zona del Valle de México (oriente) por los servicios que ofrece, no sólo al Estado de México, sino también, al Distrito Federal (Ávila, 1963; Valdez, 1971; Pedraza, 1987 y Pedraza et al.,1987; De la O y Fierros, 1987; Gutiérrez, 1988; SAHR, 1990; Becerra, 1992; Adame y Gómez, 1995). Sin embargo, han dejado de lado el evaluar la formación de suelos, la captación de agua y recarga del manto acuífero; esta investigación se basa en los dos puntos anteriores. El presente estudio se realizó en la zona oriente del Estado de México, abarcando Tequexquinahuac, Huexotla y San Miguel Cuatlinchán. Se evaluaron especies forestales arbóreas (Cupressus lindely, Casuarina equisetifloia, Eucaliptus globulus, Pinos teocote y Pinus montezumae) a diferente pendiente, que fueran dominantes, homogéneas, sobre el mismo material parental (tepetate rojo) y se describieron tres perfiles de suelo por especie usando la metodología propuesta por Cuanalo (1975). Se tomaron muestras alteradas e inalteradas de suelo en cada perfil por especie para sus respectivos análisis micromorfológicos (Kubiena, 1939), físicos y químicos (reportados en el manual de Soil Survey Laboratory Staff, 1990). Se obtuvo la edad de individuos por especie para correlacionar la formación de suelo en función del tiempo una vez establecida la reforestación, reportada por SARH, 1990. De las especies evaluadas, Eucaliptus globulus y Casuarina equisetifolia son las especies que más acidifican el suelo; sin embargo, Eucaliptus globulus y Pinus teocote, son las que menos porcentaje de carbono orgánico aportan al suelo. No obstante, cabe destacar que aunque Eucaliptus globulus y Cupressus lindely presentaron mediana a alta densidad aparente y menos cantidad de calcio y magnesio, son las especies que mas formación de suelo tuvieron, junto con Casuarina equisetifolia. Otra parte importante es que Casuarina equisetifolia y Cupressus lindely son las especies que más porcentaje de carbono orgánico aportan al suelo. De los datos anteriormente mencionados, las especies evaluadas que se recomiendan para fines de formación de suelo y captación de agua son Cupressus lindely y Casuarina equisetifolia.

Sesión Regular

GEOMAGNETISMO Y PALEOMAGNETISMO

Organizadores:
Luís Alva Valdivia
Harald Böhnel

GEOPAL-1

ESTUDIO PALEOMAGNÉTICO DE FLUJOS DE LAVA FECHADOS POR AR-AR DEL CAMPO VOLCÁNICO MICHOACÁN GUANAJUATO

Maciel Peña Rafael[1], Gogichaishvili Avto[1], Garduño Monroy Víctor H.[2], Guilbaud Marie-Noëlle[1], Siebe Claus[1], Morales Juan[1] y Aguilar Reyes Bertha[1]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*

[2]*Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*

rafaelmacielmx@yahoo.com.mx

Este trabajo presenta nuevos resultados paleomagnéticos de 74 unidades de enfriamiento independientes pertenecientes al Campo Volcánico Michoacán Guanajuato (CVMG) en el oeste de México. Se muestraron cerca de 750 muestras paleomagneticas estándar de cuatro localidades (Jorullo, Tancitaro, Valle de Santiago y Tacambaro). Todos los sitios estan fechados por el método radiométrico de Ar-Ar y las edades van desde 5 Ma hasta la actualidad.

La paleodirección característica fue aislada para 64 flujos de lava, de los cuales 52 mostraron polaridad normal, 10 invertida y dos intermedia. La principal paleodirección obtenida es I=33.24°, D= 354.7°, #95=4.3º, lo cual corresponde a una posición del polo de Plat= 83.74º, Plong= 347.7º, y #95=4.3º. Estas direcciones son prácticamente indistinguibles de la esperada paleodirección del Plio-Cuaternario, como la obtenida del polo de referencia para el cratón norte americano.

La variación paleosecular se estimo a través de estudiar la dispersión del polo geomagnético virtual dando SB=14.2, SU=16.2 SL=12.7 (límite superior e inferior respectivamente), lo cual corresponde con el modelo G de McFadden et al. (1988, 1991) y la nueva compilación de Johnson et al. (2008) para los últimos 5 Ma.

Se encontraron sitios que no coinciden con lo esperado en los crones de Gauss y Matuyama, que se pueden atribuir a subcrones como el de Reunion, Halawa, Big lost, Lashamps entre otros.

La combinación de otras lavas rediometricamente fechadas provenientes de la Faja Volcanica Trans-Mexicana ofrece 106 lecturas independientes de campo magnetico terrestre obteniendo así el registro paleomagnetico mas completo hasta ahora conocido para los últimos 5Ma.

Palabras clave: Variación paleosecular, Inversiones, TAFI, Plioceno, Pleistoceno, Oeste de México, campo Volcánico Michoacán Guanajuato (CVMG), campo promediado en tiempo (TAF), Dipolo Geocéntrico axial (GAD), Faja Volcánica Transmexicana (FVTM).

GEOPAL-2

PALEOINTENSIDADES DE LAVAS HOLOCENICAS DE LA ISLA DE MAUI, HAWAII

Böhnel Harald[1], Herrero Bervera Emilio[2], Dekkers Mark[3], Hagstrum Jonathan[4] y Champion Duane[4]

[1]*Centro de Geociencias, UNAM*

[2]*Hawaii Institute of Geophysics*

[3]*Utrecht University*

[4]*US Geological Survey*

hboehnel@geociencias.unam.mx

En la isla de Maui en Hawaii se han emplazado al menos 70 flujos de lava durante los últimos 50 ka. Estos se han estudiado por parte del USGS para evaluar el riesgo volcánico y muchos han sido fechados por el método de carbono-14. Tambien muchos se han estudiado paleomagnéticamente para correlaciones entre flujos y para fechamiento magnético (Sherrod et al., 2006). Muestras de la colección del USGS nos fueron proporcionadas para experimentos de propiedades magnéticas y de paleointensidades.

Las propiedades magnéticas estudiadas incluyen determinaciones de temperaturas Curie en una muestra por flujo, y curvas de la histéresis magnética de las mismas muestras. Una muestra por flujo se utilizó para determinaciones de paleointensidades con el método de Thellier-Coe, con el fin de evaluar si serian útiles para este tipo de experimentos. Solo una de 80 muestras cumplió con los criterios de aceptación, las demás 79 fueron rechazadas.

Por esta razón se aplicó el método de multi-especimenes (Dekker & Böhnel, 2006), en parte con el protocolo original, y en otra parte con un protocolo modificado. En este momento contamos con resultados de 15 flujos de lava de los últimos ~16 ka BPcal.

Dekkers, M. and Böhnel, H., 2006. Reliable absolute palaeointensities independent of magnetic domain state. Earth Planet. Sci. Lett., 248, 507-516.

Sherrod, D.R., Hagstrum, J.T., McGeehin, J.P., Champion, D.E. and Trusdell, F.A., 2006. Distribution, 14C chronology, and paleomagnetism of latest Pleistocene and Holocene lava flows at Haleakala volcano, Island of Maui, Hawai'i: A revision of lava flow hazard zones. J. Geophys. Res., 111, B05205, doi:10.1029/2005JB003876.

GEOPAL-3

RESULTADOS PRELIMINARES SOBRE LA VARIACIÓN PALEOSECULAR DEL CAMPO VOLCÁNICO EL PINACATE, SONORA, MÉXICO

Rodríguez Trejo Alejandro[1], Alva Valdivia Luis[1], Vidal Solano Jesús[2], Calmus Thierry[1], Cañón Tapia Edgardo[3] y Montes Osvaldo[4]

[1]*Universidad Nacional Autónoma de México*

[2]*Universidad de Sonora*

[3]*Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada*

[4]*Instituto Politécnico Nacional*

alex_rguez@hotmail.com

El Campo Volcánico El Pinacate (CVP) consta de derrames antiguos que están cubiertos y rodeados de derrames y conos cineríticos más jóvenes. Estos conos son el tipo más común de edificio volcánico, y notablemente abundantes aquí; más de 400 de ellos se concentran en el área de derrames de 1,500 kilómetros cuadrados. Menos comunes, geológicamente hablando, son los grandes cráteres o maars: cráteres formados por explosiones de vapor cuando lava líquida ascendente se encuentra con agua en el subsuelo. Existen ocho maars más un cono de toba (Cerro Colorado, el cual cuenta con su propio cráter) y un anillo de toba (Cráter Díaz). Se reportan resultados de un estudio paleomagnético donde se colectaron muestras de 19 sitios (235 núcleos) de diferentes flujos de lava. Se reportan análisis de propiedades magnéticas (curvas de susceptibilidad vs. temperatura, histéresis, análisis de FORC, IRM y dIRM, etc.), estudios de microscopia y resultados de los procesos de análisis de los espectros de desmagnetización por campos alternos y/o temperatura. No obstante el objetivo principal es calcular la variación paleosecular basado en estudios geocronológicos previos.

GEOPAL-4

AUSTRALASIAN VOLCANIC RECORDS OF THE EARTH'S MAGNETIC FIELD DURING POLARITY TRANSITIONS: PALEOMAGNETIC EVIDENCES FOR A POSSIBLE MANTLE INFLUENCE OVER THE GEODYNAMO?

Camps Pierre[1], Fanjat Gregory[2], Hoffman Ken[3], Perrin Mireille[2] y Poidras Thierry[2]

[1]*CNRS and University of Montpellier, France*

[2]*Géosciences Montpellier, CNRS and Université Montpellier 2, France*

[3]*California Polytechnic State University, San Luis Obispo, California, USA*

camps@gm.univ-montp2.fr

Since three years, we are conducting a regional, temporally comprehensive paleomagnetic study focussed on lavas from Australasia in order to investigate the geomagnetic field behavior, especially during polarity reversals and events, since the Mesozoic. Most available transitional field data are associated with the last 2 Ma of geodynamo history with the number of existing records becoming increasingly sparse as one proceeds back through the tertiary and into the late Mesozoic. Yet, only through a temporally long view can we recognize whether any systematics are present and, if so, whether any spatial changes in the underlying dynamo process has occurred over geological time. Further, these unresolved questions are strongly tied to the controversy as to whether or not core mantle interactions impose an observable influence on the transitional field. We already studied two polarity reversals and one excursion in Australia (Quamby Fall reversal at Tweed volcano, Queensland, ~25.6 Ma (Hoffman et al., PEPI, 2008); Liverpool reversal at Liverpool range, NSW, ~35 Ma; Barrington Top excursion, NSW, ~50 Ma). More recently, we resampled two polarity reversals of late Miocene age (~ 9.0 Ma) recorded successively in the Akaroa volcano, South Island New Zealand.

The transitional VGPs do not appear to be randomly distributed, but rather show a preference to reside either in and about Australasia or in the South Atlantic, even though they represent more than 40 Ma of geomagnetic behavior. More unexpected, intensity determinations from the Liverpool lava flows yielded values stronger during the transitional period than during the stable period that preceded the reversal. Old paleointensity determinations by Sherwood and Shaw (1986) on Akaroa sequence seem to show the same trend. These observations are opposite to what is generally observed during a polarity reversal. An increase in intensity during the reversal would provide an extreme example of increasing secular variation during the reversal. However, the experimental method used for determining the paleointensities from Akaroa lava flows, method of Shaw, is questioned by the scientific community. A check of these data by the conventional Thellier method is in progress.

GEOPAL-5

ESTUDIO PALEOMAGNÉTICO DE FLUJOS DE LAVA ASOCIADOS AL COMPLEJO VOLCÁNICO DE COLIMA

Escutia Saucedo Noemí[1], Gogichaishvili Avto[1], Cortés Cortés Abel[2], Henry Bernard[3], Aguilar Reyes Bertha[1], Morales Juan[1] y Macías José Luis[4]

[1]*Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM*

[2]*Universidad de Colima*

[3]*Instituto de Física de Globo de Paris, Laboratorio de Paleomagnetismo, Saint-Maur, Francia*

[4]*Instituto de Geofísica, UNAM*

escutian@gmail.com

Se reportan resultados paleomagnéticos de 33 flujos de lava pertenecientes a la Faja Volcánica Trans-Mexicana; se recolectaron 275 muestras orientadas del Complejo Volcánico de Colima (CVC). Estos sitios fueron fechados por el método de 40Ar-39Ar y abarcan edades de 240 a 28 ka. Los experimentos magnéticos, que incluyen mediciones de susceptibilidad y ciclos de histéresis, indican que la remanencia es portada en la mayoría de los casos por titanomagnetita pobre en titanio. La magnetización remanente primaria se obtuvo, de la mayoría de los especímenes, usando el tratamiento de Campos Alternos. Dos flujos de lava dieron polaridad intermedia mientras que los flujos restantes dieron polaridad normal como se esperaba para unidades con edades correspondientes al Cron de Brunhes. La paleodirección principal, obtenida de 31 flujos (descartando CO-02 y CO-09', con polaridad intermedia) es I=41.32°, D=356.11°, alfa95=4.7° y k=66, la cual corresponde a la posición del polo con Plat=36.5° y Plong=356.4° y es consistente con la paleodirección obtenida para el cratón Norteamericano. La variación secular, en términos de dispersión angular dio SF=13.9 con SU=11.7 y SL=17.9 (límite superior e inferior, respectivamente) son consistentes con los esperados de la variación dependiente de la latitud del modelo de McFadden et al. (1991) para los últimos 5 Ma. Anisotropía de la susceptibilidad magnética junto con las paleodirecciones medias fueron utilizadas para distinguir entre diferentes flujos de lava contribuyendo así a la cartografía volcánica del CVC.

GEOPAL-6

VARIACIÓN PALEOSECULAR Y REGISTRO DE LA PALEOINTENSIDAD GEOMAGNÉTICA ABSOLUTA DE LA FORMACIÓN POSADAS DEL CRETÁCICO TEMPRANO (MISIONES, ARGENTINA)

Cervantes Solano Miguel, Gogichaishvili Avto, Mena Mabel, Vilas Juan Francisco y Valencio Daniel

Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM

miguel_cervantes@comunidad.unam.mx

En el presente trabajo se reportan los resultados de una investigación de magnetismo de rocas, paleomagnetismo y paleointensidad realizada a 29 flujos de lava (331 núcleos paleomagnéticos estándar) obtenidos en la parte argentina de los basaltos de Paraná, (formación Posadas) con la finalidad de contribuir a estudio de la variación paleosecular del campo magnético de la Tierra durante el Cretácico Temprano y disponer de datos paleomagnéticos confiables acerca de la posición de los polos estables de América del Sur en tiempos del Cretácico. La dirección promedio del paleo campo se determinó empleando 26 de los 28 sitios los cuales muestran una pequeña dispersión dentro del sitio y una alta estabilidad direccional. De ellos, 23 sitios mostraron magnetización de polaridad normal y sólo 3 están inversamente magnetizados. Para analizar la variación secuencial en las posiciones de los polos geomagnéticos virtuales (VGP) se utilizaron ventanas de promedios móviles, interesantemente la trayectoria que sigue el VGP completa casi un ciclo alrededor del polo geográfico y pasa cerca de la ubicación de todos los polos publicados anteriormente para la Provincia Magmática de Paraná . Tanto el polo Paleomagnético como la trayectoria del VGP son significativamente diferentes de las posiciones propuestas en las reconstrucciones realizadas mediante un Hot-Spot, esto puede deberse a la existencia de una real deriva polar o al propio movimiento del Hot-Spot. Sólo quince muestras, procedentes de cinco flujos de lava basáltica, produjeron estimaciones aceptables de paleointensidad. El intervalo de paleointensidades promedio es de 25.2 a 44.0 microTeslas. El intervalo de los VDM's es de 4.8 a 9.9 x 10*22 Am2. Esto corresponde a un valor promedio de 7.7 x 10*22 Am2 el cual representa el 96% de la intensidad del campo geomagnético actual. Estos valores concuerdan con las intensidades relativamente altas ya reportadas para el Cretácico Temprano, las cuales coinciden con algunas inferencias realizadas a partir de simulaciones computacionales previamente publicadas.

GEOPAL-7

ANÁLISIS DE LA ANISOTROPÍA DE LA SUSCEPTIBILIDAD MAGNÉTICA DE LA IGNIMBRITA EL CASTILLO (XALAPA, VERACRUZ) EN LA BÚSQUEDA DE DIRECCIONES Y FUENTE DE FLUJO

Caballero Miranda Cecilia I.[1], Morales Barrera Wendy Vanesa[2], Álvarez Quiñones Miraldelly[3], Alva Valdivia Luis[1], Rodríguez Elizarrarás Sergio[4] y Royo Ochoa Miguel[3]

[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*

[2]*Centro de Ciencias de la Tierra, UV*

[3]*Facultad Ingeniería, UACH*

[4]*Instituto de Geología, UNAM*

cecilia@geofisica.unam.mx

Se presentan los resultados de un estudio de anisotropía de susceptibilidad magnética (ASM) correspondiente a 14 sitios (176 núcleos, 360 especimenes) de la Ignimbrita Castillo. Esta unidad, de 2.44 a 2.21 Ma aflora al E-SE de Xalapa, Veracruz, con un espesor promedio de 35 m (Morales-Barrera, 2009). Sobreyace a una paleogeografia modelada por depósitos de lava y avalancha que cubren a un basamento mesozoico calcáreo. Es una ignimbrita consolidada a no consolidada parcialmente cubierta por lavas del Campo Monogenético de Xalapa, CVMX (Rodríguez et al 2010). Las evidencias petrológico-texturales sugieren una posible fuente no identificada al NW del área de afloramientos, no obstante solo el 50% de las direcciones inferidas a partir de la ASM coinciden con esta propuesta (direcciones flujo al SE), las restantes direcciones apuntan hacia el SW, debido ya sea a basculamiento de bloques ocasionado por el fallamiento presente en la región (de direcciones NW-SE y NE-SW) o bien en virtud al efecto de la paleogeografía (pendiente general hacia el SSE?).

Se destacan los sitios con ASM de difícil interpretación: falta de imbricación bien definida, asimetría en la distribución de los ejes principales y alta dispersión. Estos últimos sugieren más de una población estadística una de las cuáles es aislada y empleada en las inferencias de las direcciones de flujo como la correspondiente con la señal de la ASM de la matriz, en tanto que las otras se consideran como señales de líticos y/o pómez incluidas o bien efecto de la mineralogía magnética de dominio sencillo.

GEOPAL-8

ESTUDIO PALEOMAGNÉTICO DE LA FORMACIÓN CHIVILLAS, TEHUACÁN, ESTADO DE PUEBLA

García Amador Bernardo Ignacio[1], Ortega Guerrero Beatriz[2] y Mendoza Rosales Claudia[3]

[1]*Facultad de Ingeniería, BUAP*

[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*

[3]*Departamento de Ingeniería Geológica, Facultad de Ingeniería, UNAM*

apeironbiga@hotmail.com

El presente trabajo expone el estudio paleomagnético de la Formación Chivillas, ubicada al noreste de la ciudad de Tehuacán e identificada como una secuencia vulcanosedimentaria del Barremiano acumulada en un ambiente de talud marino. El estudio de la zona está apoyado en el análisis de 5 afloramientos de lavas almohadilladas de composición andesítica distribuidos en la Fm. Chivillas, 2 de ellos localizados entre dos niveles que han sido fechados por circones detríticos con una edad aproximada de 126 Ma. La determinación de la mineralogía portadora de la magnetización, la obtención de las direcciones de magnetización primarias y la comparación de los polos paleomagnéticos con la curva de la deriva polar aparente, ayudarán a estimar la magnitud y dirección de los desplazamientos en la unidad. La aportación de los datos paleomagnéticos de la Fm. Chivillas, serán de utilidad para la interpretación e historia de la apertura del golfo de México.

GEOPAL-9

REGISTRO DE EXCURSIONES DEL CAMPO GEOMAGNÉTICO EN SEDIMENTOS LACUSTRES DE LA CUENCA DE CHALCO, MÉXICO

Ortega Guerrero Beatriz[1], Herrera Hernández Dimitris[2], Lozano García Socorro[3] y Caballero Miranda Margarita[1]

[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*

[2]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM*

[3]*Instituto de Geología, UNAM*

bortega@geofisica.unam.mx

La cuenca de México es un sitio tropical de altura (2,250 m snm) que contuvo un extenso sistema lacustre. Un conjunto de cuatro núcleos de hasta 120 m de profundidad fue colectado en sedimentos lacustres de la subcuenca de Chalco (cuenca de México). La extrapolación lineal de fechamientos de 14C de trabajos previos en los 25 m superiores, sugieren que la secuencia de 120 m podría abarcar los últimos 230,000 años. Con el propósito de documentar el registro de excursiones del campo geomagnético en los sedimentos lacustres, fueron colectados de manera continua canales en U ("U-channels") en los de los núcleos (sin orientación azimutal) que contienen la secuencia.

La magnetización remanente natural de los sedientos en los canales en U fue medida en un magnetómetro criogénico de la Universidad de Minnesota, en intervalos de 1 cm. Después de la deconvolución de la señal, la presencia algunas inclinaciones bajas o negativas de la NRM sugieren la presencia de excursiones geomagnéticas. A la fecha, únicamente cinco secciones de 1 m de longitud con inclinaciones anómalas han sido desmagnetizadas progresivamente por campos alternos entre 5 y 170 mT. Las direcciones son mayormente estables en campos entre 10 y 40 mT, y el campo medio destructivo es menor de 50 mT. De acuerdo al modelo de edad preliminar, estas inclinaciones anómalas pueden corresponder a los eventos Laschamp (ca. 41,000 años), Blake (ca. 120,000 años) y Pringle Falls (ca. 220,000 años).

GEOPAL-10

ESTUDIO DE MAGNETISMO AMBIENTAL, PARA LA DETERMINACIÓN DE PALEOCLIMAS Y PALEOAMBIENTES, EN LA CUENCA DE SERDAN ORIENTAL

Wogau Chong Kurt y Böhnel Harald
Centro de Geociencias, UNAM
khwogau@geociencias.unam.mx

El magnetismo ambiental, ha demostrado ser una herramienta útil, para el estudio de paleoclimas y paleoambientes, utilizando diferentes materiales geológicos. El presente estudio tiene como objetivo, conocer la variación climática para el centro de México en los últimos 10 mil años, utilizando los sedimentos del lago Aljojuca y Jalapazquillo, ubicados en la Cuenca de Serdan Oriental, realizando un análisis de alta resolución de la granulometría magnética, a través de parámetros como susceptibilidad magnética, curvas de histéresis, magnetismo remanente isotermal, magnetismo remanente anistérico, temperaturas de Curie y observaciones directas con microscopio de barrido electrónico. Los resultados obtenidos, serán comparados con otros "proxys" ambientales como: análisis de polen, elementos químicos, los fechamientos se realizaran a través de carbono C14 y en base a estos se establecerá la tasa de sedimentación, todos estos datos complementaran, la interpretación obtenida del análisis de los minerales magnéticos. Como objetivos secundarios, se aportaran datos a la curva de variación secular para el Holoceno en México y se compararan los registros climáticos obtenidos con registros históricos de la zona arqueológica de Cantona, ya que su repentino abandono hacia el 950 d,C, representa un gran enigma en la arqueología moderna y se cree que tal vez pudo ser producto de una gran sequía en la zona.

GEOPAL-11

NANOPARTÍCULAS DE ILMENITA EN TITANOMAGNETITA Y SUS IMPLICACIONES POR EFECTO DE LA TEMPERATURA DURANTE SU EVOLUCIÓN MAGMÁTICA

Rivas Sánchez M. Luz y Alva Valdivia Luis
Instituto de Geofísica, UNAM
mlrivass@hotmail.com

Este estudio muestra la caracterización, a escala nanométrica, de muestras de rocas ígneas con un contenido promedio de tianomagnetita del 12%. Los resultados obtenidos a través de técnicas de microscopia electrónica de transmisión de alta resolución, permitieron identificar nanopartículas de ilmenita contenidas en magnetita formando agregados nanoestructurados. La titanomagnetita está asociada principalmente a olivino y piroxenos. Las nanopartículas de ilmenita en magnetita se forman por un proceso de nucleación por variaciones en el gradiente de temperatura, promoviendo la formación de nanocristales o nanopartículas estables de ilmenita, distribuidas en forma homogénea en la magnetita.

Los procesos geológicos que actúan en la naturaleza durante la evolución magmática, dan lugar a minerales nanoestructurados con características físicas y químicas particulares, formados a temperaturas definidas. El estudio de los minerales nanoestructurados como la ilmenita y otros del grupo de los silicatos, permitiría su uso como minerales índice o tipo de las condiciones termodinámicas que prevalecieron durante su cristalización y consolidación del magma, desde una etapa ortomagmática de mayor temperatura a una etapa final hidrotermal.

GEOPAL-12

HOJAS DE FICUS BENJAMINA COMO CAPTADORES DE PARTÍCULAS PROVENIENTES DE EMISIONES URBANAS Y LA EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN MEDIANTE EL USO DE MÉTODOS MAGNÉTICOS

Ávalos Antonia[1 y 2], Aguilar Reyes Bertha[2], Carvallo Claire[3], Gogichaishvili Avto[2], Bautista Zúñiga Francisco[4] y Martínez Cruz Juan[5]
[1]*Instituto Tecnológico Superior de Tacámbaro*
[2]*Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM*
[3]*Institut de minéralogie et de physique des milieux condensés, France*
[4]*Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM*
[5]*Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM*
to_avalos@hotmail.com.mx

Se estudiaron 34 muestras de hojas de árbol de la especie ficus benjamina, tomadas en 17 puntos de la ciudad de Morelia, a lo largo de dos campañas: enero y junio de 2010. Las muestras tomadas en avenidas muy transitadas muestran valores de la susceptibilidad magnética hasta 20 veces mayor que el de las muestras tomadas en lugares sin influencia vehicular. El parámetro S-200 (IRM-200/SIRM) se encuentra por arriba de 0.9; esto, aunado a la forma de las curvas de adquisición de IRM y las curvas k-T, apunta a que la magnetita es el portador magnético más probable. Las observaciones realizadas en Microscopio electrónico de barrido, permitieron elucidar el probable origen de las partículas magnéticas retenidas en las hojas.

GEOPAL-13

ROCK MAGNETIC AND PETROLOGICAL PROPERTIES OF MEXICAN HOST ROCKS AND FE-ORE MINERALS

Alva Valdivia Luis
Universidad Nacional Autónoma de México
lalva@geofisica.unam.mx

Detailed rock magnetic and petrological properties from the major Mexican Fe-ore deposits, as: intensity and direction of the natural remanent magnetization, magnetic susceptibility values, magnetic domain type and detailed demagnetization are used to constraint the magnetic anomaly interpretation and to infer the possible relationship among the distinct components and their genetic evolution. This will largely reduce the non-unicity implicit in the magnetic processing (modelling), resulting in a more realistic interpretation of the proposed bodies since the geological point of view. Several techniques to observe the opaque minerals directly were used: optical microscopy, microprobe, magnetic force microscopy, high resolution transmission electronic microscopy and Mössbauer spectroscopy. Results of these observations together with rock magnetic properties and magnetic anomaly interpretation were used to propose hypothesis about the possible origin of each Mexican Fe-ore deposit studied.

GEOPAL-14 CARTEL

RESULTADOS PALEOMAGNÉTICOS Y CARACTERÍSTICAS MAGNÉTICAS DE LA SECUENCIA NEÓGENA DE COLADAS BASÁLTICAS DE LA RAJITA (LA GOMERA)

Caccavari Garza Ana[1], Calvo Rathert Manuel[2], Gogichaishvili Avto[1], Soler Vicente[3], Vegas Nestor[4] y Aguilar Reyes Bertha[1]
[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Universidad de Burgos, España*
[3]*Estación Volcanológica de Canarias, España*
[4]*Universidad del País Vasco, España*
anavari@gmail,com

Se presentan resultados de experimentos de magnetismo de las rocas, paleomagnetismo y microscopía desarrollados en muestras de la secuencia (11 coladas y un dique) Neógena de La Rajita (La Gomera, islas Canarias). Las curvas termomagnéticas permiten distinguir tres tipos de muestras: (i) Magnetita como único portador de remanencia (tipo H); (ii) una fase principal con TC = 450ºC y magnetita (tipo M); (iii) una fase con TC =120 a 200ºC y otra con TC = 400ºC (tipo L). Los parámetros de la curva de histéresis sugieren un comportamiento seudo-monodominio en la mayor parte de las muestras. Los experimentos de paleomagnetismo revelan un único componente paleomagnético, de

dirección correspondiente a una polaridad inversa. La dirección media de la secuencia es D= 188,2º e I = -35,4º (k=46,; #95 = 6,4º) y se obtiene un polo paleomagnético de longitud #=150,7º y latitud # = 78,8º (k=59,4; A95 = 5,7º). Se analizó la variación secular a partir de la dispersión de los polos geomagnéticos virtuales. Su dispersión angular SB = 5.9, con límites

de confianza superior Sup=8.0 e inferior Slow= 4.6. Esta dispersión es claramente inferior a la media correspondiente a su latitud durante los últimos

5 Ma., por lo que la secuencia de coladas fue probablemente emitida en un intervalo de tiempo relativamente corto. Para estimar la duración de dicho intervalo, se compararon los resultados paleomagnéticos con datos geomagnéticos actuales del observatorio de Güimar en Tenerife y del Campo de

Referencia Geomagnética Internacional (IGRF). La emisión de las lavas pudo durar de 6 a 9 siglos.

GEOPAL-15 CARTEL

NUEVOS RESULTADOS PALEOMAGNÉTICOS Y DE PALEOINTENSIDAD DE LA REGIÓN DE DZAVAKHETI (GEORGIA, CÁUCASO)

Calvo Rathert Manuel[1], Gogichaishvili Avto[2], Bógalo María Felicidad[1], Vegas Nestor[3], Carrancho Ángel[1] y Sologashvili Jemal[4]

[1]*Departamento de Física, Universidad de Burgos, España*

[2]*Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM*

[3]*Departamento de Geodinámica, Universidad del País Vasco, España*

[4]*David Agmashenebeli University, Tbilisi, Georgia*

mcalvo@ubu.es

El campo magnético terrestre experimenta una constante variación de su dirección e intensidad, y pueden distinguirse diferentes tipos de variaciones según la magnitud, duración y carácter regional o global de las mismas. La variación de efectos más pronunciados es el cambio de polaridad mientras que la variación secular se caracteriza por un cambio de menor magnitud y más continuo de su dirección e intensidad. Las rocas volcánicas pueden proporcionar un registro fiel e instantáneo del campo magnético terrestre y permiten la obtención de datos de paleointensidad absoluta, por lo cual el estudio de secuencias de coladas volcánicas constituye un campo de investigación de gran interés.

Una de las principales características del Cáucaso es la actividad volcánica continuada que ha experimentado desde el Jurásico a la actualidad. Los resultados del presente estudio se obtuvieron en muestras de la región de Dzavakheti en el sur de Georgia, una zona en la que la principal actividad volcánica tuvo lugar entre el Plioceno medio y el Pleistoceno.

En el Este de la región de Dzavakheti se tomaron muestras de la secuencia de Mashavera, de 1,8 a 2,5 Ma y constituida por 11 coladas basálticas localizadas bajo el yacimiento paleoantropológico de Dmanisi. Asimismo se tomaron muestras de las 4 coladas de la sección de Kvemo Orozmani, de la misma edad que la de Mashavera y de las 3 coladas de la sección de Zemo-Karabulakhi, de 2,5 a 2,6 Ma de edad. En el oeste de la región se muestreo la secuencia de Diliska, en la cual la edad de las coladas varía entre 3,3 y 2,1 Ma.

Se llevaron a cabo experimentos de magnetismo de las rocas entre los cuales se incluyeron la medida de curvas termomagnéticas y la determinación de los parámetros de la curva de histéresis. Las curvas de magnetización en función de la temperatura mostraron un comportamiento simple en la mayoría de los casos, con titanomagnetita baja en Ti como único portador de la remanencia y con un alto grado de reversibilidad. Sin embargo, un 30% de las curvas presentó una trayectoria irreversible, mostrando dos fases en la curva de calentamiento y sólo una (magnetita) en la de enfriamiento.

El análisis paleomagnético mostró la presencia de una única componente en la mayoría de los casos, principalmente en la secuencia de Mashavera, y de dos componentes, superpuestos en mayor o menor medida, en algunos otros casos. Se pudo aislar una componente característica en todas excepto en dos coladas, obteniéndose una polaridad positiva en todos menos en un caso.

Los experimentos de paleointensidad se llevaron a cabo con el método de Coe. Se obtuvieron resultados satisfactorios en 28 de 84 muestras, principalmente de la secuencia de Mashavera. Los resultados de la mayor parte de las coladas oscilan entre 36 y 41mT , aunque dos coladas muestran valores superiores 60 mT. La paleointensidad media de todas las coladas es F = (46 ± 15) mT.

GEOPAL-16 CARTEL

LOS DIQUES EOCENICOS DEL BLOQUE MICHOACAN: PALEOMAGNETISMO E IMPLICACIONES TECTÓNICAS

Rosas Elguera José[1], Aguilar Reyes Bertha[2], Gogichaishvili Avto[2], Rocha Macario[3], López Martínez Margarita[4] y Maciel Roberto[5]

[1]*Centro Universitario de los Valles, UDG*

[2]*Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM*

[3]*Servicio Geológico Mexicano*

[4]*Departamento de Geología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE*

[5]*Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, UDG*

jrosaselguera@yahoo.com

La subducción oblicua de la placa Farallon por debajo de la placa de Note América es un proceso que ha afectado por mucho tiempo el centro-oeste de México. Como resultado quedaron placas más pequeñas (por ejemplo, la placa de Cocos), varios sistemas de fallas que delimitan bloques corticales (por ejemplo, bloque de Michoacán) y arcos magmáticos (por ejemplo, el magmatismo Paleoceno-Oligoceno y la Faja Volcánica Trans-Mexicana). Aquí reportamos resultados magnéticos y paleomagnéticos de la zona de Tecalitlan, ubicada en el bloque Michoacán. Se muestrearon dieciséis sitios (alrededor de 150 muestras orientadas) de diques de diabasa, uno de ellos fue fechado radiométricamente (35.0 ± 1.8 Ma). Los experimentos sobre las propiedades magnéticas de la roca permitieron identificar los portadores magnéticos y evaluar de su estabilidad paleomagnética. En la mayoría de los casos las mediciones continuas de temperatura vs susceptibilidad evidenciaron curvas razonablemente reversibles con puntos de Curie cercanos a la de magnetita. Se obtuvieron direcciones paleomagnéticas confiable para 12 sitios. La dirección paleomagnética media obtenida en este estudio es I=33.1°, D=345.0°, k=25, #95=8.9° y la posición paleomagnética polar media correspondiente es Plat=75.7°, Plong=166.6°, K=31, A95=8.0°. La inclinación media coincide razonablemente bien con el valor esperado, según se deduce de los polos de referencia para América del Norte pero la declinación magnética no es significativamente diferente de la esperada lo que no corresponde a una rotación tectónica izquierda de unos 20º como previamente se había reportado para el bloque Michoacán. Basándose en los resultados paleomagnéticos obtenidos en este estudio junto con los existentes para esta parte del Bloque Michoacán, se propone un modelo sencillo que sugiere que en algún momento en la época del Eoceno el vector de convergencia de la placa Farallón en relación con la placa de Norteamérica era normal a la trinchera para luego lograr una convergencia oblicua.

GEOPAL-17 CARTEL

ESTUDIO DE PALEOINTENSIDADES EN EL VALLE DE QUERÉTARO UTILIZANDO EL MÉTODO MULTISPECIMEN PARALLEL DIFFERENTIAL PTRM

Reyes Moreno Jessica[1], Böhnel Harald[2] y Yutsis Vsevolod[1]

[1]*Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León*

[2]*Centro de Geociencias, UNAM*

jessica.reyesm@hotmail.com

Lo que se esta haciendo es un estudio de paleointensidades del valle de Querétaro con el método propuesto por el Dr. Harald Böhnel y colaboradores, multispecimen parallel differential pTRM; donde se quiere conocer si la paleointensidad de la lava es similar a la que tiene el contacto quemado en sedimentos lacustres.Al igual que conocer sus paleodirecciones.

Para tal propósito se ha recolectado 26 núcleos del sitio del Tlacote. Se ha medido la NRM usando las coordenadas geográficas al igual que la susceptibilidad de cada muestra utilizada para saber la paleodirecciones del sitio, después de haber sido calentadas a varias temperaturas que van desde 20°C (temperatura ambiente) a 550°C.

Para llevar acabo el nuevo método, los núcleos se desmagnetizaron todos a una temperatura de 450°C aplicándoles un campo magnético desde 0 a 70 µT; seguido de la medición de la susceptibilidad y la NRM cada vez que se le aplicaba un nuevo campo para ver su cambio.

GEOPAL-18 CARTEL

GEOLOGÍA DE SISMOS Y TSUNAMIS UTILIZANDO MÉTODOS MULTIPROXY: PROPIEDADES MAGNÉTICAS DE SEDIMENTOS –UNA NUEVA HERRAMIENTA PARA ESTUDIOS DE DEPÓSITOS DE TSUNAMI, BAHÍA DE POTOSÍ, GUERRERO, MÉXICO

Rangel Velarde Violeta[1], Ramírez Herrera Teresa[1], Aguilar Reyes Bertha[2], Gogichaishvili Avto[2] y Morales Juan[2]

[1]*Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM*

[2]*Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM*

vrangel@pmip.unam.mx

Los estudios de registros sedimentarios son útiles para determinar cambios en el nivel de la costa generados por grandes sismos y para identificar sus tsunamis. En este trabajo analizamos sedimentos de marismas en núcleos y trincheras extraídos por primera vez en la Bahía de Barra de Potosí, en las costas de Guerrero, México. Dicha costa se extiende paralela al margen activa de subducción, la cual es propensa a producir grandes sismos y ha tenido antecedentes de tsunamis en tiempo histórico reciente, como el evento ocurrido en 1985. Utilizamos un método multiproxy que incluye análisis estratigráficos, granulometría, contenido de materia orgánica y microfósiles indicadores (diatomeas). Aquí exploramos la viabilidad de utilizar las propiedades magnéticas de los sedimentos en estudios de depósito de tsunami, una técnica menos utilizada y solo aplicada una vez en el tsunami de Lisboa en 1755.Así mismo, el método propuesto consiste en determinar otros parámetros magnéticos tradicionales como la susceptibilidad magnética total y su dependencia con la frecuencia, magnetizaciones remanentes, isotermales, anistéricas, así como ciclos de histéresis. Como un parámetro adicional, introducido por primera vez en este tipo de estudios, analizamos la anisotropía

de la susceptibilidad magnética, la cual parece ser el proxy más adecuado para identificar la influencia de tsunamis en unidades sedimentarias.

GEOPAL-19 CARTEL

UNA COMPARACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE ANISOTROPÍA DE SUSCEPTIBILIDAD MAGNÉTICA DE LAS BRECHAS DE IMPACTO DEL CRÁTER DE CHICXULUB: UNAM-5 Y YAXCOPOIL-1

Velasco Villarreal Miriam y Urrutia Fucugauchi Jaime
Instituto de Geofísica, UNAM
fatima_miriam@hotmail.com

El evento de impacto del cráter Chicxulub ocurrido hace 65.5 Ma en el límite K/Pg involucró una gran cantidad de energía que afecto toda la vida terrestre. Las etapas iniciales durante la generación del impacto involucraron altas condiciones energéticas con presiones y temperaturas extremas de deformación y fragmentación del material del punto de impacto (Melosh, 1989). El eyecta de impacto está formado por mezclas dinámicas de material fragmentado, fundido y vaporizado del sitio del choque y del bólido. Las plumas de eyecta con gases calientes y restos sólidos se expandieron a grandes velocidades; el colapso de la pluma de eyecta dio como resultado los depósitos de relleno próximos, los cuales registran la información del mecanismo de transporte y condiciones de emplazamiento del material.

Para este estudio se obtuvieron muestras de la sección de impactitas del Yaxcopoil-1 (Yax-1) (100m) y del UNAM-5, (172 m). Los dos se localizan cerca del centro de la estructura de impacto a ~ 62 Km y 110 Km, respectivamente. El análisis de la fábrica magnética mediante anisotropía de susceptibilidad magnética (AMS) del eyecta de impacto muestra la complejidad del material formado. El Yax-1 ha sido subdividido en 6 unidades (Stoeffler et al., 2004, Kring et al., 2004, Dressler et al., 2004), El UNAM-5 ha sido subdividido en 4 unidades. Los parámetros de anisotropía de susceptibilidad magnética (AMS) presentan algunas similitudes y diferencias. El grado de anisotropía Pj, lo presentan bajo, dentro del rango de las rocas volcánicas y sedimentarias. En general A partir de los 450 m – 504 m del las muestras del UNAM-5, se presenta una fábrica oblada y desde los 332-450 m, la fábrica es prolada. El Yax-1 no presenta una fábrica definida evidente. La susceptibilidad magnética, K, y la NRM varían por el tipo de matriz, textura y cambios de color con la profundidad a través de la secuencia. En el UNAM-5 la susceptibilidad es menor que la del Yax-1, mientras la intensidad de la magnetización varía entre 0.01 y 1 A/m.

Considerando que ambos pozos están localizados cerca del centro de la estructura, el Yax-1 dentro del cráter y el UNAM-5 fuera, casi en línea recta, separados aproximadamente 48 Km, es interesante observar, en primer lugar, la diferencia en la cantidad del material de impacto, donde el UNAM-5 tiene casi el doble del Yax-1. En general, los ejes principales en las proyecciones ortográficas, en conjunto, de cada pozo analizado no muestran una dirección definida. Sin embargo, al separar por unidades y estas a su vez por ejes principales, se observan ciertas distribuciones que podrían sugerir alguna dirección. La pobre definición de las proyecciones puede deberse al mecanismo de transporte y depósito que hubo para cada unidad en las impactitas y además la distancia que existe entre cada pozo y el centro del cráter es importante. Sin embargo hacen falta más estudios en pozos donde se presenta la brecha de impacto.

GEOPAL-20 CARTEL

ESTUDIO DE PROPIEDADES MAGNÉTICAS EN REGOSOLES DEL VOLCÁN NEVADO DE TOLUCA

Rivas Ortiz Jorge
Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM
jorger@geofisica.unam.mx

El Nevado de Toluca es el cuarto volcán más alto del país y uno de los más estudiados con diferentes métodos y diferentes enfoques. Sin embargo también es uno de las regiones con menos estudios sobre sus suelos. En este trabajo se presentan los resultados preliminares del análisis de parámetros de magnetismo de rocas en cinco perfiles de suelo ubicados en los alrededores del cráter. Los cinco perfiles han sido clasificados, en su unidad fundamental, como Regosoles. El objetivo del estudio es poder establecer la relación que existe entre los procesos pedogénicos y su comportamiento magnético, y establecer la forma en que interactúan estos con las condiciones ambientales. Los parámetros magnéticos analizados se caracterizan por la presencia y ausencia de un aumento magnético superficial (localizado solo en uno de los perfiles), y que no se habría reportado en trabajos previos realizados sobre secuencias de paleosuelos próximos al volcán. Los suelos son controlados en su mayoría por fases magnéticas suaves con poca alteración como Titano-(magnetita-maghemita), con mezclas de tamaños de partícula, y la presencia de partículas ferrimagnéticas. El comportamiento registrado en los parámetros magnéticos sugiere que las condiciones dentro del volcán han sido estables, con ligeras variaciones. Son procesos como crioclastia, termoclastía, acumulación, traslocación, oxidación los principales responsables de controlar la evolución del suelo y su comportamiento magnético. Otros factores que también intervienen para la transformación de la mineralogía magnética, controlando sus tasas de alteración y distribución de tamaño de partícula son el drenaje, relieve erosión e intemperismo del suelo.

GEOPAL-21 CARTEL

PRELIMINARY PALEOMAGNETIC AND MICROSCOPY RESULTS OF EL JORULLO VOLCANO, MICHOACÁN, MÉXICO

González Rangel José Antonio, Alva Valdivia Luis y Rivas Sánchez M. Luz
Instituto de Geofísica, UNAM
antoniog@geofisica.unam.mx

Jorullo is a cinder cone volcano in the Michoacan-Guanajuato volcanic field. It has four smaller cinder cones which have grown from it. The vents of Jorullo are aligned in a northeast to southwest direction. Lava from these vents spread over nine square km around the volcano. Later eruptions produced lavas that had higher silica contents making them thicker than the earlier basalts and basaltic andesites lavas. Its crater is about 400 by 500 m wide and 150 m deep. Jorullo was born on September 29, 1759. Its eruptions keep for 15 years. Jorullo grew 250 m from the ground in the first six weeks. The eruptions were phreatic and phreatomagmatic. They covered the area with sticky mud flows, water flows and ash falls. All but the youngest lava flows were covered by this ash fall. Later eruptions were magmatic with neither mud nor water flows. This 15 year eruption was the only one Jorullo ever had, and was the longest cinder cone eruption known. Five lava flows of these 15 year eruption period (from the base to the top) were sampled to determine the rock magnetic properties (IRM, hysteresis, k vs. high T), optical microscopy and paleointensity of the magnetic field at that time.

GEOPAL-22 CARTEL

MINERALES A ESCALA NANOMÉTRICA: CARACTERIZACIÓN Y TÉCNICAS INSTRUMENTALES PARA SU ESTUDIO

Rivas Sánchez M. Luz y Alva Valdivia Luis
Instituto de Geofísica, UNAM
mlrivass@hotmail.com

El interés científico por conocer y estudiar el comportamiento inusual que presentan algunos minerales en sus propiedades físicas y químicas motivó al desarrollo de una ruta de investigación dirigida al estudio de minerales a escala nanométrica (tamaños menores a 50 nm), con objeto de conocer y explicar lo que no esta al alcance de una visión microscópica y penetrar a una nueva dimensión y conocimiento. La investigación inicia con el estudio por microscopia de polarización con luz transmitida y reflejada, además de contar con apoyo de microsonda electrónica de barrido con análisis multielemental y difracción de rayos X. Estos estudios son la base para la selección de muestras y su posterior estudio nanoscópico. En la caracterización de minerales a escala nanométrica se emplearon diferentes técnicas, a saber: 1) Caracterización mineralógica (cristalografía) y textural (tamaño-forma) de minerales nanoestructurados; 2) Análisis del comportamiento inusual de nanopartículas minerales en sus propiedades físicas, químicas y magnéticas; 3) Asociación mineralógica y textural de nanopartículas minerales; y 4) Implicaciones sobre su origen y ambiente de formación. Las técnicas nanoscópicas e instrumentales empleadas fueron: microscopia electrónica de transmisión de alta resolución, microscopia de fuerza atómica y magnética, espectroscopía de Mössbauer, espectroscopía Raman, análisis térmico diferencial y gravimétrico, ciclos de histéresis, adquisición del magnetismo remanente isotermal, susceptibilidad magnética dependiente de la frecuencia y de la temperatura.

GEOPAL-23 CARTEL

ANISOTROPY OF MAGNETIC SUSCEPTIBILITY (AMS) DATA FROM THE NEOGENE VOLCANIC SUCCESSION THAT CROP OUT IN CENTRAL SIERRA JUAREZ AND NORTHERN SIERRA LAS TINAJAS, NORTHEASTERN BAJA CALIFORNIA, MEXICO: PRELIMINARY RESULTS

Mendoza Borunda Ramón, Cañón Tapia Edgardo,
Suárez Vidal Francisco y Gradilla Martínez Luis Carlos
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada
rmendoza@cicese.mx

In the present work we are going to review the AMS data measured in samples from one of the largest volcanic provinces located in northern Baja California: The Sierra Juarez-Las Pintas Volcanic Province of Gastil et al. (1975). The aim of the study consist on the characterization of the magnetic petrofabric of some of the volcanic units that crop out in this area. Also, the discussion is oriented, based in the AMS parameters obtained, in relation to the source of the AMS signature, the flow direction for these volcanic deposits, and the geologic significance of the data. The collected cores for this research came from a bimodal volcanic succession of late Miocene age, composed of an extensive ignimbrite unit and few dispersed basaltic flows that crop out in central Sierra Juarez and northern Sierra las Tinajas. The former is a zoned, sheet-like pyroclastic flow deposit, composed of three distinctive members: a

basal unwelded white tuff, a mid-section unwelded orange tuff, and an upper red welded tuff; the latest are few olivine-rich basalt flows. The analyzed samples were collected in five (geographic) sites that together define a NE-SW section across the Sierra Juarez Escarpment, in the western boundary of the so-called Gulf Extensional Province. In each of these sites, actually, we sampled a stratigraphic column composed of few members or geologic units. We drilled from each of these units at least 10 cores, and from each stratigraphic section between 20-40 cores depending on the number of geologic units that were cropping out in the site. The total number of analyzed cores is ~ 160. The preliminary results show that, nonetheless the vertical and lateral variations of some of the AMS parameters in the different sites where the ignimbrite was sampled, we can draw few general conclusions from them: (1) the ignimbrite unit as a whole display an AMS ellipsoid shape dominantly oblate to strongly- oblate; (2) the mean susceptibility (Km) and the anisotropy degree (P) parameters show a nice positive correlation; and (3) the "orientation distribution" of the principal axes of magnetic susceptibility result very complex if we work together all the data. Regarding the basalts, we can say that they correlated well with an oblate to strongly-oblate AMS ellipsoid shape. In terms of their Km they clearly separate in to two populations. The orientation distribution derived from them is a complex one, if the data are grouped together.

GEOPAL-24 CARTEL

LAS RAZONES DE LOS VALORES INESPERADOS DE DIRECCIONES PALEOMAGNÉTICAS E INTENSIDAD GEOMAGNÉTICA ABSOLUTA DEL VOLCÁN PARICUTÍN

Carvallo Claire[1], Aguilar Reyes Bertha[2], Gogichaishvili Avto[2] y Garduño Monroy Víctor H.[3]
[1]*Institut de minéralogie et de physique des milieux condensés, France*
[2]*Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM*
[3]*Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*
claire.carvallo@impmc.jussieu.fr

La investigación que se reporta abarca el estudio Paleomagnético, de Paleointensidad y de magnetismo de rocas -a nivel micro y nanoscópico- de once flujos de lava y un dique asociados al volcán Paricutín, correspondientes al periodo 1943-1946. De la mayoría de estas unidades de enfriamiento se obtienen direcciones paleomagnéticas desviadas y paleodirecciones absolutas sobrrestimadas muy por encima de los valores esperados, de acuerdo al Observatorio Geomagnético de Teoloyucan (localizado al norte de la ciudad de México aproximadamente a 300 km al este del Paricutín) y a los modelos del IGFR (International Geomagnetic Reference Field). Se llevaron a cabo múltiples observaciones directas que incluyen Microscopia Electrónica de Transmisión (MET), espectroscopía Raman, Microscopía de fuerza atómica (MFA) y Mossbauer, para dilucidar el problema.

GEOPAL-25 CARTEL

PALEOINTENSIDAD GEOMAGNÉTICA ABSOLUTA DE LA SECUENCIA VOLCÁNICA DE AUTLAN, OCCIDENTE DE MÉXICO: UN ENFOQUE ALTERNATIVO A PARTIR DEL ANÁLISIS DE CRISTALES DE PLAGIOCLASA

Morales Juan y Gogichaishvili Avto
Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM
jmorales@geofisica.unam.mx

Presentamos los resultados de un estudio de paleointensidad realizado en cristales de plagioclasa de la secuencia volcánica de Autlan, oeste de México. Estudios previos en ésta y otras localidades han mostrado que los estudios de paleointensidad tipo Thellier en roca total no son siempre la mejor opción. Aprovechando la singular característica de éstas lavas, su contenido de cristales de Plg de hasta 2 cm de longitud con inclusiones de titanomagnetita, éstos fueron extraídos y prensados en pastillas de sal para ser sometidos al procedimiento tradicional del método de Thellier, evitando así la posible alteración de la matriz.

Los resultados obtenidos concuerdan, dentro del error experimental, con aquellos obtenidos del análisis de roca total; inclusive para muestras que no dieron resultado por éste último tipo de análisis. Bajo la premisa de un contenido de feldespatos relativamente grandes, esta técnica resulta de utilidad para muestras que normalmente serian omitas para determinaciones de paleointensidad debido al grado de alteración de la matriz.

Sesión Regular

GEOQUÍMICA Y PETROLOGÍA

Organizadores:
Bodo Weber
Raymundo Martínez Serrano

GEOQP-1

HISTORIA DE EMPLAZAMIENTO DE PLUTONES DISCRETOS DEL COMPLEJO SAN JERÓNIMO DEL CRETÁCICO INFERIOR EN EL EXTREMO SW DEL CINTURÓN BATOLÍTICO PENINSULAR

Torres Carrillo Xóchitl G., Delgado Argote Luis A., Avilez Serrano Porfirio, Weber Bodo, Espinosa Cardeña Juan Mauel y Romo Jones José Manuel
CICESE
xtorres@cicese.mx

El complejo plutónico San Jerónimo (CPSJ) forma parte del Cinturón Batolítico Peninsular. Este complejo cubre un espectro de composición modal que varía desde gabro hasta granito. Las edades U-Pb de zircones en tonalitas varían entre 115.0 ± 2.3 Ma y 104.3 ± 6.1 Ma. Son granitoides metaluminosos tipo I con tendencias calcoalcalinas y cálcicas de acuerdo con los diagramas geoquímicos de discriminación tectónica. El análisis de diagramas Harker y del tetraedro de minerales normativos Q-Di-Ol-Pl sugiere relaciones genéticas entre ellas.

Por medio de imágenes de satélite se interpretaron rasgos curvilíneos asociados a la geometría de emplazamiento de las rocas intrusivas; debido a su emplazamiento en estado menos viscoso, su población es menor en las rocas máficas. También se observa una relación estrecha entre las fracturas longitudinales verticales con la foliación magmática, ambas orientadas NE-SW y se infiere que corresponden con estructuras de emplazamiento. De acuerdo con la proporción de rocas máficas/félsicas, el CPSJ se dividió en las zonas norte y sur, respectivamente. En la zona norte dominan rocas gabróicas y dioríticas con alto contenido de magnetita diseminada; en las tonalitas de la misma zona es notable la existencia de diques con concentraciones aproximadas de 90% de óxidos de Fe. En la zona sur, las rocas máficas y félsicas guardan la misma proporción y el contenido de magnetita disminuye considerablemente. La susceptibilidad magnética varía en función del contenido de magnetita y, en consecuencia, la intensidad de las anomalías magnéticas es mayor en la zona norte, que en la sur. Los gradientes más grandes de los valores de intensidad de campo magnético en la zona norte están asociados con la presencia de los diques de óxidos de fierro. Se interpreta que los diques son producto de la concentración de magnetita en los magmas máficos por efecto de inmiscibilidad y que su emplazamiento en estado sólido se debe al empuje que le imprime el movimiento ascendente del cuerpo félsico.

Se propone que la evolución de la zona norte del complejo se sintetiza en tres eventos: a) un estado inicial de emplazamiento rápido del magma gabróico-diorítico con baja viscosidad a temperaturas cercanas a los 1,200oC; b) una fase de enfriamiento donde se desarrollan texturas de agregados cristalinos, ocurren segregaciones líquidas e inmiscibilidad entre los líquidos de Fe y silicatos; y c) una etapa madura donde el cuerpo gabróico-diorítico era un sólido parcialmente fundido y fué intrusionado en sus bordes sur y oriental por un cuerpo tonalítico. Durante esta etapa, la tonalita empujó a los cuerpos segregados de fierro en estado sólido

GEOQP-2

RASGOS GEOLÓGICOS DE LAS ROCAS PREBATOLÍTICAS LOCALIZADAS ENTRE LA COSTA PACÍFICO Y LA SIERRA LA LIBERTAD EN EL SUR DEL CINTURÓN BATOLÍTICO PENINSULAR

Delgado Argote Luis A., Avilez Serrano Porfirio, Torres Carrillo Xóchitl G., Weber Bodo y Peña Alonso Tomás A.
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
ldelgado@cicese.mx

En el extremo SW del Cinturón batolítico peninsular (CBP), en una zona orientada NW de aproximadamente 90 km de largo y 30 de anchura, desde la costa Pacífico hacia el SE, en la parte central de la península de B.C., se reconoce una secuencia prebatolítica de cuenca intra-arco de edad Jurásico-Cretácico Temprano. La zona se localiza al W de fronteras geológicas definidas para el CBP: línea magnetita/ilmenita y línea gabro/tonalita. Dicha franja corresponde en términos generales a la amplia franja de depósitos tipo flysch, la cual fue definida en la parte norte de la península.

La litología de los extremos occidental y oriental de dicha cuenca es dominantemente andesítico-diorítica en el W y andesítica en el E. Hacia la parte central, la secuencia estratigráfica se enriquece en facies volcaniclásticas y, la zona interpretada como depocentro, se caracteriza por más de 1 km de espesor de facies que varían de lodolitas a lutitas carbonosas. El conjunto está metamorfizado en la facies de esquistos verdes. Una característica general de la secuencia es su rumbo NW y posición casi vertical, salvo en los sitios donde las rocas más cristalinas y competentes son dominantes, en cuyo caso, es común el desarrollo de fallas de bajo ángulo. Zircones de dioritas milonitizadas en el extremo occidental de 151.6 +/- 2 Ma indican la edad aproximada del basamento de arco calcoalcalino de la secuencia volcanosedimentaria y sedimentaria de la cuenca intra-arco, la cual se ha fechado en dos sitios, dominantemente volcaniclásticos y sedimentarios, en ca. 139 y 132, respectivamente.

Es notable del análisis de foliaciones, salvo en algunas zonas de contacto entre rocas plutónicas y la secuencia estratificada, la orientación N-NW, con buzamientos dominantes hacia el E, de las rocas metavolcánicas y metasedimentarias en toda la región. También llama la atención el paralelismo entre la foliación anterior y la foliación magmática en casi todas las rocas plutónicas tonalíticas del arco Alisitos de Cretácico Inferior (ca. 110 Ma), lo que sugiere que el flujo (emplazamiento) de magma estuvo fuertemente influenciado por las estructuras de deformación en algún periodo entre 130 y 100 Ma. Además de diferencias temporales, ambas secuencias muestran características petrológicas distintivas.

En síntesis, se propone que las discontinuidades estructurales donde ocurrió el emplazamiento plutónico principal del Cretácico Tardío correspondiente al arco Alisitos, se desarrollaron en una cuenca intra-arco del Jurásico-Cretácico Temprano. Dicha secuencia deformada guarda una posición casi vertical que contrasta con la casi horizontal de las secuencias volcánicas y sedimentarias de Alisitos. La posición estructural de la secuencia deformada se conservó en lo general según atestiguan techos colgantes donde se observa permeación magmática vertical.

GEOQP-3

GEOQUÍMICA DE ROCAS ÍGNEAS DE LA REGIÓN DE EL FUERTE, SINALOA

Vega Granillo Ricardo, Vidal Solano Jesús Roberto y Herrera Urbina Saúl
Departamento de Geología, Universidad de Sonora
rvega@ciencias.uson.mx

En la región de El Fuerte, norte de Sinaloa, afloran diversos conjuntos litológicos que constituyen parte de un terreno inferior o de basamento denominado terreno Sonobari, y un terreno superior que se ha correlacionado con el terreno Guerrero. En este trabajo se reportan las características geoquímicas de tres conjuntos de rocas ígneas que afloran en dicha área. El primero es un cuerpo intrusivo de composición gabroica, que intrusiona a rocas metasedimentarias de la Formación Río Fuerte. La segunda unidad, conocida como Formación Topaco, corresponde a rocas básicas intercaladas con rocas volcánicas y volcanosedimentarias que han experimentado un evento de metamorfismo regional. La tercera unidad denominada Formación Guamúchil, consiste de un conjunto de flujos de rocas básicas, cubiertas por una unidad calcárea llamada Formación Los Amoles. Las rocas metavolcánicas se han correlacionado tentativamente con las rocas del Cretácico Inferior del terreno Guerrero. Todas las rocas anteriores son intrusionadas por cuerpos graníticos atribuidos al Cretácico Superior-Paleoceno (laramídicos). Geoquímicamente, tanto la formación Guamuchil como la formación Topaco se compone por basaltos y andesitas basálticas calcolacalinas de arco volcánico. Estas rocas, muestran en algunos ejemplares, señales de alteración evidenciada por la presencia de epidota y clorita, que genera una variación en las concentraciones de algunos elementos mayores y traza. Por otro lado, las rocas cristalinas que componen al cuerpo intrusivo corresponden a gabros subalcalinos pobres en Ti (<0.7), de tendencia komatítica, con valores de MgO de hasta 18% y Cr hasta 1448ppm. Estas rocas presentan bajas concentraciones de HFS, en relación a los MORB, que las identifican como toletitas de arco de islas.

GEOQP-4

VARIACIONES GEOQUÍMICAS E ISOTÓPICAS DE SR, ND Y PB DEL MAGMATISMO ASOCIADO A LAS FALLAS APAN-TLÁLOC, FAJA VOLCÁNICA TRANS-MEXICANA

Martínez Serrano Raymundo G.[1], García Tovar Gloria P.[2], Correa Tello Juan Carlos[3], Núñez Castillo Elizabet Y.[4] y Solís Pichardo Gabriela[5]
[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
[3]*Facultad de Ingeniería, UNAM*
[4]*Universidad de Guerrero*
[5]*Instituto de Geología, UNAM*
rms@geofisica.unam.mx

En la región de Apan diversos autores (García-Palomo et al., 2002 y referencias incluidas) han identificado la presencia de estructuras volcánicas como domos, conos cineríticos, volcanes escudo e importantes flujos de lava y depósitos piroclásticos, posiblemente asociados con la presencia de fallas normales, con orientación NE-SW. Esta región forma parte de la porción centro-oriental de la Faja Volcánica Trans-Mexicana (FVTM). En el presente estudio, las rocas volcánicas de Apan se agruparon en Unidades Volcánicas Basales (edades de ~13.4 a 12.6 Ma) y Unidades Volcánicas Superiores (edades de ~2.1 a 1.5 Ma). Las Unidades Basales presentan una composición de andesitas, dacitas porfídicas e ignimbritas riolíticas derivadas de fuentes volcánicas ajenas a las fallas NE-SW. Mientras que las Unidades Superiores muestran una composición de basaltos a andesitas basálticas. De acuerdo a las edades y a los estudios estratigráficos realizados, el magmatismo en la zona de Apan no se desarrolló de manera continua del Mioceno al Plioceno, sino que existe un “hiatus” magmático de alrededor de 10 Ma.

El diagrama tipo TAS confirma que las Unidades Basales muestran concentraciones de SiO2 superiores a 65 % en peso mientras que las unidades

más recientes tienen concentraciones menores a 57 % en peso para este mismo óxido. Sin embargo, todas las rocas analizadas presentan un carácter calcoalcalino. Los patrones de elementos traza son relativamente diferentes para los dos tipos de rocas volcánicas. Las Unidades Basales presentan un enriquecimiento de los elementos de radio iónico grande (LIL) con respecto a los de alto potencial de ionización (HFS), observándose anomalías negativas de Nb, Ta, P y Ti, y positivas de Ba, Rb y Pb, indicando una fuente de manto empobrecida la cual fue modificada por fluidos de la subducción. Las Unidades Superiores no muestran un claro enriquecimiento de los elementos tipo LIL con respecto a los HFS. No se presentan anomalías negativas de Nb y Ta, pero si las de P y Ti. En estas unidades Superiores, si se observan anomalías positivas de Ba y Pb. Estos patrones indican la presencia de una fuente del manto más enriquecida, pero a la vez afectada por fluidos derivados de procesos de subducción. Los patrones de tierras raras para todas las unidades muestran enriquecimiento de las ligeras con respecto a las pesadas, confirmando el origen de los magmas asociados a procesos de subducción, pero a partir de diferentes fuentes. Las relaciones isotópicas para todas las unidades varían como sigue: 87Sr/86Sr de 0.7034 a 0.7070, el épsilon-Nd de –4.17 a +4.15, el de 206Pb/204Pb de 18.66 a 18.79, 207Pb/204Pb de 15.55 a 15.61 y 208Pb/204Pb de 38.35 a 38.60. Estos valores isotópicos indican que los magmas que produjeron a las rocas de las Unidades Basales tuvieron una mayor interacción con rocas de la corteza, en comparación con los magmas que dieron origen a las Unidades Superiores.

García-Palomo, A., Macías, J., Tolson, G., Valdez, R., Mora-Chaparro, J., 2002, Volcanic stratigraphy and geological evolution of the Apan region, east-central sector of the Transmexican Volcanic Belt: Geofísica Internacional, 41, 133-150.

GEOQP-5

EDADES DE U-PB DE EVENTOS VOLCÁNICOS QUE OCURRIERON EN LA REGIÓN DE CHILPANCINGO-TIERRA COLORADA, ESTADO DE GUERRERO

Meza García Vianney Berenice[1], Hernández Treviño Teodoro[1], Solís Pichardo Gabriela[2], Schaaf Peter[1 y 2], Pérez Arvizu Ofelia[3] y Solari Luigi[3]

[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Instituto de Geología, UNAM*
[3]*Centro de Geociencias, UNAM*
vianney@geofisica.unam.mx

Los datos geocronológicos de U-Pb obtenidos en LA-ICP-MS para este trabajo fueron determinantes para ordenar estratigráficamente los eventos volcánicos presentes en la región del sector Chilpancingo-Tierra Colorada, en donde distinguimos tres eventos volcánicos de edades diferentes. Los dos más antiguos pertenecen a rocas de la Formación Agua de Obispo y Papagayo, ambas Formaciones del Grupo Balsas. El evento volcánico más joven corresponde a las ignimbritas que edificaron la Sierra de Alquitrán y originaron la caldera de Alquitrán.

La unidad litoestratigráfica más antigua es la Formación Agua de Obispo constituida por dacitas de biotitas que afloran en el poblado Palo Blanco y por andesitas basálticas con zeolita que afloran en el poblado El Ocotito. Las rocas de ambas localidades se encuentran estratigráficamente subyaciendo a las rocas volcánicas de la Formación Alquitrán y sobreyaciendo a las calizas de la Formación Morelos. La dacita de biotitas arrojó una edad de 64.8 ± 1.3 Ma.

De la localidad El Ocotito se fecharon rocas de dos domos riolíticos esferulíticos con edades de 51.36 ± 0.97 Ma y 50.7 ± 1.2 Ma. Los domos están emplazados en el borde sur de la caldera de Alquitrán sobreyaciendo a conglomerados de la Formación Balsas y lavas de la Formación Agua de Obispo. Las edades indican que son más antiguos que las rocas volcánicas de la Sierra de Alquitrán (36 ± 0.20 Ma) descartando la idea de que son domos de resurgencia asociados a la evolución de la caldera.

Al norte del poblado Xolapa, sobre el margen del río Papagayo, en la localidad tipo de la Formación Papagayo, afloran ignimbritas de composición riolítica. De éstas obtuvimos una edad de 49.89 ± 0.78 Ma.

Los domos riolíticos de El Ocotito y las ignimbritas riolíticas de Papagayo las consideramos como componentes de la Formación Papagayo debido a su composición química semejante y por la similitud de edad eocénica; reconsiderando su posición estratigráfica.

En trabajos anteriores las rocas de la Formación Papagayo se han correlacionado con rocas de la Formación Alquitrán con base en su litología. Para descartar esta idea fechamos una ignimbrita de la Formación Alquitrán que aflora en la ranchería Los Cajones, obteniendo una edad de 36 ± 0.20 Ma. Este magmatismo es el más joven de la región y se correlaciona con los cuerpos intrusivos de Tierra Colorada, Xaltianguis y Azinyehualco.

Entre 49 y 45 Ma se reporta una deformación que provoca corrimientos y cabalgamientos hacia el sur de la región provocando discontinuidad de las unidades litoestratigráficas. El ordenamiento geocronológico de los eventos volcánicos ha contribuido al entendimiento de la evolución geológica del sector Chilpancingo-Tierra Colorada.

GEOQP-6

PETROGÉNESIS DE LOS GABROS DEL PLUTÓN DE JILOTLÁN, JALISCO: EVIDENCIA DE UN ARCO MAGMÁTICO PRIMITIVO DURANTE EL CRETÁCICO INFERIOR AL PALEOCENO

Villanueva Lascurain Daniel[1], Schaaf Peter[2], Solís Pichardo Gabriela[1], Hernández Treviño Teodoro[2] y Salazar Juárez Josué[1]

[1]*Instituto de Geología, UNAM*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
daniel_villalas@hotmail.com

En la margen continental pacífica actual de México hay una serie de cuerpos plutónicos que evidencian la presencia de un arco magmático que existió desde el Cretácico Inferior hasta finales del Oligoceno (~130-23 Ma), el cual se extiende desde el estado de Jalisco hasta Oaxaca.

Al sur de Jalisco, colindando con Colima y Michoacán, se encuentra el cuerpo plutónico compuesto de Jilotlán que se caracteriza por cuerpos gabroicos que son intrusionados por una mayor proporción volumétrica de plutones graníticos. A su vez, los plutones intrusionan a una secuencia volcanosedimentaria del Jurásico Superior al Cretácico Superior con edades locales (Fm. Tecalitlán y Tepalcaltepec) de 130 Ma a 90 Ma.

Los granitoides son plagiogranitos con edades de ~54 Ma, a ~113 Ma. Los gabros tienen edades de meseta por Ar-Ar en hornblenda de ~111-114 Ma y por U-Pb (LA-ICPMS) en zircones de ~111-113 Ma. Estos gabros presentan variaciones texturales de microgabros a gabros con plagioclasa, hornblenda, ±clinopiroxeno, ±ortopiroxeno, ±biotita, óxidos y otros accesorios.

En un diagrama de K2O contra SiO2 la mayoría de los gabros grafican en el campo de series calci-alcalinas de medio potasio (sólo uno en la serie shoshonítica) y pocas muestras en la serie toleítica de bajo potasio. El diagrama de araña de elementos traza presenta patrones con valores altos y bajos de enriquecimiento mayor de elementos incompatibles a comparación de los más compatibles, lo cual sugiere que fueron rocas formadas en un ambiente de zona de subducción. En diagramas de discriminación de ambiente tectónico, los gabros grafican como granitoides de arco volcánico o basaltos de arco volcánico. Por otro lado, las concentraciones de los elementos más compatibles son cercanas a las concentraciones de basaltos de cordillera meso-oceánica (MORB).

La isotopía inicial de 87Sr/86Sr tiene un rango de valores de 0.7032 a 0.7040 y la de 143Nd/144Nd de 0.512857 a 0.512720. Estos valores extremadamente primitivos indican fuentes similares también a MORB con muy poca contaminación cortical. Los gabros de Jilotlán se comparan con plagiogranitos a nivel local, así como con otros gabros analizados local y regionalmente para poder comprender el ambiente tectónico en el que se generaron. Éste corresponde a una zona de subducción que involucra la fusión de un manto parecido a MORB y una nula participación de corteza evolucionada. Para esta región de México, durante el Cretácico Inferior al Paleoceno, se desarrolló un arco continental muy poco evolucionado o un arco de islas, pero sin evidencias de acreción a nivel local.

GEOQP-7

RECONOCIMIENTO GEOLÓGICO DE LA ISLA MARÍA MADRE, ISLAS MARÍAS: CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA, ESTRATIGRAFÍA Y GEOQUÍMICA

Pompa Mera Valerie[1], Schaaf Peter[2], Weber Bodo[3], Hernández Treviño Teodoro[2], Solís Pichardo Gabriela[4], Villanueva Lascurain Daniel[4] y Salazar Juárez Josué[1]

[1]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[3]*División de Ciencias de la Tierra, CICESE*
[4]*Instituto de Geología, UNAM*
valerie@geofisica.unam.mx

El Archipiélago de las Islas Marías se localiza en el Océano Pacífico ubicado bajo las coordenadas 21°15'N - 21°50'N y 106°80´W - 106°40´W, entre los estados de Jalisco y Nayarit, aproximadamente a 110 km del Puerto de San Blas, Nayarit. Este archipiélago está conformado por cuatro islas: María Cleofas, María Magdalena, María Madre y San Juanito. La isla más grande es la Isla María Madre, la cual cubre un área de aproximadamente 126.4 km2. En este trabajo se presentan los resultados de un estudio geológico, petrográfico y geoquímico con el propósito de definir la distribución espacial, estratigrafía, y composición de las rocas que conforman el registro estratigráfico de la Isla María Madre con el fin de plantear un modelo de evolución y establecer su relación con los eventos tectónicos y magmáticos reportados en la región.

En el área de estudio fueron identificadas rocas metamórficas ortogénicas en contacto con rocas ígneas intrusivas de composición félsica (61.72 - 73.51% en peso SiO2) e intrusionadas por diques tabulares de composición granítica (73.51% en peso SiO2). Dichas unidades afloran a lo largo de la costa oeste y parte centro-oeste. Asociadas a estas rocas, en la porción centro-occidente de la isla, se encuentra una unidad de rocas ígneas intrusivas de composición máfica (45.68 - 49.67% en peso SiO2). Las edades de cristalización obtenidas

en estas unidades reflejan la ocurrencia de al menos dos eventos magmáticos importantes en el área durante el Cretácico con algunos componentes heredados correspondientes al Jurásico, y en menor cantidad, al Pérmico. Por ora parte, se observó en las zonas de debilidad de las rocas graníticas algunos cuerpos de rocas volcánicas silicificadas de composición intermedia (52.61% en peso SiO2) y de estructura tabular que afloran en la parte sur de la isla; las cuales se encuentran fuertemente afectadas por un evento hidrotermal. Sobreyaciendo a las rocas cristalinas se presentan dos unidades de rocas volcánicas ácidas (70.49 - 72.04% en peso SiO2) en forma de flujos de lava e ignimbritas distribuidos hacia el centro-norte y sur de la isla, respectivamente. Hacia la cima de la columna estratigráfica aflora una secuencia de rocas sedimentarias miocénicas conformada por una alternancia de lutitas y areniscas plegadas. Finalmente, las rocas más jóvenes corresponden a una secuencia de rocas sedimentarias detríticas pleistocénicas conformadas por una alternancia de conglomerados, areniscas y lutitas.

Nuevos datos geocronológicos y el análisis de un número mayor de muestras permitirán seguir definiendo la secuencia de eventos tectónicos y magmáticos en esta área poco estudiada y de esta manera contribuir al conocimiento de los mecanismos y procesos que dieron lugar a la formación del archipiélago, así como al entendimiento de la geología en el Golfo de California y áreas adyacentes.

GEOQP-8

MAGMATISMO ORDOVÍCICO EN EL SUR DE CHIAPAS – NUEVOS DATOS DEL BASAMENTO ÍGNEO-METAMÓRFICO EN EL ÁREA DE MOTOZINTLA

Estrada Carmona Juliana[1], Weber Bodo[1] y Ibañez Mauricio[2]
[1]*CICESE*
[2]*Uni-Tucson, Az*
jestrada@cicese.mx

El Complejo del Macizo de Chiapas está localizado en el sur del Terreno Maya, que a su vez, es un bloque cortical ubicado en el límite entre las placas de Norte América y Caribe. Como parte de las rocas más antiguas del basamento del Complejo del Macizo de Chiapas se ha descubierto una secuencia de rocas metasedimentarias llamada unidad Jocote (Weber et al., 2008) ubicada al norte de la estructura Polochic, al noroeste de Motozintla, Chiapas. Esta unidad está compuesta por metasedimentos con protolito sammítico a pelítico sometidos a metamorfismo de grado medio, y es intrusionada por un granito tipo S. Circones de este granito tipo S son en su mayoría heredados de un basamento mesoproterozoico. Pequeños bordes magmáticos han sido fechados en 482 ± 3 Ma (Weber et al., 2008). Cartografía geológica, que se llevó a cabo recientemente en la zona, reveló la existencia de diferentes rocas plutónicas metamorfizadas, que a su vez intrusionaron rocas mestasedimentarias sammíticas y anfibolitas. En este trabajo se presentan los resultados de fechamientos por el metodo U-Pb con LA-MC-ICPMS de rocas intrusivas de diferente composición, que también intrusionan la unidad Jocote. Se obtuvieron dos edades concordantes del Ordovícico medio, una de 470 ± 5 Ma en un granito de moscovita y otra de 467 ± 6 Ma en un ortogneiss. Además se obtuvieron tres edades del Ordovícico tardío, dos en un granito de biotita (448 ± 6 y 445 ± 4 Ma) y una en una tonalita de 455 +6/-9 Ma.

Los resultados indican probablemente dos eventos o pulsos magmáticos que se distinguen no solamente por diferencias significativas (~20 Ma) en su edad sino también por su composición. La presencia de circones con núcleos heredados del Mesoproterozoico, así como la composición mineralógica y geoquímica sugieren que algunos intrusivos son el resultado de fusión parcial de la corteza en un ambiente intraplaca, mientras que otros no contienen zircones con núcleos heredados y su composición sugiere una formación en un ambiente de subducción. Las rocas ígneas y metaígneas estudiadas aquí son similares en edad y firma geoquímica a granitos ordovícicos en Guatemala, por ejemplo el granito Rabinal (Ortega-Obregón et al., 2008) y granitos de los Altos Cuchumatanes (Solari et al., 2009). Como tales plutones, los intrusivos del sur del Macizo de Chiapas intrusionan secuencias siliciclásticas de bajo a medio grado de metamorfismo. Estas similitudes junto con distribuciones de edades de núcleos de circones semejantes, en sedimentos del suroccidente del Bloque Maya, sugieren una conexión de todas estas porciones dentro del mismo Bloque Maya durante el Paleozóico temprano. El magmatismo posiblemente está relacionado al del margen activo de Gondwana con componente de extensión transcurrente.

GEOQP-9

GEOCRONOLOGÍA U-PB Y K-AR EN EL COMPLEJO LAS OVEJAS PARTE NORTE DEL BLOQUE CHORTIS, REGIÓN ORIENTE DE GUATEMALA

Torres De León Rafael[1], Solari Luigi[2] y Solé Jesús[1]
[1]*Instituto de Geología, UNAM*
[2]*Centro de Geociencias, UNAM*
rafaeltdel@yahoo.com.mx

El Complejo Las Ovejas es una entidad geológica de alto grado metamórfico tradicionalmente considerada como parte del basamento del Bloque Chortis. Se encuentra en la región este de Guatemala y noroeste de Honduras formando las Sierra del Merendón y Omoa, respectivamente.

Este complejo está formado por un conjunto basal de unidades metamorfizadas en facies de anfibolitas y un conjunto de cuerpos intrusivos metamorfizados en facies de esquistos verdes o solamente deformados.

El conjunto basal esta constituido por gneises, anfibolitas, esquistos, mármoles y cuarcitas interrelacionadas y caracterizados por una foliación espaciada dúctil penetrativa. Mientras que los intrusivos varían de diques a pequeños cuerpos de algunos centenares de metros, su fábrica varía de fuertemente foliada a lineada.

Se obtuvieron un total de 21 edades en las diferentes unidades que forman al complejo, de éstas, 14 fueron por U-Pb en circones con LA-ICPMS y 7 fueron con K-Ar. Los datos U-Pb, nos permiten diferenciar, por una parte, los diversos protolitos, y por otra, determinar la edad del episodio de metamorfismo que produjo al Complejo Las Ovejas. Los datos K-Ar, nos reafirman el tiempo del evento metamórfico.

Edades U-Pb: en dos muestras de esquisto se obtuvo una edad de Triásico Medio (235 y 237 Ma), dos muestras de gneis y una de anfibolita dieron edades de Jurásico Medio (170, 170 y 176 Ma), una muestra de metadacita dio edad de Cretácico Inferior (116 Ma). Con base en los datos señalados se infiere que los protolitos del Complejo Las Ovejas fueron un grupo heterogéneo de unidades formadas en tiempo y ambiente geológico distintos.

Un metagranitoide que intrusiona a los gneises dio una edad de 58 Ma y un dique granítico que intrusiona a anfibolitas dio 46 Ma.

Finalmente, un conjunto de cinco muestras, 4 granitoides deformados y 1 esquisto, produjeron edades de 39 a 35 Ma. Y un dique de pegmatita dio 31 Ma.

Pro otra parte, las edades K-Ar abarcan un rango de 35 a 26 Ma, fueron obtenidas en hornblenda, biotita y moscovita separadas de un intrusivo deformado, anfibolita, gneis y esquistos.

Este grupo de edades eoceno-oligocénicas nos permiten inferir que el evento metamórfico de alto grado ocurrió esencialmente entre los 40 a 30 Ma.

Estos datos recientemente obtenidos en el Complejo Las Ovejas permiten establecer un marco de comparación y correlación entre el Bloque Chortis y los diferentes terrenos del sur de México.

GEOQP-10

MAGMATISMO PALEÓGENO DE CORTA DURACIÓN ASOCIADO AL CHOQUE DE LA PLACA CARIBE CON SURAMÉRICA EN LA SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA, COLOMBIA

Duque Trujillo José[1], Orozco Esquivel Teresa[1], Cardona Molina Agustin[2], Ferrari Luca[1], López Martínez Margarita[3], Solari Luigi[1] y Valencia Victor[4]
[1]*Centro de Geociencias, UNAM*
[2]*Smithsonian Tropical Research Institute, Panamá*
[3]*Departamento de Geología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE*
[4]*University of Arizona, USA*
jfduque@geociencias.unam.mx

El Batolito de Santa Marta (BSM) y los plutones de Buritaca, Latal y Toribio afloran en el extremo noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), Colombia. Trabajos previos consideran estos intrusivos como el producto de magmatismo de arco, sin embargo, el hecho de que estos cuerpos (1) se emplazaron en un área restringida muy cercana al borde continental; (2) intruyan terrenos metamórficos alóctonos de origen oceánico; (3) se asocien a actividad magmática de corta duración; y (4) estén aislados de la cordillera de los Andes, plantea problemas difíciles de reconciliar con los modelos de arcos asociados a subducción. Nuevos datos de campo, geocronológicos y geoquímicos han permitido establecer una secuencia de emplazamiento, definir tasas de enfriamiento y proponer un modelo petrogenético para los intrusivos de la SNSM en relación con la tectónica del Caribe.

Dos eventos magmáticos fueron identificados. Un evento temprano, ocurrido hacia los ~64 Ma, durante el cual se emplazaron pequeños volúmenes de magmas trondhjemíticos. Hacia los 58 Ma comienza el segundo evento, caracterizado por grandes volúmenes de rocas granodioríticas a tonalíticas, con algunas masas cumulíticas ricas en anfíbol y abundantes enclaves máficos. Este segundo evento es relativamente corto (~58 a ~49 Ma), identificándose dos

fases: entre ~55 y 56 Ma se emplazó la mayor parte del BSM y el Plutón Latal, y entre 52 y ~49 Ma, la parte NE del BSM y los plutones de Buritaca y Toribio.

El magmatismo temprano trondhjemítico se relaciona a la fusión de rocas de afinidad oceánica en facies de anfibolita, asociadas a un complejo de subducción acrecionado (cinturón metamórfico de Santa Marta). Por lo tanto, este evento magmático marca el momento de la colisión del Gran Arco del Caribe contra la margen noroccidental de Suramérica en esta parte de los Andes del Norte. La actividad magmática del segundo evento estaría relacionada con la deshidratación y posible fusión de la placa oceánica del Caribe subducida bajo Suramérica en condiciones de alto régimen térmico, debidas al bajo ángulo de subducción, la baja tasa de convergencia y a la juventud de la placa del Caribe, condiciones que habrían generado intensa deshidratación, y posible fusión, de la corteza oceánica y favorecido la fusión parcial de la corteza continental inferior, produciendo así magmas híbridos que evolucionaron por cristalización fraccionada con una importante segregación de anfíbol.

Por otra parte, fechamientos U-Pb en circón y fechamientos Ar-Ar en hornblenda, biotita y feldespato potásico arrojaron tasas de enfriamiento cercanas a los 80 °C/Ma, entre los 55 y 49 Ma. Éstas podrían estar asociadas posiblemente a la intrusión sintectónica de estos magmas a medida que se levantaba la SNSM.

La composición de las rocas, la corta duración del magmatismo y la ausencia de registros de magmatismo posterior en el área indican un evento magmático puntual, resultante del choque de la placa del Caribe con la placa Suramericana en su desplazamiento hacia el este, sin que llegara a desarrollarse un arco magmático ligado a una zona de subducción bien establecida.

GEOQP-11 CARTEL

DATOS GEOQUÍMICOS E ISOTÓPICOS DE LA PARTE NE DE LA REGIÓN MAGMÁTICA DE APAN, HIDALGO

Correa Tello Juan Carlos[1], García Tovar Gloria P.[1], Martínez Serrano Raymundo G.[1] y Solís Pichardo Gabriela[2]

[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*

[2]*Instituto de Geología, UNAM*

geocarlo00@hotmail.com

El campo volcánico Tetlapayac-Tepozán-Santa Cruz (TTC) forma parte de la región de Apan, dentro de la porción oriental de la Faja Volcánica Trans-Mexicana. Aquí, el vulcanismo parece haber ocurrido en dos períodos diferentes: el primero entre 13.4 a 12.6 Ma (rocas basales) y el segundo con edades que van de ~2.1 a 1.5 Ma (rocas superiores o recientes) (García-Palomo et al., 2002). En el presente resumen se concentran los resultados geoquímicos e isotópicos de estroncio y neodimio encontrados para diferentes muestras de roca del campo volcánico TTC. En el campo volcánico se identificaron diversos conos de escoria, volcanes escudo, domos, flujos de lava y depósitos piroclásticos. La mayoría de los conos de escoria, volcanes escudo y flujos de lava presentan una orientación o alineación NE-SW, lo cual indica la existencia de fallas con esta orientación. La composición petrográfica de las rocas basales varía de dacitas a riolitas; mientras que las muestras obtenidas de los conos cineríticos y volcanes escudos más recientes muestran composiciones que van de basalto a traquiandesita basáltica. Las texturas de la mayoría de las muestras analizadas son afaníticas a microporfídicas con plagioclasa, piroxeno y olivino en una matriz afanítica. Las rocas riolíticas muestran texturas porfídicas con fenocristales de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y escasa biotita dentro de una matriz desvitrificada. En el diagrama de TAS se observan concentraciones de sílice que varían de 50 a 76% en peso para todas las rocas pero dentro de la serie subalcalina (calcoalcalina). Los patrones de variación de los elementos traza para las rocas basales presentan enriquecimiento de los elementos de radio iónico grande (LIL) con respecto a los HFS (se observan anomalías negativas de Nb, Ta, P y Ti, pero positivas de Ba, Rb y Pb); indicando una fuente de manto empobrecida, modificada por fluidos de la placa en subducción. Mientras que las rocas volcánicas superiores no muestran un claro enriquecimiento de los elementos tipo LIL con respecto a los HFS. Estos patrones indican la presencia de una fuente del manto más enriquecida, pero a la vez afectada por fluidos derivados de procesos de subducción. Los patrones de tierras raras para todas las rocas muestran enriquecimiento de las ligeras con respecto a las pesadas, confirmando el origen de los magmas asociados a procesos de subducción.

Las relaciones isotópicas de estroncio y neodimio varían como sigue: 87Sr/86Sr de 0.7034 a 0.7048 y eNd de 0.90 a +4.15. Estas relaciones indican que los magmas del campo volcánico TTC tuvieron una baja interacción con rocas del basamento y forman una correlación negativa en un diagrama isotópico de estroncio contra neodimio, dentro del campo del arreglo del manto.

García-Palomo, A., Macías, J., Tolson, G., Valdez, R., Mora-Chaparro, J., 2002, Volcanic stratigraphy and geological evolution of the Apan region, east-central sector of the Transmexican Volcanic Belt: Geofísica Internacional, 41, 133-150.

GEOQP-12 CARTEL

GEOCRONOLOGÍA U-PB DEL CINTURÓN DE INTRUSIVOS DE CONCEPCIÓN DEL ORO, ZACATECAS

Sosa Valdés Rogelio[1], Chávez Cabello Gabriel[1], Weber Bodo[2], Velasco Tapia Fernando[1] y Valencia Moreno Martín[3]

[1]*Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL*

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

[3]*Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM*

r.sosavaldes@gmail.com

El Cinturón de Intrusivos de Concepción del Oro (CICO) es un conjunto de 10 cuerpos intrusivos con una orientación de emplazamiento ~E-W. Emplazado al sur del Sector Transversal de Parras y suroeste de la Saliente de Monterrey, dentro del transpaís de la Sierra Madre Oriental, entre los límites de los estados de Zacatecas y Coahuila. Los cuerpos intrusivos que integran el CICO 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). Por otro lado, los intrusivos: Providencia, Noche Buena y Concepción del Oro, muestran una firma de arco con afinidad calco-alcalina.

Adicionalmente, dentro del CICO se han reconocido cuerpos intrusivos que cortan y/o están emplazados en núcleos de anticlinales y zonas de cabalgadura generadas durante el acortamiento regional asociado a la orogenia Laramide en la zona (Cretácico Tardío). Sin embargo, esta actividad magmática y tectónica no ha sido discutida en un contexto temporal de manera clara, aun y que existen edades reportadas para algunos cuerpos intrusivos. Debido a lo anterior, el objetivo principal de este trabajo es colocar en el contexto temporal la actividad magmática con afinidad distinta y la edad de culminación de la deformación regional presente en la zona. Para cumplir con lo anterior, se llevan a cabo estudios geocronológicos Uranio-Plomo (U-Pb) en zircón en los 10 cuerpos intrusivos que integran al CICO, partiendo de usar una sola metodología que permita determinar la edad de emplazamiento de cada cuerpo intrusivo y comparar con claridad las edades entre estos. Se aplicará la técnica ICP-MS con ablación láser para fechar los zircones de las rocas representativas del CICO, las cuales fueron colectadas en un muestreo regional que comprende a cuerpos intrusivos con firma geoquímica distinta y relación de emplazamiento vs. estructuras regionales diferentes. Con base en lo anterior, se podrá colocar en un contexto temporal la evolución del magmatismo y la deformación ocurridos entre el Cretácico tardío y Paleógeno para el área del CICO en el NE de México. Esta investigación se lleva a cabo en el marco del proyecto CONACyT: “Magmatismo, Deformación y Metalogenia Laramide: Análisis de la Subducción y el Papel de la Litósfera en el Norte de México” que tiene como clave: 49528-F.

GEOQP-13 CARTEL

REGISTRO GEOQUÍMICO DE LAS CONDICIONES PALEOAMBIENTALES EN DOS SECUENCIAS LACUSTRES DEL PALEO-LAGO BABÍCORA, DESIERTO DE CHIHUAHUA, DURANTE FINALES DEL PLEISTOCENO Y HOLOCENO

Sánchez Córdova María del Mar[1], Roy Priyadarsi[1], Lozano Santacruz Rufino[1], Israde Alcantara Isabel[2] y Pi Puig Teresa[1]

[1]*Instituto de Geología, UNAM*

[2]*Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMICH*

masuka_353@hotmail.com

Este trabajo incluye estudios estratigráficos, mineralógicos, concentraciones de elementos mayores y trazas de nitrógeno y de carbono orgánico e inorgánico en dos secuencias lacustres extraídas del paleo-lago Babicora, situado en la parte occidental del Desierto de Chihuahua, a los pies de la Sierra Madre Occidental (29°15’-29°30’ N y 107°40’-108° E, a 2200 msnm).

El paleo-lago se encuentra rodeado por montañas de hasta 3000 msnm, compuestas principalmente de riolita y andesita de edad Terciaria. Este estudio incluye también el análisis de elementos mayores y trazas de rocas recolectadas en los alrededores de la cuenca.

El control cronológico de las secuencias sedimentarias está determinado por seis fechas obtenidas por 14C AMS . Los núcleos tienen profundidades de 273 cm (NB) y 276 cm (GF), y representan una historia deposicional de 22 y 29 ka 14C AP respectivamente.

El contenido variable de arcilla, limo arcilla, limo y limo arena de las dos secuencias se utilizó como criterio para dividir a cada núcleo en cinco unidades estratigráficas (I-V de la cima a la base).

En este trabajo se realiza mediante diversos proxies geoquímicos, los cuales muestran variaciones en el intemperismo químico, productividad, salinidad, aporte clástico y procedencia, la reconstrucción paleo-ambiental de los ultimos 29 ka 14C AP registrados en los sedimentos del paleo-lago.

Los estudios de difracción de rayos X muestran la presencia de cuarzo, feldespatos, calcita, cristobalita y caolinita de manera predominante; sin embargo, se observan trazas de mica, anfiboles y zeolitas en algunas zonas de las secuencias. Ambos perfiles presentan un valor máximo del Corg en la primera unidad (0-30 cm, NB; 0-16 cm, GF), lo cual indica una mayor productividad con respecto al resto de la secuencia. En la unidad II (30-90 cm, NB; 16-40 cm, GF), se observa un máximo en el valor del CO3, grietas de desecación y nodulos de carbonato que indican un periodo seco. En esta unidad se observan también valores bajos del CIA, lo que indica bajo intemperismo químico, así como valores altos de SiO2/Al2O3 y Zr/Al2O3, que indican la posible existencia de eventos eólicos.

En la unidad III (90-170 cm, NB; 40-90 cm, GF) se presenta una disminución en el contenido de CO3. En el perfil NB se registra un aumento en el valor de CIA, correspondiente a un aumento en la humedad. En GF, sin embargo, el valor del CIA disminuye. En las unidades IV y V (170-273 cm, NB; 90-276 cm, GF) se observa un valor relativamente alto y uniforme del intemperismo químico, así como un aumento en el aporte clástico, todo lo cual representa un periodo húmedo. Los sedimentos depositados durante este periodo en el núcleo NB y parte del GF representan posiblemente el último máximo glacial. En la parte basal de la unidad V de GF se registran posibles eventos eólicos y un aumento en el contenido de CO3.

GEOQP-14 CARTEL

EDADES U-PB Y K-AR DE INTRUSIVOS DE LA REGIÓN CENTRO-ESTE DE GUATEMALA: EVIDENCIAS DE DIFERENTES EPISODIOS DE INTRUSIÓN

Torres De León Rafael[1], Solari Luigi[2] y Solé Jesús[1]
[1]*Instituto de Geología, UNAM*
[2]*Centro de Geociencias, UNAM*
rafaeltdel@yahoo.com.mx

En la región centro-este de Guatemala se encuentra un conjunto diverso de cuerpos intrusivos de variada edad, composición, tamaño y relaciones de campo. Estos intrusivos ocupan el límite norte del Bloque Chortis, por lo que el conocimiento de sus edades es relevante para el establecimiento de la historia geológica de esta entidad.

Esta porción norte del Bloque Chortis está formada por dos elementos contrastantes en su metamorfismo, el Complejo Las Ovejas, unidad metamórfica en facies de anfibolita y la Filita San Diego, unidad metasedimentaria en facies de esquistos verdes. En estas unidades están emplazados cinco de los cuerpos que se detallan enseguida.

De este conjunto de intrusivos se fecharon siete cuerpos, tres edades se obtuvieron con U-Pb en circón con LA-ICPMS, y cuatro con K-Ar en hornblenda y biotita.

El Plutón La Unión, es un cuerpo de dimensiones regionales de composición predominantemente granodiorítica, intrusiona a la Filita San Diego y está en contacto tectónico con el Complejo Las Ovejas. La edad obtenida en una muestra de este intrusivo es de 165 ± 2 Ma.

El Plutón Chiquimula también es un cuerpo de dimensiones regionales cuya composición varía desde gabro hasta granito, igualmente intrusiona a la Filita San Diego y está en contacto tectónico con el Complejo Las Ovejas. La edad obtenida en una muestra de este plutón fue de 86.5 ± 2.7 Ma.

El Intrusivo Las Joyas es un cuerpo pequeño de composición granodiorítica que intrusiona al Complejo Las Ovejas. Se fecharon dos muestras de este cuerpo obteniéndose 28.1 ± 0.4 Ma en la parte principal y 27.3 ± 0.8 Ma en un dique secundario.

Dos intrusivos de composición básica (diorita de hornblenda) produjeron edades K-Ar similares. El primero de ellos es un pequeño cuerpo que intrusiona al Complejo Las Ovejas con edad de 30 ± 3.5 Ma. El segundo es un cuerpo que se encuentra entre el Complejo Las Ovejas y el Plutón La Unión cuya edad es de 31 ± 1.3 Ma.

El Granito Tres Sábanas, otro cuerpo de extensión regional ubicado al noroeste de Ciudad de Guatemala, muestra variaciones composicionales, pero predomina un granito de dos micas con fenocristales de feldespato potásico hasta de 5 cm en tamaño. El separado de biotita de este cuerpo dio una edad K-Ar de 102 ± 1 Ma.

El séptimo cuerpo es un intrusivo ligeramente deformado de composición granodiorítica con fenocristales de plagioclasa hasta de 3 cm en tamaño, cuyo separado de biotita produjo una edad K-Ar de 131 ± 4 Ma. Este intrusivo se encuentra en la Sierra de las Minas emplazado en lo que tradicionalmente se considera como el Complejo Chuacús, por lo que su historia está ligada el Bloque Maya y no al Bloque Chortis como los intrusivos anteriores que se encuentran al sur del sistema de fallas Motagua.

Las edades de intrusivos aquí reportadas nos permiten inferir que el borde norte del Bloque Chortis ha sido un margen activo en distintas épocas de su historia.

GEOQP-15 CARTEL

CONTENIDO Y DISTRIBUCIÓN DE ANTIMONIO EN LA ZONA COSTERA ADYACENTE AL DISTRITO MINERO EL TRINFO, B.C.S., MÉXICO

Rodríguez SuiQui Judith, Sánchez Martínez Martha Alicia,
Romero Guadarrama Juan Armando, Sánchez González Alberto,
Magallanes Ordóñez Víctor René y Marmolejo Rodríguez Ana Judith
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
amarmole@ipn.mx

El antimonio (Sb), del latín “stibium”, es un elemento traza utilizado desde la antigüedad en un sinnúmero de procesos. Las propiedades son muy similares a los de arsénico (As); siendo algunos de sus compuestos tóxicos y carcinogénicos para el humano. Es, por lo tanto, necesario controlar los desperdicios acumulados por actividades antropogénicas, donde se estima que se liberan al ambiente a nivel global, 3.8X1010 g a-1. De acuerdo a la Agencia de Protección al Ambiente de Estados Unidos, el valor máximo en sedimentos de Sb es 11.2 mg kg-1 y según varios autores el valor promedio es de 0.2 mg kg-1 en la corteza terrestre.

El sistema costero comprendido por el Arroyo Hondo, el cual cambia de nombre a Las Gallinas- El Carrizal, se encuentra influenciado por un yacimiento de oro (Distrito Minero El Triunfo: DM-ET) y desemboca en el Océano Pacífico. En la cuenca de drenaje del DM-ET, 800 000 toneladas de desperdicios mineros (jales) están expuestos a intemperismo eólico y fluvial. Consecuentemente, los elementos traza migran debido a la acción del vientos y a huracanes en época de verano, depositándose en los sedimentos a lo largo del arroyo. Con el objeto de conocer los contenidos y distribución de Sb en este sistema costero, se colectaron 26 muestras de sedimento superficial a lo largo del arroyo, incluyendo el distrito minero y se determinó la concentración de antimonio por ICP-OES, previa digestión total ácida. La concentración total de Sb en jales y en cenizas de tostación fue de 2010 mg kg-1 y 5400 mg kg-1, respectivamente. El intervalo de concentración de Sb a lo largo del arroyo es de 0.1-122 mg kg-1. El antimonio está enriquecido en el sistema estudiado en comparación con los valores promedio de la corteza terrestre. Los factores de enriquecimiento normalizado indican que el enriquecimiento de Sb es significativo y elevado principalmente en los sedimentos cercanos al distrito minero.

GEOQP-16 CARTEL

CABULLONA UN DEPÓSITO DE SKARN DE ZN-CU (PB) Y SU POSIBLE RELACIÓN CON SISTEMAS PÓRFIDO DE COBRE EN EL NORTE-NOROESTE DE SONORA, MÉXICO

Olivarez Miranda Ivonne Lourdes[1], Ochoa Landín
Lucas[2], Valencia Moreno Martín[3] y Del Rio Salas Rafael[4]
[1]*Universidad de Sonora*
[2]*Departamento de Geología, Universidad de Sonora*
[3]*Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM*
[4]*Department of Geociences, University of Arizona, Tucson, AZ, USA*
ivonne_olivarez@hotmail.com

El depósito de Cabullona se localiza a aproximadamente a 20 km al sur de la ciudad de Agua Prieta Sonora. Estudios recientes de reconocimiento geológico sugieren que se trata de un depósito de tipo skarn con mineralización de Zn-Cu-(Pb) hospedado en rocas carbonatadas del Cretácico Temprano pertenecientes al Grupo Bisbee. Estas rocas incluyen una secuencia de más de 300 m de espesor, compuesta de calizas, areniscas y limolitas intercaladas cuyas capas están dispuestas en una posición casi vertical y orientadas en una dirección NW 60-65° SE. Las rocas que hospedan la mineralización corresponden la Formación Cintura, que representa el medio superior del Grupo Bisbee las cuales están en contacto normal con un paquete de más de 100 m de espesor de calizas fosilíferas correspondientes a la Formación Mural que constituye el miembro intermedio del Grupo Bisbee.

La zona en la que se desarrollo el skarn, alcanza más de 200 m de largo en dirección de los estratos por unos 150 m de ancho. El depósito presenta un marcado zoneamiento con áreas profundamente oxidadas, semejando sombreros de hierro (“gossans”), las cuales sugieren su origen a partir de sulfuros primarios y parecen también estar alineadas conforme a la estratificación pero siguiendo una dirección más cercanamente E-W.

La zona de granates y la zona de óxidos es irregular y pasa gradualmente a zonas con granate más fino, con presencia de epidota + anfíbol + calcita.

Esta zona del skarn esta mejor desarrollada cerca del contacto con el intrusivo y dentro de la estratificación de las rocas de la Formación Caliza Mural, y se presenta con fuerte asociación de epidota+cuarzo dentro de las areniscas de cuarzo, arcosas y limolitas de la Formación Cintura. La zona de skarn de Cabullona y su mineralización parecen estar genéticamente relacionadas al contacto con un intrusivo cuarzomonzonitico, sin embargo su textura original está muy afectada por el inmenso metasomatismo hidrotermal. El depósito está claramente cortado por una serie de diques porfídicos de cuarzo-feldespato emplazados por los planos de estratificación y por una serie de pequeños pórfidos de feldespato, los cuales son mas tardíos y cortan la estratificación siguiendo una dirección NE 20°-30°SW. Por último se observan diques

porfídicos de composición andesitica los cuales se inyectan a lo largo de los planos de estructuras orientadas NNE-SSW y N-S.

Aunque aún hace falta generar más información, se considera que las características de las rocas intrusivas, el tipo de alteración, y la mineralización observados en el skarn de Cabullona, sugieren un ambiente metalogenético similar al observado en los sistemas de pórfido de Cu en esta región de Sonora.

GEOQP-17 CARTEL

EVALUACIÓN DE INTEMPERISMO EN MUESTRAS DE BASALTO DE EDIFICACIONES HISTÓRICAS DE LA CIUDAD DE PUEBLA

Teutli León Ma Maura Margarita, Sáchez Martínez Alejandra Ixchel y Herrera Juárez Viridiana
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
teutli23@hotmail.com

Los edificios históricos, a través de sus materiales y sistemas constructivos, con el transcurso del tiempo están sujetos a sufrir la acción de diferentes agentes que los van alterando. Esta alteración puede ser mediante la afectación de su apariencia estética y por la acción de agentes físicos, químicos, biológicos y humanos que producen deterioro. La acción de estos agentes puede presentarse actuando de manera aislada e individual (en la minoría de los casos), o a través de la combinación simultánea de varios de ellos (en la mayoría de las ocasiones). Por lo tanto la alteración va a depender tanto de la composición del material de construcción como de la naturaleza del agente que está actuando sobre el mismo, la manifestación del daño va desde alveolización, degradación diferencial, alteraciones cromáticas así como la formación de pátinas biológicas relacionadas con la acción de líquenes. Con el fin de evitar o desacelerar el daño de los materiales pétreos, las personas encargadas de la restauración de edificios han hecho uso de materiales protectores los cuales proveen una capacidad protectora persistente. Se pretende evaluar el uso de materiales poliméricos modificados en la protección de la penetración de humedad en el basalto. Los materiales examinados corresponden a muestras de basalto no intemperizado, a los cuales se les aplicó una película protectora en la cual se utilizaron 2 tipos de material polimérico. A partir de las observaciones efectuadas concluimos que las propiedades hidrofóbicas de polímeros comerciales pueden ser mejoradas por la inclusión de agentes de enlace transversal, lo cual actuaría a favor de las piedras a ser protegidas; de modo que se propongan mejores métodos para proteger de los distintos tipos de agentes erosivos monumento y edificaciones, con l finalidad de preservarlas el mayor tiempo posible.

GEOQP-18 CARTEL

FLUID INCLUSION STUDIES AS PARAMETER OF CORRELATION BETWEEN THE SAN JORGE AND CHICHARRA VEIN SYSTEM IN TAVICHE DISTRICT MINING, OAXACA, MEXICO

Jiménez Franco Ma. Abigail[1], Castro Mora Jesús[1] y Esponda Ortiz David[2]
[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Servicio Geológico Mexicano*
celenus83@gmail.com

In the state of Oaxaca Mexico, there is great potential in mineral resources, in which the Taviche mining district was characterized by its mineral wealth of both base metals and precious metals, which are housed in epithermal deposits.

The Au and Ag exploration's has focused mainly on the veins of this region due to their characteristics, this study focuses on the characterization and correlation of vein systems known Chicharra Vein System and San Jorge Vein System, as recent studies indicate economic interest (Jimenez-Franco, 2010).

Moreover, the fluid inclusions analysis is a technique that allows to know the conditions of temperature, salinity and fluids formation level at the time of emplacement, thus obtaining data that reveal whether these conditions were similar (or them) at the time that these veins were formed, so that based on the data obtained is possible to determine whether there is genetic relationship between these vein systems.

Sesión Regular

OCEANOLOGÍA

Organizadores:
Ligia L. Pérez Cruz
David Salas de León

OCE-1

MODELING THE SEASONAL AND INTERANNUAL VARIABILITY OF THE NORTHERN GULF OF CALIFORNIA SALINITY

Zamudio Luis[1], Metzger Joseph[2] y Hogan Patrick[2]
[1]*Center for Ocean-Atmospheric Prediction Studies, Florida State University, USA*
[2]*Naval Research Laboratory, Stennis Space Center, Mississippi, USA*
luis.zamudio.ctr.mx@nrlssc.navy.mil

Seven years (2003–2009) of data from a regional version of the HYbrid Coordinate Ocean Model (HYCOM) nested in global HYCOM are used to study the seasonal and interannual variability of the salinity in the northern Gulf of California (NGOC). Previous studies illustrate that the NGOC is characterized by an annual evaporation of ~0.9 m/y. This evaporation generates high sea surface salinity (SSS) water, which reaches a maxima in the northern GOC (>37 psu) and decreases to ~35 psu toward the entrance of the GOC. The NGOC SSS water is interannually modulated by fluctuations in the evaporation, which are mainly due to the number and intensity of atmospheric cold fronts arriving to the area and by fluctuations in the low-salinity water transported into the region by poleward eastern boundary currents. The fluctuations in the transport of low salinity water are linked to the arrival of equatorially-originated coastally trapped waves. The crucial role of the transport of low salinity water for the interannual variability of SSS is specifically exemplified by the 2006 fall season, which includes the lowest salinity of the period 2003-2009. The lowest salinity of 2006 cannot be explained solely by evaporation, because 2006 was characterized by the largest evaporation of the period 2003-2009. However, the presence of the lowest salinity environment can be attributed to the evaporation in conjunction with the largest upper ocean transport of low salinity water carried to the NGOC by the 2006 El Niño intensified poleward eastern boundary currents.

OCE-2

CORRIENTES EN LOS UMBRALES DE CUENCA DELFÍN EN LA PARTE NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA

López Mariscal Manuel y Candela Pérez Julio
CICESE
malope@cicese.mx

Se analiza un año de datos de corrientes en los umbrales de Delfín y Canal de Ballenas que delimitan a cuenca Delfín. El flujo medio es diferente en ambas localidades ya que en el umbral Delfín existe una corriente de fondo que descarga agua hacia la parte profunda de la cuenca mientras que en el umbral del Canal de Ballenas existe una corriente superficial dirigida hacia la cabeza del golfo. Los espectros de las corrientes también son distintos, con la mayor parte de la energía en las frecuencias más bajas en el umbral Delfín, pero en periodos de alrededor de 15 días en el umbral de Canal de Ballenas, excepto en la superficie en donde la energía más alta también está en las frecuencias más bajas y asociada a las oscilaciones de la corriente dirigida hacia la cabeza del golfo. Las corrientes de fondo en el umbral Delfín están significativamente correlacionadas con las frecuencias más bajas de las corrientes en el umbral del Canal de Ballenas hacia la cabeza del golfo cerca de la superficie y con las corrientes hacia la boca del golfo en profundidades entre 250 y 600 m, de tal forma que una intensificación de la corriente de fondo, y por tanto del transporte profundo que se descarga en cuenca Delfín, está asociada a una intensificación de la corriente superficial que sale del Canal de Ballenas hacia la cabeza del golfo y de la corriente subsuperficial que entra hacia el Canal de Ballenas en dirección del la boca del golfo. Esto se interpreta como parte del intercambio y renovación de agua de las cuencas profundas del golfo norte. A frecuencias más altas (periodos entre 3 y 10 días), existe coherencia significativa entre las corrientes profundas de ambos umbrales. Para estos periodos las corrientes hacia la cabeza del golfo en el umbral Delfín anteceden de 1.3 días a 1.8 días a las corrientes hacia la boca del golfo en el umbral del Canal de Ballenas. Este comportamiento sugiere algún tipo de onda propagándose desde el umbral Delfín hasta el umbral del Canal de Ballenas alrededor de cuenca Delfín. A estas frecuencias también hay una buena coherencia entre las temperaturas profundas en el umbral de Canal de Ballenas y las corrientes hacia la cabeza del golfo entre 300 y 500 m de profundidad en ese mismo umbral. Finalmente, en el umbral de Delfín existe una energía significativa en periodos de 15 días en las corrientes cerca del fondo y esto es consistente con la modulación quincenal del transporte profundo en el umbral de San Esteban que necesariamente se continúa hasta el umbral Delfín.

OCE-3

EFECTO DE LA MAREA Y LA BATIMETRÍA EN LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Gómez Valdivia Felipe y Pares Sierra Alejandro
CICESE
apares@cicese.mx

El modelo numérico ROMS (Regional Ocean Modelling System) es usado para analizar la Temperatura Superficial (TS) del Norte del Golfo de California. La TS generada por el modelo es coherente con observaciones, reproduciendo bajas TS dentro del Canal de Ballenas (CB) y en la región alrededor de la Isla San Esteban (RSE). Ambas regiones son sometidas a bombeo de agua subsuperficial generado por marea. Una vez bombeada, esta agua es mezclada y alcanza la superficie por efectos turbulentos característicos de la capa superficial oceánica. Experimentos numéricos muestran que la baja TS dentro de estas regiones es eliminada cuando el forzamiento por marea o las irregularidades del fondo marino son excluidos del modelo. Estos resultados indican que el efecto conjunto de la marea y las irregularidades batimétricas juegan un papel fundamental en la permanencia superficial de agua fría y nutritivamente rica dentro de CB y RSE.

OCE-4

LAS ESCALAS DE LA TURBULENCIA EN EL CANAL DE BALLENAS

Figueroa R. J.M., López Mariscal Manuel, Amador B. A. y Lavín Miguel
CICESE
figuer@cicese.mx

Se presentan los resultados de dos cruceros hidrográficos (marzo y septiembre de 2009) realizados en el Canal de Ballenas. Las observaciones, además de datos de CTD convencional, incluyen datos de corrientes (LADCP) en cada lance, de microestructura (VMP6000) en algunos y de velocidad durante seis meses (ADCP) en el umbral de San Lorenzo. Con los datos obtenidos se calculan algunos de los parámetros básicos para caracterizar la mezcla turbulenta (Escalas de: Thorpe, Ozmidov, razón de disipación y Número de Richardson) y se prueban algunas parametrizaciones.

OCE-5

TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN LA BAHÍA DE YAVAROS

Carbajal Pérez Noel[1] y Dworak Robinson Juan Adolfo[2]
[1]*IPICYT*
[2]*CICESE*
noelc@ipicyt.edu.mx

Aplicando un modelo hidrodinámico-numérico bidimensional verticalmente integrado al cuerpo de agua costero Bahía de Yavaros, se calcularon los transportes de sedimento como carga de fondo y en suspensión inducidos por las mareas más dominantes en el área de estudio. En los cálculos numéricos la batimetría evolucionó en cada paso de tiempo. Considerando una velocidad crítica de 0.3 m/s, a partir de la cual ocurre el transporte como carga de fondo, se obtuvieron las zonas de erosión y acreción. La contribución a la morfología por el transporte en suspensión es importante y tiene una estructura semejante a la obtenida como carga de fondo. Los cálculos revelan las regiones con mayor dinámica de sedimentos y las tendencias morfológicas. Se efectuaron experimentos con diferente tamaño de grano.

OCE-6

SALTO HIDRÁULICO PRÓXIMO A ISLA DEL CARMEN (GOLFO DE CALIFORNIA)

Salas Monreal David[1], Salas de León David Alberto[2], Monreal Gómez María Adela[2] y Riverón Enzástiga Mayra Lorena[3]
[1]*Universidad Veracruzana*
[2]*Instituto de Ciencias del Mar y Linmología, UNAM*
[3]*Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM*
davidsalasmonreal74@yahoo.com.mx

Datos de temperatura, salinidad, densidad, velocidad de la corriente y la intensidad del backscatter fueron usados para describir un salto hidráulico próximo a Isla del Carmen (Golfo de California). Los datos muestran un salto hidráulico observado tanto con los datos como mediante las salidas de un modelo numérico (ROMS), el cual muestra el salto hidráulico y la ondas de lee formadas sobre un cañón de 280 m de profundidad similar al de la zona de estudio. Mediante la modelación numérica se obtuvo la dispersión horizontal de las partículas suspendidas en la columna de agua y con los datos observacionales se describió la concentración de organismos de zooplancton en la columna de agua y el efecto del salto hidráulico sobre ellos.

OCE-7

EFECTOS DE LA VARIACIÓN INTERANUAL EN LOS GIROS DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Pares Sierra Alejandro, Flores Ana Laura y Gómez Valdivia Felipe
CICESE
apares@cicese.mx

Se analizan 28 años de datos de la implementacion del modelo ROMS (Regional Ocean Modeling System) al Golfo de California. El modelo se encuentra embebido en un modelo regional del Pacifico Nororiental cuyas condiciones de frontera y forzamientos superficiales fueron derivados de las bases de datos SODA y NARR respectivamente. Temperaturas superficiales de AVHRR (Advance Very High Resolution Radiometer) son también usadas para contener al modelo. Se incluye el efecto de la marea a través de la frontera por medio del modelo TPX06. Se describe la evolución de las corrientes, estructura térmica superficial y los transportes longitudinales a lo largo del golfo. Dichos campos se analizan en el contexto de la formación de los giros que dominan la circulación. Encontramos que la estructura e intensidad de estos giros está ligada a variaciones interanuales de la intensidad y el corte lateral de la señal costera proveniente del Pacífico. En gran medida las características lagrangeanas del golfo y en consecuencia parte de las interacciones físico-biológicas (p. ej. conectividad) están determinadas por la estructura de estos giros; es importante entender su procesos de generación y su variabilidad estacional e interanual. Se avanza en esta dirección.

OCE-8

BAHÍA CONCEPCIÓN, GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO. ESTRUCTURA HIDROGRÁFICA

Obeso Nieblas Maclovio[1], Gaviño Rodríguez Juan Heberto[2], Shirasago Germán Bernardo[1], García Morales Gisela[1] y Obeso Huerta Maclovio[3]
[1]*Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN*
[2]*Instituto Oceanográfico, Universidad de Colima*
[3]*Universidad Autónoma de Baja California Sur*
mniebla@ipn.mx

Se analizó la estructura hidrográfica en Bahía Concepción, Golfo de California durante un ciclo estacional, con datos de CTD de cuatro cruceros realizados en 1994 (invierno, primavera, verano y otoño). Se aprecia la bahía térmicamente homogénea durante invierno y otoño, producto de los fuertes vientos del noroeste, mientras que en primavera y verano se presenta estratificada, con un frente termohalino en la zona de la boca, debido a la intensa radiación solar y a las surgencias generadas por los vientos del sureste, en la frontera con el Golfo de California. La bahía presentó un mezclado vertical, durante invierno y otoño, mientras que en primavera y verano, fue de estratificación horizontal. La salinidad tuvo un comportamiento bimodal, registrándose los máximos superficiales en primavera y otoño y los mínimos durante invierno y verano. La distribución de temperatura y salinidad difieren estacional y espacialmente, producto de la radiación solar, estratificación por calentamiento/enfriamiento, estratificación por flujo de densidad, proceso de mezcla y flujo impulsado por el viento. Es de destacar, un comportamiento cíclico de la estructura térmica de la bahía, fluctuando de una condición homogénea y fría a un ambiente estratificado y caliente, separado por dos períodos cortos de transición.

OCE-9

HIDROGRAFÍA EN BAHÍA DE LA PAZ Y ZONA OCEÁNICA ADYACENTE MEDIANTE MEDICIONES IN-SITU E IMÁGENES DE SATÉLITE

Guevara Guillén Cristóbal, Shirasago Germán Bernardo, Obeso Nieblas Maclovio, García Morales Ricardo y Gámez Soto Diego
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
cguevarag0900@ipn.mx

La Bahía de La Paz representa un importante capital ecológico en el Golfo de California. Es el cuerpo de agua protegido más extenso de su costa occidental y presenta una interacción con el golfo a través de dos bocas permanentes. Los procesos de mesoescala que ocurren en el sur del golfo determinan en gran medida las condiciones hidrográficas en la bahía. Atendiendo a la necesidad de conocer la hidrografía y la interacción que ocurre entre La Bahía de La Paz y la zona oceánica adyacente del golfo, el objetivo del presente trabajo es analizar las condiciones hidrográficas y determinar la relación entre ambos cuerpos de agua, describiendo la influencia que tienen los fenómenos que ocurren en el golfo sobre la bahía, en las cuatro estaciones del año 2009. Para cumplir con el objetivo del presente análisis se utilizaron datos in situ e imágenes de satélite. Los datos de campo consistieron de 54 estaciones de muestreo, durante cuatro expediciones que cubrieron cada estación del año, de los cuales se obtuvieron perfiles de CTD (Conductivity, Temperature and Depth). Las imágenes de satélite utilizadas fueron de los sensores AVHRR de temperatura superficial del mar y Seawifs de clorofila “a”, contemporáneas a los muestreos in situ, del tipo HRPT y en formato HDF. De los resultados puede observarse que durante la época fría, dominada por fuertes surgencias continentales en el golfo, los remolinos que se generan en éste, transportan propiedades a la zona de la bahía. Mientras que en la época cálida, se detectan en la parte profunda de la bahía Agua Superficial Ecuatorial, que entra al golfo por La Boca Grande. Concluyéndose que el golfo tiene una gran influencia sobre las condiciones hidrográficas de la bahía, lo cual fue corroborado tanto con las mediciones in situ, como con las imágenes de satélite.

OCE-10

BAHÍA DE LA PAZ, GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO. VARIABILIDAD HIDROGRÁFICA

Obeso Nieblas Maclovio[1], Gaviño Rodríguez Juan Heberto[2], Shirasago Germán Bernardo[1], García Morales Ricardo[1], García Morales Gisela[1] y Obeso Huerta Hipolyto[3]
[1]*Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN*
[2]*Instituto Oceanográfico, Universidad de Colima*
[3]*Instituto Tecnológico de La Paz, B.C.S.*
mniebla@ipn.mx

Se analizó la variabilidad hidrográfica en Bahía de La Paz, Golfo de California durante un ciclo estacional, con datos de CTD de cuatro cruceros realizados en 2009 (invierno, primavera, verano y otoño).

Se aprecia la bahía térmicamente estratificada durante todas las estaciones del año (invierno, primavera, verano y otoño), con una capa de mezcla (50 m) a fines del otoño. Es de destacar que durante el verano la estratificación térmica fue máxima y se apreció hasta los 350 m de profundidad. Por el contrario, la salinidad presento gran variabilidad en los primeros 50 m de profundidad, con la mayor salinidad superficial a fines de la primavera y la mínima salinidad en el otoño, al parecer esta disminución fue generada por el arribo de agua de menor salinidad del Golfo de California, lo que destruyó la haloclina en la bahía. La densidad en la bahía presentó un comportamiento que fue determinado por la temperatura, con la mayor densidad durante el invierno, con una picnoclina muy escarpada, desde la superficie hasta los 100 m de profundidad durante la primavera.

Por otra parte, se registró el arribo de Agua Superficial Tropical a fines de la primavera en la costa sureste de la Boca Norte y al finalizar el verano en la bahía se encontró una significante disminución de Agua del Golfo de California, compensada por la presencia de una importante cantidad de Agua Superficial Tropical, con la mayor variabilidad hidrográfica en las aguas con temperaturas mayores a 15 °C.

OCE-11

ESTABILIDAD DE LA LÍNEA DE COSTA DE BAHÍA SAN LUCAS, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Nava Sánchez Enrique, Navarro Lozano J.O., Murillo Jiménez J.M. y Godínez Orta L.
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
enava@ipn.mx

La Bahía San Lucas está localizada en la punta sur de la Península de Baja California, justo en la entrada al Golfo de California, con una fuerte influencia hidrodinámica del Océano Pacífico y del impacto de 2 a 5 ciclones cada año. Así, el propósito de este trabajo es estimar la estabilidad de la línea de costa de la bahía, mediante el análisis de los procesos sedimentarios que controlan su avance y retroceso. Se reanalizaron resultados de trabajos geomorfológicos y sedimentológicos previos y datos del monitoreo de perfiles de playa (1997 a 2004), los cuales mostraron la dinámica de la playa y que su sedimento es aportado principalmente por descargas fluviales y una pequeña parte por transporte litoral, tanto del Pacífico como del noreste. Análisis de SIG mostraron que sólo con precipitaciones catastróficas el arroyo El Salto desarrolla flujos rápidos de escombros, como durante el huracán Juliette (2001), con una descarga estimada de 4 millones de m3 a la línea de costa en donde se formó un abanico deltáico temporal. Levantamientos batimétricos y buceo scuba mostraron que la cabecera del cañón submarino San Lucas, localizada en la porción sur-central (incluye el área frente al arroyo El Salto), en donde inicia entre 6-8 m bajo el nivel del mar. Así, la cabecera del cañón atrapa la mayor parte del sedimento descargado durante flujos de escombros y el oleaje de swell y tormenta redistribuye el sedimento acumulado en el abanico deltáico a lo largo de las playas hasta que eventualmente es atrapado por el cañón submarino. La cabecera del cañón en la costa rocosa sur atrapa rápidamente la mayor parte del sedimento que entra a la bahía desde el litoral del Pacífico, en tanto que el aporte litoral de noreste se mueve a lo largo de la playa, hasta que también es atrapado en la porción sur-central por la cabecera del cañón. Una mínima parte del sedimento sale hacía la duna frontal, el cual eventualmente es atrapado por un arroyo atrás de la duna. Fechaciones del sedimento de la base y cima de dicha duna dieron edades de 3200 y 800 años respectivamente, lo que permitió concluir que el sistema litoral playa-duna ha permanecido en la misma posición durante al menos los últimos 3200 años. Así, concluimos que la cabecera del cañón submarino juega el principal papel en el control de la estabilidad de las playas de la bahía.

OCE-12

REGIONALIZACIÓN DEL GOLFO DE CALIFORNIA CON BASE EN EL CICLO ANUAL DE LA CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA-A

Romero Centeno Rosario, Méndez Ramos Citlalli y Zavala Hidalgo Jorge
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
rosario@atmosfera.unam.mx

En este trabajo se obtiene una regionalización del Golfo de California (GoC) con base en el análisis del comportamiento estadístico de las anomalías mensuales de la concentración de clorofila-a (Cca) usando los datos del satélite SeaWiFS para el período 1997-2008. La metodología seguida se basa en la amplitud de las funciones empíricas ortogonales de la CCa en el GoC. Áreas con rangos similares de variación en cada uno de los modos principales se determinaron con base en un análisis subjetivo de los modos y de los mapas de anomalías mensuales. Se identificaron once patrones espaciales, con diferente comportamiento estadístico, representando quince regiones conexas. Los principales mecanismos de forzamiento para la variación estacional de la CCa en el GoC son la mezcla por marea, los flujos de calor, los vientos, la circulación estacional, la convección, ondas atrapadas a la costa y ondas internas.

OCE-13

HACIA UNA DESCRIPCIÓN ÓPTIMA DE LA DINÁMICA DE LA ZONA IMECOCAL: MODELACIÓN NUMÉRICA Y OBSERVACIONES

Gómez Valdivia Felipe y Pares Sierra Alejandro
CICESE
apares@cicese.mx

Con el objetivo de analizar detalladamente los procesos físicos que dictan la dinámica oceánica de la zona IMECOCAL, se implementó el modelo numérico ROMS (Regional Ocean Modelling System) para dicha región. Se consideraron los efectos de procesos físicos de mayor escala al anidar la región de interés, cuya resolución espacial es de 3 Km., dentro de un dominio espacial que abarca gran parte del Océano Pacífico Nororiental. La implementación del modelo se basa en forzamientos superficiales derivados de NARR (North American Regional Reanalysis), datos AVHRR (Advance Very High Radiometer Resolution) de temperatura superficial del mar, climatologías deWOA (World Ocean Atlas) y batimetría con dos minutos de resolución de ETOPO. Resultados preliminares muestran consistencia con observaciones, en especial: las variaciones estacionales de la Corriente de California, la formación de meandros y la subsecuente generación de remolinos que viajan hacia el oeste, principalmente, en otoño e invierno.

OCE-14

EL EFECTO DE UNA DESCARGA DE ALTA DENSIDAD EN LA BAHÍA DE TODOS SANTOS

Ramírez Aguilar Isabel[1], Vázquez González Rogelio[1], Ramírez Gerardo[1] y Blanco Betancourt Rafael[2]
[1]*CICESE*
[2]*UABC*
iramirez@cicese.mx

La aplicación de modelos numéricos, es en la actualidad una herramienta esencial para la planeación del desarrollo costero. La hidrodinámica de cuerpos de agua de pequeña escala, juega un papel principal para conocer el efecto de vertederos en el océano costero, por lo cual es importante monitorear la hidrodinámica local para adaptar los modelos. Se utiliza el modelo 'Estuarine, Lakes and Coastal Ocean Model ' (ELCOM) para simular la hidrodinámica de la Bahía de Todos Santos incluyendo una descarga de alta densidad a una profundidad de 14m. El modelo es forzado con las variables ambientales medidas 'in situ' para la adaptación del modelo. Se presentan los resultados de las mediciones que se utilizaron para forzar un modelo hidrodinámico, y los resultados del modelo utilizado para conocer el efecto que tendría una descarga hipersalina en la Bahía de Todos santos.

OCE-15

INTERCAMBIO DE AGUA EN LA BAHÍA DE TODOS SANTOS, BAJA CALIFORNIA

Candela Pérez Julio, Pérez Brunius Paula, López Mariscal Manuel, Coronado Mendez César y Robles Pacheco José María
CICESE
jcandela@cicese.mx

Más de un año de observaciones de corriente en las dos bocas de la Bahía de Todos Santos han permitido estimar el intercambio de agua entre la bahía y el océano adyacente. Las mediciones se realizaron en las localidades del cañón de Punta Banda y en la sección entre Punta San Miguel y las Islas de Todos Santos, entre agosto de 2007 y octubre de 2008. La integración vertical del perfil de corriente medido en el centro del cañón muestra un transporte promedio de 12,000 m3/s saliendo de la bahía por debajo de los 100 metros de profundidad, lo cual implica un periodo medio de recambio de solo 2 días para las aguas del cañón por debajo de esta profundidad. Este flujo medio de salida parece darse en respuesta a un bombeo de marea que introduce la misma cantidad de agua a frecuencias supra-inerciales. El flujo de salida profundo en el cañón presenta un marcado ciclo anual con un mínimo en primavera y un máximo en otoño, que suponemos se debe a variaciones en la estratificación de la columna de agua. Integrando las mediciones de corriente en la sección entre Punta San Miguel y las Islas de Todos Santos, la cual presenta profundidades máximas de 50 metros, se observa un flujo medio de entrada de 6,000 m3/s. Este flujo de entrada debe estar compensado por un flujo de salida en la sección del cañón por arriba de los 50 metros de profundidad, e implica un tiempo medio de residencia de 12 días para la zona somera (< 50 metros) de la bahía. Las variaciones del flujo somero entre las Islas y Punta San Miguel están correlacionadas con la intensidad del índice de surgencias, el cual se obtuvo a partir de los vientos medidos en la Isla norte de Todos Santos.

OCE-16

ANÁLISIS DE METEOTSUNAMIS EN LA BAHÍA DE TODOS SANTOS, B.C.

De Grau Amaya Pamela y Ortiz Figueroa Modesto
CICESE
ortizf@cicese.mx

En este trabajo se analizan observaciones conjuntas de nivel del mar y de presión atmosférica en la Bahía de Todos Santos, Baja California. Las observaciones revelan la presencia de meteotsunamis u oscilaciones de alta frecuencia (periodos de 6 a 8 minutos) del nivel del mar, que son excitadas por cambios súbitos en a presión atmosférica. Se investiga el mecanismo de generación de los meteotsunamis mediante un modelo numérico hidrodinámico forzado con perturbaciones en la presión atmosférica. Los resultados del modelo numérico corroboran la hipótesis de que los meteotsunamis se generan por la propagación de frentes de presión atmosférica originados posiblemente por el paso de ondas de gravedad. Las frecuencias observadas en los meteotsunamis sintéticos corresponden a los modos normales de oscilación o "seiches" observados en la bahía.

OCE-17

DOS AÑOS DE DATOS OCEANOGRÁFICOS DE LA BOYA DE LA UNAM EN ISLA SOCORRO

Salas de León David Alberto, Monreal Gómez María Adela y Gracia Gasca Adolfo
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
dsalas@servidor.unam.mx

En el 2005 el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM armó y colocó una boya oceanográfica en las costas de Isla Socorro, Archipiélago de las Revillagigedo, que trasmitió datos horarios en forma continua del 11 de julio del 2005 al 15 de noviembre del 2007. Las variables oceanográficas registradas fueron: magnitud y dirección de las corrientes, conductividad, temperatura, salinidad, densidad, turbidez, pH, fluorescencia, nivel del mar, oleaje y mareas; mientras que las variables meteorológicas son: magnitud y dirección de la velocidad del viento, temperatura, humedad relativa y presión. El análisis espectral muestra periodicidades anuales, estacionales, quincenales y las asociadas a las principales componentes de marea; así como, una banda importante entre los 30 y 60 días que pueden atribuirse a procesos asociados a oscilaciones del tipo Madden-Julian.

OCE-18

MIXED LAYER DEPTH VARIABILITY IN THE TROPICAL BOUNDARY OF THE CALIFORNIA CURRENT, 1997-2007

Jerónimo Moreno Gilberto[1] y Gómez Valdés José[2]
[1]*Facultad de Ciencias, UNAM*
[2]*División de Oceanología, CICESE*
gjeronim@ciencias.unam.mx

The variability of the surface layer depth is examined over a decade (1997-2007) for the tropical boundary of the California Current (24–32°N), using conductivity-temperature-depth observations collected by quarterly survey cruises. Our study reveals that isothermal layer depth and isohaline layer depth are different from each other. To determine isopycnal layer depth (MLD) a potential density criterion is implemented. Results indicate that salinity variations control MLD rather than temperature variations. The mean state of the surface layer indicates that contour lines of MLD are parallel to the coast, with mixed layer thickness decreasing towards the coastal zone, in agreement with geostrophic balance of the equatorward flow and coastal upwelling. Seasonal changes show

that the deepest (~70 m) MLD's are reached in January and the shallowest (~15 m) occur in July. We find that seasonal MLD changes in the entire domain are related to Ekman transport and buoyancy frequency below the mixed layer. The first two modes of variability of MLD show a meridional structure, similar to the mean state, while the third one shows a zonal structure. Ekman transport and Ekman pumping are used to explain the three modes. There is a significant correlation between the second leading mode of interannual variability and the North Pacific Gyre Oscillation. An abrupt MLD change occurs between January 1998 and January 1999 associated with strong El Niño-La Niña cycle shift that occurred in this period.

OCE-19

VARIABILIDAD OCEANOGRÁFICA SUPERFICIAL DEL HÁBITAT DE LOS STOCKS DE SARDINOPS SAGAX, EN EL SISTEMA DE LA CORRIENTE DE CALIFORNIA (1981-2005)

García Morales Ricardo[1], Félix Uraga Roberto[1], Shirasago Germán Bernardo[1], Obeso Nieblas Maclovio[1], Hill Kevin[2], García Morales Gisela[1] y Guevara Guillén Cristóbal[1]

[1]*Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN*
[2]*Southwest Fisheries Science Center*
rigarciam@ipn.mx

Estudios recientes han sugerido que las interacciones entre el océano y el clima, pueden cambiar drásticamente la productividad en el océano y la abundancia de las poblaciones de peces en los diferentes sistemas de corrientes. En el Océano Pacífico Nororiental se ha identificado una variabilidad oceanográfica de diferentes escalas la cual se encuentra influenciada por el Sistema de la Corriente de California (SCC), en donde se consideran tres ciclos importantes de variación: la variación estacional, surgencias costeras y la variación interanual. El objetivo principal es analizar la variabilidad de algunas condiciones oceanográficas superficiales en el Sistema de la Corriente de California, así como los efectos de algunos fenómenos de macroescala como El Niño, La Niña y la Oscilación Decadal del Pacífico que determinan la distribución de los stocks de sardina, durante el período de 1981 a 2005. Se utilizarán imágenes mensuales de Temperatura Superficial del Mar y de clorofila "a", con 1 km de resolución. Lo anterior servirá para analizar la variabilidad oceanográfica y para dilucidar estructuras oceanográficas de mesoescala, como la manifestación de corrientes, surgencias, remolinos ciclónicos y anticiclónicos, frentes y filamentos. El análisis de capturas de sardina del Pacifico por grados de TSM para el área de estudio y zonas de pesca, presentó 3 máximos; uno mayor de 22°C otro de temperaturas entre 17°C y 22°C y el tercero con temperaturas menores de 17°C. El análisis de capturas de sardina del Pacifico por valores de concentración Chl "a" presentó una comportamiento similar a la temperatura observándose tres máximos de capturas, uno que presenta las mayores capturas en concentraciones menores a 1.8 mg.m3, el segundo con valores entre 1.8 mg.m3 y 3.4 mg.m3 y el tercero en concentraciones mayores a 3.4 mg.m3. También se observó una importante presencia de fenómenos de mesoescala en el SCC.

OCE-20

TEMPORAL-SPATIAL DISTRIBUTION OF WAVE ENERGY ON THE MEXICAN PACIFIC COAST

Padilla Hernández Roberto[1 y 2] y Jiménez Hernández Sergio[1]

[1]*Universidad Autónoma de Tamaulipas*
[2]*NOAA-NCEP-SAIC Camp Springs, MD*
roberto.padilla@noaa.gov

The simulation and prediction of harsh storms and their associated extreme waves have become an important issue in recent years due to increased potential for severe damage to human activities and infrastructure. Such waves have a great influence on many economic and social sectors, affecting marine and coastal infrastructure, human settlements and industry established in the coastal marine operations, oil and gas production in the ocean. The storms and hurricanes can produce wind fields that vary rapidly and may produce very large and complex waves, which can spread thousands of miles from the center of the storm. To simulate such wind-waves and their distribution in geographical space and time in the Mexican Pacific Coast, the numerical wave model WAM was used. The wind-wave simulation time span was 60 years, from 1948 to 2007. The National Centers for Environmental Prediction (NCEP, for its acronym in English) wind data were used. Wave simulations are verified by comparing them against data buoy from the National Data Buoy Center of the United States. Several parameters were calculated and analyzed along the Mexican Pacific Coast. Simulated and measured wave spectra are compared.

OCE-21

PROPAGACIÓN ESTACIONAL DE SEÑALES FRENTE A LAS COSTAS MEXICANAS DEL PACÍFICO NORORIENTAL

Flores Ana Laura y Pares Sierra Alejandro
CICESE
alflores@cicese.mx

Se utilizaron diesciseis años (1993-2008) de anomalías de nivel del mar de la base AVISO (Archiving Validation and Interpretation of Satellite Oceanographic Data) para estudiar la propagación de señales estacionales frente a las costas Mexicanas del Pacífico Nororiental. Para analizar las características de propagación, se aplicó el análisis de Funciones Empíricas Ortogonales Extendidas (FEOEx) a la componente dinámica del nivel del mar, la cual fue calculada eliminando la parte estérica, que se encuentra relacionada con los flujos de calor superficial que pudieran estar afectando la variabilidad estacional de los procesos locales en la zona. Con ayuda de un modelo de ondas largas de Rossby, forzado con viento de NARR (North America Regional Reanalysis), se pudo identificar al rotacional del esfuerzo del viento, como la principal causa de generación de señales en la costa, las cuales tienden a propagarse como lo muestra el análisis hecho por las FEOex. Encontrando así, dos rasgos principales de propagación: 1)La existencia de un pulso cálido originado en la costa, que viaja hacia el norte y que se propaga como una onda de Kelvin de frecuencia anual. 2)Ondas de Rossby de tipo anual propagandose hacia el oeste (como lo indica la teoría lineal), que se originan por la radiación de señales generadas en la costa.

OCE-22

ESPECTROS DE ORDEN SUPERIOR DEL OLEAJE PARA EL ESTUDIO DE LA INTERACCIÓN ENTRE ONDAS CORTAS Y LARGAS

Ocampo Torres Francisco J.
CICESE
ocampo@cicese.mx

Utilizando como base las mediciones del oleaje en el Golfo de Tehuantepec (Experimento intOA, febrero-marzo 2005), se estiman espectros, biespectros y triespectros con el fin de obtener información sobre la interacción entre las componentes involucradas. El caso de oleaje local y oleaje generado por tormentas lejanas (OGTL) en dirección opuesta es típico de la región de estudio cuando se presentan los eventos tehuanos (vientos del norte, intensos y persistentes). La presencia de OGTL impone una influencia en el intercambio de momento entre el océano y la atmósfera. El objetivo fundametal del presente trabajo es determinar el mecanismo de esa influencia. Las ondas cortas y la rugosidad que representan en la superficie del mar pueden ser modificadas por el efecto del OGTL at ravés de interacciones no-lineales. Los antecedentes teóricos reportan una asociación entre interacciones no lineales y los valores de los espectros de orden superior de algunos procesos físicos, tales como turbulencia, ondas internas y oleaje. Las componentes del oleaje que pueden interactuar presentan una conexión en su fase, que también puede representarse en el sesgo y la kurtosis de las elevaciones, indicando la ocurrencia de procesos no-lineales. El resultado muestra que las interacciones entre componentes del oleaje local consigo mismas y las del oleaje generado por tormentas lejanas -OGTL- (también consigo mismas) son poco relevantes al compararlas con las interacciones correspondientes entre el oleaje local y el OGTL. Las interacciones entre esas dos componentes del oleaje inducen una tercera componente asociada en fase y representa el resultado del forzamiento ocasionado por las dos primeras.

OCE-23

DESARROLLO DE UN MODELO DE CIRCULACIÓN BIOFÍSICA DE ALTA RESOLUCIÓN EN EL GOLFO DE MÉXICO Y MAR DE CAIMÁN

Guerrero Moreno Lorena[1], Sheinbaum Pardo Julio[1], Candela Pérez Julio[1] y Moore Andrew[2]

[1]*CICESE*
[2]*UCSC*
lguerrer@cicese.mx

Se desarrolla y se valida un modelo de ciruclación biofísica de alta resolución (5 km) usando el modelo ROMS (Regional Ocean Modelling System) para la región del Golfo de México y Mar de Caimán. Las variables usadas para la validación son; temperatura potencial, salinidad, anomalía del nivel del mar, componetes zonal y meridional de la velocidad y velocidad normal al Canal de Yucatán, así como clorofíla y nitratos. Dichas variables se comparan con las climatologías de Levitus de temperatura y salinidad, con la anomalía dinámica del nivel del mar de AVISO, con datos de clorofíla de satélite SeaWiFS (Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor) y con la climatología de nitratos del atlas mundial (World Ocean Atlas 2005). Los datos de velocidad de la simulación se comparan con las observaciones obtenidas por el proyecto CANEK, para el Canal de Yucatán, Caribe Mexicano y algunas regiones en el Golfo México. Los datos obtenidos de la simulación se analizan mediante su media, desviación estándar, modos de

variabilidad espacial y temporal y análisis espectral. Los análisis muestran que el modelo resuelve correctamente la estructura vertical y espacial de temperatura y salinidad, reproduciendo de manera razonable las masas de agua típicas de la zona. El análisis de Funciones Empiricas Ortogonales de la anomalía del nivel del mar muestra estructuras temporales y espaciales similares aunque el orden de los modos es diferente. Los dos primeros modos de variabilidad de la corriente en el Canal de Yucatán suguieren que la variabilidad de la estructura de la corriente vertical simulada está relacionada por el paso de remolinos como en las observaciones. Para la parte del Caribe Mexicano el primer modo muestra, al igual que las observaciones, una circulación alineada a la costa. Los valores del transporte en el Canal de Yucatán son razonables con los valores observados.

OCE-24

ANÁLISIS LAGRANGIANO DEL PROCESO DE LIBERACIÓN DEL REMOLINO DE LA CORRIENTE DE LAZO

Andrade Canto Fernando, Sheinbaum Pardo
Julio, Candela Pérez Julio y Zavala Sansón Luis
CICESE
fandrade@cicese.mx

Se realizó un análisis lagrangiano para tres procesos diferentes de liberación del remolino de la corriente de lazo. Se utilizó el campo de velocidades del modelo de circulación oceánica NEMO (OPA) y la técnica de los exponentes de tiempo finito de Lyapunov (FTLE). La técnica de los exponentes de tiempo finito de Lyapunov se aplicó para determinar las regiones donde la mezcla puede ser mayor, así como para identificar las estructuras coherentes lagrangianas tales como las variedades estables e inestables. Estas estructuras permiten identificar las fronteras de los remolinos y las principales corrientes en la región. Los exponentes se calcularon para cada día durante dos meses para cada evento en el que se separa el remolino de la corriente de Lazo, esto permitió identificar los procesos de formación de estructuras ciclónicas del lado del corte positivo de la corriente de Yucatán. La formación de estas estructuras ciclónicas está fuertemente asociada al proceso de liberación del remolino de la corriente de Lazo. Entender y determinar las causas que permiten la formación de estas estructuras es muy importante. Para ello, se analizó la interacción de la corriente de Yucatán con estructuras de meso-escala en la parte norte del Mar Caribe. En los tres casos, los remolinos anticiclónicos, con rumbo noroeste, al cruzar el canal de Yucatán desvían a la corriente de Yucatán hacia el este. Esto permite la formación de remolinos ciclónicos, del lado oeste de dicha corriente, los cuales preceden al proceso de liberación del remolino de la corriente de Lazo. Este comportamiento sugiere que la corriente de Yucatán al interaccionar con estructuras anticiclónicas en el Canal de Yucatán propicia el proceso de liberación del remolino de la Corriente de Lazo.

OCE-25

MODELOS FÍSICOS PARA EL ESTUDIO DE PROPAGACIÓN DE SUSTANCIAS EN BAHÍAS Y GOLFOS

Martínez Zatarain Alejandro[1] y Skiba Yuri[2]
[1]*CUCBA, UDG*
[2]*CCA, UNAM*
amartine@cencar.udg.mx

Se probaron varios modelos físicos para el estudio de propagación de sustancias en bahías y golfos. Numerosas pruebas con diferentes maquetas montadas en tanques sirvieron para probar técnicas de generación y visualización de flujos, mediante inyección de agua y sustancias con distinta flotabilidad y coloración. Varios tipos de iluminación, videocámaras y software fueron verificados. Se estudiaron los siguientes tipos de experimentos: forzamiento advectivo, forzamiento eólico, combinación de ambos forzamientos, barotrópicos, baroclínicos, con y sin rotación del sistema. La línea de costa y relieve del fondo en todos los casos fue realista. En base a lo anterior, fueron analizados los siguientes tipos de procesos dinámicos en torno a la circulación y el comportamiento de descargas, con lo que se logró caracterizar dinámicamente cada zona de la cuenca:

- Primeramente fue generada por forzamientos advectivo y atmosférico, y bajo rotación del sistema una circulación mesoescalar de la cuenca. Se identificaron los efectos dinámicos mas importantes por islas, salientes, ensenadas, bahías, y en las cercanías a sistemas de esteros y ríos. Así, el sistema de corrientes experimentales reproducido aquí bajo el efecto de Coriolis corresponde a una corriente fuertemente afectada por la orientación del borde.

- Luego, en la microescala se examinó la influencia del viento y los accidentes de la línea de costa que modifican el patrón general producido por la advección, sumando a esta la deriva ocasionada por viento de las capas superficiales y las partículas flotantes.

- Así, los distintos flujos de deriva por viento de varias direcciones en una cuenca somera (la corriente es aproximadamente de la misma dirección que el viento) y rodeada por una geometría semicircular irregular que dirige los flujos produciendo diversos efectos dinámicos detectados experimentalmente y en escenas por teledetección. Las zonas con diferentes tipos de circulación, los de estancamiento/acumulación de sustancias, la formación de plumas, su forma y su propagación en función de la dirección del viento, fueron reproducidos y discutidos, y en base a los experimentos fueron creados mapas para delimitar dichas zonas: esto sobre todo es importante para definir las zonas de playa con mayor o menor afectación por vertidos de descargas. Las bahías de Banderas, Chamela, Tenacatita y el Golfo de México sirvieron de estudio de caso.

- Los vientos diurnos en función del ángulo de incidencia afectan (dirigen) incluso en sentidos opuestos las plumas de descarga de los ríos. Conforme las brisas se activan, intensifican o transitan de una fase a otra, la pluma experimenta cambios en su dirección de propagación, forma, o migra de sitio respecto a la fuente, con distintas formas; los esquemas y escenas satelitales son una guía o referencia para diferentes estudios relacionados con las plumas de vertidos por ríos y la propagación de contaminación, sedimentos, larvas y plancton en general. También para casos de derrames accidentales pueden servir como herramienta de diagnóstico.

OCE-26

RADIONUCLIDOS EMISORES GAMMA Y PATRÓN DE CORRIENTES EN EL SISTEMA LAGUNAR DE ALVARADO, GOLFO DE MÉXICO

Vásquez Contreras Jorge Alberto, Salas Monreal David,
Marín Hernández Mark y Vázquez de la Cerda Alberto M.
Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, Universidad Veracruzana
esijavc@yahoo.com.mx

Las lagunas costeras son lugares que sirven de protección, reproducción y alimento a organismos que vienen del mar, por lo que las pesquerías litorales y ribereñas dependen de la presencia de lagunas costeras y manglares. La laguna de Alvarado al igual que la mayoría de las lagunas costeras de México no posee en general una descripción del contenido de radionúclidos a excepción de las lagunas que se encuentran en la zona cercana a la Central Laguna Verde (CLV), es necesario tipificar la calidad del agua de estas masas tanto por radionúclidos naturales como artificiales y en caso de algún accidente que represente un riesgo radiológico por la cercanía de esta central generadora de energía a partir de combustible nuclear o por la influencia de fuentes abiertas, accidentes de transporte nuclear marítimo etc. Mediante este trabajo se pretende tener una base de datos de radionúclidos de tipo natural y artificial, así como el patrón de corrientes frente y dentro de la Laguna de Alvarado para obtener la posible dispersión de contaminantes en caso de un evento de liberación radiológica. Cabe mencionar que en época de nortes las masas de agua traerían consigo agua proveniente desde la zona de Laguna Verde y al pasar frente a la laguna de Alvarado, esta se debe de introducir debido al efecto de Coriolis, vientos y mareas. Conocer el patrón de corrientes en esta época nos ayuda a determinar las trayectorias de los distintos trazadores. Un trazador es un elemento que no cambia sus características. Como ejemplo podemos nombrar a la salinidad, la cual ha sido usada de forma sistemática como un trazador (Salas-Monreal y Valle-Levinson, 2008), sin embargo el poder usar radionuclidos emisores gamma, nos daría una mayor ventaja para rastrear las masas de agua. Actualmente mediante este trabajo se tiene la batimetría y se empezó el análisis por espectrometría gamma de las 20 muestras colectadas en las 6 vueltas que se realizaron en la Laguna de Alvarado. Durante cada una de las seis vueltas se obtuvieron perfiles de velocidad, temperatura y presión para obtener la dinámica de la laguna.

Palabras claves: Radiactividad, Laguna de Alvarado, Corrientes de Alvarado.

OCE-27

DINÁMICA Y TERMODINÁMICA DE LA ZONA NORTE EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO. PARTE I: CORRIENTES

Allende Arandía Ma. Eugenia, Zavala Hidalgo Jorge,
Mateos Jasso Adriana y Romero Centeno Rosario
Universidad Nacional Autónoma de México
mallende@atmosfera.unam.mx

El Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV) es una zona natural protegida que abarca un área de alrededor de 400 kilómetros cuadrados en la vecindad del Puerto de Veracruz, el municipio de Boca del Río y la comunidad de Antón Lizardo, se ubica en la región central de las costas de Veracruz sobre la plataforma continental, tiene un arreglo general que sigue la línea de costa. Un grupo de 11 arrecifes se localizan frente a la ciudad de Veracruz-Boca del Río y otro grupo de 12 arrecifes (de mayor estructura que los anteriores) se localizan frente a la comunidad de Antón Lizardo. Se estudia la variabilidad dinámica de las corrientes durante el periodo de agosto 2007-julio 2010 en el arrecife norte. Para ello se analizaron datos de ADCP instalado a 30 m de profundidad, datos de viento obtenidos del NARR y datos del nivel del mar obtenidos del Servicio Mareográfico Nacional de la UNAM. De acuerdo a los datos reportados en este estudio, se puede decir que las fluctuaciones estacionales de los sistemas atmosféricos de mesoescala que actúan como forzamientos externos e influyen directamente en la dinámica de las corrientes, introducen cierta variabilidad de otoño a invierno y en los meses de primavera, dominada principalmente

por las intrusiones frontales de manera local conocidas como nortes. Se correlaciona significativamente el aumento en la intensidad de los vientos del norte dan lugar a una intensificación de la corriente hacia el sureste, con un cambio en la dirección de la corriente en cuanto el viento incidente disminuye o cambia de dirección. En el verano las condiciones atmosféricas cambian significativamente, la intensidad de los vientos disminuye tal que las corrientes no se ven forzadas y por lo tanto no tienen una dirección preferencial. Por otra parte las corrientes de marea son mucho menores que las corrientes forzadas por viento teniendo las componentes O1 y K1 la máxima amplitud; existe una componente diurna, al parecer asociada a las brisas, que es relativamente importante en la dirección perpendicular a la línea de costa.

OCE-28

DINÁMICA Y TERMODINÁMICA DE LA ZONA NORTE EN EL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO. PARTE II: MASAS DE AGUA Y ESTRUCTURA TÉRMICA

Mateos Jasso Adriana, Zavala Hidalgo Jorge, Allende Arandía Ma. Eugenia y Romero Centeno Rosario
Universidad Nacional Autónoma de México
amateos@atmosfera.unam.mx

La zona de estudio se ubica dentro del Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV), frente a la ciudad de Veracruz, México, consiste es un grupo de 11 arrecifes, limitados al norte por el río La Antigua y al sur por el río Jamapa.

En el SAV a partir del estudio de la dinámica de las corrientes se encontró una surgencia semipermanente durante el verano. En este trabajo se estudió la estructura vertical de la temperatura y la salinidad y su variabilidad en diferentes escalas de tiempo. Para ello se colocó un arreglo de sensores de temperatura y presión, se analizaron datos de CTD y datos de temperatura médidos con un ADCP colocado a 30 m de profundidad, para el periodo de agosto 2007-julio 2010.

De Enero a Marzo y de Septiembre a Diciembre la estructura vertical de la temperatura es casi homogénea, con diferencias de temperatura entre la superficie y el fondo, de menos de 2 C,. Durante el verano la diferencia de temperaturas fue mayor a 4 C, observándose las temperaturas más bajas del año en el fondo durante los meses de Junio y Julio.

Si se considera que la componente del esfuerzo del viento a lo largo de la costa provoca un transporte superficial costa-afuera, encontramos que la disminución en la temperatura del fondo se asocia a la intrusión de masas de agua fría que provienen de la plataforma externa o del talud, durante los meses de verano.

La surgencia en la zona se ve influenciada por la escala de tiempo asociada a los eventos atmosféricos que ocurren de forma estacional, además de la dinámica general de las corrientes y la geografía de la zona, lo que hace que la variación de temperatura, en éste sitio descienda o aumente algunos grados centígrados en un lapso de tiempo muy corto, de horas o días.

OCE-29

LONG-TERM CURRENTS AND WIND MEASUREMENTS IN THE PARQUE NACIONAL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO

Salas Pérez José de Jesús y Salas Monreal David
Universidad Veracruzana
jsalasp39@yahoo.es

Long-term seasonal current measurements of current profiles, temperature, sea level, and wind velocity were carried out in a tropical coral reef system, “Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano” (PNSAV), located in the western continental shelf of the Gulf of Mexico. A comparative analysis was carried out during June, 2008 to September, 2009. The results show that the wind induced currents were mainly orients from south to northwest during the spring and summer of 2009 and from north to south during the late summer, autumn and winter of 2008-2009, although in some cases the wind circulation was oriented in a nearly perpendicular direction to the coast, in both cases the magnitude of the wind induced currents is lesser than 15 cm/s. An important result is the variability of the wind during the summers seasons, which induced currents toward the south, in contrast with the year of 2009, which showed a flow regime running upcoast over the north part of the PNSAV. This behaviour of the current is mainly modulated by mesoscale phenomena rather than the complex topography.

OCE-30

ESTIMACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS VERTICALES ASUMIENDO CONSERVACIÓN DEL TIPO DE AGUA

Ochoa de la Torre José Luis, Candela Pérez Julio, Sheinbaum Pardo Julio, Pérez Brunius Paula, López Mariscal Manuel y González Navarro Juan Ignacio
CICESE
jochoa@cicese.mx

Debemos considerar a la profundidad (i.e. la ‘Z’) como la variable dependiente, y a la temperatura (T o salinidad (S) e inclusive Oxigeno disuelto (O)) como la variable independiente(s). En lugar de considerar T=T(x,y,Z,t) debemos considerar Z=Z(x,y,T,t), ó, en una sola localidad de latitud y longitud constantes, en lugar de T=T(Z,t) debemos considerar Z=Z(T,t), donde ‘t’ es el tiempo. La razón es que los cambios que registramos son debidos primordialmente a desplazamientos verticales. Se puede decir que la temperatura (salinidad y oxigeno) ‘cambio’ porque nos ‘cambiaron’ el agua que estábamos midiendo y no porque cambiaron las propiedades del ‘bloque’ de agua que estábamos midiendo. Cualquier propiedad llamada conservativa tiene por definición esta cualidad (en lenguaje sofisticado, son invariantes Lagrangeanos). Como la distribución en ‘equilibrio’ es primordialmente sin variación lateral cualquier cambio en un punto se puede traducir a desplazamientos verticales siempre y cuando se conozca el ‘perfil de equilibrio’ y éste sea una función con inversa (i.e. que el perfil descrito por la función T=T(Z,t), que siempre existe, tenga inversa Z=Z(T,t), el cual no siempre existe, pues dada una temperatura (salinidad, oxigeno) no siempre ocurre en solo una profundidad). Ejemplos con i) series de tiempo de presión, temperatura, salinidad y oxigeno disuelto medidos con un sensor puntual en una localidad en el Golfo de México e ii) los perfiles (de ‘equilibrio’) adjudicados al Golfo de México, muestran como esta hipótesis permite estimar no solo los desplazamientos verticales sino, en casos particulares, también estimaciones del error. Es la estimación del error lo que hace pertinente este estudio.

OCE-31

UN NUEVO MODELO PARA OBTENER ESTADÍSTICAS DE OLEAJE A PARTIR DE IMÁGENES REMOTAS DE SUPERFICIES MARINAS

Álvarez Borrego Josué[1] y Martín Atienza Beatríz[2]
[1]*División de Física Aplicada, CICESE*
[2]*Facultad de Ciencias Marinas, UABC*
josue@cicese.mx

Se desarrolla un nuevo modelo para obtener las estadísticas de una superficie marina a partir de las propiedades estadísticas de imágenes remotas de los patrones de brillo de la superficie del mar. Se deriva una nueva expresión entre la variancia de los patrones de brillo de la imagen marina y la variancia de las pendientes de la superficie del mar. Se analiza la asociación entre las funciones de correlación de los patrones de brillo de la imagen marina y las funciones de correlación de las pendientes de la superficie del mar. En este nuevo modelo consideramos el caso uni-dimensional. Los resultados se presentan tanto analíticamente como gráficamente. Este nuevo modelo considera un detector que permanece fijo en un punto a cierta altura, de tal manera que el ángulo del detector con un punto en la superficie marina cambia con respecto a la distancia.

OCE-32

ALTERNATIVA PARA PROCESAMIENTO DE DATOS OCEANOGRÁFICOS QUE REQUIEREN GRAN CAPACIDAD DE CÓMPUTO, POR MEDIO DE PROGRAMACIÓN EN PARALELO CON EL PROGRAMA MATLAB

Chávez Pérez Víctor Manuel y Velázquez Rodríguez Enrique
Instituto Tecnológico Superior de Zapopan
oncovigo@hotmail.com

Muchos de los procesos de investigación en áreas de la Oceanoografia requieren un análisis mediante el uso de herramientas computacionales, este análisis en ocasiones requiere una elevada capacidad de cómputo, pero en la mayoría de los casos no se cuentan con supercomputadoras para agilizar este proceso.

En el presente trabajo se presenta una alternativa para solucionar este problema en base a la programación en paralelo por medio del programa MatLab y la implementación en computadoras personales.

Se presenta la eficiencia del procesamiento probando con datos satelitales de gran resolucion tanto espacial como temporal, en un arreglo de computadoras realizado en el laboratorio de Inteligencia Artificial del Instituto Tecnologico Superior de Zapopan.

OCE-33 CARTEL

RECTIFICACIÓN DE CORRIENTES POR EFECTO DEL SISTEMA ARRECIFAL VERACRUZANO

Riverón Enzástiga Mayra Lorena[1], Carbajal Pérez Noel[2] y Salas Monreal David[3]
[1]*Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM*
[2]*Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica*
[3]*Universidad Veracruzana*
lriveron@yahoo.com

Datos de temperatura, salinidad, oxigeno, clorofila-a y velocidad fueron muestreados durante la época de lluvias, en condiciones de vientos intensos del norte, con el fin de tener una descripción de los principales parámetros hidrográficos y dinámicos en el Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV). La información espacial y temporal obtenida permitió el análisis de la rectificación de corrientes producida por un grupo de arrecifes de coral localizados en el SAV. Los datos muestran la difracción de la corriente al interactuar con los arrecifes de coral. Dichos arrecifes generan un par de giros (ciclónico-anticiclónico) como consecuencia de la interacción de la corriente con el arrecife (cambio batimétrico). Dichos giros generan áreas de alta y baja productividad, respectivamente, alrededor del arrecife.

OCE-34 CARTEL

ESTACIONALIDAD Y ANOMALÍAS DE LA SUPERFICIE DEL NIVEL DEL MAR EN EL CARIBE POR MEDIO DE DATOS DE ALTIMETRÍA

Sierra Romero Lilia[1], Chávez Pérez Víctor Manuel[2] y Palacios Hernández Emilio[1]
[1]*Universidad de Guadalajara*
[2]*Instituto Tecnológico Superior de Zapopan*
lizzy_saasil_uj@hotmail.com

Este trabajo realiza un estudio de altimetría satelital en la zona con los cuales se obtuvieron los armónicos más energéticos y el campo generado por estos, así como se comprobo la existencia de una teleconexión con el fenómeno ENOS. Para de esta manera generar un conocimiento más amplio sobre la oceanografía de los mares mexicanos.

Se obtuvo la estacionalidad y las anomalías por medio de datos de altimetría satelital, utilizando los métodos de análisis armónico, analisis espectral y Funciones Empiricas Ortogonales.

Se obtuvieron las correlaciones entre las anomalías de la serie y los principales índices globales, para determinar el impacto de los fenomenos ENSO en la zona.

OCE-35 CARTEL

FLUJOS DE CALOR Y MODULACIÓN QUINCENAL DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR EN EL CANAL DE BALLENAS, GOLFO DE CALIFORNIA

Martínez Díaz de León Asdrubal[1], Castro Rubén[2], Santamaria del Angel Eduardo[2], Pacheco Ruíz Isai[1] y Blanco Betancourt Rafael[1]
[1]*Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC*
[2]*Facultad de Ciencias Marinas, UABC*
asdrubal@uabc.edu.mx

Una de las principales características oceanográficas del Canal de Ballenas es la temperatura de sus aguas superficiales, la cual es mucho más fría en comparación al resto de las aguas superficiales del Golfo de California. Dicha característica ha sido atribuida principalmente a la intensa mezcla inducida por la marea, en escalas de variabilidad semidiurna, diurna y quincenal. Mezcla que tiene como consecuencia el afloramiento de de aguas frías, ricas en nutrientes, a lo largo del Canal de Ballenas. En este trabajo se describen y analizan series de tiempo de temperatura del agua y de variables meteorológicas, realizadas a lo largo de un año en una bahía dentro del Canal de Ballenas, para presentar más evidencia de la relevancia que la marea de periodo quincenal tiene para inducir mezcla vertical y, en consecuencia, su efecto en la variabilidad de la temperatura superficial del agua. Se discute también el efecto que dicho afloramiento de agua fría tiene en el aporte de nutrientes y en los flujos de calor océano-atmósfera.

OCE-36 CARTEL

IMPACTOS AMBIENTALES POR LA OPERACIÓN DE UNA PLANTA DESALADORA EN LA BAHÍA TODOS SANTOS, ENSENADA, BAJA CALIFORNIA

Calderon Aguilera Luis Eduardo, Moreno Rivera Víctor Manuel, Vázquez González Rogelio, Cadena Ramírez José Luis y Gasca Galván Felipe
CICESE
leca@cicese.mx

El crecimiento poblacional de Ensenada, aunado a una prolongada sequía y el abatimiento de los pozos que la abastecen, ha llevado a la necesidad de considerar la desalación de agua de mar como única opción para dotar de agua potable a la población. Se contempla la instalación de una planta con capacidad de 250 lps, con toma abierta y descarga en la zona costera. La operación de esta desaladora causaría impactos ambientales como la mortalidad total de los organismos planctónicos succionados a la obra de toma (500 lps), mortalidad indeterminada a otras comunidades marinas por el uso de biocidas para limpieza y prevención de bioincrustantes y la perturbación de organismos bentónicos por la descarga de salmuera a 70 ppm. Con el fin de identificar las principales especies del zoo e ictioplancton, se colectaron muestras empleando una red de 505 micras de luz de malla y 450 micras en el copo, tanto en el Estero de Punta Banda (EPB) como en la Bahía Todos Santos (BTS). Se encontraron 32 grupos taxonómicos; en BTS predominaron los copépodopos, decápodos y huevos y larvas de peces. En el EPB también dominaron los copépodos, seguidos de huevos de peces, larvas de decápodos y peces, apendicularios y quetognatos, con notables diferencias entre localidades y muestreos diurnos y nocturnos.Todos estos organismos tienen ciclo de vida corto y alta tasa de reproducción, por lo que a nivel del ecosistema el impacto a sus poblaciones sería imperceptible. Con respecto al bentos, se realizaron cinco expediciones de recolecta, siguiendo un diseño experimental sistemático, en el que se abarcaba el sitio de posible descarga, los sitios a ambos lados y un muestreo dentro del EPB para fines comparativos, empleando una draga manual manual y un nucleador manual. Todo el material fue tamizado a través de 0.5 mm de luz de malla. Se identificaron 42 taxa, 13 de ellos hasta nivel de especie, pertenecientes a cuatro phyla (número de taxa): Annelida (22), Crustacea (8), Echinodermata (5) y Mollusca (7), 14 clases, 15 órdenes y 30 familias. Predominaron los crustáceos gamáridos y los anélidos poliquetos; las especies de mayor abundancia relativa fueron el poliqueto Paraprionospio pinnata (mediana = 559.7 org/m2), cirratulidos, el cumáceo Cyclapsis nubila, el poliqueto Aricidea finitima, los tres con 344.4 org/m2, seguidos de Spiónidos y Syllidos (193 y 150 org/m2, respectivamente). La implementación de las medidas de mitigación tales como la colocación del tubo de descarga a media agua el tubo de descarga y el empleo de difusores, el impacto sería mínimo gracias a la alta dinámica oceanográfica del sitio. Estudios paralelos para la calibración de modelos de dispersión indican que el área de afectación sería de 100 m de diámetro. La alternativa de la “no acción” se considera como inaceptable ya que implicaría, en el corto plazo, la restricción del crecimiento poblacional y económico, en el mediano plazo conflictos políticos y sociales por los diversos usuarios, y en el largo plazo la extinción del núcleo de población de Ensenada.

OCE-37 CARTEL

ISÓTOPOS ESTABLES DE OXÍGENO Y CARBONO DE FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS EN EL MARGEN SUROCCIDENTAL DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA

Sánchez Vargas Lilia Ines, Sánchez Alberto, Aguiñiga García Sergio y López Ortíz B. Estela
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
vulcanogirl_2000@yahoo.com

Los foraminíferos bentónicos son ampliamente utilizados como indicadores de las condiciones químicas y físicas de la columna de agua en épocas recientes y pasadas. Los géneros epibentónicos Cibicides, Planulina y Cibicidoides, y endobentónicos Uvigerina son usados debido a que su calcificación en equilibrio con el D18O del agua de mar y muy cercana del D13C del CID en el océano. En el presente estudio reportamos datos preliminares de la composición isotópica de oxígeno y carbono de foraminíferos bentónicos de los géneros de Cibicides, Planulina y Uvigerina colectados a lo largo de una red de muestreo de 7 transectos en el intervalo de 70 a 500 m de profundidad en el margen suroccidental de la Península de Baja California. Los análisis isotópicos fueron realizados en el Laboratorio de Espectrometría de Masas del CICIMAR-IPN. Los transectos de muestreo se localizan dentro del área núcleo y frontera superior de la zona de oxígeno mínimo que caracteriza al Pacífico nororiental mexicano. Cuando se compara con los valores de D18O de la calcita formada en equilibrio con el agua de fondo, Uvigerina forma su concha muy cerca del equilibrio con el D18O del agua de fondo. Los valores del D13C de los géneros epibentónicos analizados en este estudio ninguno registro el D13C del CID en una relación 1:1. El incremento en los valores del D13C en Uvigerina con el incremento de la profundidad de la columna de agua refleja el decremento del flujo exportado de carbono orgánico a lo largo de los transectos batimétricos y procesos diagenéticos recientes en sedimentos superficiales. Los resultados

previos indicaron un factor de corrección (offset) promedio de +0.88±0.08‰ para el D13C y -0.64±0.3‰ para el D18O entre los géneros Cibicides/Planulina vs Uvigerina.

OCE-38 CARTEL

ACUMULACIÓN DE CARBONO ORGÁNICO Y CARBONATO DE CALCIO EN LA ZONA DE OXÍGENO MÍNIMO DEL PACÍFICO NORORIENTAL MEXICANO

López Ortíz B. Estela, Sánchez Alberto, Aguiñiga García Sergio y Sánchez Vargas Lilia Ines
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
bio_ario1@hotmail.com

El ciclo del carbono es dividido en dos grandes componentes. La bomba biológica, afectando la redistribución de elementos biológicamente activos como el carbono, nitrógeno y sílice dentro de las aguas circulantes del océano. La remoción de estos elementos por depositación y finalmente enterramiento en los sedimentos. Estos dos elementos del ciclo del carbono actúan para controlar las concentraciones promedio de muchos productos químicos en el océano, incluyendo el pH del océano y la pCO2 de la atmósfera. Los modelos numéricos globales sub/sobreestiman el flujo y distribución de carbono orgánico e inorgánico en márgenes continentales, debido a la limitada disponibilidad de estudios sobre el hundimiento, acumulación y enteramiento de carbono, lo que hace necesario conocer y cuantificar el contenido de este elemento en sedimentos de margen continental. La contribución del presente trabajo es describir la distribución espacial del carbono orgánico total (COT) y CaCO3 y evaluar el efecto de la concentración de oxígeno disuelto sobre la cantidad, calidad y preservación de estos dos componentes del ciclo del carbono, vinculados a la regulación de CO2 atmosférico. Para ello se colecto una red espacial de 38 estaciones en el intervalo de 70 a 500 m de profundidad en el margen suroccidental de la Península de Baja California. Los análisis de COT fueron realizados en el Laboratorio de Espectrometría de Masas del CICIMAR-IPN y de CaCO3 en el Laboratorio de Geología de la Facultad de Ciencias Marinas de la UABC. La intensa acumulación de COT ocurrió sobre una amplia zona de oxígeno mínimo (ZOM); mientras que, la depositación de CaCO3 fue preferentemente mayor en la región más profunda y angosta de la ZOM del margen suroccidental de la Península de Baja California. La acumulación de COT y CaCO3 sugieren que esta región del Océano Pacífico es sumidero neto de CO2 y posiblemente un elemento clave en los cambios climáticos del pasado.

OCE-39 CARTEL

ESTUDIO DE ONDAS ELÁSTICAS EN INTERFASES FLUIDO-SÓLIDAS POR MEDIO DEL MÉTODO DE ELEMENTOS FRONTERA

Rodríguez Castellanos Alejandro, Martin R., Ortiz Alemán C., Nava Flores M. y Sánchez Sesma F. J.
Instituto Mexicano del Petróleo
arcastel@imp.mx

En este trabajo se estudia la propagación de ondas elásticas en interfases fluido-sólidas. Utilizamos el Método Indirecto de Elementos de Frontera para estudiar el fenómeno de propagación de ondas en modelos bidimensionales. Se analizan dos modelos: una interfaz que une a dos semiespacios, un líquido y el otro sólido; y finalmente dos semiespacios sólidos que limitan a una capa fluida. La fuente, representada por una función de Hankel de la segunda clase, se aplica siempre en el fluido. Esta técnica aproximada de ecuaciones de frontera se basa en la representación del campo elástico difractado usando fuentes de frontera de capa simple. Este enfoque es usualmente llamado indirecto debido a que las densidad de fuerza son obtenidas en un paso intermedio. Esta formulación indirecta proporciona al analista un profundo significado de la difracción de ondas porque esto es cercano a la realidad física y puede ser referido como la derivación de principio de Huygens, lo cual es equivalente al teorema de representación de Somigliana. Para comprobar la validez de los resultados obtenidos mediante esta técnica numérica desarrollamos una aplicación del Método del Numero de Onda Discreto, observando un buen acuerdo entre las soluciones. Los resultados son proporcionados en el dominio del tempo y de la frecuencia.

Sesión Regular

PALEONTOLOGÍA

Organizadores:
Javier Helenes Escamilla
Ana Luisa Carreño

PALEO-1

ANÁLISIS DE MICROFACIES DE LA FORMACIÓN AGUA NUEVA (CRETÁCICO SUPERIOR), EN LA SIERRA DE SAN CARLOS, TAMAULIPAS, MÉXICO

Santana Salas Laura Alejandra[1], López Oliva José Guadalupe[1], Ramírez Fernández Juan Alonso[1], Ramos Ledezma Andrés[1] y García García Edith Xio Mara[2]
[1]*Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL*
[2]*Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, UDG*
alejandrasantana180@gmail.com

En los últimos años, la Formación Agua Nueva ha sido objeto de diversos estudios, debido a su posible relación con ciertos eventos globales (anoxia). Dicha unidad resulta de gran interés tanto en el aspecto estratigráfico como en el paleontológico, ya que su riqueza fosilífera permite hacer reconstrucciones, correlaciones bioestratigráficas y en general conocer la paleoecología de la región.

En los sitios de El Palmar y San Nicolás, en el estado de Tamaulipas, existen canteras en donde aflora la Formación Agua Nueva y en algunas de sus capas se han encontrado fósiles de diversos organismos, entre ellos peces, amonites, pelecípodos (Inoceramus sp.), además de icnofauna.

En el presente trabajo se plantea determinar las condiciones ambientales que reinaron e influenciaron durante el depósito de la secuencia con contenido fosilífero, esto en base a un análisis microfacial. Además, precisar la edad bioestratigráfica de los sedimentos con ayuda de elementos finos (microfauna) como los foraminíferos planctónicos.

El análisis de secciones delgadas para interpretar microfacies es una herramienta muy útil, ya que proporciona información importante, incluyendo bioestratigrafía, porcentajes de especies, ambientes de depósito, componentes de las rocas, etc. Además, es aplicable para conocer, interpretar y reconstruir paleoambientes sedimentarios de depósito de determinada región y de esta manera hacer correlaciones paleogeográficas a nivel local, incluso a distancia. Otra facilidad que brinda es realizar modelos que permitan dar a conocer como varían las facies local, regional y globalmente.

La microfacies estándar 3 (SMF3) es dominante en las muestras analizadas, sin embargo existen variaciones, en cuanto a abundancia y dimensiones de organismos. La mayoría de las muestras se definen como caliza tipo wackestone pelágico, con matriz micrítica y contenido de microfósiles pelágicos, principalmente foraminíferos planctónicos, los cuales son de utilidad para datar las muestras. Este tipo de sedimentos son característicos de un ambiente de depósito de plataforma profunda a cuenca.

PALEO-2

REGISTRO DE LAS ASOCIACIONES FAUNÍSTICAS DE INVERTEBRADOS EN LA FORMACIÓN TEPETATE (PALEOCENO-EOCENO) EN BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Morales Ortega Priscila y González Barba Gerardo
Museo de Historia Natural, Universidad Autónoma de Baja California Sur
prisortega@gmail.com

Se registran los conjuntos faunísticos de invertebrados marinos fósiles de la Formación Tepetate, con un intervalo de edad del Maastrichtiano al Eoceno (Priaboniano), que aflora sobre la vertiente del Océano Pacífico en la región centrosur del estado de Baja California Sur. La mayor parte de la fauna pertenece al Eoceno Temprano, correspondiente al Piso “Capay” de moluscos de la costa Pacífico de Norteamérica. En este trabajo se registran 80 especies, las cuales pertenecen a nueve phyla y se dividen de la siguiente manera: tres macroforaminíferos bentónicos, cuatro esponjas, un spongiomorfido, un octocoral, dos corales solitarios, dos corales coloniales, un briozoario, un poliqueto, dos braquiópodos, 31 gasterópodos, 13 pelecípodos, un cefalópodo, 12 cangrejos y seis erizos. Además, se incluyen 17 nuevos registros y cuatro nuevas especies. Los nuevos registros corresponden a: dos corales (Porites sp. y Antillophyllia californica?); 12 gasterópodos (Turritella meganosensis protumescens; Strombus sp., cf. S. peruvianus; Euspira sp.; Galeodea? sp.; Buccinum sp.?; Eutritonium (Sassia)? sp.; Athleta? sp.; Mitra? sp.; Conus (Lithoconus) sp.; Terebra califórnica; Cypraea? sp.; Akera maga); un pelecípodo (Lithophaga sp.) y dos erizos (Eupatagus stevensi, y Metalia? sp.). Por otro lado, las cuatros nuevas especies son: tres esponjas (Callyspongia? sp. A y Callyspongia? sp. B: familia Callyspongiidae y una de la familia Myxillidae; todas de la clase Demospongia) y un gasterópodo (Strombidae, indet). Todas estas especies se dividen en cinco grupos, basados en la biogeografía del Eoceno: 1) cosmopolitas, son aquellas especies que han sido registradas en casi todas las formaciones que representan las épocas del Paleoceno y Eoceno en todo el mundo; 2) Tetis, conformado por los invertebrados encontrados principalmente en Europa, el norte de África y la India, donde el Mar de Tetis existió; 3) Atlántico Oriental, se refiere a las especies registradas en la costa atlántica norteamericana; 4) Pacífico Sur, aquellos que han sido documentados en Australia y Nueva Zelanda; y 5) Pacífico Norte, corresponde a la fauna reportada principalmente en Estados Unidos (California, Oregón y Washington), Canadá y Alaska. El enfoque biogeográfico, que se le da a los invertebrados marinos fósiles encontrados en la Formación Tepetate, podría facilitar la comprensión del origen de los diferentes grupos taxonómicos de invertebrados en el estado de Baja California Sur. La secuencia sedimentaria de donde provienen, las 80 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 las corrientes superficiales del mar trópical de Tetis, a pesar de que su centro de origen sea en diferentes partes del mundo. La abundancia y la gran diversidad de especies se debe principalmente a que ésta corriente circum-tropical creó las condiciones para un amplio intercambio biótico entre los organismos marinos de Tetis, el Atlántico, el Golfo de México y el Pacífico. Todo esto es coincidente con una elevación del nivel del mar que se registró globalmente, posiblemente asociado a un efecto de invernadero sin formación permanente de casquetes polares durante la mayor parte del Eoceno.

PALEO-3

INVENTARIO ICNOFAUNÍSTICO EN LA FORMACIÓN CHICONTEPEC (TERCIARIO TEMPRANO) EN SAN LORENZO, ACHIOTEPEC, HIDALGO

Gutiérrez Alejandro Alejandra Guadalupe, López Oliva José Guadalupe, Jenchen Uwe y Ramos Ledezma Andrés
Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL
ale_jc1@hotmail.com

Desde hace más de treinta años, el uso de icnofósiles se emplea como apoyo no sólo a la disciplina de la paleontología, sino también a otras como son: estratigrafía y sedimentología, y es cuando inicia el estudio más específico de los icnofósiles y su importancia en la reconstrucción de factores paleoecológicos, ambientes de depósito, así como su dinámica biológica y geológica (Ekdale et al., 1984; Frey y Pemberton, 1985; Pemberton et al.1992 y 2001).

La asociación de icnogéneros y el ambiente de depósito para el área de San Lorenzo, Achiotepec, Hidalgo, se determinan, analizan e interpretan, con el apoyo de bibliografía especializada en icnología, así como la comparación directa y fotográfica de los icnofósiles presentes en los estratos arcillo arenosos de dos perfiles (Perfil 1 y 2). Como resultado de los análisis parciales realizados se pudieron determinar los siguientes icnogéneros ; En el perfil 1;Cruziana isp, Zoophycus isp, Thalassinoides isp, Arenicolites isp., tipo A y B, además de Taphrhelminthopsis isp. En el perfil 2; Subphyllochorda isp., Scolicia isp., Fucusopsis angulata, Spirorhaphe isp., Terebellina cf. Palachei y Rhizocorallium isp. Estos icnogéneros sugieren que las condiciones ambientales que prevalecieron en la región de San Lorenzo, Achiotepec en el estado de Hidalgo fue una zona profunda que va desde costa arenosa a abisal y de bajo nivel de energía, aguas poco oxigenadas y salinidad alta. Los organismos seguían un patrón de organización muy probablemente debido a la escasez de alimentos. Sus trazas sugieren que pertenecieron principalmente al grupo de organismos comedores entrampadores. Al aumentar la profundidad, aquellos organismos adaptados a un mayor déficit de oxigeno son los dominantes como se ha observado en los estratos de los perfiles muestreados y analizados.

PALEO-4

ESTRATIGRAFÍA DEL SUBSUELO EN EL ÁREA DE EMPALME, SONORA

Marcos Girón Roberto Yelil y Helenes Escamilla Javier
CICESE
yelil@cicese.mx

La evolución del Golfo de California es interesante pues involucra la interacción entre dos grandes placas tectónicas en la región. La determinación de la edad y localización de los primeros sedimentos marinos de esta cuenca es importante, ya que representan un adelgazamiento significativo de la corteza continental cuando la mayor parte de la región se encontraba por encima del nivel del mar. La edad de esos sedimentos es materia de debate puesto que algunos modelos tectónicos proponen que la sedimentación marina debió haberse iniciado en el Mioceno tardío (ca. 6 Ma) cuando aparece la extensión oblicua y el fallamiento transgresivo en el área. Sin embargo, existen datos bioestratigráficos que indican la presencia de un Proto-Golfo en la parte norte del Golfo actual, con sedimentos marinos del Mioceno medio (> 11.2 Ma).

En el presente estudio se analizó el contenido palinológico de 95 muestras de canal del pozo C-1 en la Cuenca de Obregón, al sur del estado de Sonora. Los datos palinológicos se combinaron con datos de foraminíferos (Informe interno PEMEX, 1988) para obtener las edades y evolución paleobatimétrica de la columna y determinar ciclos sedimentarios, los cuales se correlaciona con la curva de Ciclos Eustáticos (Haq et al., 1988).

La presencia de los dinoflagelados Dapsilidinium pseudocolligerum, Quadrina condita y Spiniferites splendidus, junto con los foraminíferos Orbulina sp., Globorotalia fohsi-robusta y Globorotalia praemenardii indican una edad de Mioceno medio para los sedimentos marinos basales perforados en la

Cuenca Obregón. Esta edad coincide con la edad bioestratigráfica obtenida anteriormente en las cuencas Tiburón, Wagner y Consag del norte del Golfo.

PALEO-5

PRIMER REGISTRO DE CALIPPUS MARTINI DEL MIOCENO TARDÍO EN EL CENTRO DE MÉXICO

Carranza Castañeda Oscar y Robles Rivera Christopher
Centro de Geociencias, UNAM
carranza@geociencias.unam.mx

El presente estudio se realizó en los sedimentos fluviolacustres ubicados en las cercanías del poblado de Palmillas, perteneciente al Municipio de Comonfort, Guanajuato. El material fósil más abundante son los équidos, se colectaron diez molares superiores, un molar inferior y un fragmento distal del metatarso; además de dos mandíbulas y una extremidad inferior de antilocáprido y fragmentos de una tortuga no identificada.

Los molares de équidos colectados en Palmillas se caracterizan por una corona baja; marcada curvatura en los molares superiores; pequeño protocono unido al protoselene con el surco preproconal marcado y estilos fuertemente marcados, por estas características se refirieron a la especie Calippus (Grammohippus) martini. Los molares colectados difieren de la especie C. hondurensis colectados en Guanajuato y Zacatecas, en el tamaño más grande y la forma más elongada del protocono, la marcada curvatura en molares superiores y su baja corona, así como por la presencia de un surco hipóconal con el esmalte cerrado en forma de lago en P3-P4 y un surco hipoconal que desaparece con mayor desgaste, características que no presenta C. hondurensis. La especie C. cerasinus es muy similar en características de los molares a C. martini pero se diferencian en el tamaño, por lo que se utilizo un análisis estadístico de discriminantes de las medidas de cuatro variables de los molares para diferenciarlos.

Las mandíbulas del antilocáprido colectadas en los sedimentos de Palmillas se asignaron al género Merycodus sp., por la marcada reducción del tamaño de los premolares en relación a los molares, la raíz de los molares es mas alta en relación con la altura de la corona, por lo que se diferencia del género Cosoryx que presenta una reducida raíz.

En México solo había registros del género Calippus referidos a la especie C. hondurensis en las localidades de La Presa en Guanajuato y Juchipila en Zacatecas, asignada a la lo más temprano del Henfiliano tardío. Este es el único registro de C. martini al sur de E.U.A. y el primero para México. El género Merycodus tiene un rango bioestratigráfico en E.U.A. desde el Barstoviano temprano (Mioceno medio) hasta el Clarendoniano tardío. La edad que se asigna al material de Palmillas es del Henfiliano temprano, lo que indican un hiato de información en el registro fósil desde el sur de E.U.A. hasta el centro de México. Aumentando la distribución geográfica conocida de estas especies.

La Paleoecología durante el Mioceno tardío en la región de Palmillas se infirió por los hábitos alimenticios de los taxa encontrados, prevalecido un ambiente de pastizal o pradera, con campos abiertos y con clima templado y seco.

PALEO-6

PALINOLOGÍA DEL NEÓGENO TARDÍO EN EL SITE 1000, MAR CARIBE

Zegarra Restrepo Monica y Helenes Escamilla Javier
CICESE
mzegarra@cicese.mx

La asociación palinológica Mioceno tardío a Reciente (6.5-0 Ma), recuperada de muestras de núcleo ODP-Site 1000 del Mar Caribe, es dominada por palinomorfos de origen marino, en particular por quistes de dinoflagelados fotosintéticos. Durante el Mioceno tardío al Plioceno temprano (6.5-4.5 Ma) hay abundancia y diversidad de quistes de dinoflagelados, representados por una combinación de taxa neríticas (Operculodinium y Spiniferites), en asociación con formas oceánicas (Impagidinium, Batiacasphaera y Nematosphaeropsis). Se encuentran pocos quistes de dinoflagelados heterotróficos, principalmente Selenopemphix y Lejeunecysta.

El intervalo Plioceno temprano a tardío (4.5-2.2 Ma) se caracteriza por disminución en la recuperación de palinomorfos, incremento notable en restos de hongos, y menor abundancia y diversidad en dinoflagelados. Predomina la presencia de formas neríticas de Operculodinium, con algunos Spiniferites y un máximo de Hystrichokolpoma entre 3.5-4 Ma. Durante el Pleistoceno continua la baja recuperación de palinomorfos, aunque incrementa la abundancia relativa de quistes de dinoflagelados, con una diversidad levemente mayor y más constante que en el intervalo anterior. Nuevamente, los taxa predominantes son neríticos (Operculodinium, Spiniferites y Nematosphaeropsis), acompañados de Impagidinium como representante de ambientes oceánicos.

Estas asociaciones de quistes de dinoflagelados reflejan las condiciones de depositación en las aguas profundas del Canal Pedro, con aportaciones someras importantes provenientes de las plataformas de carbonatos en el área. Las asociaciones palinológicas son influenciadas por los eventos paleoceanográficos que modificaron la temperatura y/o salinidad durante el Plioceno temprano (~4.2 Ma), debido al cierre efectivo de Panamá, y cambios en la profundidad de la capa mezclada, posiblemente por intensidad de vientos como consecuencia del enfriamiento asociado a la Glaciación del Hemisferio Norte después de 2.2 Ma.

PALEO-7

ROEDORES CRICÉTIDOS DE LAS FAUNAS DEL HENFILIANO TARDÍO Y BLANCANO TEMPRANO DEL CENTRO DE MÉXICO

Carranza Castañeda Oscar y Pacheco Castro Adolfo
Centro de Geociencias, UNAM
carranza@geociencias.unam.mx

El estudio de los roedores fósiles en México de las edades de mamíferos terrestres de Norte América del Henfiliano (Mioceno tardío) y Blancano (Plioceno temprano) se encuentra en sus inicios, la fauna de Yepómera en Chihuahua y la fauna de Rancho el Ocote en Guanajuato son las únicas que se conocen. En la presente investigación se colectó material fósil de roedores de dos faunas de diferente edad, ubicadas en los estados de Jalisco y Guanajuato.

En el Estado de Jalisco el material fósil fue colectado en la localidad conocida como Jal-Teco 26, la cual se localiza en la cuenca de Tecolotlán. Esta fauna ha sido referida al Henfiliano tardío por la presencia de los caballos Neohipparion eurystile y Dinohippus mexicanus y los carnívoros Borophagus secundus y Machairodus sp. Las cenizas volcánicas depositadas entre los estratos que contienen a los fósiles presentan una edad radiométrica de 4.8 Ma.

En Jal-Teco 26 se colectó una gran cantidad de microfósiles que corresponden a roedores, lagomorfos, reptiles, aves y peces. Fueron identificados 73 molares de roedores cricétidos, de los cuales la gran mayoría corresponden a la subfamilia Sigmodontinae y pertenecen a los géneros Sigmodon y Calomys, además de un molar perteneciente a la subfamilia Neotominae.

En el Estado de Guanajuato el material fósil fue colectado en la localidad conocida como GTO 12, la cual se localiza en el Graben de San Miguel Allende. Esta fauna ha sido referida al Blancano temprano por la presencia de los caballos Nannipus pennisulatus y Equus simplicides. El estrato del cual fueron colectados los fósiles se deposita entre dos cenizas volcánicas que presentan edades radiométricas precisas, 3.6 Ma para la ceniza que se ubica en la base de la columna estratigráfica y 3.3 Ma para la ceniza que se ubica en el techo.

En GTO 12 se colectó abundante material de microfósiles que corresponden a roedores lagomorfos, reptiles, aves y peces. Fueron identificados ocho molares de roedores cricétidos, de los cuales seis pertenecen a la Subfamilia Sigmodontinae y corresponden a los géneros Sigmodon y Calomys, uno a la subfamilia Neotominae y un fragmento de molar asignado tentativamente a la subfamilia Arvicolinae, lo que supondría el primer registro de esta subfamilia para el centro del país.

Los roedores cricétidos en la actualidad son el segundo grupo con mayor diversidad del planeta, las subfamilias más diversas de éstos se originaron y radiaron en el Mioceno-Plioceno de Norte América. Los modelos evolutivos, paleobiogeográficos y biocronológicos de los cricétidos están basados en evidencias fósiles encontradas en el Centro y Sur de Estados Unidos, por lo que, la prospección y descripción de faunas de roedores fósiles en el Centro de México supone un avance en el conocimiento de los procesos que les permitieron a los roedores colonizar el continente americano.

PALEO-8

LOS MAMIFEROS FOSILES DEL PLIOCENO TEMPRANO DE LA CUENCA DE SAN JOSÉ DEL CABO, BAJA CALIFORNIA SUR

Carranza Castañeda Oscar[1], Wang Xiaoming[2], Aranda Gómez José Jorge[1], Troncoso Altamirano Hilda y Pérez Venzor José Antonio[3]
[1]*Centro de Geociencias, UNAM*
[2]*Natural History Museum, Los Angeles*
[3]*Departamento de Geología, Universidad Autónoma de Baja California Sur*
carranza@geociencias.unam.mx

La Cuenca de San José del Cabo (CSJC) está en el extremo meridional de BCS y es una depresión tectónica limitada por las sierras La Victoria y La Trinidad. Los bordes de la cuenca se han cartografiado fallas normales N-S. Los sedimentos de la CSJC tienen edades Mioceno medio al Pleistoceno y se acumularon en ambientes que varían de aluviales a marinos someros. La sucesión sedimentaria incluye las formaciones Calera (Mioceno medio a superior), Trinidad, Refugio, Los Barriles y El Chorro (Pleistoceno). En su conjunto los sedimentos de la CSJC indican una transgresión marina (Fm. Trinidad, Mioceno superior – Plioceno inferior) seguida por una regresión que inició en el Plioceno superior (Fm. Refugio). Estos cambios fueron producidos por la actividad tectónica que culminó con la formación del Golfo de California (Martínez y Seth, 1997: GSA Sp. Pap. 318). En los sedimentos arcillosos intercalados con arenas de la CSJC se encuentran restos de vertebrados fósiles, aves, reptiles y seis órdenes de mamíferos. Lagomorpha, con las especies de Hypolagus vetus; Rodentia CF. Ammospermophilus s.f.; Carnívora, los primeros

registros de Felis studeri y del mustélido Buisnictis sp. en Baja California Sur, Felis lacustris, el cánido Borophagus diversidens. El material de équidos es el más abundante; se colectó un cráneo completo de Equus simplicidens y mandíbulas, fragmentos de maxilar y molares aislados referidos a la misma especie. Proboscidea, mandíbula de un juvenil, molares superiores e inferiores aislados y fragmentos de colmillos referidos a Rhynchotherium falconeri; cabe señalarse que es notable la abundancia de restos fósiles de este género en el área de estudio. Artiodactyla, representado por metatarsos referidos tentativamente a Hemiauchenia y molares aislados de un camélido.

Todas las localidades con vertebrados fósiles se ubican en áreas cartografiadas por Martínez y Seth (op. cit) como Fm. Refugio, a la que en términos generales le atribuyen un origen marino somero durante el inicio de la regresión. Los mismos autores observaron en al menos dos localidades ínterdigitaciones de las Fm. Refugio (Plioceno) y Los Barriles (Plioceno superior – Pleistoceno inferior), que interpretaron como un ambiente de fan-delta. La presencia de fósiles marinos y terrestres in situ en capas sedimentarias geográfica y estratigráficamente muy cercanas la interpretamos como evidencia de otras áreas de la facies de fan-delta o producto de cambios laterales abruptos asociados a fallas con desplazamientos del orden de decenas de metros.

La edad de la fauna es referida al Blancano temprano, con base a la presencia de Equus simplicidens y Borophagus diversidens, índices estratigráficos del Blancano. Felis studeri ha sido descrito de las faunas del Blancano temprano de la cuenca de San Miguel de Allende y el lagomorfo Hypolagus vetus se extinguió hace 2.5 Ma. La correlación de la fauna de la CSJC se establece con las faunas del Blancano temprano de la cuenca de San Miguel de Allende, sin embargo, es importante cuestionar la ruta de migración que siguieron los mamíferos que se mencionan para alcanzar el extremo sur de la Península de Baja California.

PALEO-9

INFERENCIA AMBIENTAL PRELIMINAR PARA EL PLEISTOCENO TARDÍO DE HIDALGO MEDIANTE CENOGRAMAS DE UNA COMUNIDAD DE MAMÍFEROS HERBÍVOROS

Cuevas Ruíz Gloria Ericka y Bravo Cuevas Victor Manuel
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
ozomatl@hotmail.com

El trabajo paleontológico en localidades pleistocénicas ubicadas en el sector suroriental del estado de Hidalgo, ha permitido recuperar una muestra importante de restos óseos fosilizados pertenecientes a mamíferos herbívoros de gran talla ("megafauna"). El registro incluye representantes de las familias Glyptodontidae (Glyptotherium), Camelidae (Camelops y Hemiauchenia), Antilocapridae (Capromeryx y Stockoceros), Bovidae (Bison), Equidae (Equus), Mammutidae (Mammut), Gomphotheriidae (Cuvieronius) y Elephantidae (Mammuthus); la presencia de restos referibles al género Bison son indicativos de una edad Rancholabreana (Pleistoceno tardío) en la cronología de mamíferos. A partir de este conjunto faunístico se estableció la distribución de pesos de los grupos implicados y se representó en un cenograma. La gráfica resultante muestra una

distribución discontinua en la masa corporal de los integrantes de la comunidad y una alta representación de formas de gran talla, lo cual se asocia a ambientes con zonas abiertas de vegetación y condiciones húmedas. El cenograma obtenido es comparable al de la fauna africana de mamíferos actuales de Rutshuru en Zaire, la cual se circunscribe a una sabana tropical. Con base en esto, se sugiere que probablemente en lo que ahora es parte del territorio hidalguense en la región central país, ocurrieron ambientes de tipo sabana durante la segunda mitad del Pleistoceno. El escenario planteado conduce a reconsiderar la existencia de una extensa pradera que en el Pleistoceno tardío se extendía desde el centro de Canadá hasta el centro de México.

PALEO-10

MICROBIALITAS RECIENTES DEL LAGO-CRÁTER RINCÓN DE PARANGUEO, MÉXICO

Chacón B. Elizabeth[1], Aranda Gómez José Jorge[2], Levresse Gilles[2], Ramos Leal José Alfredo[3], Pacheco Martínez Jesús[4], Charles Polo Marcela[1], González Naranjo Gildardo[5] y Negrón Mendoza Alicia[6]
[1]*Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León*
[2]*Centro de Geociencias, UNAM*
[3]*División de Geociencias Aplicadas, IPICYT*
[4]*Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción, Universidad Autónoma de Aguascalientes*
[5]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[6]*Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM*
elizachb@fct.uanl.mx

Las microbialitas se definen como estructuras organosedimentarias de origen químico-biológico cuya construcción y acreción está influenciada por diversas comunidades de microorganismos bentónicos. A lo largo del registro fósil se han documentado numerosos y diversos tipos de microbialitas procedentes de una gran variedad de ambientes sedimentarios; entre los más conspicuos y mejor representados destacan los estromatolitos, que constituyen actualmente no sólo la evidencia paleontológica más antigua de vida en nuestro planeta sino también el tipo de biosignatura con mayor potencial en astrobiología.

El maar Rincón de Parangueo (RP) está ubicado en el campo volcánico de Valle de Santiago, a 15 km de Salamanca; aunque originalmente el lago-cráter ya era considerablemente alcalino, una progresiva desecación ha conducido a que actualmente se tengan valores extremos de pH (alrededor de 10.3) y de conductividad, entre otras características ambientales especiales. Se considera que la periferia de las facies externas del maar original ha quedado marcado por un anillo discontinuo de microbialitas de carbonato de calcio; dichos carbonatos ocurren tanto en forma de pequeños domos conocidos como biohermas, como en forma de estromatolitos apilados horizontalmente en el mismo plano a modo de bioestromas. El objetivo de éste trabajo fue caracterizar a nivel geológico y microbiológico éste ambiente dentro de un marco integral. Las microbialitas de RP se encuentran distribuidas irregularmente en forma de montículos de aproximadamente 80-100 cm de diámetro, donde se agrupan varios estromatolitos individuales de formas generalmente ovales; a nivel de microfábrica están constituidos por una matriz trombolítica rodeada a su vez por una delgada costra estromatolítica de aproximadamente 1-1.50 cm de grosor y con una laminación característica fina a gruesa. La gran mayoría de ellos presentan una coloración verde a la misma altura dentro de la laminación más superficial de los estromatolitos, la cual es indicativa de cianobacterias endolíticas, también revisadas en este trabajo. Adicionalmente es posible ver en el seno del cráter la existencia de pequeños charcos temporales en los que se pueden formar tapetes microbianos incipientes típicos de ambientes de condiciones extremas; aún más, las características microtexturales de éstas microbialitas son claramente diferentes a las de muchos estromatolitos fósiles y recientes, y constituye otro rasgo geobiológico más que refleja la unicidad de ésta localidad; es por ello que Rincón de Parangueo representa un sitio especial de ambiente extremo donde algunos procesos importantes en la interacción agua-roca-microorganismo pueden tener mayor accesibilidad para monitoreo ya que ocurren relativamente con mayor velocidad y a mayor esccala; RP muy posiblemente también resulte ser un buen análogo moderno de algunas cuencas del precámbrico que eventualmente se puedan modelar.

PALEO-11 CARTEL

NUEVOS REGISTROS DE FAUNA EN EL RANCHOLABREANO (PLEISTOCENO TARDÍO) DE LA MIXTECA ALTA OAXAQUEÑA

Jiménez Hidalgo Eduardo[1], Guerrero Arenas Rosalía[1], Campos Camacho Mario A.[2], Cabrera Pérez Lucía[3] y Santiago Romero Héctor[4]
[1]*Laboratorio de Paleobiología, Instituto de Recursos, Campus Puerto Escondido, Universidad del Mar*
[2]*Licenciatura en Biología, CUCBA, Universidad de Guadalajara*
[3]*Licenciatura en Biología, Campus Puerto Escondido, Universidad del Mar*
[4]*Instituto de Ecología, Campus Puerto Escondido, Universidad del Mar*
eduardojh@zicatela.umar.mx

La continuación del trabajo paleontológico en la porción noroeste de Oaxaca, como parte del proyecto Conacyt CB-2008-01 Nº 101626, ha permitido recuperar ejemplares de taxa previamente no registrados en la Mixteca Alta oaxaqueña.

El área de estudio se encuentra dentro de la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur, subprovincia Tierras Altas de Oaxaca, entre los 17º 26'-17º 55' Lat. N y los 97º 20'-97º 40' Long. W. Los fósiles fueron recolectados de depósitos de llanuras de inundación y barras laterales de origen fluvial.

En asociación directa con varios fósiles de mamíferos y de invertebrados existen nódulos de caliche, los cuales sólo se encuentran en el estrato portador. Estos nódulos sugieren que durante el depósito de algunos restos fósiles existieron condiciones de aridez en el área de estudio.

Los rasgos tafonómicos de los ejemplares recolectados durante la investigación y su entorno sedimentario, indican que sufrieron muy poco transporte, por lo que representan una asociación que se originó dentro del hábitat de las especies fósiles.

Los nuevos registros incluyen gasterópodos de la familia Helicidae; dos taxa de lagartijas, restos de aves, un pampatérido, un perezoso terrestre y dos taxa de roedores. Ellos se suman a los registros de cinco familias de gasterópodos terrestres, tres familias de gasterópodos dulceacuícolas y una familia de bivalvos dulceacuícolas, así como a los registros de gliptodontes, équidos, camélidos, venados, bisontes y proboscídeos, identificados en una fase previa del estudio.

Esta asociación faunística, a la que designamos Fauna Local Viko vijin, época o periodo de frío en lengua Mixteca, comparte una mayor cantidad de taxones con las faunas locales rancholabreanas del oeste de México, tales como Terápa en Sonora, Chapala en Jalisco y Tequixquiac en el Estado de México.

Las preferencias de hábitat de los moluscos y las preferencias de dieta que han sido establecidas en estudios previos para los taxa de mamíferos identificados, indican que en el área de estudio existieron zonas con pastos, árboles y arbustos, así como cuerpos semipermanentes de agua, con un ambiente

templado-frío dada la altitud del área (1800-2400 msnm) y algunos periodos de aridez, evidenciado por los nódulos de caliche.

PALEO-12 CARTEL

EL IMPACTO DE LAS ALGAS CALCÁREAS Y LOS TAPETES MICROBIANOS EN LA FORMACIÓN DE LA PLATAFORMA DEL CRETÁCICO DE LA FORMACIÓN CUPIDO, NORESTE DE MÉXICO

Torres De La Cruz Felipe, Cossio Torres Tomás,
Chacón B. Elizabeth y Rodríguez Díaz Augusto Antonio
Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León
felipetorres87@hotmail.com

La Formación Cupido (FC) es parte de una extensa plataforma carbonatada depositada desde el Hauteriviano Superior al Aptiano Temprano y se extiende desde el noreste de México hasta Florida, EUA. La FC muestra una alta variación en su espesor descansa concordantemente con la Formación Taraises y se coloca concordantemente debajo de la Formación La Peña. La Formación Cupido aflora en diferentes localidades del noreste de México, en los estados de Coahuila y Nuevo León, representa una plataforma marina somera compuesta de wackestones-packstones de rudistas, bivalva, algas calcáreas y fragmentos de tapetes microbianos preservados in situ en diferentes planos geométricos junto con otros restos fósiles. Esta unidad ha sido estudiada para documentar la apertura del Golfo de México; dichos trabajos previos muestran claramente que la FC tiene una historia geológica, estructural y diagenética compleja. Sin embargo, la información es más limitada en relación al papel de algas calcáreas y tapetes microbianos en la acumulación y estabilización de estos antiguos arrecifes, especialmente en una época marcada globalmente por cambios del nivel del mar y el posterior desarrollo de plataformas epicontinentales intermitentes bajo la influencia de la plataforma de Coahuila y Tamaulipas junto con periodos de sedimentación siliciclástica. Este trabajo se enfoca en el impacto de los tapetes microbianos y algas calcáreas en conjunto con patrones de sedimentación como pauta para el desarrollo de los arrecifes, y para una reconstrucción paleoambiental con base en una cartografía detallada de la localidad de Puerto México, localizada al sur del estado de Nuevo León.

PALEO-13 CARTEL

LA TRANSFORMACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DE LA MIXTECA ALTA OAXAQUEÑA DESDE EL PLEISTOCENO TARDÍO HASTA EL HOLOCENO

Guerrero Arenas Rosalía y Jiménez Hidalgo Eduardo
Laboratorio de Paleobiología, Instituto de Recursos, Campus Puerto Escondido, Universidad del Mar
rosaliaga@zicatela.umar.mx

Los ecosistemas son entidades dinámicas en constante cambio. El estudio de estos cambios permite conocer el efecto que tienen sobre los seres vivos y su entorno ciertos procesos, como el cambio climático, cambio de uso de suelo o la introducción de nuevas especies. A partir del estudio de las paleobiotas, en este trabajo se analiza el cambio de los ecosistemas en un área de la Mixteca Alta Oaxaqueña y sus comunidades desde el Pleistoceno tardío hasta el Holoceno.

La Mixteca Alta Oaxaqueña se ubica en la parte noroeste del estado de Oaxaca. Dos de los problemas actuales más importantes en este sitio son la escasez de agua y la erosión, debido a su orografía y las actividades antropocéntricas, provocando el deterioro de los ecosistemas.

Las comunidades bióticas de la Mixteca no siempre han sido las mismas durante el Cuaternario. Basándonos en el estudio de fósiles de vertebrados e invertebrados en tres localidades de esta zona, se deduce que durante el Pleistoceno tardío (Rancholabreano) los ecosistemas con que contaban eran bosques abiertos. Particularmente, en la zona cercana a San Antonio Acutla, Distrito de Teposcolula, se encontraron abundantes gasterópodos identificados como Hendersonia occulta (Say, 1831), especie propia de zonas boscosas, así como perezosos megaloníquidos, llamas y venados, mamíferos comunes en el mismo tipo de vegetación. Hendersonia occulta, al igual que Anisospira spp. -otra especie presente en la zona de estudio- son gasterópodos terrestres confinados a sustratos calizos, por lo que es probable que este tipo de suelo imperó durante esta época geológica, contrastando con el suelo tipo luvisol actual.

La presencia de las familias de gasterópodos Physidae, Planorbidae y Lymnaeidae indican cuerpos de agua semipermanentes, con una vegetación abundante y materia orgánica abundante.

En los niveles estratigráficos superiores de esta localidad, se encontraron varios caracoles dulceacuícolas de la familia Lymnaeidae, probablemente del Holoceno temprano, lo cual sugiere que para esta época todavía persistían cuerpos de agua.

Durante el Holoceno tardío, en la época previa a la conquista española, las comunidades indígenas utilizaron de manera racional los recursos naturales de sus bosques. Después de la conquista, la Mixteca sufrió procesos intensivos de deforestación, el sobrepastoreo del ganado caprino y la expansión de la frontera ecológica. De los mamíferos registrados en el Pleistoceno tardío en esta zona, solamente los venados perduran hasta la actualidad. Hoy en día, la erosión en la zona de la Mixteca Alta se ha extendido rápidamente, por lo que se considera como Área de Desastre Ecológico.

PALEO-14 CARTEL

MICROFOSILES DE LA FORMACION TARAHUMARA DE HUEPAC, SONORA, MÉXICO

Rodríguez Ramírez Ricardo[1], Chacón B. Elizabeth[1], Rodríguez Díaz Augusto Antonio[1] y González León Carlos Manuel[2]
[1]*Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León*
[2]*Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, UNAM*
richard_blink182@hotmail.com

En la región central del Estado de Sonora aflora una secuencia compleja de rocas sedimentarias e ígneas que van desde el Precámbrico hasta el Cuaternario y que han experimentado varios eventos tectónicos. En particular en el área noreste del municipio de Huepac aflora una secuencia de rocas sedimentarias, volcánicas e intrusivas pertenecientes a la Formación Tarahumara de edad Cretácico superior (Turoniano-Maastrichiano).

En la zona comprendida entre el Cañón el Salto del Álamo y el Cerro Picacho de Abajo, se encuentran rocas calizas intercaladas con pedernal fosilíferas hacia la base, tobas vítreas a cristalinas riolíticos, arcosas, andesitas, brechas volcánicas andesiticas, dacitas, hacia la cima e intrusivos doríticos que cortan a toda la secuencia. El patrón estructural que predomina en la región son estructuras de tipo fallas normales con orientaciones NO-SE relacionadas a la deformación extensional que dio lugar a la provincia del Basin and Range. En la localidad se ubican mineralizaciones hidrotermales de Cu, Pb, Zn dispuestas en las estructuras de orientación NO-SE. Estas estructuras sirvieron como canales de acenso de fluidos mineralizantes que alteraron en gran medida a las rocas sedimentarias e ígneas, representadas por la asociación de sericita, clorita, calcita y fases amorfas y cristalinas de sílice. Además de una incipiente alteración por oxidación. Las rocas carbonatadas que se exponen en la base de la secuencia local se componen de packstone intercaladas con pedernal, con la presencia de capas estromatolíticas. La secuencia sedimentaria es rica en contenido microfósil diverso. Las capas estromatolíticas son horizontales con presencia de estructuras laminares frecuentemente simétricas coloformas y dómicas que en conjunto aparecen como paquetes que van desde milímetros hasta 4 centímetros en coloraciones de gris claro, marrón y ocres por la posible presencia de óxidos de hierro. La variedad y abundancia de estructuras orgánicas fósiles encontradas en una parte de la Formación Tarahumara de Huepac hace suponer un desarrollo prolongado e intermitente de estromatolitos en ambientes acuosos continentales.

PALEO-15 CARTEL

PREPARACIÓN Y CURACIÓN DE UN VERTEBRADO FÓSIL DEL JURÁSICO TARDÍO EN EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ

Flores Castillo Cesio Menahén
Instituto de Geología, UASLP
jrtorres@uaslp.mx

La preparación y curación de un vertebrado fósil del Jurásico Tardío, fosilizado en sedimentos areno-calcáreos de la Formación La Caja, localizado en el estado de San Luis Potosí, conlleva a la identificación y análisis del mismo pará determinar si se trata de una especie nueva; o bien, si éste pertenece a algún otro grupo de reptiles ya conocido. La principal razón de esta investigación está dada en base al estudio comparativo del ejemplar con otros encontrados en distintas localidades nacionales e internacionales.

No se ha identificado con certeza la especie del fósil, las primeras indagaciones en la etapa de limpieza sugieren que se trate de un Pterosaurio perteneciente al Orden Diápsida. Sin embargo, la constitución osteológica presente, manifiesta características aparentemente análogas a las de un reptil marino, pero dicha peculiaridad, únicamente será esclarecida durante la etapa final de proceso de limpieza. Lo anterior queda sujeto de acuerdo con su homología, según los elementos diagnósticos si se encuentran (cráneo, pelvis y/o molares). Morfológicamente estos elementos, determinarán el espécimen al que pertenece, así como su procedencia y relación con el ambiente sedimentario donde fue encontrado.

En el primero de los casos, pocas son las localidades en México donde se ha logrado estudiar a estos organismos, la ausencia de yacimientos y condiciones de preservación comúnmente está restringida a países del continente asiático como China. De modo que, este vertebrado (Pterosaurio?) adquiere gran importancia a nivel paleontológico, siendo el tercer organismo que se identificaría en el país, y el primero a considerar como el más completo en cuanto a su estructura ósea se refiere; de la cual, se contempla que aproximadamente se tiene un 60 a 70 % de la misma, ya que de los otros organismos, sólo se ha encontrado escasos restos y huellas. Para el segundo de los casos (reptil marino), éste organismo representaría el primer esqueleto reportado para el estado de San Luis Potosí, puesto que la mayoría de los

reptiles marinos hasta ahora localizados en el país, han sido ubicados y dados a conocer para los estados de Nuevo León y Tamaulipas.

Sesión Regular

SEDIMENTOLOGÍA Y ESTRATIGRAFÍA

Organizadores:
José Luís Rodríguez
Francisco Javier Grijalva

SED-1

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y SEDIMENTOLÓGICA DE LOS DEPÓSITOS DEL TSUNAMI OCURRIDO EL 19 DE SEPTIEMBRE DE 1985 EN BARRA DE POTOSÍ, GUERRERO

Ocampo Ríos Brenda Grisset y Roy Priyadarsi
Instituto de Geología, UNAM
brendit@gmail.com

En México se han estudiado escasamente los depósitos sedimentarios asociados a tsunamis, el objetivo de este trabajo es sentar las bases teóricas para el análisis de este tipo de eventos en las costas del Pacifico, ya que en esta zona se encuentra la zona de subducción entre la placa de Cocos y Norteamérica, lo que hace probable que un sismo de gran magnitud aunado a un desplazamiento de la corteza marina haya producido un tsunami.

El sismo ocurrido el 19 de septiembre de 1985 produjo un tsunami, que de acuerdo a relatos y diversos testigos fue de alrededor de 3 metros, en Barra de Potosí en el estado de Guerrero.

En este trabajo se realizaron 18 trincheras en perfiles perpendiculares y paralelos a la costa para analizar la morfología de la inundación por el tsunami. De igual manera, se realizó la estratigrafía a detalle, en la que se encontraron algunos rasgos característicos, como lo son la secuencia del tsunami que inicia con una capa de minerales pesados de algunos centímetros de espesor precedida por una capa de arena media a fina bien clasificada y con un espesor variable de alrededor de 100 a 150 centímetros; donde se observa su disminución en espesor en los perfiles perpendiculares a la costa, conforme se avanza tierra adentro; además, en algunos perfiles se encuentran evidencias de bases erosivas y paleo playas por debajo de las capas de minerales pesados que confirman la intrusión abrupta de los sedimentos. Igualmente se realizaron análisis por contenido de Bromo en los que se verificó la procedencia marina de los sedimentos, asimismo, se llevó a cabo el análisis de elementos mayores y minerales pesados para conocer las características mineralógicas de los sedimentos transportados por la ola. Finalmente se integran los diversos estudios llevados a cabo y se realiza una caracterización general para estos sedimentos.

SED-2

MODELADO NUMÉRICO DE LA SEDIMENTACIÓN SYN-TECTÓNICA EN UNA PORCIÓN DE UNA CUENCA DE ANTE-PAÍS Y SU RELACIÓN CON LA CUENCA DEL GOLFO DE MÉXICO EN LAS PROXIMIDADES DE LA FAJA DE ORO, ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO

Alzaga Ruíz Humberto[1] y Roure Francois[2]
[1]*Instituto Mexicano del Petróleo*
[2]*Instituto Francés del Petróleo*
halzaga@imp.mx

El estudio se realizo en lo que se considera la planicie costera entre el frente de la Sierra Madre Oriental (SMO) y la Margen Occidental de la Cuenca del Golfo de México (CGM), esto entre las poblaciones de Tuxpan y Poza Rica Estado de Veracruz, México.

La evolución de la cuenca de ante país tiene su origen a causa de la Orogenia Laramide evento tectónico que comprende del Cretácico Superior (hace 80 m.a.), al Eoceno Temprano (48 m.a.), originando la sierra denominada SMO y la "Cuenca Flexural de Ante-País". El sector que nos ocupa es nombrado "Cañón de Chicontepec".

El régimen tectónico de la margen pasiva de la Cuenca del Golfo de México que prevalece durante el Mesozoico hasta el Turoniano con el desarrollo e instalación de las grandes plataformas calcáreas se ve interrumpido por el plegamiento y elevación del orógeno SMO.

El prisma tectónico carga provocando una interferencia en la subsidencia termal de la margen pasiva, este incremento ocasionado por la subsidencia flexural crea mayor espacio disponible en la cuenca, que será rellenado por sedimentos erosionados del levantamiento y formación de la SMO.

Este proceso tectónico de plegamiento y subsidencia es responsable del sistema sedimentario y modelo de ambiente de depósito, estos últimos originan la distribución, acomodo de los sedimentos y finalmente forman la arquitectura estratigráfica de la cuenca.

La cuenca de ante país Chicontepec (CAPCh), presenta mayor espacio disponible en el occidente hacia el frente tectónico de la SMO, se rellenaban con sedimentos siliciclasticos de pobre madurez (ricos en arcillas), en una fase de licuefacción, que provoca una tendencia a la horizontalidad, esto va a provocar una arquitectura estratigráfica en forma de cuña (mayor espesor al occidente y adelgazamiento hacia el oriente), y que corresponde a las unidades sedimentarias syn-tectónicas.

Posteriormente se restablece la tectónica de la margen pasiva y la CAPCh presenta mayor velocidades en sedimentación que la generación de espacio, provocando colapso que origina un redeposito sedimentario en aguas profundas de la Cuenca del Golfo de México. Esta mayor sedimentación también ocasiona un azolve de la cuenca y progradación de los sedimentos durante el Oligoceno – Neógeno.

De esta manera los depósitos sedimentarios syn-tectónicos (Orogenia Laramide) corresponderían a las unidades sedimentarias del Cretácico Superior, Paleoceno y Eoceno Temprano. Estas unidades se caracterizan por ser depósitos de gravedad en aguas profundas, texturalmente inmaduros y con un gran aporte de clastos de origen calcáreo.

Los depósitos sedimentarios de las unidades sedimentarias post-orogénicas (Oligoceno-Neógeno), se llevan a cabo en una etapa de progradación siliciclastica en dirección al Oriente, estos depósitos van de aguas someras a batimetrías de plataforma, y se originan en un sistemas fluvio-deltáico

SED-3 CARTEL

INTERACCIÓN BASALTOS/SEDIMENTOS BITUMINOSOS EN LA FM. ALTO PARAGUAY

Sánchez Bettucci Leda[1], Koukharsky Magdalena[2 y 3], Gogichaishvili Avto[4], Trindade Ricardo[5] y Novo Rodrogo[1]
[1]*Laboratorio de Geofísica y Geotectónica, Departamento de Geología, Facultad de Ciencias, UDELAR, Uruguay*
[2]*Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina*
[3]*Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina*
[4]*Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM*
[5]*Departamento de Geofísica, Instituto de Astronomía, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, Brazil*
leda@fcien.edu.uy

La Provincia magmática Paraná-Etendeka en el Paraguay es denominada Suite Magmática Sapucaí / Formación Alto Paraguay, y se extiende en dirección NS a lo largo del Río Paraná. Se reconoció la interacción de basaltos con sedimentos bituminosos (pseudopeperitas) en una cantera localizada a pocos kilómetros al norte de la localidad de Santa Rita (Paraguay oriental). Los basaltos son afíricos de color negro-parduzco constituidos por plagioclasa y granos de piroxeno gris verdoso de muy pequeño tamaño. Petrográficamente, la plagioclasa y el clinopiroxeno participan en proporciones semejantes. Minerales opacos y semiopacos componen un 12% del volumen, y un 5% lo integran minerales secundarios como celadonita pleocroica en tonos verde oliva y palagonita recristalizada de color anaranjado. La otra unidad vinculada al proceso es parte del Grupo Intependencia tratándose de pelitas negras bituminosas. Esta unidad es correlacionable con la Formación Iratí (Brazil) de edad Pérmica. Los basaltos próximos al contacto con los sedimentos presentan amígdalas, menor porcentaje de clinopiroxeno y la mayor proporción del vidrio original, gránulos opacos remarcan anteriores texturas de desvitrificación radiadas y arborescentes. Son comunes los cristales tabulares secundarios de minerales opacos (ilmenita o especularita). Las características del sedimento incluido en el basalto incandescente habrían dado lugar a la formación de grandes "burbujas" vinculada a la separación de una importante fase gaseosa, las cuales habrían quedado atrapadas en ella debido a la densidad del medio que las rodeaba. Otro rasgo conspicuo es la presencia, dentro de las pelitas, como constituyente principal, la presencia de una arcilla conocida con el nombre de meixnerita ([Mg5 Al3 (O H)16] [(O H)3 (H2 O)4]).

SED-4 CARTEL

ESTRATIGRAFÍA Y ANÁLISIS DE FACIES DE LOS SEDIMENTOS LACUSTRES DE CHALCO, MÉXICO

Herrera Hernández Dimitris[1], Ortega Guerrero Beatriz[1], Lozano García Socorro[2] y Caballero Miranda Margarita[1]
[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Instituto de Geología, UNAM*
dimitris@geofisica.unam.mx

El lago de Chalco está situado al SO de la ciudad de México, en la porción centro-oriental de la Faja Volcánica Transmexicana. Estudios previos muestran la importancia de esta secuencia lacustre como un registro de cambios paleoclimáticos y paleoambientales, entre estos últimos la actividad volcánica de los estratovolcanes Popocatépetl y Nevado de Toluca, y del campo monogenético Chichinautzin.

Un conjunto de cinco núcleos de hasta 122.5 m de profundidad se perforó en un sitio cercano al moderno depocentro de la cuenca de Chalco, con el objetivo de extender el conocimiento previo de la estratigrafía de ésta, y los cambios paleoambientales en el centro de México. Las facies descritas en la secuencia incluyen oozes de diatomeas, estratos ricos en carbonatos, estratos con abundante materia orgánica y facies volcanoclásticas, tanto masivas como laminadas. Con los resultados paleomagnéticos iniciales se ha construido un modelo de edad preliminar, que sugiere que la secuencia podría abarcar los últimos 240, 000 años. En esta escala temporal, sería posible documentar las características de los estadíos isotópicos marinos 2, 4 y 6, y los interestadíos 7, 5,3 y 1.

SED-5 CARTEL

ANÁLISIS DE MICROFACIES DE DOS SECCIONES ESTRATIGRÁFICAS DE NUEVO LEÓN Y SUS IMPLICACIONES PALEOAMBIENTALES DURANTE EL CRETÁCICO TEMPRANO

López Zúñiga Pedro Alejandro y Barragán Manzo Ricardo
Instituto de Geología, UNAM
alezlozu@hotmail.com

En el estado de Nuevo León existen excelentes afloramientos de facies marinas que registran una serie de procesos sedimentarios asociados a una paleogeografía dinámica durante el Cretácico Temprano. Este trabajo aporta datos detallados adicionales al conocimiento estratigráfico existente para este lapso de tiempo en este estado del norte del país.

Durante el Barremiano y el Aptiano temprano, un aumento en la velocidad de subsidencia tectónica, propició el desarrollo de una enorme plataforma carbonatada, con un ambiente lagunar de aguas someras bordeado por un arrecife de rudistas bien definido. Este elemento se documenta en lo que actualmente conocemos como Formación Cupido. Lateralmente, limos y mudstones hemipelágicos de ambientes mas profundos se encuentran registrados en la Formación Tamaulipas Inferior.

A términos del Aptiano temprano, un pulso transgresivo mayor de segundo orden a nivel mundial inició el ahogamiento de la plataforma Cupido, inundándola a través del resto del Aptiano con carbonatos arcillosos, lutitas de aguas profundas y sedimentos terrígenos provenientes de las partes emergidas a nivel regional. El desarrollo de este evento transgresivo se encuentra bien documentado en facies de la Formación La Peña.

El alcance regional de este evento transgresivo propició, que inclusive las facies profundas de la Formación Tamaulipas Inferior, fueran sobreyacidas por los elementos terrígenos de la Formación La Peña.

En este trabajo se presentan los resultados del análisis de microfacies en dos secciones estratigráficas coetáneas y representativas de este evento transgresivo registrado en diferentes entornos paleobatimétricos, a saber: el Cañón de La Huasteca, que comprende el contacto formacional Cupido-La Peña en un entorno somero y el Cañón de La Boca, que documenta el contacto Tamaulipas Inferior-La Peña en un ambiente mas profundo.

En la sección del Cañón de la Huasteca se identificaron 23 asociaciones de microfacies típicas de ambientes transicionales para la Formación Cupido, los cuales varían desde laguna costera con circulación restringida hasta arrecifales. La Formación La Peña en esta sección está caracterizada por una sola asociación de facies representativa de un ambiente nerítico externo con alto contenido de terrígenos y fauna pelágica.

En la sección del Cañón de La Boca se identificaron 4 asociaciones de microfacies pelágicas en la Formación Tamaulipas Inferior, las cuales se conforman principalmente de foraminíferos planctónicos, radiolarios, equinodermos, pelecípodos y ostrácodos. En esta sección estratigráfica, la Formación La Peña está conformada por dos asociaciones de facies pelágicas de ambiente nerítico externo, con un alto contenido de sedimentos terrígenos.

El análisis de este evento transgresivo en ambos sitios de depósito, sugiere que este se registró de manera indistinta a nivel regional y que fue relativamente rápido ahogando grandes extensiones de la cuenca en un lapso de tiempo relativamente corto.

SED-6 CARTEL

EL REGISTRO ESTRATIGRÁFICO DE LA CIÉNEGA DE ZACAPU, MICHOACÁN

Soria Caballero Diana Cinthia[1], Garduño Monroy Víctor H.[1],
Rodríguez Ramírez Alejandro[2] y Ostrooumov Fink Mikhail[1]
[1]*Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*
[2]*Universidad Nacional Autónoma de México*
dianscc@hotmail.com

El presente trabajo se realizó en el área de las Lomas al SO de la ciénega de Zacapu. Se levantaron un total de 13 columnas litológicas. La estratigrafía obtenida indicó cinco etapas: de base a cima, la primera sugiere un cuerpo de agua profundo ubicado en >40 000 años aP, caracterizado por el deposito de diatomitas intercaladas con al menos 5 estratos de ceniza volcánica y una capa con estructuras de licuefacción. La segunda etapa sugiere un lago químicamente más concentrado, somero y alcalino, abarca una serie de estratos limosos con estructuras de corriente (ondulitas), agregados de carbonatos, abundante presencia de organismos calcificados (gasterópodos, bivalvos y ostrácodos), intercalados con 3 niveles de ceniza volcánica negra. La tercera etapa es un gran depósito de ceniza volcánica negra y fina de ca. 1m de espesor y con evidencias de derrumbes. La cuarta etapa comprende facies de arcillas laminares intercaladas con 4 estratos de ceniza volcánica, afectados por microfallamiento. La quinta etapa comprende varias capas de sedimento limoso – arcilloso con contenidos relativamente altos de materia orgánica y estructuras de bioturbación, así como fragmentos de cerámica prehispánica; hacia la cima de la columna observamos licuefacción de una capa de ceniza volcánica gris.

Los resultados de granulometría muestran dominancia de arcillas y limos para toda la secuencia, excepto para las capas de ceniza volcánica cuyo tamaño va de arena a limo grueso; esto sugiere depósitos de baja energía en general. El contenido de carbono orgánico en los sedimentos se mantiene en valores bajos desde la base de la columna, estos valores alcanzan el cero en la unidad 4 donde se mantiene practicamente nulo y a partir de esta unidad los contenidos de carbono orgánico se incrementan paulatinamente hasta la cima de la columna. Por otro lado, el contenido de carbono inorgánico se mantiene en valores muy bajos en las unidades inferiores, aumentando dramáticamente en la capa que contiene organismos con caparazones calcáreos y agregados de carbonatos, disminuyendo nuevamente hasta valores muy cercanos al cero en los sedimentos superiores y hasta la cima de la columna, siendo menores al 1%

La microtopografía del área de las Lomas sugiere que su origen podría estar relacionado a un sismo, cuya onda pudo provocar un plegamiento en dirección NNO-SSE, levantando y deformando los lacustres, así como creando espacios favorables para el establecimiento de asentamientos humanos, los cuales a su vez modificaron paulatinamente la morfología de las Lomas agregando rellenos y pisos. El registro sedimentario sugiere al menos 16 episodios volcánicos distintos durante los últimos 40 000 años, los cuales presentan magnitudes diversas, identificados a través de depósitos ácidos de caída. Por otro lado, la fuerte deformación de los sedimentos lacustres, así como la presencia de estructuras de licuefacción, bloques caídos (slumps) y microfallas en las secuencias sedimentarias sugieren la existencia de al menos cuatro sismos antiguos con magnitud superior a 5. Nuestros resultados refuerzan la idea de que en esta zona, el registro sedimentario está fuertemente controlado tanto por tectónica antigua como reciente.

Sesión Regular

SISMOLOGÍA

Organizadores:
Ramón Zúñiga
Raúl Castro

SIS-1

FRONTERA LITOSFERA-ASTENOSFERA EN LA REGIÓN DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Fernández Martínez Alejandra[1] y Pérez Campos Xyoli[2]
[1]*División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Facultad de Ingeniería, UNAM*
[2]*Departamento de Sismología, Instituto de Geofísica, UNAM*
alejunio10@gmail.com

En este trabajo usamos registros telesísmicos de banda ancha de la red sismológica NARS-Baja para obtener funciones de receptor S (FRS), a través de una deconvolución en tiempo, con el objetivo de mapear la frontera litosfera-astenosfera en la región del Golfo de California. Nuestra base de datos está conformada por 398 sismos de magnitud mayor a 5.9 a distancias telesísmicas entre 60 y 85° de la red. Con el análisis de sus FRS se desea entender la evolución del límite de las placas de Norteamérica y del Pacifico; así como el proceso de subducción y desaparición de la placa de Farallón. De estudios previos sabemos que durante el proceso de apertura del Golfo de California el moho sufrió un adelgazamiento, el cual podría verse reflejado en la topografía de la frontera litosfera-astenosfera, lo que será constatado con las funciones de receptor obtenidas.

SIS-2

CARACTERIZACIÓN DE LA GEOMETRÍA DE LA ZONA BENIOFF CON UNA RED DENSA DE BANDA ANCHA EN EL ISTMO DE TEHUANTEPEC

Castro Artola Oscar Alberto y Iglesias Mendoza Arturo
Instituto de Geofísica, UNAM
oscar.cas.art@gmail.com

Los registros sísmicos del arreglo VEOX, que forma parte del experimento MASE, fueron utilizados para caracterizar la geometría de la zona Benioff en el Istmo de Tehuantepec. Se utilizaron 213 eventos comprendidos entre las longitudes 96° a 94° Oeste y las latitudes 15° a 20° Norte durante el tiempo de operación de la línea, que fue de septiembre de 2007 a marzo de 2009. Los eventos se localizaron manualmente con el programa SEISAN, una vez teniendo las primeras localizaciones se procedió a relocalizarlos utilizando el programa hypodd, el cual hace uso de las dobles diferencias calculadas en tiempo para obtener relocalizaciones de pares de eventos; de esta forma aglutina nubes de eventos con características similares.

Con las posiciones hipocentrales obtenidas a través del proceso de relocalización, se interpoló una superficie y se calculó el gradiente para obtener información sobre la dirección de la inclinación misma de la placa, encontrándose que la dirección de máxima inclinación y por tanto, la dirección de movimiento relativo de la placa de Cocos con respecto de la de Norteamérica es de 45° Norte y de aproximadamente de 35° con respecto de la horizontal, respectivamente.

Por otro lado, se obtuvieron mecanismos focales para todos los eventos de magnitud coda mayor a 4.5 usando un esquema de inversión de onda en el dominio del tiempo e incorporando datos de siete estaciones que forman parte de la Red de Banda Ancha del Servicio Sismológico Nacional. Lo anterior permitió contar con una mayor cobertura acimutal y así restringir el problema.

Con la información obtenida se trazaron dos secciones, la primera sobre la línea del experimento VEOX que tiene una orientación preferencial N-S; la segunda se realizó en la dirección de convergencia. Se encontró, que los eventos intraslab se encuentran en la parte superior del manto, con una profundidad mayor a 50 km. Estos eventos de falla normal, muestran una fuerte componente de rumbo, con sus ejes de tensión aproximadamente alineados con la dirección e inclinación de la capa. De igual forma, se cree que la dirección de máxima inclinación de la placa subducida puede estar relacionada con la subducción de la Dorsal de Tehuantepec, ya que ésta última subduce a la placa de Norteamérica con un azimut de 45° Norte.

SIS-3

AVANCES EN LA PALEOSISMOLOGÍA DE LAS FALLAS DEL GRABEN DE ACAMBAY

Ortuño Candela María[1], Zúñiga Dávila Madrid F. Ramón[1], Aguirre Díaz Gerardo[1], Carreón Freyre Dora[1], Cerca Martínez Mariano[1], Mendoza Ponce Avith[2] y López Briceño Ernesto[3]
[1]*Centro de Geociencias, UNAM*
[2]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
[3]*Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL*
maria_ortuno@geociencias.unam.mx

La región tectónica de Acambay forma parte de la sucesión de grábenes que conforman el cinturón volcánico trans-mexicano, una de las zonas sísmicas intracontinentales de mayor importancia en México. La ocurrencia de sismos históricos e instrumentados en esta región (sismo de Acambay de 1912, Ms ~ 7.0 ; sismo de Maravatío de 1979, mb = 5.3) ha motivado que se lleven a cabo estudios enfocados a la identificación de paleoeventos en dos de sus fallas principales; la falla de Acambay y la falla de Pastores. Sin embargo, la complejidad de las trazas de estas fallas requiere de estudios complementarios que permitan una mejor evaluación de su potencial sismogenético.

La elección de los lugares donde realizar trincheras paleosismológicas es crucial. Para asegurar un registro estratigráfico completo y con posibilidades de encontrar materiales geológicos datables, las trincheras se han de realizar en zonas con altas tasas de sedimentación reciente. En el caso particular de las fallas con desplazamiento vertical principal, las trincheras se deben localizar donde la falla tenga un salto acumulado mínimo, de modo que puedan correlacionarse materiales a ambos lados de ellas. El estudio geológico y geomorfológico de las trazas de la falla de Pastores y Acambay ha llevado a la selección de dos localidades que cumplen estos requisitos. Debido a que la traza activa de la falla tiene una expresión poco clara en estos lugares, se hace difícil saber con certeza si el cuaternario reciente está desplazado, y el lugar exacto donde se localiza la falla principal. Para optimizar el lugar de la excavación, hemos realizado perfiles del subsuelo con un Radar de Penetración terrestre (RPT) tipo SIR-20 GSSI, usando antenas de frecuencia central de emisión de 100 y 200 MHz.

En este trabajo presentamos los resultados preliminares de las trincheras paleosismológicas realizadas con la ayuda de estos perfiles y discutimos sus implicaciones en la geodinámica cuaternaria así como sobre la peligrosidad sísmica de la región.

SIS-4

RELACIÓN ENTRE LA ACTIVIDAD SÍSMICA LOCAL, POZOS INYECTORES Y FALLAS ACTIVAS EN LOS CAMPOS GEOTÉRMICOS DE MÉXICO

Urban Rascón Edgar y Lermo Samaniego Javier
Instituto de Ingeniería, UNAM
eurbanr@iingen.unam.mx

En las últimas décadas en explotación y aprovechamiento de los recursos energéticos contenidos debajo de la superficie terrestre, se ha observado numerosa actividad sísmica entorno a los yacimientos geotérmicos, sismos inducidos por las operaciones de explotación; el estudio surge en la búsqueda de comprender los fenómenos que generan el cambio de esfuerzos, detallando la interacción con las diferentes estructuras geológicas y la relación con los gastos de producción e inyección.

El presente trabajo analiza la actividad sísmica generada a través de las diferentes redes fijas y temporales implementadas en los campos geotérmicos de México, mediante convenios entre la Compañía Federal de Electricidad (CFE) y el Instituto de Ingeniería de la UNAM. Se ha logrado demostrar el uso trascendental de esta poderosa herramienta, obteniendo como resultado mayor conocimiento del campo para la toma de decisiones, relacionando la actividad entre las operaciones de explotación y el sistema hidrotermal, asociando varios eventos al proceso de inyección de fluidos en el proceso cíclico de explotación; de esta forma se alcanzó a observar que las zonas de mayor permeabilidad tiene gran implicación en el desarrollo y rentabilidad de los yacimientos.

Los Humeros en el periodo de 1997 al 2008, se localizaron numerosos sismos en traza de la fallas NE-SW y en la periferia de los pozos inyectores, ubicados alrededor de la zona de mayor temperatura en el yacimiento, lo que sugiere una estrecha relación entre la sismicidad y los pozos inyectores, además un fracturamiento en el esqueleto rocoso adicional al producido por la inyección y el fracturamiento hidráulico, fenómeno de no considerado, originado por la expansión y dilatación de la roca debido a variación en la presión y temperatura; Los Azufres, se analizó durante los años 2008 y 2009, complementando el modelo estructural y adicionando la actividad en las Falla La Cumbre y El Chino, mostrando nuevamente la acumulación de sismicidad entorno a los pozos inyectores y nula respecto a los pozos productores; En el campo Las Tres Vírgenes se estudio la sismicidad desde el 2003 hasta el 2010, asociando gran parte de la actividad sísmica a la estimulación de 2 pozos productores y se observó sismos relacionados a los sistemas de fallas La Virgen, El Volcán, El Partido y la falla Cimarrón, la mayor acumulación de sismicidad se encontró en la falla La Cuesta y el Partido cercanas al pozo inyector; Por último, Rebollar et al. (2003) presentan un análisis de la actividad sísmica dentro del campo geotérmico de Cerro Prieto, BC, registrada entre abril de 1998 y diciembre de 2001 con 21 estaciones sismológicas, logrando localizar 232 sismos locales, agrupados en tres zonas alrededor de los ocho pozos inyectores correspondientes a enjambres en el 2000 y 2001, y una tercera asociada a la actividad sísmica de las fallas normales (sistema H o Morelia) y relacionada con los pozos inyectores y productores.

SIS-5

SEISMIC VELOCITY DEPENDENCY ON CRUSTAL EFFECTIVE STRESSES DURING THE 2006 SLOW SLIP EVENT, MEXICO

Cruz Atienza Víctor M.[1], Rivet Diane[2], Kostoglodov Vladimir[1], Campillo Michel[2] y Shapiro Nikolai[3]
[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Laboratoire de Géophysique Interne et Tectonophysique, Université Joseph Fourier, France*
[3]*Laboratoire de Sismologie, Institut de Physique du Globe de Paris, France*
cruz@geofisica.unam.mx

Slow slip transients in the Mexican subduction zone have been first observed in 1998. Since then, approximately every four years the phenomenon repeats itself (Cotte et al., EOS, 2009). Whether these quasi-static crustal deformations play a critical role in large subduction earthquakes remains a debate. During the 2006 Slow Slip Event (SSE) a seismic profile of 100 broadband stations (MASE array) was deployed right above the slipping interface in the Guerrero province, Mexico. Recently, ambient noise correlation techniques using data from the array revealed an amazing and so far unknown phenomenon: the quasi-static SSE process produces a transient reduction of surface waves velocity in the upper and middle crust of about 0.2% (Rivet et al., EGU, 2010; Rivet et al., submitted 2010).

Fluid release from the water-saturated subducted slab and diffusion into the overriding continental plate have been inferred in Guerrero (e.g. Jodicke et al., JGR, 2006; Song et al., Science, 2009). By inputting the slip history of the 2006 SSE recently inverted from GPS data (Radiguet et al., submitted 2010) into a 3D viscoelastic finite difference code we show that the silent earthquake induces a widespread decrease of the confining pressure (Pc) above the horizontal segment of the plate interface. By approximating the pore pressure as Pp = B*Pc, determining the associated Skempton coefficient (0 < B < 1) as a function of tomographically determined Lam¨¦ constants (Iglesias et al., JGR, 2010), and solving the poroelastic fluid flow equations in the model, we find that the effective pressure, Pe = Pc ¨C Pp, decreases as a function of time in that region of the continental crust. Two minimums of Pe emerge from the diffusive process. One within a ~8 km thick elongated region above the interface and the other within a more spread region in the upper and middle crust. This pattern seems to be controlled by both the heterogeneous distribution of the elastic properties and the stress singularity associated with the fault kink where the horizontal segment begins.

Since the final effective pressure is given by Pe1 = Pe0 + ¦¤Pc (1 ¨C B), where Pe0 is the initial effective pressure and ¦¤Pc the increment of the confining pressure, and given that ¦¤Pc < 0 almost for any time above the horizontal fault segment, then we have that Pe1 < Pe0 during the SSE in that crustal region (~150 km length). This simple analysis demonstrates that, even neglecting the diffusive flow process, the instantaneous (undrained) stress change induced by the SSE produces a reduction of Pe within the crust. It is well known in rock mechanics that seismic waves velocity (c) changes with increments in the effective pressure of the medium. The smaller Pe the lower is c. By using a theoretical relationship between these parameters (Gangi and Carlson, TECTO, 1996) we calculate the velocity change associated with our effective pressure estimates. Finally we compare synthetic Green¡¯s functions along the MASE profile for both the initial and perturbed velocity structure to quantify variations in the average surface waves velocity.

SIS-6

SUPERSHEAR MACH-WAVES EXPOSE THE FAULT BREAKDOWN SLIP

Cruz Atienza Víctor M.[1] y Olsen Kim B.[2]
[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Department of Geological Sciences, San Diego State University*
cruz@geofisica.unam.mx

Mikumo et al. (BSSA, 2003) showed that it is possible to estimate the breakdown slip (Dc) as the slip at the time of the peak slip rate for rupture propagation with subshear speeds. Cruz-Atienza et al. (BSSA, 2009) later attempted to extend this method to estimate Dc as the displacement at the time of the peak particle velocity from seismic strong-motion redords. However, a reasonably accurate estimate of Dc was only possible in a narrow zone adjacent to the fault (typically on the order of hundreds of meters) due to the fast decay of the seismic energy related to the stress breakdown process. When the rupture propagates with supershear-speeds, this energy is carried much farther away from the fault by Mach waves, in particular Rayleigh Mach waves when rupture reaches the Earth's surface. Here, we present a new approach to estimate Dc from strong motion records containing Mach waves (Cruz-Atienza and Olsen, TECTO, 2010). First, we show that the method by Mikumo et al. is valid for supershear rupture propagation. This method is then used to estimate Dc via an asymptotic approximation of the slip and slip-rate time histories from the Mach waves. Using spontaneous rupture simulations we demonstrate that, for a visco-elastic halfspace model, Dc can be estimated with an accuracy of 40% from Mach-waves that have propagated a distance of at least 3 km from the fault. The method is applied to estimate Dc for the 2002 Mw7.9 Denali, Alaska, earthquake (~1.5 m) and for the 1999 Mw7.6 Izmit, Turkey, earthquake (~1.7 m).

SIS-7

SIMULACIÓN SEMIESTOCÁSTICA DE DISTRIBUCIONES EPICENTRALES

Nava Pichardo F. Alejandro y Márquez Ramírez Víctor H.
CICESE
fnava@cicese.mx

Se presenta un programa que obtiene distribuciones epicentrales con base en el estado de esfuerzo de una región sismogénica discretizada en celdas rectangulares. El estado de esfuerzo depende de una razón constante de alimentación y la historia de rupturas de cada celda que provocan caídas de esfuerzo en ella, así como la de las celdas vecinas con las cuales intercambia esfuerzo. Los factores estocásticos son dos; el primer factor es la elección de la celda epicentral del sismo en turno, que es hecha aleatoriamente con probabilidad proporcional al esfuerzo en ella. Una vez escogida la celda epicentral se determina la máxima magnitud posible, MMP, del sismo, con base en la caída de esfuerzo de dicha celda y de la posible propagación de la ruptura a celdas vecinas. El segundo factor es la magnitud del sismo que se escoge aleatoriamente de la distribución de Gutenberg-Richter doblemente truncada con máximo valor MMP. El programa reproduce satisfactoriamente las características del ciclo sísmico e ilustra un posible mecanismo que influye en la fractalidad observada en las distribuciones epicentrales reales.

SIS-8

FRACTALIDAD EN DISTRIBUCIONES EPICENTRALES SINTETICAS Y OBSERVADAS

Márquez Ramírez Víctor H.[1], Nava Pichardo F. Alejandro[1], Ramírez Vázquez Carlos A.[2] y Reyes Dávila Gabriel[2]
[1]*CICESE*
[2]*RESCO, Universidad de Colima*
vmarquez@cicese.mx

Se realizó un análisis comparativo de multifractalidad (Dq) para tres diferentes tipos de distribuciones epicentrales. Dos de los tipos de distribución analizados fueron generados por simulación estocástica (hipótesis nula de distribución aleatoria uniforme) y semiestocástica (modelo de sismicidad dependiente del estado de esfuerzos), respectivamente; el tercer tipo de distribución corresponde a datos de sismicidad real registrados por la Red Sismológica del Estado de Colima.

Para el cáculo de Dq se utilizó los métodos de conteo de cajas y correlación. En ambos métodos se analizó q=0, q=1 y q=2 . Se estudió el comportamiento de un estimador de afractalidad que permite comparar cuantitativamente la fractalidad de distintas distribuciones. Se encontró que las distribuciones con probabilidad uniforme sí presentan fractalidad, lo que hace necesario reevaluar la significación de la fractalidad estimada para distribuciones epicentrales reales. Las distribuciones analizadas son aparentemente monofractales según el metódo de correlación, pero el método de conteo de cajas resulta en aparente multifractalidad.

SIS-9

VARIACIÓN ESPACIO-TIEMPO DE LA SISMICIDAD EN EL ESTADO DE GUERRERO 2000 - 2010

Arreola Manzano Jonatán[1], Jiménez Cruz Casiano[1], Escobedo Zenil David[2] y Valdés González Carlos[1]
[1]*Servicio Sismológico Nacional, Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Facultad de Ingeniería, UNAM*
rizhu@sismologico.unam.mx

La sismicidad en la costa mexicana del pacifico es un fenómeno cotidiano, en promedio el SSN reporta 2 sismos por día para el estado de Guerrero, a esta tasa los sismos reportados anualmente son 580 para esta región. En un periodo de 10 años (2000-2010) los epicentros reportados por el SSN ascienden a 5799 eventos para dicha zona. Como podemos percatarnos es un mar de información que día con día aumenta en forma vertiginosa. Sin embargo, si esta información permanece estática, no aporta nada nuevo al entendimiento del fenómeno sísmico. Si en la actualidad, nos hiciéramos las preguntas, ¿Ha temblado más que hace diez años?, ¿Para este periodo la sismicidad es constante?, ¿Existe actividad anómala que evidencie la ocurrencia de un gran sismo?, las respuestas no serían inmediatas o no se podrían responder. El razonamiento más simple para determinar la evolución de esta información es un análisis en espacio y tiempo. Con esta finalidad se elaboró un programa Fortran para hacer una selección espacial-temporal, el programa tiene la capacidad de seleccionar epicentros en cualquier región romboidal, en niveles de profundidad y magnitud, así como en cualquier ventana temporal. Para el análisis se propone una malla

de 25 celdas con centro en la brecha sísmica de Guerrero y propagada a ambos extremos hasta cubrir la superficie del estado. Las dimensiones de cada celda son 100 km x 40 km x 20 km en profundidad. Tomando como referencia el área de ruptura de los sismos típicos para esta zona.

El análisis en tiempo se divide en 2 ventanas, una por años, y otra por intervalos de 4.5 años que corresponde con la ocurrencia de los tres sismos lentos más importantes en la zona de Guerrero. En la determinación rutinaria de la localización de epicentros en el estado de Guerrero el SSN emplea 9 estaciones de banda ancha, 6 dentro del estado y 3 más en la frontera con los estados vecinos. Durante estos 10 años de registro, la sismicidad define 2 grandes regiones, la costera y otra en la cuenca del Río Balsas. El mayor número de epicentros (83%) se localiza en la zona costera, en el rango de profundidad de 0-40 km. La distribución epicentral a lo largo de la costa no es homogénea, distinguiéndose zonas de acumulación y vacío sísmico. La segunda franja, se encuentra dentro de la depresión del Río Balsas, al suroeste alejada de la trinchera 70 km y en la parte noreste 120 km, con profundidades en el rango de 40 a 80 km y que representan el 12% de la totalidad de los eventos.

SIS-10

MODELACIÓN ESPACIO TEMPORAL PARA LOS PROCESOS DE GENERACIÓN DE RÉPLICAS

Figueroa Soto Angel y Zúñiga Dávila Madrid F. Ramón
Centro de Geociencias, UNAM
angfsoto@geociencias.unam.mx

La disponibilidad de catálogos sísmicos de alta resolución es de gran interés en sismología estadística, ya que se intenta modelar la ocurrencia de la sismicidad tanto en tiempo como en espacio y para este fin es necesaria la utilización de procesos estocásticos.

En general, la diferencia entre un modelo físico y un estocástico es que mientras el modelo físico intenta predecir y describir completamente el proceso, el modelo estocástico acepta que algunos aspectos del modelo físico están fuera de control y pueden ser reemplazados por procesos aleatorios.

Los modelos estocásticos para sismicidad tienen que estar restringidos por la teoría física tales como el inicio de la ruptura, la localización y las magnitudes. La finalidad de dichos modelos es principalmente el entendimiento de los procesos físicos de generación de la sismicidad y es usado como una herramienta para planear o predecir posibles escenarios para la consecuente toma de decisiones, es decir la creación de pronósticos.

Dentro de los modelos estocásticos hemos considerado la clasificación hecha por Vere-Jones (2007), quien los considera principalmente de dos tipos: los modelos descriptivos y los modelos de aplicación a la ingeniería. El primer tipo de modelo tiene la finalidad de generar datos con el mismo comportamiento que los datos reales. En sismología, un primer ejemplo de este modelo descriptivo es la ley frecuencia-magnitud dada por Gutenberg y Richter (1944, 1954) quienes describen la sismicidad con datos reales más que con proporciones y con esta metodología obtienen un modelo simple para la distribución de magnitudes y su distribución está relacionada a la teoría física. Otros modelos descriptivos de uso cotidiano son la ley de Omori-Utsu (Utsu et al., 1995; Utsu, 1961) que simula satisfactoriamente un conjunto de réplicas así como la distribución espacial de la sismicidad.

Por otro lado, el modelo de aplicación a la ingeniería tiene su principal diferencia con los modelos descriptivos en el ajuste de los datos, ya que mientras el modelo descriptivo busca explicar los datos efectivamente, el modelo de ingeniería busca una aplicación del modelo en busca de una predicción para el proceso.

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos al simular los procesos de generación de réplicas para sismos en Alaska, Nueva Zelandia y México, utilizando modelos descriptivos como los mencionados anteriormente. Es posible reconocer patrones espacio-temporales, durante la duración del proceso de réplicas, que se relacionan a procesos de relajación del esfuerzo y que no son considerados al utilizar el modelado descriptivo. Finalmente se describe una metodología para determinar la variación de la tasa de sismicidad durante la duración del proceso de réplicas, con la finalidad de explicar los patrones observados en la distribución espacio-temporal de la sismicidad.

SIS-11

ANÁLISIS DE LA SISMICIDAD DEL VOLCÁN CHICHONAL DURANTE LOS PERIODOS DE JUNIO DE 2004 A MAYO DE 2005 Y DE ENERO A ABRIL DE 2008

Gutiérrez Jiménez Aarón Joseph[1], Valdés González Carlos[1], Ramos Hernández Silvia[2] y Martínez Bringas Alicia[3]
[1]*Servicio Sismológico Nacional, Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas*
[3]*Centro Nacional de Prevención de Desastres*
aaron@sismologico.unam.mx

El 28 de marzo de 1982 el volcán Chichonal, marcó una pauta en el ámbito de la sismología volcánica en México. La red sismológica de la presa Chicoasen a 80 Km, permitió observar la evolución sísmica antes, durante y después de las erupciones principales. La actividad sísmica en volcanes activos es uno de los parámetros más importantes de monitoreo, ya que los sismos y su debida clasificación permiten interpretar el estado de actividad del volcán.

Este estudio tiene como objetivo analizar la actividad sísmica en el volcán Chichonal de junio de 2004 a mayo de 2005 y de enero a abril de 2008, con el fin de evaluar la actividad del volcán. En los años 2002 y 2003 se instaló una estación sismológica en la cima, la cual consta de 2 sismómetros de periodo corto con sólo una componente vertical y un acelerómetro de 3 componentes.

De octubre de 2004 a mayo de 2005 se analizó un total de 1095 señales sísmicas del sismómetro de periodo corto, en donde destacan eventos de período largo (LP), híbridos (HB). El 13 de octubre de 2004, se registró un enjambre de eventos híbridos (HB) con una duración de 5 horas. Este enjambre se puede relacionar con el transporte de fluidos hacia la laguna del cráter y a los manantiales de un acuífero somero que se presume se encuentra bajo esta laguna (Rouwet y Taran, 2009). De enero a abril del 2008 se analizó y clasificó un total de 305 señales sísmicas, destacando una señal modulada con frecuencias dominantes por debajo de 1 Hz que no se observó en octubre de 2004 a mayo de 2005. Debido a que la frecuencia de este tipo de señales moduladas está en el ó por debajo del rango de frecuencias del sensor de periodo corto, no se puede asegurar que se trate de un tremor volcánico.

De junio de 2004 a mayo de 2005, con los datos obtenidos del acelerómetro de tres componentes, se localizaron 53 eventos volcano-tectónicos por medio de la polaridad y amplitud del primer impulso de las ondas P. Estos, sismos en su mayoría se localizaron en la región de los antiguos domos en la porción SW y NW del cráter, así como en la parte central del volcán. También fueron localizados algunos eventos asociados al sistema de fallas normales y transcurrentes que rigen la estructura volcánica y los alrededores del volcán. En el perfil de profundidades EW que se obtuvo, es visible un área de ausencia sísmica la cual puede estar relacionada con el acuífero somero propuesto por Rouwet y Taran (2009). Se realizaron análisis estadísticos de la sismicidad, su evolución espacial y temporal, así como su correlación con estudios previos geológicos y químicos.

La sismicidad analizada en el periodo de este estudio no implica una reactivación del volcán Chichonal. Esta etapa de calma permite la instalación de los instrumentos de monitoreo, los cuales son fundamentales para estudiar y entender los procesos evolutivos de la actividad sísmica.

SIS-12

MONITOREO SÍSMICO CON UNA RED DE BANDA ANCHA EN EL VOLCÁN TACANÁ, CHIAPAS

Valdés González Carlos[1], Gutiérrez Jiménez Aarón Joseph[1], Estrada Castillo Jorge[1], Rodríguez Abreu Luis Edgar[1], Arreola Manzano Jonatán[1], Ramos Hernández Silvia[2], Morquecho Zamarripa Cesar[3], García Moreno Luis Manuel[4], Chan Chin Alfredo[4] y Schoereder Bejarano Herbert[5]
[1]*Servicio Sismológico Nacional, Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas*
[3]*Centro Nacional de Prevención de Desastres*
[4]*Protección Civil del Estado de Chiapas*
[5]*Protección Civil de Tapachula, Chiapas*
carlosv@ollin.igeofcu.unam.mx

El volcán Tacaná se ubica en el Estado de Chiapas y en Guatemala y es un estrato volcán activo de 4030 msnm de altura. Éste volcán, junto con el Popocatépetl, el de Colima, Pico de Orizaba, el Ceboruco, Chichón y San Andrés Tuxtla son considerados como los volcanes con mayor índice de erupciones históricas registradas en la República Mexicana y por tanto de posible actividad eruptiva en el futuro. Al Tacaná se le reconocen períodos de explosiones freáticas y fumarólica en 1855, 1878, 1903, 1949/51, y 1986.

El Tacaná es un volcán peligroso, cuyos efectos eruptivos pueden tener consecuencias severas para la población y economía de la región de Chiapas y de Guatemala. Mediante un monitoreo sísmico en tiempo real, es posible detectar cambios en el estado de actividad del volcán, que permitan tomar acciones preventivas.

Con fondos del CONACYT se instalaron en territorio mexicano 4 estaciones sísmicas triaxiales con transmisión en tiempo real. Las estaciones están distribuidas a una distancia aproximadamente de 0.4 km a 13.3 km de la cima del volcán. Desde mayo de 2010, este arreglo ha permitido registrar con precisión sismos volcano-tectónicos con S-P que varían de 0.5 a 2 segundos, eventos regionales cuyas S-P varían de 9, 12 y hasta 18 segundos. Por lo pronto no se han identificado eventos de baja frecuencia como son eventos LP o tremores. Se han registrado diversos enjambres desde la instalación de esta red, como el del día 1° de agosto con un total de 15 VT eventos en 45 minutos. Se han localizado 11 eventos VT los cuales se han registrado en por lo menos 3 estaciones de la red. En su mayoría se localizan en la parte W y NW del cono volcánico. Sus rangos de magnitudes van desde 2.4 hasta 3.1 con profundidades desde 1.5 a 9.7 Km debajo de la cima.

Esta red sísmica tendrá el doble propósito: monitorear el volcán Tacaná y monitorear la actividad de fallas que existen en la zona Chiapas-Guatemala. El tipo de sensores sísmicos instalados son de banda ancha Guralp CMG-6TD, que tiene una capacidad de respuesta de 50 Hz a 30 segundos.

Esta red instalada muy cerca del cráter permitirá también detectar pequeños eventos de tipo período largo o de tremor que pudieran estar relacionados con movimientos de gases o fluidos hidromagmáticos.

Estas 4 estaciones transmiten la información en tiempo real vía telemetría a la estación central localizada en Tapachula, Chiapas, inmediatamente se guarda y se reenvía la información vía satélite a las instalaciones del Servicio Sismológico Nacional, situado en la Ciudad de México. Las trazas en tiempo real se visualizan por medio del programa Swarm, herramienta del Earthworm, que es el sistema de procesamiento del Servicio Sismológico Nacional.

De esta manera se pueden retransmitir las señales a instituciones educativas y gubernamentales involucradas en el monitoreo y toma de decisiones con respecto al riesgo volcánico como son la UNICAH, CENAPRED, Protección Civil de Chiapas y de Tapachula.

SIS-13

CARACTERIZACIÓN DE SISMOS DE BAJA FRECUENCIA EN EL VOLCÁN CEBORUCO, MÉXICO

Rodríguez Uribe Carolina[1], Sánchez Aguilar John[2], Núñez Cornu Francisco Javier[1], Trejo Gómez Elizabeth[1] y Gómez Hernández Adán[1]

[1]*Centro de Sismología y Volcanología de Occidente, Universidad de Guadalajara*
[2]*Universidad Nacional de Colombia*
rodriguezcaro@hotmail.com

El estratovolcán Ceboruco (21.125ºN, 104.508ºW, 2280 m.s.n.m.) es una de las once principales estructuras volcánicas que componen el Cinturón Volcánico Transmexicano, es un volcán activo desde hace unos 20,000 años, el cual registró actividad eruptiva en 1870 y durante los siguientes cinco años aproximadamente mostró manifestaciones de actividad superficial; que incluyeron emisión de vapor y gases, caída de cenizas, y derrames de lava riodacítica por la ladera suroeste. En el año 2003 se instala la primera estación sismológica autónoma en el flanco suroccidental de la caldera exterior, equipada con un sismómetro de corto período y tres componentes, por parte de la Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa, proyecto a cargo del centro de Sismología y Volcanología de Occidente (SisVoc). Durante el período de Marzo 10 del año 2003 a Julio 10 del año 2008 se han detectado 139 temblores identificados como eventos sísmicos de baja frecuencia que determinan tasas de sismicidad entre 0.07 eventos/día – 1.00 eventos/día. Estos sismos no tienden a ocurrir en enjambres energéticos y sus formas de onda exhiben cierta variabilidad, aunque predominan los sismos con codas extendidas, algunos con duraciones que superan los 50 segundos. La inspección de las formas de onda observadas sugiere que sismos similares y que posibles grupos de sismos similares no ocurren cercanos en el tiempo, lo cual puede indicar la persistencia temporal de procesos magmáticos de naturaleza diversa. De acuerdo a la variabilidad de las formas de ondas que exhiben los sismos detectados se pudo definir cuantitativamente familias o grupos de sismos similares utilizando su componente este, calculando la envolvente de cada sismo, obteniendo sus espectros de frecuencia y sus espectrogramas respectivamente, llegando en total a una clasificación de cuatro grupos: 1)Sismos con “Arribos Impulsivos”; 2)Sismos con “Coda Extendida”; 3)Sismos con forma de “Huso”; 4)Sismos con modulaciones “Paquetes”. Además de que se estima la posible localización de los sismos detectados, utilizando el movimiento de partículas y determinando el Azimuth y el ángulo de incidencia de cada sismo.

SIS-14

TREMORES NO-VOLCÁNICOS EN MÉXICO, OBSERVADOS EN MINI-ARREGLOS SÍSMICOS DE G-GAP

Payero De Jesús Juan S.[1], Kostoglodov Vladimir[2], Shapiro Nikolai[3], Campillo Michel[4], Husker Allen[2], Cotte Nathalie[4], Zigone Dimitri[4] y Real Jorge[1]

[1]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, IGEF, UNAM*
[2]*Departamento de Sismología, IGEF, UNAM*
[3]*IPGP*
[4]*LGIT, UJF*
payero@ollin.igeofcu.unam.mx

El estudio de los Tremores No Volcánicos (NVT) ha ido creciendo desde, que en 2002 Obara presentara las primeras observaciones en Japón. Cerca de una decena de regiones en el mundo han reportado la existencia de los NVT. En México su estudio se ha centrado en las zonas de subducción desde el 2005, primero con estaciones del proyecto MASE hasta el 2007 y luego con Mini-Arreglos -MA sísmicos dentro de los proyectos PAPIIT, CONACYT y GGAP, con 9 instalados, éstos se encuentran localizados en -99 a -100 de longitud y 18.0 a 18.75 de latitud en el estado de Guerrero, México. Cado MA consiste de 6 sensores Sp (Z) organizados en triángulo de ~120 m de lado, con un BB en su centro, excepto en tres de ellos que constan sólo de 3 Sp. Además se han integrado 6 estaciones BB del SSN.

Se han observado más de 100 telesismos (y regionales), siendo los más interesantes el sismo de Chile 27/02/2010 M8.5 y el de Guerrero 27/04/2009, M5.8, por la cantidad de tremores que fueron registrados durante y después de la ocurrencia de los eventos telesísmicos.

Resultados preliminares indican una alta actividad de NVT a partir octubre 2009 y otra desde febrero con menor intensidad. La mayor parte de los NVT observados han sido de tipo ambientales, sin embargo el estudio de los NVT en la época de los eventos de Chile y Guerrero parecen indicar la presencia de los eventos NVT inducidos por las ondas superficiales de los terremotos de gran magnitud. Resultados preliminares indican que los NVT ambientales y “triggered” son posiblemente diferentes por su características espectrales y del origen.

SIS-15

MODELADO DE LA DINÁMICA DE LA FUENTE SÍSMICA: PARAMETRIZACIÓN DEL PROBLEMA INVERSO CON MÉTODOS DE OPTIMIZACIÓN GLOBAL

Díaz Mojica John J.[1], Cruz Atienza Víctor M.[1], Madariaga Raúl[2] y Ruíz Tapia Sergio A.[3]

[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Laboratoire de Géologie Ecole Normale Supérieure Paris*
[3]*Departamento de Geofísica, Universidad de Chile*
jdiaz@geofisica.unam.mx

La inversión de la historia cinemática de la fuente sísmica ha representado, en las últimas décadas, una herramienta poderosa para el estudio de terremotos. La descripción cinemática de la ruptura de un sismo ha permitido identificar, entre otras cosas, la distribución y dimensión de las asperezas en el plano de falla y por ende su eventual relación espacial con las réplicas asociadas. Sin embargo, dicha relación es causal y depende de procesos físicos (e.g. la caída de esfuerzos y la partición de energía) que ocurren durante y después de la ruptura del evento principal. La inversión de la dinámica de estos procesos a partir de sismogramas observados es un problema que sólo recientemente se ha podido abordar (e.g. Peyrat y Olsen, GRL, 2004), principalmente por limitaciones en los recursos de cómputo. En este trabajo se explora la parametrización del modelo de fuente dinámica con el fin de garantizar la convergencia y confiabilidad de la inversión. Para ello introducimos un nuevo y poderoso Algoritmo Genético (GA) que comparamos con otro método de optimización global conocido en inglés como Neighborhood Algorithm (NA) (Madariaga et al., 2010). Ambos métodos, programados en paralelo usando “message passing interface” (MPI), permiten resolver el problema inverso explotando recursos de supercómputo (i.e. clusters de procesadores).

El estudio de la parametrización lo llevamos a cabo a través de inversiones sintéticas. Los sismogramas invertidos corresponden a modelos dinámicos de fuente generados a partir de realizaciones estocásticas de funciones de autocorrelación (i.e. VonKarman y Gaussiana) (Mai y Beroza, JGR, 2002;) y calculados con el modelo de fuente SGSN en diferencias finitas (Olsen et al., GRL, 2009). El problema directo que emplean nuestros algoritmos de inversión global GA y NA acopla una aproximación de la fuente dinámica en diferencias finitas staggered-grid (Madariaga, BSSA, 1976) con kernels de propagación calculados con el método del número de onda discreto (AXITRA). Los sismogramas sintétizados por el problema directo son calculados a través de la convolución de la cinemática de la ruptura arrojada por el modelo dinámico y las funciones de Green entre cada elemento de la fuente y los receptores localizados en la superficie libre.

Con el fin de minimizar la cantidad de parámetros del problema y simplificar el modelo de fuente dinámica, el algoritmo emplea una aproxima elíptica de

la geometría de las principales asperezas de la fuente sísmica (Di Carli et al., sometido JRG, 2010). Así los parámetros que explora el método son la caída de esfuerzos dinámicos, la resistencia máxima de la ruptura y el deslizamiento crítico de la ley de fricción sobre el plano de falla. Para restringir la inversión, estos parámetros están ligados a través de un criterio de criticalidad de la ruptura espontánea (Madariaga y Olsen, PAGEOPH, 2000).

SIS-16

INVERSION SISMICA GENERALIZADA

Kleinfeld Avila Gloria Natalia, Rivas Rodríguez Reinaldo Rafael y Hernández Rosales Arturo
ESIA Ticoman, Ciencias de la Tierra, IPN
natalia_kleinfeld@hotmail.com

La necesidad de conocer a detalle algunas estructuras geológicas en el subsuelo, ha llevado a desarrollar técnicas que ayuden a definir con mayor precisión dichas estructuras. Una de las técnicas alternativas es la tomografía sísmica, que se fundamenta en un problema de inversión por medio del cual se reconstruyen modelos de velocidades de propagación de las ondas sísmicas en la Tierra a partir de datos sísmicos observados fuera del medio a estudiar.

La finalidad de este proyecto es implementar un modelo matematico para poder llevar a cabo una simulación numérica de el método de inversión sísmica generalizada, el cual consiste en un algoritmo que permite estimar una estructura interna, a partir de la inversión de tiempos de viaje; y de esta forma determinar aproximaciones del modelo de velocidad de determinada zona.

Bibliografia

- Albert Tarantola, 1987 Inverse problem theory, methods for data fitiing and model parameter estimation, Institut de Physique du globe, Paris, France Ed. Elseiver

- Arturo Malagon Montalvo, La tomografia sismica: Herramienta alternativa en la exploracion, UNAM

- Gonzalez Rico Javier, Tomografia computarizada

SIS-17

SIMULACIÓN NUMÉRICA DE PROPAGACIÓN DE ONDAS SÍSMICAS EN MODELOS GEOFÍSICOS CON FRACTURAS

De Basabe Delgado Jonas de Dios
CICESE
jonas@cicese.mx

La simulación numérica de la propagación de ondas sísmicas tiene diversas aplicaciones, algunas de las cuales son la evaluación de riesgo sísmico, la investigación de la estructura interna de la Tierra y la exploración de hidrocarburos. Para este propósito, se han propuesto en la literatura una gran variedad de métodos numéricos basados en la ecuación de onda. Cada uno de estos métodos tiene sus ventajas y desventajas en cuanto al costo computacional, precisión, exactitud y el tipo de modelos geofísicos a los que se pueden aplicar.

En particular, para aplicaciones de exploración de hidrocarburos, es importante incluir en los modelos geofísicos las fracturas, las cuales son comunes en yacimientos carbonatados. Estas fracturas se pueden encontrar en diferentes escalas, desde fallas hasta micro-fracturas, y pueden introducir anisotropía sísmica si tienen una orientación preferencial. Dada la frecuencia con la que áreas de interés económico se encuentran fracturadas, es interesante resaltar que la gran mayoría de los métodos numéricos están limitados en su capacidad de incorporar este tipo de discontinuidades en los modelos.

En el presente trabajo presentamos un método numérico basado en el método de Galerkin discontinuo para incluir discontinuidades en el campo de desplazamientos utilizando una relación lineal entre la magnitud de la discontinuidad y el vector de tracción. Asimismo, presentamos resultados preliminares de simulaciones de propagación de ondas sísmicas a través de medios fracturados.

SIS-18

ANÁLISIS DE ANISOTROPÍA SÍSMICA EN EL CAMPO GEOTÉRMICO LOS HUMEROS, PUEBLA

Rodríguez Flores Héctor y Lermo Samaniego Javier
Instituto de Ingeniería, UNAM
hrodriguezf@iingen.unam.mx

En este trabajo se presentan los resultados del análisis de anisotropía sísmica en el campo Geotérmico Los Humeros, Puebla, para correlacionar los parámetros de anisotropía: polarización (#) de la onda rápida qS1 y retraso (#t) de las ondas de corte qS1 y qS2 con la tectónica y el estado de esfuerzos horizontales del campo. Los parámetros de anisotropía han mostrado ser de gran utilidad para detectar zonas de fracturamiento y dirección de esfuerzos locales en Campos Geotérmicos y Petroleros (García, 2006, Tang, 2006) debido a que la inyección y producción de fluidos genera micro-sismicidad. Los eventos seleccionados fueron sismos locales mejor localizados, registrados en cinco o más estaciones durante el periodo de 1997-2008 que se obtuvieron de la Red Sísmica Telemétrica Permanente (RSTP), la cual cuenta con seis sismógrafos digitales triaxiales de periodo corto. El análisis de los datos se llevó a cabo en dos periodos: el primero de 1997-2002 y el segundo de 2003-2008 debido al cambio de localidad de algunas estaciones. Para cada estación los parámetros de anisotropía: polarización (#) y retraso de onda S (#t) se obtienen visualmente del movimiento de partícula, en la ventana de ondas S, mediante hodogramas de corta duración para el primer movimiento de la onda rápida qS1y con correlación cruzada para el retraso (#t).

Los resultados de analizar 82 sismos, de la zona centro del campo de donde proviene la mayor parte de la sismicidad, indican que cada estación se correlaciona con la tectónica. Las estaciones S06, S01 y el segundo periodo de la S04, muestran dirección de polaridad preferencial E-W, posiblemente a causa de la presencia del sistema de fallas y fracturas alineadas en esta misma dirección y/o a esfuerzos de tensión a nivel regional del Cinturón Volcánico Transmexicano (CVTM) (Suter, 1991). Las estaciones S03 y el primer periodo de la S04 muestran una polaridad preferencial coincidente con las fallas locales NE-SW. Finalmente, la estación S05, al estar en el centro del campo geotérmico de donde provienen la mayor cantidad de sismos, detecta polarización de ambas zonas y presenta polaridad tanto NE-SW como E-W.

SIS-19

SIMPLE ALGEBRAIC FORMULAE OBTAINED BY ASYMPTOTIC HOMOGENIZATION APPLIED TO MESOSCALE POROUS CORTICAL BONE

Sabina Federico
Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, UNAM
fjs@mym.iimas.unam.mx

Mathematical methods that are useful in the context of elastic rock properties have been found useful in the realm of a natural material as bone. It is possible to learn from the techniques applied earlier in the field of seismology to biomechanics. The asymptotic homogenization method that was used to predict effective elastic properties of anisotropic rocks with microstructure has recently been used to consider a natural material. Millimetre cortical bone micromodeling is studied using the asymptotic homogenization, the fast Fourier and the Mori-Tanaka methods. Former yields effective elastic properties simple closed-form formulae for hexagonal and square periodic cells. The first order approximation (T1) being very close to the exact value. Expressions show explicit dependence of either drained or undrained Haversian canal and bony matrix properties, volume porosity and one periodicity characteristic number. The three methods agree for hexagonal cell; square cell gives lower values than latter for first two methods, agreeing; Mori-Tanaka values, however, are independent of geometric cell. Normalized anisotropic ratio follows almost same trend for both isotropic and transversely isotropic matrix. Comparisons with low-frequency asymptotic homogenization method show agreement with our results. Moreover, simple formulae produce elastic properties and anisotropic ratio from transversely isotropic matrix in the range of observed human bone data. Recent multiosteon unit cell finite element calculations yielded anisotropic ratio with slight biconvexity for isotropic matrix. Theoretical methods, however, produce one sided convexity. Simple formulae provides quick and useful information to check other theories, experimental and numerical methods.

SIS-20

ANELASTIC WAVE PROPAGATION WITH A DISCONTINUOUS GALERKIN METHOD: AN UNSTRUCTURED MULTIPROCESSOR SOLVER

Tago Pacheco Josué[1], Cruz Atienza Víctor M.[1], Etienne Vincent[2], Virieux Jean[3] y Sánchez Sesma Francisco José[4]
[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Géoazur, Université de Nice Sophia-Antipolis, France*
[3]*Laboratoire de Géophysique Interne et Tectonophysique, Université Joseph Fourier, France*
[4]*Instituto de Ingeniería, UNAM*
josue.tago@gmail.com

To do any realistic assessment of seismic scenarios it is necessary to take into account the anelastic attenuation of seismic waves. To this purpose, we introduce an extension of the hp-adaptive discontinuous Galerkin finite-element method developed by Etienne et. al in 2010. This code uses the message passing interface (MPI) to solve the 3D elastodynamic equations in an unstructured tetrahedral mesh with multiple processors for modeling the was propagation within heterogeneous media. The extension integrates the viscoelastic rheology so that the intrinsic attenuation of the medium is incorporated in terms of frequency dependent quality factors (Q). We introduce

an original discrete scheme of the viscoelastic formulas, which respects the architecture of the original code and guarantees its optimal performance.

Our formulation considers a set of relaxation mechanisms describing the behavior of a generalized Maxwell body. Following Moczo et al. (Acta Physica Slovaca, 2007) by choosing both suitable relaxation frequencies and anelastic coefficients characterizing these mechanisms, we approximate almost constant Q in a wide frequency range. To solve the constitutive equations, we introduce anelastic functions (i.e. memory variables) to avoid the computation of a time convolutional term that would make the viscoelastic modeling computationally impossible. The amount of anelastic functions is proportional to the amount of relaxations mechanisms.

To determine the anelastic coefficients so that Q is as close as possible to constant value in the frequency band of interest, we need to solve an optimization problem. Solving properly this problem is critical to minimize the necessary amount of relaxation mechanisms and thus the computational requirements. Two alternative strategies are explored: 1) a least squares method and 2) a genetic algorithm (GA). We found that the improvement provided by the heuristic GA method is negligible. Both optimization strategies yield actual Q values within the 5% of the target in the frequency band. We tested as well introducing weighting factors into the cost function to refine our approximation over a selected frequency subranges.

The incorporation of the anelastic functions implies new terms with ordinary differential equations in our numerical scheme. To solve the differential equations we have tested several strategies based in both finite difference and discontinuous Galerkin methods. The latter allows us to solve the equations in every element of the mesh with the same order of accuracy used by the scheme to solve the elastic equations (i.e. P0,P1 or P2 interpolations functions).

Finally we validate our mathematical and computational model by comparing synthetic seismograms for double-couple point sources yielded by both our discontinuous Galerkin method and the semi-analytical discrete wavenumber method. We have started to implement a dynamic rupture model into the code so that shortly we will be able to perform realistic simulations of possible physical-based seismic scenarios to study the associated hazard in sites of interest like the Valley of Mexico.

SIS-21

INVERSIÓN DE FASE W PARA SISMOS MEXICANOS

Pérez Campos Xyoli[1], Iglesias Mendoza Arturo[1], Rivera Luis[2] y Singh Shri K.[1]
[1]*Departamento de Sismología, Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Institut de Physique du Globe de Strasbourg, CNRS/Université de Strasbourg*
xyoli@geofisica.unam.mx

México, por sus características tectónicas, tiene una producción promedio de seis sismos con magnitudes mayores a 5.8 por año. De ellos, el Servicio Sismológico Nacional (SSN) reporta regularmente su localización y magnitud. En tiempos recientes, también reporta el mecanismo focal obtenido a partir de una inversión del tensor de momentos sísmicos (MT) regional. Sin embargo; ambas estimaciones pueden presentar problemas graves cuando los registros de las estaciones regionales de banda ancha están saturados. Dado que la saturación de las estaciones suele suceder después del arribo de las ondas S, esta saturación no se presenta para la fase W, que es una fase de período largo entre la P y la S. La inversión de la fase W ha probado su estabilidad para eventos mundiales de magnitudes mayores a 6.5, empleando datos telesísmicos. Incluso se ha implementado la inversión usando datos regionales en otros países.

Para probar la eficacia del método con sismos de México registrados en la Red de Banda Ancha del SSN, invertimos la fase W para obtener el MT de 47 sismos registrados a partir del 2002, con magnitud mayor a 5.8. En general, encontramos buena correspondencia entre los resultados obtenidos en las diferentes inversiones realizadas y el CMT reportado por el catálogo de Global Centroid Moment Tensor (GCMT). Las mayores diferencias se observan para eventos de mecanismo de corrimiento lateral. Éstas parecen estar correlacionadas con la localización de las fuentes y las estaciones; es decir, la escasa cobertura que se tiene por parte del SSN en el Golfo de California y el norte del país en general. Para aumentar la cantidad de datos que se emplearían en la inversión, especialmente para sismos de este tipo, se incluyeron en la inversión datos de cinco estaciones de la Red Sísmica del Sur de California (SCSN) y de la estación TUC en Tucson, Arizona. Esto mejoró nuestros resultados, sobre todo si se realiza una búsqueda de la mitad del tiempo de duración de la fuente.

SIS-22

COMPARACIÓN ENTRE LA PROSPECCIÓN SÍSMICA DE DISPERSIÓN DE ONDAS SUPERFICIALES Y LA SÍSMICA DE POZOS CRUZADOS (CROSSHOLE)

Rodríguez Miguel
Instituto de Ingeniería, UNAM
mrod@pumas.ii.unam.mx

Esta presentación trata sobre la estimación de la estructura somera de la velocidad de cortante cuando se explora en zonas urbanas o de construcción intensiva lo cual restringe las posibilidades metodológicas a técnicas no invasivas como la sísmica de dispersión de ondas superficiales que usa el campo de ruido sísmico ambiente.

En tres sitios en donde la estructura somera va de suelos blandos a firmes, el espesor está en el rango de los 30 a los 250 metros y en los que se cuenta también con las velocidades sísmicas medidas en ensayes de pozos cruzados (CrossHole) se hicieron mediciones de la velocidad de cortante utlizando la sísmica de dispersión de ondas superficiales.

Los resultados indican que las diferencias en los valores estimados de velocidad de cortante, respecto a los valores estimados con pozos cruzados no exceden el 20 % y que las diferencias mayores se obtienen a profundidades que superan los 40 metros. Exploramos también, de manera preliminar, las causas posibles de estas diferencias: la verticalidad de los pozos, la anisotropía del suelo y del campo de ruido sísmico, así como las diferencias en el ancho de banda en frecuencia de las señales utilizadas en ambos ensayes. Los resultados de la comparación indican que la sísmica pasiva de dispersión de ondas superficiales es una alternativa de prospección de velocidad de cortante de bajo costo.

SIS-23

INTERFEROMETRÍA SÍSMICA MEDIANTE LA CORRELACIÓN Y LA DECONVOLUCIÓN DE EVENTOS

Pech Pérez Andrés y Cortés Ortíz Eduardo
Instituto Politécnico Nacional
apech@ipn.mx

La interferometría sísmica es una técnica que nos permite caracterizar la propagación de ondas entre receptores; en otras palabras, mediante esta técnica es posible extraer la función de Green a partir de eventos sísmicos registrados en dos o más receptores; para poder obtener la función de Green, es posible utilizar la correlación o la deconvolución. La correlación de eventos sísmicos ha sido la técnica más usada en los últimos años. Cabe mencionar que cuando se utiliza la interferometría sísmica fundamentada en la correlación, se asume que el medio no presenta atenuación y que el patrón de iluminación generado por las fuentes virtuales es isótropo. Si el subsuelo presenta estructuras geológicas complejas y una alta atenuación, evidentemente las funciones de Green estimadas a partir de la correlación no serán correctas.

Mediante la aplicación de la interferometría sísmica basada en la deconvolución de eventos sísmicos, se pretende mitigar el error en la estimación de las funciones de Green debido a las consideraciones anteriormente descritas.

En este trabajo, se presentan funciones de Green obtenidas mediante la correlación y la deconvolución de campos de desplazamiento correspondientes a un modelo de un medio estratificado sometido a la incidencia de ondas planas SH.

A partir de estas expresiones se ilustran las diferencias existentes entre las dos clases de interferometría sísmica.

SIS-24

MICROZONIFICACION SISMICA DE LA CIUDAD DE PUERTO VALLARTA

Gómez Hernández Adán[1], Cárdenas Soto Martín[2], Núñez Cornu Francisco Javier[1], Sánchez Aguilar John[3], Trejo Gómez Elizabeth[1] y Rodríguez Uribe Carolina[1]
[1]*Universidad de Guadalajara*
[2]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[3]*Universidad Nacional de Colombia*
a881965@yahoo.com.mx

La microzonificación sísmica consiste en la división de una región en pequeñas áreas geográficas, donde se pronostican aceleraciones y amplificaciones del movimiento del suelo ante la ocurrencia de un sismo fuerte. Estos mapas constituyen un elemento esencial para la evaluación del riesgo sísmico, ya que permiten seleccionar los sitios más seguros para la construcción de nuevas edificaciones, estas investigaciones son obligatorias en las zonas de alta peligrosidad y sus resultados se incluyen en los documentos normativos de muchos países. A últimas fechas, estos trabajos se han realizado también en grandes ciudades ubicadas en las zonas de baja y moderada sismicidad. Esto se debe a que los elementos sometidos a riesgo, pueden ser altamente costosos

y vulnerables y las consecuencias de un sismo de moderada intensidad, podrían ocasionar desastres de grandes dimensiones.

La ciudad de Puerto Vallarta, México (Pob.~ 221,000) se encuentra ubicada en el oeste del Estado de Jalisco y colinda con el municipio de Bahía de Banderas, dado el potencial económico de la región, en los últimos años la ciudad de Puerto Vallarta a crecido desmesuradamente, cambiando los usos de suelo, sin hacer los estudios pertinentes, esto con el fin de hacer edificaciones mas grandes o edificar viviendas en lugares por demás peligrosos. Desde el punto de vista de riesgo sísmico, el territorio de la república mexicana se divide en las cinco zonas sísmicas, donde la zona "A" corresponde a la de menor riesgo sísmico y la zona "D" a la de mayor riesgo. Como el objeto de este estudio es la ciudad de Puerto Vallarta, la cual corresponde a la zona de mayor riesgo, que es la zona "D". Se propone llevar a cabo el mapa de microzonificación sísmica para en un futuro tratar de mitigar el riesgo sísmico para la población.

Existen diferentes técnicas para establecer propuestas de microzonificación, las que dependen de la cantidad y calidad de la información disponible, así como de los recursos económicos con que se cuente. Uno de los procedimientos más comunes es la caracterización geodinámica del terreno con base en estudios de vibración ambiental (H/V) con la cual realizaremos esta investigación. Se ha diseñado una cuadricula en un mapa geológico de la ciudad de Puerto Vallarta con nodos a cada 2 km., las muestras en campo son tomadas con un sensor acoplado a una estación portátil, donde se registra la señal del ruido, se digitaliza y se analiza para visualizar la amplificación del mismo. Los resultados preliminares de medidas del ruido sugieren amplificaciones de las aceleraciones del orden de 1.5 segundos para los sitios muestreados en Puerto Vallarta. Los resultados preliminares sugieren ampliaciones de suelo moderada en las zonas más próximas a la zona de la costa, en comparación a los sitios de la zona de la colina. Los resultados de este estudio sugieren aplicar estudios de caracterización de otro sitio (SPAC, de refracción sísmica, etc.) y complementarlo con los informes geotécnicos y geológicos.

SIS-25

ESTIMATION OF GROUND MOTION IN MEXICO CITY FROM A REPEAT OF THE ACAMBAY EARTHQUAKE OF 1912 (M~7.0)

Singh Shri K.[1], Iglesias Mendoza Arturo[1], Ordaz Schroeder Mario[2], Pérez Campos Xyoli[1] y Quintanar Robles Luis[1]

[1]*Departamento de Sismología, Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Instituto de Ingeniería, UNAM*
krishna@ollin.igeofcu.unam.mx

Acambay earthquake of 19 November, 1912 (M~7.0), which occurred in the Central Trans-Mexican Volcanic Belt (CTMVB) about 100 km WNW of Mexico City, is a critical scenario event in the estimation of seismic hazard of the city. We use seismograms of two small earthquakes located near Actopan (15 Dec 2003; 18 May 2010) and recorded at CUIG, a hill-zone site in Mexico City, as empirical Green's functions (EGFs) for the Acambay region. Since Actopan, like Acambay, is situated in the CTMVB and both are located at about the same distance from CUIG, the recordings of the small Actopan earthquakes as EGFs are partly justified. We first analyze data of the two small earthquakes at a local broadband seismographic station, DHIG, to estimate their seismic moment and stress drop. We then use a technique of random summation of EGF to simulate ground motion at CUIG from the postulated Mw 7 earthquake. The estimated geometric mean horizontal PGA and PGV at CUIG range from 5.2 to 9.4 cm/s/s, and 1.7 to 4.0 cm/s, respectively. Similar values are obtained from an application of random vibration theory assuming reasonable source spectrum, and path and attenuation effects. Ground-motion maps for the entire city are presented using one realization of the random summation at CUIG and the known transfer functions of many sites in the city. The results are consistent with reported seismic intensities in Mexico City, and PGA and peak ground displacement (PGD) at 2s-period at central seismic station of Tacubaya during the Acambay earthquake (Urbina and Camacho, 1913). Estimated ground motions suggest that a repeat of the event does not present significant risk to Mexico City.

SIS-26

UNA NUEVA METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE FORMAS DE ONDA DE DESPLAZAMIENTOS EN TIEMPO REAL MEDIANTE LA COMBINACIÓN DE REGISTROS ACELEROMÉTRICOS Y DE GPS

Melgar Moctezuma Diego y Bock Yehuda
Institute of Geophysics and Planetary Physics, Scripps Institution of Oceanography
dmelgarm@ucsd.edu

En sismología tradicionalmente se obtienen registros de desplazamiento mediante la integración numérica, filtrado y ajuste polinomial de registros de aceleración. Se ha mostrado que aunque estas técnicas recuperan las formas de onda de desplazamiento, son incapaces de hacerlo en frecuencias bajas por lo cual son de espectro limitado. Adicionalmente sufren de falta de una forma objetiva de determinar los parámetros del proceso numérico (frecuencia de corte del filtro, orden del polinomio de ajuste, etc.), por que deben modificarse a gusto del investigador para cada par evento-estación, dificultando la automatización del proceso para redes grandes; además, estas técnicas se ven limitadas al no poder utilizarse en tiempo real.

En este trabajo presentamos un nuevo enfoque utilizando elementos de la teoría estocástica de estimación y control, implementando un filtro Kalman para fusionar datos de aceleración y de GPS, recuperando con ello series de tiempo de desplazamiento. Este filtro es multi-tasa y permite combinar datos de aceleración y GPS con tasas de muestreo disimiles. El filtro asume ruido blanco gaussiano en ambos sensores por lo cual la determinación de sus parámetros de operación (varianza del ruido en el acelerómetro y el GPS) se puede llevar a cabo de forma objetiva a partir de segmentos de datos antes del evento.

Demostramos que esta técnica puede utilizarse en tiempo real con dos ejemplos: un experimento en mesa de vibraciones sujeta a un sismograma real con acelerómetros con una tasa de muestreo de 250 Hz y GPS de 50 Hz y para el sismo de Baja California (Mw 7.2) del 4 de abril de 2010, utilizando estaciones acelerométricas de 100 Hz de la Red Sísmica del Sur de California (SCSN) y de GPS de 1 Hz de la Red de Tiempo Real de California (CRTN). Mostramos que el proceso funciona para estaciones a más de 300 km de distancia del foco.

Se discutirá también el análisis espectral del filtro que muestra limitantes en su versión en tiempo real y en altas frecuencias debido al enmascaramiento en el sensor con la tasa de muestreo menor, aunque postulamos que éstas son inconsecuentes para las aplicaciones de tiempo real. Además, discutimos cómo este problema se elimina completamente en la fase de pos-proceso con un algoritmo de suavizado de Kalman.

Finalmente, identificamos en las características espectrales del filtro que este esquema supera ampliamente a los algoritmos tradicionales, lo cual nos conduce a proponer que el futuro de los sensores de movimientos fuertes es la co-localización de receptores GPS con tasas de muestreo altas (>1 Hz) y acelerómetros con el correspondiente procesamiento conjunto de las series de tiempo.

SIS-27

AMPLIFICATION OF SEISMIC WAVES IN THE WEST AND CENTRAL PART OF INDO-GANGETIC PLAINS, INDIA

Singh Shri K.[1], Srinagesh D.[2] y Chadha R. K.[2]

[1]*Departamento de Sismología, Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*National Geophysical Research Institute, Hyderabad, India*
krishna@ollin.igeofcu.unam.mx

Although Indo-Gangetic Plains are adjacent to rupture areas of large and great Himalayan earthquakes, a quantitative study of the amplification of seismic waves in the region is still lacking. To obtain a first estimate of the amplification, we operated an array of 10 broadband seismographs crossing the plains in the N-S direction for 2 years. Using earthquake recordings of shallow earthquakes at soft sites and hard reference sites, we computed standard spectral ratios (SSRs). SSRs at sites near the Himalayan foothills, where the sediment thickness exceeds 4 km, reveal a broadband amplification with a dominant frequency of 0.14 Hz. The amplification at this frequency varies between 20 and 60. The dominant frequency increases to the south as the thickness of the sediments decreases, becoming 0.8Hz at the southern-most site where the depth to basement is probably ~100m. The amplification at the dominant frequencies exceeds 10 at all 8 soft sites. Calculations based on reasonable earthquake source and attenuation models and application of random vibration suggest that PGA and PGV at soft sites near the foothills, located 100 km from the epicenter, would be amplified by 2-4 and 6-12, respectively. All our results assume linear behavior of the sediments. While this assumption would not be valid during intense motions caused by large/great earthquakes, our results provide basic building block for incorporating nonlinear behavior.

SIS-28

MEDICIÓN DE MICROTREMORES PARA IDENTIFICAR ZONAS POTENCIALES DE AGRIETAMIENTO, IZTAPALAPA, D.F., MÉXICO

Espinosa Villalpando Luis Angel, Lermo Samaniego Javier, Ovando Shelley Efraín y Martínez González José Antonio
Instituto de Ingeniería, UNAM
lespinosav@iingen.unanm.mx

Recientemente el número de fisuras y grietas ha aumentado en las masas arcillosas de la cuenca de México, produciendo daños de consideración a viviendas populares, como en San Lorenzo, una colonia en la zona montañosa de Iztapalapa en la Ciudad de México. Las grietas en este caso son difíciles de controlar y son causadas por hundimientos regionales que, a su vez, se originan por la extracción de agua de capas profundas. Las grietas y fisuras por lo general aparecen en zonas de transición abrupta en las que el espesor de las capas de arcilla compresible cambia considerablemente en distancias cortas y en lugares, dentro de la cuenca, donde se encuentran enterradas estructuras geológicas en la cuenca. Incluso muchas de estas grietas y fisuras han sido localizadas y mapeadas, pero hay amplias zonas de la cuenca donde posibles agrietamientos faltan por ser definidos. El presente trabajo muestra el análisis

de registros de microtremores para estudiar la causa directa de las grietas en Iztapalapa. Los resultados muestran que el método de vibración ambiental Nakamura se puede utilizar para estudiar tanto grietas existentes como posibles fisuras, incluyendo algunas de sus características: longitud, profundidad, etc. También se puede utilizar para generar hipótesis sobre el posible origen del fenómeno de agrietamiento y definir zonas potenciales de agrietamiento en determinadas zonas de la cuenca. Los resultados de sondeos de exploración geotécnica se utilizan para validar este método. Los resultados de periodo dominante, obtenidos mediciones de ruido ambiental, muestran que la mayoría de los agrietamientos y fisuras en Iztapalapa, se presentan donde hay un cambio brusco de los depósitos arcillosos. Con el patrón de los periodos dominantes, se puede inferir la morfología del manto rocoso y por consiguiente señalar posibles apariciones de nuevas grietas o el crecimiento de las ya existentes.

SIS-29

RELACIÓN ENTRE LOS PARÁMETROS DE AMORTIGUAMIENTO INTRÍNSECO DE LOS MATERIALES DO Y EL DE DECAIMIENTO ESPECTRAL KO(Z) PARA LAS ESTACIONES DE LA RED RESNES DE SONORA, MÉXICO

Fernández Heredia Avelina Idalmis, Huerta López Carlos Isidro, Castro Escamilla Raúl y Romo Jones José Manuel
CICESE
idalmis@cicese.mx

La Red Sísmica del Noreste de Sonora, México (RESNES), se instaló en 2002, con el objetivo de monitorear la actividad sísmica regional asociada al sistema de fallas tectónicas que originó el terremoto de 1887 de magnitud 7.5. Esta red consta de nueve estaciones digitales con registros de tres componentes de aceleración (NS, EW y Vertical) y una componente vertical de velocidad.

De acuerdo a las características litológicas de los sitios, las estaciones se pueden clasificar en tres grupos. Las estaciones OJO, ELO y NAC, del grupo I, están ubicadas sobre rocas ígneas extrusivas ácidas del Terciario. Las estaciones del grupo II: OAX, MOR, VHI, MOC y BAC se encuentran sobre depósitos continentales (conglomerados de edad Terciario); y la estación DIV (grupo III) esta sobre rocas ígneas extrusivas ácidas de edad Cretácico. El amortiguamiento intrínseco de los materiales Do y el decaimiento espectral Ko(z) son dos parámetros que permiten la caracterización del sitio, sin embargo siempre han sido estudiados de manera independiente. En este trabajo estudiamos la probable relación entre ambos parámetros con el fin de determinar una ecuación que cuantitativamente los relacione.

Los valores de Ko(z) obtenidos para cada grupo de estaciones son notablemente diferentes: 0.0177 para el grupo I, 0.0842 para el grupo II y 0.0374 para el grupo III. Los valores del amortiguamiento Do también son diferentes entre los grupos de estaciones. Tomando valores promedio de 0.0433 para el grupo I, 0.0418 para el grupo II y 0.057 para el grupo III. Estos resultados corroboran las diferencias previamente establecidas por Fernández et al. (2010) entre los tres grupos de estaciones y permite diferenciar sitios de los grupos I y III, a pesar de estar ubicados en lugares con el mismo tipo litológico. Estos sitios presentan respuestas sísmicas diferentes, debido posiblemente al diferente grado de fracturamiento y erosión de las rocas, como ya hemos sugerido en estudios anteriores.

SIS-30

UNA TEORÍA PARA EL COCIENTE ESPECTRAL, H/V, DEL RUIDO SÍSMICO AMBIENTAL: APLICACIÓN PARA UN MEDIO A CAPAS PLANAS

Sánchez Sesma Francisco José[1], Rodríguez Miguel[1], Iturrarán Viveros Ursula[2], Luzón Francisco[3], Campillo Michel[4], Margerin Ludovic[5], García Jerez Antonio[3], Suárez Martha[1], Santoyo Miguel Angel[3] y Rodríguez Castellanos Alejandro[6]
[1]*Instituto de Ingeniería, UNAM*
[2]*Facultad de Ciencias, UNAM*
[3]*Universidad de Almería, Almería, España*
[4]*Université Joseph Fourier, Grenoble, Francia*
[5]*Université Aix, Marseiile, Francia*
[6]*Instituto Mexicano del Petróleo*
sesma@servidor.unam.mx

El ruido sísmico ambiental lo generan las fuentes sísmicas múltiples y casuales cercanas a la superficie de la Tierra, que incluyen los efectos de esparcimiento múltiple cuyas intensidades se pueden explicar con la teoría de difusión. En estas circunstancias la autocorrelación promedio de los movimientos registrados en un sitio receptor, en el dominio de la frecuencia, mide la densidad de energía la cual es proporcional a la parte imaginaría de la función de Green cuando la fuente y el receptor están en el mismo sitio.

Suponiendo al campo de ondas del ruido sísmico ambiental como un campo difuso, se procedió al cálculo de los cocientes espectrales H/V del movimiento en un receptor superficial, de un modelo a capas planas, y en términos de la parte imaginaría de la función de Green en la fuente. La teoría involucrada une la densidad de energía promedio con la función de Green 3D y permite calcular el cociente H/V como una propiedad intrínseca del medio. Entonces, la propuesta que se presenta aquí permite invertir el cociente espectral H/V, o bien conocido también como el cociente de Nakamura, sin usar explícitamente la elipticidad de ondas de Rayleigh pero incluyendo la contribución de ondas de Rayleigh, de Love y ondas volumétricas. Los registros de banda ancha obtenidos en el ex lago de Texcoco, un sitio de suelo blando cercano a la ciudad de México, fueron analizados e interpretados usando nuestra teoría.

SIS-31

ESTUDIO DE LAS RESPUESTA DE SITIO Y ESTRUCTURA DE ONDAS DE CORTE EN LA ZONA PONIENTE DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Reyes Pimentel Thalía A.[1], Cárdenas Soto Martín[1], Meléndez González Jorge[1] y Alanis Alcantara Alfredo[2]
[1]*Facultad de Ingeniería, UNAM*
[2]*Zonas Minadas, Delegación Álvaro Obregón*
thaliareyes@gmail.com

El crecimiento poblacional en la ciudad de México ha crecido de manera exponencial en los últimos 50 años. Esto ha provocado un crecimiento descontrolado de la mancha urbana imposibilitando una adecuada planeación de espacios y servicios básicos. Una de estas zonas está ubicada al poniente de la ciudad, donde la población ha ocupado el terreno perteneciente a la zona de piedemonte de la Sierra de las Cruces. La naturaleza geológica de la zona así como la evolución tectónica y estructural de la misma, da lugar a una litología constituida por depósitos aluviales, flujos piroclásticos y material muy trabajado, que a principios del siglo pasado hizo atractiva esta zona para la explotación de material.

En la zona de lago de la ciudad de México, la respuesta sísmica ha sido ampliamente estudiada. Varios estudios de ingeniería sísmica, derivados después de los sismos de Michoacán de 1985, han sido incorporados al código de construcción actual. Sin embargo, la zona poniente de la ciudad aún no cuenta con estos avances debido a que sigue siendo geotécnicamente clasificada como zona de lomas, pese a que presenta una geología y topografía compleja. En esta zona, hemos llevado a cabo una serie de campañas de monitoreo sísmico utilizando arreglos triangulares con estaciones de banda ancha (ocho estaciones con una apertura entre 1 a 5 km). En este trabajo presentamos el análisis de esos datos a fin de proponer una mapa de microzonificación (distribución de eigenfrecuencias y amplificaciones relativas del subsuelo obtenidas a partir de los sismos registrados), y cuyas estimaciones fueron completadas con mediciones de vibración ambiental, registros de aceleración, y el cálculo de la respuesta unidimensional de columnas litológicas. A fin de conocer la estructura intermedia de la zona, empleamos el método SPAC e interferometría sísmica entre pares de estaciones para estimar modelos de velocidad de ondas de corte. Los resultados de este estudio muestra que en la zona se presentan amplificaciones relativas moderadas menores de 3, que ocurren en el rango de 1 a 6 Hz. Los perfiles de ondas de corte proporcionan información del subsuelo entre 50 y 500 m de profundidad, cuyas velocidades están entre 500 y 1500 m/s y que correlacionan con la estructura profunda de la cuenca reportada en el pozo Roma.

SIS-32

EVALUACIÓN DE LAS GRIETAS DE LA CIUDAD DE MÉXICO MEDIANTE MEDICIONES DE MICROTREMORS

Martínez González José Antonio y Lermo Samaniego Javier
Instituto de Ingeniería, UNAM
jmartinezgo@iingen.unam.mx

El fenómeno de agrietamiento es un problema que se presenta en diversas zonas de la Ciudad de México, afectando y poniendo en riesgo a sus habitantes. El origen de estas grietas es causado por la sobreexplotación acuífera de las capas profundas, lo que causa hundimientos regionales por efecto de la compactación de la masa arcillosa que está presente en la mayor parte de la Ciudad de México. Actualmente se tienen identificadas las zonas con presencia de grietas, las cuales se localizan, en mayor número, en las orillas del antiguo lago en proximidad con los cuerpos montañosos. El resto se localiza en el interior de dicho lago, en donde los límites de los espesores del acuitardo cambian bruscamente. Sin embargo, existen aún amplias zonas que presentan un gran potencial para generar futuros agrietamientos por definir. El presente trabajo muestra la aplicación de los registros de ruido ambiental (microtremors) para definir zonas en donde se pueden generar futuros agrietamientos. Además se plantea una actualización de los límites de las zonas geotécnicas del vigente reglamento de construcción del Distrito Federal.

SIS-33

CARACTERIZACIÓN DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE SITIO EN LA ESTACIÓN LNIG (SSN) Y SISMICIDAD RECIENTE EN EL NORESTE DE MÉXICO

Ramos Zuñiga Luis Gerardo[1], Montalvo Arrieta Juan Carlos[1], Pérez Campos Xyoli[2] y Valdés González Carlos[2]
[1]*Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
gerardoh2003@yahoo.com.mx

En este trabajo se presenta: (a) la caracterización de la respuesta sísmica de sitio en la estación sismológica LNIG, ubicada en la Facultad de Ciencias de la Tierra en Linares, Nuevo León, y (b) el estado actual de la sismicidad en el noreste de México y su relación con el marco geológico regional. La estación LNIG forma parte del Servicio Sismológico Nacional (SSN); y fue instalada en enero de 2006 con el objetivo de monitorear la actividad sísmica local y regional generada en el noreste de México. Desde un punto de vista geológico, la estación LNIG se ubica en la zona de transición entre las provincias geológicas Sierra Madre Oriental y Planicie Costera del Golfo Norte (en particular sur de la sub-provincia Cuenca de Burgos). La estación se encuentra asentada sobre lutitas de la Formación Méndez. La caracterización sísmica de sitio se hizo a través la determinación de la estructura de velocidades (VS30), de acuerdo con la clasificación de sitio propuesta por la NEHRP, a partir de refracción sísmica, cocientes espectrales H/V de registros de microtremores y de sismos locales registrados en la estación LNIG, además de correlacionar dicha información con las condiciones litológicas del subsuelo. El estudio de la sismicidad histórica muestra que en esta región existe evidencia de actividad sísmica desde 1847, la cual se encuentra distribuida en los estados de Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y sur de Texas. Desde su puesta en operación en 2006, en la estación LNIG se han documento 12 eventos sísmicos locales con magnitudes que varían entre 3.1 a 4.5, ubicados en los estados de Coahuila y Nuevo León; para algunos de ellos hay evidencia de daños estructurales en algunas localidades como Galeana y Montemorelos, N. L. Finalmente, se presenta el primer análisis para determinar el marco sismotectónico con el cual pudiera estar relacionada la actividad sísmica registrada, a través de correlacionar las localizaciones epicentrales con rasgos geológicos cartografiados. Este análisis indica que la sismicidad generada en esta porción del país puede estar relacionada con la reactivación de fallas presentes en la Sierra Madre Oriental.

SIS-34 CARTEL

UNA APLICACIÓN DE LA CORRELACIÓN CRUZADA DE CAMPOS DIFUSOS AL VOLCÁN DE COLIMA, MÉXICO. DETERMINACION DE LA ESTRUCTURA SOMERA DE VELOCIDADES DE CORTANTE

Domínguez Reyes Tonatiuh[1], Rodríguez Miguel[2] y West Michael[3]
[1]*Universidad de Colima*
[2]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[3]*Universidad de Alaska, Fairbanks*
tonatiuh@ucol.mx

Se presentan resultados de un ejemplo de correlación cruzada de ruido sísmico para producir mapas de velocidades de grupo de ondas de Rayleigh para la región del Volcán de Colima.

Si consideramos que el campo de ruido sísmico consiste primordialmente de ondas superficiales, la señal que obtenemos de la función de correlación del ruido sísmico entre dos estaciones permitirá estimar la función de Green del medio entre ellas.

Los datos usados pertenecen a una red de 20 estaciones de banda ancha instaladas alrededor del volcán de Colima que estuvieron registrando de manera continua durante dos años. El experimento fue una colaboración entre las universidades de Fairbanks en Alaska y La Universidad de Colima.

Las funciones de correlacion promedio de los registros de ruido fueron utilizadas para calcular las curvas de dispersión de velocidad de grupo del modo fundamental de onda de Rayleigh que permitieron estimar los tiempos de recorrido entre las estaciones. Los tiempos de viaje calculados para diferentes periodos se invirtieron para obtener mapas de velocidad de grupo para periodos entre 1 y 9 segundos. A su vez, esta distribución horizontal de velocidades de grupo se utilizó para localizar y representar gráficamente la distribución de las velocidades de cortante en profundidad

La distribución de las velocidades de grupo que estimadas para la parte superficial (para periodos de hasta 4 segundos), parece razonable. Podemos observar por ejemplo, un mínimo de Vg en la zona de la cuenca al nordeste del volcán.

SIS-35 CARTEL

APLICACIÓN DEL GPS : ANÁLISIS TEÓRICO DE LA DEFORMACIÓN CORTICAL COSÍSMICA DE LA ZONA DE SUBDUCCIÓN COLOMBIA-ECUADOR

Ramos Barreto Ana Lucía, Franco Sánchez Sara Ivonne y Iglesias Mendoza Arturo
Instituto de Geofísica, UNAM
anlramos@hotmail.com

La trinchera Colombo-Ecuatoriana está localizada en la esquina noroeste del contiene de Sur América, donde tiene lugar la subducción de la Placa Nazca bajo la Placa Sudamericana. La zona es considerada tectónicamente compleja y es continuamente sometida a una intensa deformación cortical. La rápida convergencia en la zona (58mm/año) dió como resultado una serie de 4 grandes terremotos en el siglo XX: 1906 (Mw=8.8), 1942 (Mw=7.6), 1958 (Mw=7.7) y 1979 (Mw=8.2), tres de ellos con carácter tsunamigénico, afectaron las regiones costeras de Colombia y Ecuador. Desde el último evento en 1979, no se ha registrado en el área eventos de magnitud similar por lo que es considerada una zona con un riesgo sísmico potencialmente alto.

Mediciones de deformación cosísmica de la superficie de la tierra, obtenidas del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) puede proveer información crítica para conocer las áreas más sensibles a ésta y limitar la distribución geográfica de grandes desplazamientos en el plano de falla.

Considerando un mallado uniforme sobre las áreas de ruptura de los eventos y zonas adyacentes, realizamos un análisis teórico de la deformación cosísmica para dos escenarios de ruptura, usando un modelo simple de dislocación de Okada, implementado en el programa Dis3D. En base a las deformaciones cosísimicas máximas obtenidas, se propone una distribución de estaciones de una red GPS permanente que sea confiable y sensible a la deformación cortical asociada a los terremotos de la zona de subducción Colombo-Ecuatoriana.

SIS-36 CARTEL

MÉTODO DE LOCALIZACIÓN MONO-ESTACIÓN: UNA ALTERNATIVA PARA ¿SISMOS PEQUEÑOS DE COBERTURA LIMITADA?

Rojas Ledezma Armando, Gómez González Juan Martín y León Loya Rodrigo Alejandro
Centro de Geociencias, UNAM
arojas@geociencias.unam.mx

La forma tradicional de localización de sismicidad (método multi-estación), requiere que que el evento sea registrado por al menos 3 estaciones con una buena cobertura azimutal y de distancia, para lo cual mientras más estaciones se tengan la precisión de la localización es mayor. Sin embargo, hay múltiples escenarios en los que esta condición no siempre se cumple, por ejemplo, debido a la magnitud mínima de detección de los instrumentos. De hecho, es común que en el caso de eventos locales de magnitud pequeña, no se tenga la energía necesaria para que el sismo sea registrado simultáneamente por varias estaciones. Otro caso es cuando se tiene una red sísmica pequeña o ésta se encuentra en una etapa temprana de instalación, por lo que generalmente se cuenta con pocas estaciones, y los eventos no son registrados en todas las estaciones disponibles. También se pueden mencionar las causas meteorológicas, antropogénicas y técnicas, entre otras. Frente a estas dificultades hay dos opciones, desechar los pocos datos registrados o tratar de “exprimirlos” al máximo, pese a las incertidumbres que ello implica y a los cuestionamientos que despierta. Frente a la decisión de analizar los pocos datos disponibles una alternativa es recurrir a la localización mono-estación. Este método aprovecha las 3 componentes de cada estación y utiliza los primeros arribos de las ondas P, así como la diferencia de tiempo de fase S-P. Ello permite estimar el azimut y la distancia fuente-estación, con ello se consigue una localización “relativa” que en muchos casos tiene una alta certidumbre. Con este método se puede aprovechar la cantidad limitada de datos. En otros casos, cuando se dispone de más datos, el mismo método se puede utilizar como multi-estación, ello permite analizar la resolución del método y ampliar el conocimiento sísmico sobre el área de estudio. Sa aplicó el método mono-estación en algunas zonas intraplaca de México (Durango, San Luis Potosí, Queretaro e Hidalgo), donde ha sido reportada sismicidad de baja magnitud, y existen varias de las dificultades mencionadas. Dicho método ha permitido localizar una importante cantidad de sismicidad, lo cual no se habría logrado con el método tradicional. Ello permitió ampliar el conocimiento sobre sismicidad en dichas regiones de tal manera que se pueden asociar algunas concentraciones de sismicidad con algunas estructuras geológicas cartografiadas o analizadas recientemente. Para que las localizaciones obtenidas con el método mono-estación sean confiables es recomendable contar con algunos epicentros obtenidos con el método tradicional, o bien tener conocimiento de alguna estructura sismogénica, para usarlos como referencia. Contar con algún parámetro de referencia permite “calibrar” el método e incrementa la certidumbre cuando se trabaja con datos de baja relación señal-ruido, pues ello dificultad marcar adecuadamente las fases primarias, lo que a su vez dificulta la determinación del azimut. Conociendo y acotando las dificultades el método mono-estación puede ser confiable y permitir una buena estimación de los epicentros.

SIS-37 CARTEL

PANEL DE VISUALIZACIÓN EN TIEMPO REAL DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE UN EDIFICIO INSTRUMENTADO PARA EL MONITOREO DE SU SALUD ESTRUCTURAL

Núñez Leal Alejandra, Reyes Zamora Alfonso y Sánchez Rodríguez Julia
CICESE
anunez@cicese.mx

En este trabajo se presenta el estado actual del desarrollo de una interfaz de usuario, que permite el monitoreo sísmico en tiempo real, del edificio del puesto central de control del metro de la ciudad de México. La instrumentación del edificio consta de una red de 9 acelerómetros triaxiales instalados en tres de las cuatro columnas principales del edificio (sexto nivel, tercer nivel, planta baja) y tres instalados en una red vertical en el subsuelo: en superficie, a 20 y 40 metros de profundidad. El sistema de adquisición de datos tiene la capacidad para registrar con 24 bits de resolución, bajo una base común de tiempo (GPS) y en modo síncrono las 36 componentes de aceleración resultantes: 12 en la dirección del eje longitudinal, 12 en la dirección transversal y 12 en la dirección vertical, correspondientes a los tres ejes principales de rigidez de la estructura. El sistema esta interconectado a una PC, que almacena continuamente datos en formato grf y además funciona como un servidor de datos en tiempo real a clientes locales o remotos vía Internet

El Panel de Visualización es un cliente al cual el servidor le suministra archivos que contienen los 36 canales de registro de la vibración sísmica ambiental con una duración de dos minutos. Los registros se procesan en línea (tiempo semi-real): se convierten a formato ASCII en unidades de aceleración (gals); se remueve la componente DC para corregir por línea base; se aplica un filtro pasabajas a una frecuencia de corte de 20 Hz (o valores seleccionables por el usuario) para eliminar las altas frecuencias inducidas en los registros; se calcula su espectro de magnitud de Fourier sobre una longitud de 120 segundos. Las series de tiempo procesadas y sus espectros de Fourier se presentan en una Interfaz Grafica de Usuario (GUI), en la cual el usuario dispone de tres opciones para su presentación, esto es: Visualización de las tres componentes de aceleración por sitio de registro; por columna y componente de aceleración, y por nivel y componente de aceleración. El Panel además analiza continuamente los registros para “detectar eventos sísmicos”, bajo un criterio simple de declaración de ocurrencia, cuando la aceleración rms de los registros excede valores preestablecidos esto es; si la aceleración en cualquiera de las tres componentes se excede simultáneamente en tres sitios elegidos por el usuario. En resumen el Panel de Visualización nos permite:

• Visualizar en tiempo semi-real la respuesta de la estructura ante la vibración ambiental o sismos de baja intensidad (> 1 gal rms) en frecuencia y periodo

• Observar el comportamiento de la estructura antes, durante y después de la ocurrencia de un “evento sísmico”.

La documentación de las propiedades dinámicas del edificio bajo vibración ambiental y de su respuesta ante sismos nos permitirá realizar un análisis detallado de la evolución de su comportamiento sísmico a través del tiempo y evaluar si existe la necesidad de efectuar obras de reforzamiento.

SIS-38 CARTEL

ESTUDIO DE LA ATENUACIÓN SÍSMICA EN EL BLOQUE DE JALISCO, USANDO REGISTROS DE LA RED MARS

Mercado Martínez Sandra Inés[1], Castro Escamilla Raúl[2], Gómez González Juan Martín[3], Montalvo Arrieta Juan Carlos[1], Guzmán Spezialé Marco[3] y Grand Stephen P.[4]
[1]*Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León*
[2]*Departamento de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE*
[3]*Centro de Geociencias, UNAM*
[4]*The University of Texas at Austin, USA*
simm.seni@gmail.com

Analizamos la atenuación del Bloque de Jalisco con registros de la red MARS (Mapping the Rivera Subduction Zone). En ésta región se instalaron 50 sismógrafos digitales de banda muy ancha en el periódo de enero de 2006 a junio de 2007. La distribución de las estaciones sísmicas permitió una buena cobertura azimutal en el área de estudio. La base de datos inicial para este estudio esta formada por 114 eventos en su mayoría corticales, con magnitudes que varían entre 2.8 y 5.4, y distancias hipocentrales entre 20 y 450 km. Como primer paso calculamos el espectro de amplitud suavizado para una ventana que contiene el 80% de la energía total de la onda S, junto con una discretización de frecuencias en el rango de 0.1 a 15.85 Hz. Para la estimación del factor Q y el análisis de las posibles fuentes de atenuación, fue necesario parametrizar las funciones de atenuación encontradas considerando formas analíticas de la dispersión geométrica, y la atenuación anelástica de las ondas S. Las funciones de atenuación fueron modeladas empíricamente usando la expresión: A(f,r)=G(r) • e-#fr/Q# , donde f, r, # y G(r) son frecuencia, distancia hipocentral, promedio de velocidad de la onda S y la función de dispersión geométrica, respectivamente. Asumiendo que G(r)= 20/rb, encontramos que los coeficientes b y Q dependen de la frecuencia. Una vez estimado el factor Q, éste fue depurado por áreas, en función de las características particulares de la sismicidad, lo cual ayudo a establecer una regionalización detallada de Q en esta parte del país. Los resultados preliminares muestran valores del factor Q regional que varían con la frecuencia entre 20 y 1500. También observamos variación de Q con respecto a la distancia de la trinchera Mesoamericana. Este estudio de Q complementará los estudios previos de sismicidad realizados en la región y servirá de base para estimaciones más precisas de efectos de sitio, así como para el análisis del efecto de amplificación local.

SIS-39 CARTEL

ECUACIONES EMPÍRICAS PARA ESTIMAR LAS ACELERACIONES MÁXIMAS DEL TERRENO REGISTRADAS POR LA RED ACELEROGRÁFICA DE MEDELLÍN (RAM), COLOMBIA

Villalobos Escobar Gina y Castro Escamilla Raúl
CICESE
gvillalo@cicese.mx

La Red Acelerográfica de la ciudad de Medellín (RAM) se instaló como parte del proyecto de Instrumentación y Microzonificación Sísmica de la ciudad, ejecutado entre 1996 y 1999. Esta red está conformada por 21 estaciones en superficie y 1 estación profunda. De las 21 estaciones en superficie, 20 están equipadas con acelerógrafos modelo ETNA y una con un acelerógrafo modelo K2 de 6 canales, de Kinemetrics. Este último equipo tiene conectado un acelerómetro profundo FBA-23DH de Kinemetrics, instalado en un pozo que alcanza el basamento rocoso del valle donde se encuentra la ciudad de Medellín. La población de Medellín y su área metropolitana supera los tres millones cuatrocientos mil habitantes. En el pasado han ocurrido sismos de magnitud importante en regiones cercanas a la ciudad que han generado daños en estructuras, por lo que es evidente reconocer la importancia de estudiar las características de los movimientos del terreno generados en los diferentes suelos ya caracterizados en la ciudad.

En este estudio comparamos diferentes ecuaciones propuestas en la literatura para estimar la aceleración máxima del terreno (PGA). Encontramos que las relaciones propuestas por Joyner y Boore (1981) para el sur de California subestiman las aceleraciones registradas por RAM. Las relaciones de Akkar y Boomer (2010), obtenidas para la región del Mediterraneo y el Medio Oriente, y las de Bindi et al. (2006) para la región central de Italia, ajustan razonablemente bien las aceleraciones máximas para distancias epicentrales menores de 200 km, pero no para distancias mayores.

En este estudio analizamos más de 40 eventos, con magnitudes (Ml) comprendidas entre 2.0 y 5.9, registrados por RAM entre enero de 2004 y julio de 2009 con el objeto de desarrollar, por primera vez, una relación para estimar PGA en Medellín. La ecuación empírica encontrada es consistente con las relaciones propuestas por Bindi et al. (2006) y Akkar y Boomer (2010), y ajusta mejor los datos a distancias mayores de 200 km.

Con el fin de analizar el efecto de sitio en las predicciones de PGA calculamos los cocientes entre las componentes horizontales y la vertical. Comparando los valores de PGA corregidos por este efecto encontramos que los valores de PGA disminuyen pero que la dispersión general de los datos aumenta.

SIS-40 CARTEL

SISMICIDAD Y PARÁMETROS FOCALES DE LA ZONA COSTERA GUERRERO-OAXACA Y SU RELACIÓN CON EL CICLO SÍSMICO

Zavaleta Ramos Ana Belem y Quintanar Robles Luis
Instituto de Geofísica, UNAM
grifo@ciencias.unam.mx

En este trabajo se analiza la sismicidad con magnitudes M<6 en la zona costera de Guerrero-Oaxaca ocurrida en el período de 1998-2009. Para el periodo de 20/11/2008 a 31/12/2009, se utilizó una red sísmica temporal ubicada en las comunidades de Camotinchan, Jolotichán y Tlacoachistlahuaca, apoyándonos asimismo con las estaciones permanentes del Servicio Sismológico Nacional como las de Pinotepa Nacional, Oaxaca y Huatulco.

Se pretende con este análisis tener un mejor entendimiento de la micro sismicidad de la zona y, establecer una relación (si existe) con el ciclo sísmico mediante la determinación del Tensor de Momento Sísmico y la transferencia de esfuerzos en la etapa cosísmica. La región de estudio comprende la zona limitada por los 16° y 18° latitud Norte y 99° y 97° longitud Oeste. Durante el período diciembre 2008 a junio 2009 se han localizado en total 373 eventos cuyas magnitudes oscilan dentro del rango de M>1.4 a M<6.0. La distribución epicentral muestra hasta el momento una acumulación de eventos en 2 zonas bien definidas, lo cual sugiere la existencia de sendas zonas de debilitamiento o “asperezas”, las cuales ya habían sido reportadas por otros autores durante el llamado “doblete” de Ometepec de 2002 por Jaime Yamamoto, Luis Quintanar, Zenón Jiménez.

Los mecanismos focales determinados para los eventos con magnitudes M>4 muestran un fallamiento de tipo inverso en su mayoría, también hay fallamiento

normal. Los perfiles hipocentrales de la microsismicidad permiten delinear un ángulo de subducción de la placa de Cocos de aproximadamente 12° en la zona.

SIS-41 CARTEL

INTEGRACIÓN Y VALIDACIÓN DE UN MODELO CORTICAL DE VELOCIDADES PARA LA PROPAGACIÓN DE ONDAS SÍSMICAS EN LA PARTE CENTRAL DE MÉXICO

Rocher Maliachi Ana[1], Cruz Atienza Víctor M.[1] y Rivet Diane[2]
[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Laboratoire de Géophysique Interne et Tectonophysique, Université Joseph Fourier, France*
ana_rocher@yahoo.com.mx

En los últimos tres años la aplicación de modelos de ruptura dinámica para la evaluación del peligro sísmico ha demostrado ser una herramienta muy poderosa. Predicciones hechas con este tipo de modelos explican mejor los movimientos fuertes observados que aquéllas obtenidas a partir de modelos de fuente cinemática. El modelado sísmico determinista sólo es posible si se cuenta con un modelo de velocidades del medio de propagación lo suficientemente detallado y validado. Asimismo, otras tareas de interés científico como la inversión del Tensor de Momentos Sísmicos (CMT) o la localización de eventos de subducción se verían beneficiadas si se contara con dicho modelo estructural. Con este trabajo se pretende integrar y validar un primer Modelo de Velocidad Comunitario (MVC) en la parte central de México.

A partir de estudios anteriores (e.g. Iglesias et al., JGR, 2010) hemos integrado un modelo cortical de velocidades en el estado de Guerrero desde la costa del Pacífico hasta el Valle de México. Para validar dicho modelo y determinar su frecuencia máxima de predicción hemos comparado sismogramas sintetizados y sismogramas reales en dicha provincia. Empleamos dos diferentes tipos de observaciones: 1) registros de eventos de subducción moderados cuya localización y solución del CMT son conocidas (Pacheco y Singh, JGR, 2010), y 2) funciones de Green reconstruidas a partir de la correlación cruzada de ruido sísmico ambiental (Rivet et al., EGS, 2010). Los sismogramas sintetizados fueron calculados utilizando un modelo numérico en diferencias finitas (FD) para la propagación de ondas visco-elásticas (Olsen et al., GRL, 2010).

Nuestra implementación de la fuente de dislocación puntual en el código en FD ha sido verificada comparando sismogramas con soluciones arrojadas por el método del número de onda discreto (DWN) (Bouchon, BSSA, 1981). Se presentarán comparaciones para diferentes mecanismos focales y medios de propagación canónicos. Asimismo, realizamos la implementación de la fuente puntual para una fuerza de cuerpo en la superficie libre con la que generamos las funciones de Green teóricas. Los sismogramas observados que empleamos para la validación del MVC y la determinación de su máxima frecuencia de predicción provienen de estaciones pertenecientes al Servicio Sismológico Nacional (SSN) y a un perfil de estaciones sísmicas distanciadas 5 km entre sí desde la costa de Guerrero hasta el Valle de México (i.e. experimento MASE, Pérez-Campos et al., GRL, 2008).

SIS-42 CARTEL

ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL PARA CORRELACIONAR DATOS DEL VALOR B MEDIANTE LOS MÉTODOS EMR Y BC

López Briceño Ernesto[1], Zúñiga Dávila Madrid F. Ramón[2], Montalvo Arrieta Juan Carlos[1], Velasco Tapia Fernando[1] y Soto Roberto[1]
[1]*UANL*
[2]*UNAM*
elopez@geociencias.unam.mx

La estadística tiene un papel muy importante dentro de muchas ciencias, y la sismología no queda exenta de la misma. El interés de los investigadores sobre la posibilidad de pronosticar efectos de eventos sísmicos ha ido aumentando debido a los graves daños que estos fenómenos pueden causar, como lo evidencian los casos recientes en Haití y Chile. Para la Sismología Estadística son objetivos primordiales lo relacionado con el peligro y el riesgo sísmico. Dentro de este tema, un parámetro muy importante es el conocido como "valor b", que está definido por la relación Gutenberg-Richter . Dicha relación representa el número de eventos acumulados (N) con respecto a las magnitudes (M). Cabe mencionar que la distribución de sismos representada por ésta relación es indicativa de un comportamiento autosimilar, lo cual es una propiedad de los fractales. Este es un parámetro básico en cualquier cálculo de probabilidad de ocurrencia de un sismo de cierta magnitud, pero su cálculo esta sujeto a incertidumbre ocasionada por varios factores (estaciones sísmicas antiguas y falta de datos), por lo cual los cálculos para diseñar estructuras sismorresistentes se pueden ver seriamente afectados.

Un parámetro crucial en el cálculo del valor b es la magnitud mínima de completitud. Existen varios métodos para el cálculo de dicho parámetro, entre los más robustos se encuentran el "Método de rango total de magnitudes (EMR)" y el "Método de mejor combinación (BC)", los que son abordados en el presente trabajo. En este estudio se muestran resultados de un análisis de regresión lineal simple con el objeto de evaluar el comportamiento de los dos métodos. Debido a que el método EMR requiere de un mayor tiempo de cómputo, se espera encontrar una relación lineal que explique su variabilidad en función del regresor aleatorio que en este caso será el resultado del método BC. Se pretende mostrar las ventajas y posibles causas de error sistemático si se emplea el método BC en sustitución del EMR.

SIS-43 CARTEL

ESTRATIGRAFÍA COSÍSMICA EN SECUENCIAS LACUSTRES DEL GRABEN DE ACAMBAY, ESTADO DE MÉXICO

Velázquez Bucio Magdalena[1] y Garduño Monroy Víctor H.[2]
[1]*Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM*
[2]*Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, Universidad Michoacan de San Nicolás de Hidalgo*
magda_vb@yahoo.com.mx

Estudios realizados por diferentes investigadores a lo largo de todo el mundo demuestran que en los sedimentos acumulados en cuerpos de agua pueden registrarse todos los eventos de la evolución climática y geológica de las cuencas. Los depósitos lacustres son expuestos a deformación por efecto de los sismos, por lo que son excelentes registros de éstos. En áreas tectónicamente activas el efecto de los choques sísmicos relacionados a los movimientos de falla (rupturas cosísmicas) pueden ser impresos como estructuras deformadas en los sedimentos lacustres, cuando los eventos sísmicos exceden una cierta magnitud (>5) y si el estado litológico y composicional de los sedimentos lo permite, se da paso a la licuefacción. Los efectos sísmicos en un lago modifican su evolución, sobre todo cuando éstos forman parte del contexto tectónico activo de la zona.

Actualmente se introduce esta nueva metodología consistente en la interpretación de sismitas en los registros estratigráficos, la distribución espacial de éstas exhibe un gradiente de la perturbación definido por la intensidad de la deformación con lo que se deduce el grado de actividad sísmica y la proximidad de la fuente. Considerando que el Graben de Acambay ha registrado sismos de varios segmentos, es posible encontrar las características de sismos ocurridos a lo largo del tiempo, por lo que en el presente trabajo se tiene por objeto definir la evolución geológica y biológica del Graben de Acambay, situado en la parte central del Cinturón Volcánico Mexicano. Este trabajo se basará en el estudio detallado de la estratigrafía de la zona y la identificación de paleosismos.

Además con la ayuda de las diatomeas fósiles, de la granulometría, estudio de facies, indicar las condiciones naturales y las relaciones espacio-temporales bajo las que ocurrieron los eventos sísmicos, así como las fluctuaciones en el nivel del lago, para ofrecer guías que ayuden a entender los factores ambientales ligados con rupturas cosísmicas (estratigrafía cosismica), ocurridos durante el Mioceno-Actual.

SIS-44 CARTEL

PERSPECTIVAS DE LA RED SISMOLÓGICA LANDA, EN QUERÉTARO: UNA NECESIDAD DE LA SISMICIDAD REGIONAL EN EL NE DE MÉXICO

León Loya Rodrigo Alejandro[1], Rojas Ledezma Armando[1], Gómez González Juan Martín[1] y Montalvo Arrieta Juan Carlos[2]
[1]*Centro de Geociencias, UNAM*
[2]*Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL*
rleonloya@geociencias.unam.mx

La red sismológica temporal Landa opera en el noreste de Querétaro desde noviembre de 2007. Actualmente consta de 7 estaciones dotadas con sismógrafos de velocidad triaxiales de periodo corto, con geófonos de 4.5 Hz, seis de ellos modelo GBV-316 y un instrumento SARA SL-06, de 16 y 24 bits respectivamente. Los principales objetivos de esta red, operada por el Centro de Geociencias de la UNAM, son: (a) monitorear la sismicidad intraplaca presente en la Sierra Gorda Queretana, relacionada a la reactivación de fallas pre-existentes contenidas en el deformado paquete sedimentario marino mesozoico (b) entender el estado de los esfuerzos que interactúan en esta parte del país. Para esto, se contempla a corto plazo ampliar la cobertura actual de la red. Las estaciones temporales se sustituirán por estaciones permanentes, cuyos instrumentos serán de mayor resolución y tendrán comunicación en tiempo real (c) aumentar la certidumbre en localizaciones, mejorar el modelo de corteza utilizado y calibrar las soluciones hipocentrales y magnitudes, comparando nuestras soluciones con los resultados reportados por otras redes. El estado actual de la cobertura en el monitoreo del NE de México es escaso, esto crea la necesidad de una o varias redes que colaboren en proyectos similares en los estados de Nuevo León, San Luis Potosí e Hidalgo con ayuda de los gobiernos estatales y de protección civil. El panorama a mediano plazo, es contar con datos que permitan una mejor interpretación de la sismicidad en esta parte del país.

SIS-45 CARTEL

ESTIMACIÓN DE LA DEFORMACIÓN COSÍSMICA E ANTROPOGÉNICA EN EL VALLE DE MEXICALI EN EL PERIODO 2006-2009, USANDO DATOS DE NIVELACIÓN Y IMÁGENES DE INSAR

Glowacka Ewa[1], Sarychikhina Olga[1], Robles Braulio[2], Hernández Gutiérrez Carlos Iván[3], Guzmán Miguel[4] y Mellors Robert[5]

[1]*CICESE*
[2]*IMTA*
[3]*UAS*
[4]*UABC*
[5]*SDSU*

glowacka@cicese.mx

El Valle de Mexicali está ubicado en la frontera entre las placas América del Norte y Pacífico, y se caracteriza por alto nivel de sismicidad, actividad geotérmica y deformación tectónica. La subsidencia que ha sido monitoreada en el valle desde los años 70's, alcanza últimamente una tasa de 15cm/año y afecta la infraestructura de carreteras, vía de tren, canales de irrigación y terrenos de los poblados y campos agrícolas. Analizando los datos de subsidencia y información acerca la extracción de fluido en la zona de campo geotérmico Cerro Prieto, Glowacka (et al., 1999, 2005, 2010), concluyó que la alta magnitud del hundimiento está relacionada con el volumen de fluido extraído, mientras que la forma de la zona de hundimiento está controlada por la estructura tectónica del centro de dispersión Cerro Prieto. Desde 2006 se está observando aumento de sismicidad en la zona de estudio.

En el presente trabajo analizamos la sismicidad de la zona usando los catálogos de RESNOM, SCSN y Global CMT Catalog para obtener la información acerca la localización y el mecanismo focal de los sismos con magnitud mayor que 5.

Para evaluar la deformación vertical en el área de estudio usamos los datos de nivelación de primer orden, secunda clase, realizada en los años 2006 y 2009/2010. También usamos los resultados de observaciones de InSAR (Interferometry Synthetic Aperture Radar) realizadas con el satélite Envisat de ESA (European Space Agency) en diferentes periodos entre 2006 y 2009. Para obtener los datos de hundimiento total en la temporada 2006-2009 se calculó restante entre nivelación de 2010 y 2006, y eliminando datos de mojoneras reubicadas, se normalizó el hundimiento, para cada mojonera por separado, por diferencia en tiempo transcurrido entre ambas nivelaciones. Para obtener datos de hundimiento antropogénico se proyectaron los datos de imágenes de InSAR, tomados en el periodo sin ocurrencia de los sismos, a cada mojonera, y se normalizó el valor para temporada 2006-2009. Para el sismo de 2006 (Sarychikhina et al., 2009), el hundimiento modelado se proyectó también sobre las mojoneras.

Restando datos de hundimiento antropogénico y cosísmico conocido, se recibió el mapa de hundimiento cosísmico desconocido. El hundimiento restante comparamos con imágenes de InSAR de temporada equivalente. El hundimiento recibido puede ser causado por el movimiento relacionado con el mecanismo de los sismos mencionados, o, más bien, por la compactación de los sedimentos expuestos al sacudimiento por las ondas sísmicas.

SIS-46 CARTEL

ESTUDIO DE LA DIFRACCIÓN DE ONDAS MEDIANTE LA DECONVOLUCIÓN DE EVENTOS SÍSMICOS REGISTRADOS EN POZOS

Cortés Ortíz Eduardo, Jiménez González Carlos y Pech Pérez Andrés
Instituto Politécnico Nacional
eduardo@hotmail.com

Las ondas difractadas generadas por las fronteras de valles aluviales contienen información relevante que puede contribuir de manera significativa en los procesos de inversión de parámetros, asociados al estudio del efecto de sitio. Cabe resaltar que la identificación de estas ondas puede resultar una tarea complicada debido a la naturaleza de las mismas, la distribución de receptores y al tipo de sismo.

En este trabajo, se simula la difracción de ondas mediante la solución al problema de la respuesta sísmica de un valle semicircular inmerso en un semi-espacio bajo la incidencia de ondas SH generadas por una fuente lineal. La formulación del problema es bidimensional, y la solución está expresada en términos de funciones de Bessel y Hankel.

La deconvolución de datos sintéticos, nos permitió identificar claramente en las trazas deconvolucionadas a los arribos difractados, y las funciones de transferencia correspondientes a estos arribos, nos permitieron establecer que las amplitudes de estos están expresadas en función de parámetros físicos.

Debido a que la deconvolución es un proceso que nos permite separar arribos, así como efectos, la deconvolución de eventos sísmicos registrados en pozos puede facilitarnos la identificación de ondas difractadas.

SIS-47 CARTEL

EXPERIMENTOS DE SEÑALES ACÚSTICAS PRODUCIDAS POR UNA HIDROFRACTURA EN GELATINA A UNA PRESIÓN CONSTANTE

Mendoza Ponce Avith[1], Rojas Ledezma Armando[1], Cerca Martínez Mariano[2] y Zúñiga Dávila Madrid F. Ramón[2]

[1]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, Centro de Geociencias, UNAM*
[2]*Centro de Geociencias, UNAM*
avith3@geociencias.unam.mx

El estudio del comportamiento de las fracturas es importante en muchas disciplinas, siendo un ejemplo el almacenamiento y transporte de hidrocarburos,

agua, minerales, etc., así como los efectos en estructuras y obras civiles. Por otro lado, los procesos geodinámicos que moldean la Tierra en mucho tienen que ver con fracturas, sean estos eventos sísmicos, volcánicos o de deformación.

Para ahondar en el conocimiento de los procesos que gobiernan la generación y crecimiento de las fracturas, se diseñó un experimento controlado. El diseño experimental consistió en confinar gelatina (material analógo elástico homogéneo e isotrópico) en recipientes cilíndricos. Se colocó el recipiente sobre una base donde una aguja penetra la gelatina con el propósito de inyectar un líquido (se utilizó catsup debido a sus propiedades). La inyección se realizó a presión constante por medio de un servomecanismo. La fractura fue captada en imágenes fotográficas. El proceso de registro de las señales acústicas se efectuó colocando un micrófono en un extremo del recipiente conectado a una computadora con el fin de grabar dichas señales acústicas que se producían durante la ruptura.

En este trabajo se presentan resultados de la amplitud máxima y la duración para el total de los eventos acústicos registrados. Un resultado interesante fue que nuestros datos presentan una estadística frecuencia-magnitud muy similar a la que presentan los eventos sísmicos, es decir, obedecen la Ley de Gutenberg-Richter lo cual también es un probable indicio de comportamiento autosimilar o fractal.

Sesión Regular

VULCANOLOGÍA

Organizadores:
Lucia Capra
Gerardo Carrasco

VUL-1

ASPECTOS DE VULCANOLOGÍA FÍSICA SOBRE LAS IGNIMBRITAS HIPERALCALINAS DEL MIOCENO MEDIO EN EL NW DE MÉXICO: IMPLICACIONES PALEOTOPOGRÁFICAS

Pacheco Hoyos Jaime Gabriel[1], Vidal Solano Jesús Roberto[1] y Stock Joann[2]
[1]*Departamento de Geología, Universidad de Sonora*
[2]*Seismological Laboratory, California Institute of Technology*
jaimegab.pachecohoy@correoa.uson.mx

Las ignimbritas Hiperalcalinas del NW de México (Vidal-Solano et al., 2005 CRAS, 2007 RMCG; 2008 BSGF), forman parte de un peculiar evento volcánico registrado durante el Mioceno Medio. Este episodio es caracterizado por la erupción de lavas con un alto contenido en sílice (>74%), relativamente altos contenidos de hierro y una alta proporción de álcalis (siendo mayor el K) con respecto a la alúmina. La mineralogía es dominada por una asociación anhidra de sanidina+fayalita (casi al 100%)+clinopiroxeno verde rico en hierro. Dentro de estas ignimbritas bien constreñidas a un periodo corto entre los 11 y 12 Ma, destaca una unidad de enfriamiento de gran magnitud y extensión, que ha sido reconocida tanto en Sonora, como en Baja California (La Toba de San Felipe, Stock et al., 1999 JVGR). Esta Ignimbrita, presenta como características vulcanológicas más importantes, un espesor, el cual, generalmente no supera los 100 metros, un alto grado de soldadura, la ocurrencia frecuente de un vitrófiro en la base, y también la presencia de alteraciones amarillas y texturas perlíticas que han sido asociadas a su emplazamiento en sectores húmedos. En el presente trabajo, el estudio de esta unidad se basa, por un lado, en correlaciones de columnas levantadas en campo, de los diferentes afloramientos ignimbriticos que presentan una gran variedad de facies y, por otro lado, en el estudio de petrofábrica de las muestras de mano por medio del uso de imágenes digitales (Cappaccioni et al 1996 JVGR, 1997 Bull Vulcanol, 2001 JVGR y Pacheco-Hoyos et al., 2009 UGM). Este último estudio, está encaminado a la determinación de la dirección y/o el sentido de los flujos piroclásticos hiperalcalinos, que permita entender la ubicación del punto de emisión y el escenario de su emplazamiento. Los resultados preliminares muestran que el emplazamiento de los flujos ignimbríticos no ocurrió sobre una topografía llana, sino que se vieron afectados por diferentes aspectos del paleorelive, encausándolos en prolongados paleocanales, que los condujeron a su depósito final en cuencas muy alejadas a su emanación. La ocurrencia de una amplia diversidad de unidades geológicas bajo estos depósitos ignimbriticos, tales como: a) ocurrencia de unidades del basamento ígneo-metamorfico del Paleozoico y Laramídico, b) unidades derivadas del arco volcánico continental Oligoceno-Mioceno y, c) depósitos detríticos asociados con una extensión tipo Basin and Range, muestra que en Sonora, al momento de la erupción de las corriente piroclástica hiperalcalina, existía una fisiografía dominada por un arreglo en horst y graben, que pusieron al descubierto todas las rocas mencionadas anteriormente. En conclusión, la integración de los resultados finales sobre el punto de emisión de los flujos, su distribución, el comportamiento de sus facies en el espacio y su correlación entre todos los afloramientos, ayudará a descifrar si estos depósitos han sido posteriormente desplazados, contribuyendo a los estudios de reconstrucción tectónica en el NW de México.

VUL-2

ESTUDIO FÍSICO Y QUÍMICO DEL VOLCANISMO FÉLSICO EN LA REGIÓN DE CATAVIÑA, BAJA CALIFORNIA: MANIFESTACIONES OCCIDENTALES DEL GRAN DEPÓSITO IGNIMBRÍTICO HIPERALCALINO DEL NW DE MÉXICO

Olguín Villa Angel Enrique[1], Vidal Solano Jesús Roberto[1] y Stock Joann[2]
[1]*Departamento de Geología, Universidad de Sonora*
[2]*Seismological Laboratory, California Institute of Technology*
angele.olguinv@correoa.uson.mx

Un volcanismo de tipo hiperalcalino ha sido reconocido dentro de la secuencia del Mioceno medio en la región de Cataviña, dentro la península de Baja California. Este evento, a diferencia del documentado en Sonora (Gómez-Valencia et al., 2010 Actas INAGEQ, Pacheco-Hoyos et al. y, Vidal-Solano et al, esta reunión), es solamente representado por la ocurrencia de manifestaciones piroclásticas soldadas de tipo ignimbrítico, mientras que en Sonora, se encuentra acompañado de riolitas fluidales (Barrera-Guerrero et al., 2010, actas INAGEQ). Sus depósitos tienen un espesor reducido (<30m), que corresponden a facies distales al punto de emisión y, que son física (estudio paleomagnético) y químicamente correlacionables con la Toba de San Felipe (Stock, 1999 JVGR; Vidal-Solano et al., 2010 actas INAGEQ). Estos representan, el margen Oeste de los vestigios de la ignimbrita hiperalcalina en el NW de México y, la parte más austral de los afloramientos en Baja California. Su asociación mineral (sanidina>aegirina>fayalita), que es idéntica a la encontrada en todos los vestigios de esta naturaleza en el NW de México, evidencia el carácter hiperalcalino de estas rocas. Los estudios químicos muestran, por un lado, que no existe ninguna relación genética entre la ignimbrita hiperalcalina y las capas volcanicas de la Formación Comondú que la subyace (andesitas magnesianas y adakitas), por otro lado, que la presencia de enclaves de composición intermedia, encontradas en la Toba de San Felipe y así como en Cataviña, corresponden con traquitas comendíticas ligadas genéticamente a la Ignimbrita (Olguin-Villa et al., 2010 actas INAGEQ). Los estudios físicos, permiten establecer un modelo de emplazamiento para la ignimbrita hiperalcalina en la región de Cataviña. Este considera, que la topografía tenía una vertiente general hacia el Pacífico, en un amplio valle, ayudando a este flujo piroclástico a dispersarse por la región de Cataviña. El flujo proveniente del Oriente, arribó al área a través de paleo-canales existentes en un paleo-relieve que bordeaba el Este del valle. Al llegar al valle, el flujo se esparció en un rango amplio de direcciones (235°-205°N) liberando el aumento de energía provocado por la constricción del flujo en los paleo-canales. Este flujo piroclástico se esparció por todo el valle hasta topar con un paleo-relieve del basamento que formaba el borde Occidental de la cuenca. Finalmente, este relieve desvió el flujo hacia el NW y SW, a lo largo de pequeños paleo-canales, hasta su depósito en las facies más distales.

VUL-3

TIMING AND EVOLUTION OF LATE OLIGOCENE TO MIOCENE MAGMATISM AND EPITHERMAL MINERALIZATION IN THE SOUTHERN SIERRA MADRE OCCIDENTAL, MEXICO

Ramos Rosique Aldo[1], Bryan Scott[2], Ferrari Luca[3], López Martínez Margarita[4], Rankin Andy[1], Camprubi Cano Antoni[5], Allen Charlotte[6] y Reiners Peter[7]
[1]*Centre for Earth and Environmental Science Research, Kingston University, UK*
[2]*Queensland University of Technology, School of Natural Resources Sciences, Australia*
[3]*Centro de Geociencias, UNAM*
[4]*Laboratorio de Geocronología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE*
[5]*Departamento de Geoquímica, Instituto de Geología, UNAM*
[6]*Research School of Earth Sciences, Australian National University, Australia*
[7]*Department of Geosciences, University of Arizona, USA*
a.ramos@kingston.ac.uk

The Sierra Madre Occidental (SMO) of western Mexico, the youngest and most continuous silicic volcanic province in the world, is mainly composed of rhyolitic ignimbrites erupted in two main pulses: an Oligocene pulse (~38-28 Ma) along the entire SMO, and an Early Miocene pulse (~24-18 Ma) restricted to the southern SMO and broadly coincident in space and time with Basin and Range extension. The SMO also hosts the world's greatest silver province, and the spatial-temporal distribution of epithermal deposits is intimately related to SMO igneous activity.

New field mapping, geochemical, and combined U-Th/Pb-He and 40Ar/39Ar geochronological studies provide insights into the timing and evolution of magmatism and epithermal mineralization in the central Bolaños graben (southern SMO). The exposed succession spans at least ~10 Myr. We obtained Oligocene (29-28 Ma) U-Pb zircon ages from the lower part of the volcanic pile that is dominated by rhyolitic ignimbrites interbedded with resedimented pyroclastic units of the Zuloaga Series (ZS), the latter demonstrating the availability and persistence of surface water in the region through the Oligocene. The Alacrán ignimbrite (23.1 ± 0.5 Ma, 40Ar/39Ar) was part of a new pulse of bimodal volcanism involving the emplacement of basaltic lavas, and crystal-poor rhyolitic ignimbrites and domes. Domes were emplaced over an approximate 2 Myr period between 24 and 22 Ma and are distinctive in being generally Zr undersaturated rhyolites containing high proportions of antecrystic zircons with very high U-HREE contents. Capping the erupted pile is the non-welded Chimal tuff (18.4 Ma; 40Ar/39Ar), above which is an ~200 m thick sedimentary sequence.

The graben faults have been considered as conduits for magmas and mineralizing fluids, and that mineralization was related to rhyolitic domes. Our field observations and age data suggest that mineralization might be synchronous or slightly post-date the emplacement of the domes at the Ag-epithermal deposits in the Bolaños area. However, ore veins are mostly along E-W and NNE trending faults at San Martin de Bolaños and Bolaños, respectively; these faults also partition extensional deformation along the graben. The N-S graben faults have exposed mineralization rather than controlled it. This is borne out by U-Th/He ages on zircons from a host ignimbrite unit (U/Pb zircon age of 26.2 ± 0.24 Ma) to the Zuloaga vein that yielded an exhumation age of 15.4 ± 0.9 Ma. Combined with the lack of vein adularia, dating the epithermal mineralization is not so straightforward. We are currently undertaking Rb/Sr dating of illite from the alteration halo to mineralization at San Martin to resolve this issue.

A key conclusion from our data is that the Early Miocene rhyolites are the result of re-melting of highly differentiated granitic rocks ± mush formed during preceding phases of SMO activity. We suggest that Early Miocene rhyolitic magmas spatially and most likely temporally related to mineralization, were sourced from crustal igneous rocks significantly pre-enriched in metals over the lifespan of SMO magmatism, and that hydrothermal alteration may also have concentrated metals in the crustal source for the Early Miocene rhyolitic magmas.

VUL-4

RECONOCIMIENTO SEPTENTRIONAL DEL GRAN DEPÓSITO IGNIMBRÍTICO HIPERALCALINO DEL MIOCENO MEDIO EN EL NW DE MÉXICO: GEOQUÍMICA Y PETROGRAFÍA DE UNA FACIE DISTAL EN LA REGIÓN DE RAYÓN, SONORA

Gómez Valencia Alejandra Marisela y Vidal Solano Jesús Roberto
Departamento de Geología, Universidad de Sonora
alejandram.gomezv@correoa.uson.mx

Un pulso ignimbrítico extraordinario con afinidad hiperalcalina, ha sido depositado dentro de una amplia extensión en el NW de México durante el Mioceno medio. Este representa una clave relevante en la evolución magmática de Sonora, por ser el primer evento anorogénico precursor a la apertura del Golfo de California (Vidal-Solano et al., 2005 CRAS, 2007 RMCG y 2008 BSGF), por lo tanto, es un excelente marcador estratigráfico, que permite contribuir a la reconstrucción tectónica de Sonora y Baja California. Nuevas facies distales de esta erupción ignimbrítica, han sido identificadas en la porción NE de Sonora como el límite Norte de los afloramientos en Sonora central. Se trata de facies de espesores reducidos (5 a 22 m) encausadas en un paleocanal con dirección NW-SE, localizado al W de la región de Rayón, que comprende una extensión aproximada de 20 km. Estos, por lo general, exhiben un ligero basculamiento al W o, se encuentran subhorizontales, dependiendo de su situación estructural. Se han distinguido 5 facies, de la base a la cima, en el siguiente orden: 1.- Base o ground surge que corresponde a una toba poco soldada con flamas de pómez color beige, 2.-Vitrófiro café a negro poco desvitrificado con fiammes, 3.- toba masiva soldada color rosa, 4.- toba masiva soldada vesicular color rosa y 5.- toba masiva soldada color gris. En general estas facies, que presentan una matriz con textura eutaxitica, son poco porfíricas a glomeroporfiricas (< 7%), con fenocristales de feldespato alcalino (FA), clinopiroxeno (Cpx) y olivino (Ol) en y minerales accesorios como óxidos de fierro (OxFe) y zircón (Zrn). De la base a la cima se incrementa el contenido en líticos y, ocasionalmente, en la base se identifican enclaves traquíticos. Estas facies vítreas contienen al menos 4 distintas combinaciones de glomeros (FA>OxFe>Zrn, FA>Cpx>OxFe, Cpx>OxFe, OxFe>Zrn. Geoquímicamente se trata de riolitas con altos porcentajes de SiO2 (74-76%) y álcalis (7-9%) con respecto a los valores de alúmina (~12%). Sus elevados contenidos en Fierro (1.62 a 2.0%) las clasifican, dentro del grupo de las rocas hiperalcalinas, como comenditas. Los contenidos de los elementos traza son en general similares a los encontrados en Sonora y Baja California, sobre otras manifestaciones distales correspondientes a la erupción (Vidal-Solano et al., 2007 RMCG, Olguín-Villa et al., en esta reunión). Sin embargo, solo las concentraciones en Rb, Sr, Zr, se caracterizan por tener valores poco más altos. Localmente, algunas muestras de la región, tienen ligeros contenidos más altos en Ba (Gómez-Valencia et al., 2010 INAGEQ). Finalmente, los resultados obtenidos en este estudio concluyen, que estos depósitos septentrionales, correlacionables con todos los afloramientos reportados en Sonora y Baja California, no tienen relación, ni con la gran cantidad de unidades volcánicas, que ocurren en el área de estudio, ni con las estructuras semi-circulares de tipo caldera anteriormente identificadas en la zona (Gómez-Valencia et al., 2008 CDEGENM).

VUL-5

EXTENSIÓN DE LOS DEPÓSITOS DEL GRAN PULSO IGNIMBRÍTICO HIPERALCALINO EN EL NW DE MÉXICO: HALLAZGO DE NUEVOS AFLORAMIENTOS EN LAS REGIONES DE SAN JOSE DE BATÚC Y CD OBREGÓN SONORA

Vidal Solano Jesús Roberto[1] y Stock Joann[2]
[1]*Departamento de Geología, Universidad de Sonora*
[2]*Seismological Laboratory, California Institute of Technology*
jrvidal@ciencias.uson.mx

El hallazgo de nuevas manifestaciones de depósitos ignimbríticos hiperalcalinos, hacia el Este del estado de Sonora, en la localidad de San José de Batúc y, al Sur, en la región Cd. Obregón, amplia la extensión de los afloramientos relacionados con una mega erupción ocurrida durante el Mioceno medio. Estos depósitos, aunque se encuentran aflorando a cientos de kilómetros, tanto en Sonora como en Baja California, han sido fácilmente correlacionados por medio de su peculiar asociación mineralógica de tipo anhidro, que es compuesta por Sanidina, Aegirina y Fayalita, sin la presencia de plagioclasa y biotita. Los límites de este gran pulso ignimbrítico, han sido recientemente establecidos, por un lado, los bordes Norte y Oeste, han sido ya reconocidos en la región de Rayón, Sonora y, en Cataviña, Baja California respectivamente (Gómez-Valencia y Vidal-Solano, Olguín-Villa et al, en esta reunión), por otro lado, con este trabajo se establecen los límites Este y Sur. Los nuevos depósitos orientales, que corresponden a facies distales, ocurren al pie de la Sierra Madre Occidental en la región de San José de Batuc y Tepupa, al oeste de la presa El Novillo, aproximadamente a 120 km al Este de Hermosillo. Estos afloramientos ocurren en una estructura en graben, como cerros y lomeríos de baja altura, localmente denominados “cejas”, dentro de formaciones sedimentarias detríticas y cubriendo a unidades volcánicas del Oligoceno-Mioceno. La Ignimbrita, que en esta región tiene un espesor reducido que no supera los 10 metros, se encuentra basculada hacía el Este, es ligeramente porfírica (<10%) y no presenta un vitrófiro. Sin embargo, presenta en su base un nivel brechoide de 70 cm, compuesto principalmente por líticos de rocas volcánicas. Arriba de este nivel, se observa una facie tobacea masiva medianamente soldada, de 1 a 2 metros de espesor, con presencia de pómez centimétricas. Por encima del nivel anterior, esta facie se vuelve más soldada y presenta orificios alargados generados al intemperizar la pómez. Los vestigios reconocidos en el límite Sur, ocurren en forma de mesas poco inclinadas como relictos de erosión sobre el valle de Cd. Obregón, cubriendo a conglomerados polímicticos y basaltos relacionados con la Formación Baucarit. Estos depósitos ignimbríticos con espesores no mayores a los 20m, son mejor soldados, más porfíricos y presentan en la base el desarrollo de un vitrófiro de 40 cm, que en la mayoría de los casos, se encuentra parcialmente desvitrificado. También, en la parte media del depósito se presentan facies bandeadas con fiammes de color gris y verde y, ocurren enclaves traquíticos de hasta 10cm de diámetro. Finalmente, con el reconocimiento de los nuevos vestigios en estas regiones, se establecen los límites geográficos de este majestuoso pulso ignimbrítico ampliamente distribuido en el NW de México.

VUL-6

HYDROTHERMAL ORE DEPOSITS OF THE SIERRA MADRE OCCIDENTAL: THE GRABEN CALDERA LINK

Aguirre Díaz Gerardo[1], Gutiérrez Palomares Isaac[1], Tristán González Margarito[2], González Partida Eduardo[1], Martí Mollist Joan[3], Labarthe Hernández Guillermo[2] y Nieto Obregón Jorge[4]
[1]*Centro de Geociencias, UNAM*
[2]*Instituto de Geología, UASLP*
[3]*Instituto de Ciencias de la Tierra “Jaume Almera”, Centro Superior de Investigaciones Científicas, España*
[4]*Facultad de Ingeniería, UNAM*
ger@geociencias.unam.mx

The Sierra Madre Occidental (SMO) is possibly the largest hydrothermal metallogenetic province of the world, hosting several worldwide important precious metal mining districts, such as Tayoltita, Fresnillo, Zacatecas, Guanajuato, and Bolaños, just to mention a few. Graben type calderas (Aguirre-Díaz, 2008) are common in the SMO and were developed by the overlapping in space and time of the Basin and Range extensional province and the Sierra Madre Occidental volcanic province. Aguirre-Díaz and Labarthe-Hernández (2003) have found that several of the major ignimbrites of the SMO were derived from fissure eruptions rather than from the classic semi-circular collapse caldera. These fissure eruptions are related to normal faults of the Basin and Range extension in NW Mexico many of which bound large grabens. Both graben formation and mid-Tertiary silicic volcanic activity coincided in space and time, particularly for the 38-23 Ma period, known as the Ignimbrite Flare-up event. This volcanism included large rhyolitic domes, too.

Our field observations indicate that there is a clear link between the graben-controlled fissure vents for the ignimbrites with the precious metal hydrothermal mineralization, such as gold and silver. Major veins were emplaced in the graben-caldera’s normal faults. It is also evident that hydrothermal mineralization is related to rhyolitic domes of the post-collapse caldera phase, or in breccias pipes within or next to the rhyolitic domes. A key factor for the development of the hydrothermal system is the availability of water. In the cases studied, a paleo-lake filled the graben-caldera for a period of time, during and after ignimbrite and dome emplacement. At some sites, such as Bolaños, it is evident that the major ignimbrite was deposited in water and its emplacement was preceded by phreatomagmatic deposits. Both major ignimbrites and post-collapse rhyolitic domes are covered by a thick fluvio-lacustrine sedimentary sequence in several cases. The combination of all these factors in space and time, graben + silicic volcanism + water, resulted in the development of precious-metal hydrothermal ore deposits in several mining districts of the SMO, which in most cases, coincide with the development of a silicic graben caldera.

VUL-7

LA TOBA CUICUILTIC (30 KA): ERUPCIÓN SUB-PLINIANA MÁS JOVEN EN LA CALDERA DE LOS HUMEROS Y VOLCANISMO BIMODAL CONTEMPORÁNEO ASOCIADO

Dávila Harris Pablo y Carrasco Núñez Gerardo
Centro de Geociencias, UNAM
pablodavilaharris@gmail.com

La caldera Los Humeros se localiza en el extremo oriente de la Faja Volcánica Mexicana. Es un campo volcánico geotérmico activo cuya actividad inició hace ~460 ka. Tiene forma semi-elíptica con diámetros principales de 21 y 16 km. La composición de sus materiales abarca desde basaltos de olivino hasta riolitas, andesitas y traqui-dacitas. Se han documentado dos colapsos de caldera: el colapso de Los Humeros, relacionado con la ignimbrita Xáltipan y el colapso de Los Potreros, a la ignimbrita Zaragoza. Paralelamente, existen numerosas

lavas y mantos pumicíticos de distintos episodios volcánicos Estrombolianos y Plinianos, respectivamente. La principal actividad Pliniana la representan depósitos de caída que forman las tobas Faby, Xoxoctic y Cuicuiltic, ésta última registrando la actividad explosiva intracaldera más joven.

La Toba Cuicuiltic es un depósito inter-estratificado de pómez y escoria con un espesor promedio de 5.5 m y un área de ~250 km2 en su facies proximal. Cubre la mayor parte del sector intracaldera formando un relieve de suaves lomeríos. Sobreyace a las tobas Faby y Xoxoctic. Su cima pasa gradualmente a un paleosuelo y al suelo actual. Se subdivide en 9 miembros con base a sus características texturales y químicas. La conforman capas sub-horizontales de pómez traqui-dacítica (1-40 mm de diámetro); clastos de escoria (0.5 mm a 30 cm) y, en algunas localidades, bloques de escoria de hasta 1 m de diámetro; la pómez bandeada es común en ciertos miembros estratigráficos. Exhibe capas extensas de ceniza con espesores regulares. Los líticos son principalmente andesita con alteración hidrotermal, andesita, escoria rojiza y obsidiana. La distribución y espesor de sus miembros es variable; mayor en las capas traquíticas hacia el NW y va decreciendo hacia el E-NE, a su vez, los miembros andesíticos aumentan de espesor hacia el NE y SE. Esta secuencia tiene una edad máxima 14C de 30 ka en carbón vegetal de uno de los paleosuelos inferiores.

La Toba Cuicuiltic representa un depósito de caída sub-Pliniana proveniente de por lo menos dos fuentes eruptivas simultáneas en la caldera de Los Humeros. Al parecer se originó a partir de erupciones traqui-dacíticas y, de manera contemporánea, de una o más erupciones menores de tipo Estromboliano, depositando las capas de lapilli andesítico. La ubicación inferida de las bocas eruptivas andesíticas coincide con el escarpe externo de la caldera en su sector NE y SE; en contraste con la ubicación de la fuente eruptiva mayor (traqui-dacítica) hacia el sector NW de la caldera. Estas diferencias junto con la química contrastante exhiben ciertas interrogantes: (1) ¿Cual de las dos erupciones fue la detonante? Pudo una inyección de magma básico perturbar las condiciones del reservorio traqui-dacítico y por ende originar la erupción de este último, o viceversa?; (2) Si la Toba Cuicuiltic representa una erupción a partir de bocas eruptivas simultáneas pero de reservorios independientes ¿a que se debe que existan clastos con bandeamiento (mezcla incompleta) y en que momento o lugar durante la erupción pudo haber ocurrido este fenómeno?

VUL-8

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA DE LA REGIÓN DE XALAPA, VERACRUZ

Morales Barrera Wendy Vanesa[1] y Rodríguez Elizarrarás Sergio[2]
[1]*Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana*
[2]*Departamento de Geología Regional, Instituto de Geología, UNAM*
geologamorales@gmail.com

El área de estudio se ubica dentro de sector oriental de la Faja Volcánica Transmexicana

en los alrededores de la ciudad de Xalapa, Veracruz. En esta región predominan rocas volcánicas cuyas edades se concentran en el rango de los últimos 5 Ma. El objetivo de este trabajo es definir un orden litoestratigráfico de las unidades y su distribución cartográfica, así como describir los principales rasgos geomorfológicos y estructurales que conforman el paisaje. Para la elaboración del mapa geológico y definir la posición estratigráfica de cada unidad, así como los diferentes mapas temáticos (altimétrico, modelo digital del terreno, pendientes e hidrológico) se realizó trabajo de gabinete, observaciones de campo y análisis de laboratorio. La información obtenida fue integrada y procesada en un Sistema de Información Geográfica. Dentro del área de estudio se encuentran 11 unidades litoestratigráficas; seis de las cuales se definen de manera informal por primera vez en este trabajo con los nombres de: basalto Chiconquiaco-Palma Sola, flujo de escombros Mesa de Guadalupe, ignimbrita El Castillo, basalto Xalapa, depósito de lahar Chiltoyac y travertino Chahuapan. El resto de las unidades fueron definidas previamente por otros autores como: Formación Guzmantla, Ignimbrita Xáltipan, Avalancha Las Cumbres y Flujo de escombros Los Pescados. Para el análisis geomorfológico el área de estudio se dividió en tres sectores: Norte, Centro y Sur, los cuales quedan delimitados por los valles de los ríos Naolinco-Actopan y Huitzilapan-Los Pescados. Cada sector presenta características altimétricas, hidrológicas, de pendientes, litológicas y estructurales que los distinguen claramente entre sí. En la región se identificaron dos sistemas de fallas y fracturas. El más antiguo tiene una componente vertical con orientación NW-SE que origina fallas normales, las cuales forman estructuras de graben y semigraben cuya expresión morfológica se manifiesta en el control estructural de ríos y arroyos. El más reciente tiene una dirección NE-SW, es de tipo lateral izquierdo y presenta un arreglo en echelon; su expresión morfológica es la alineación de conos de escoria que conforman el Campo Volcánico Monogenético de Xalapa.

VUL-9

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL VOLCÁNICO EN LA PORCIÓN SEPTENTRIONAL DEL SECTOR ORIENTAL DEL CINTURÓN VOLCÁNICO MEXICANO

Carrasco Núñez Gerardo[1], Riggs Nancy[2] y Siebert Lee[3]
[1]*Centro de Geociencias, UNAM*
[2]*Northern Arizona University, Flagstaff, AZ/USA.*
[3]*Smithsonian Institution, Washington, D.C./USA*
gerardoc@geociencias.unam.mx

La migración norte-sur del vulcanismo que se ha propuesto para varios sectores del Cinturón Volcánico Mexicano (CVM), incluyendo el sector oriental, parece estar respaldada por la actividad eruptiva que actualmente manifiesta el volcán Citlaltépetl (Pico de Orizaba), ubicada hacia el sur de ese sector. Sin embargo, estudios más recientes basados en datos geocronológicos y en una estratigrafía detallada han mostrado que, además de la evidente actividad que se manifiesta en la caldera de Los Humeros como un campo geotérmico activo, existen varios otros volcanes que muestran una actividad muy reciente o presentan características que los hacen viables para una posible reactivación en el futuro. Tal es el caso de El Volcancillo, un cono de escoria que hizo erupción en el flanco norte del Cofre de Perote hace apenas 900 años y que se encuentra formando parte de un alineamiento de aproximadamente 12 conos, que se orienta de manera paralela a un sistema estructural sísmicamente activo. Otro caso es el domo riolítico Cerro Pizarro que, aunque su última erupción fue hace 65,000 años, muestra periodos de reposo muy prolongados que exceden los 50,000-80,000 años. En contraste con la mayoría de los domos riolíticos que se caracterizan por tener erupciones de corta duración, Cerro Pizarro se comporta con un volcán poligenético con una compleja evolución que indica que una reactivación de este tipo de volcanes aparentemente extintos no puede ser descartada. El Cofre de Perote, aunque es en sí un volcán aparentemente extinto, ha experimentado colapsos sectoriales múltiples en tiempos muy posteriores al cese de su actividad, lo que lo hace un volcán potencialmente peligroso. Finalmente, Los Humeros, una caldera pleistocénica cuya evolución ha involucrado voluminosas erupciones explosivas, ha estado activa en tiempos más recientes que los 20,000 años a través de la emisión de lavas basálticas a partir del borde de la caldera. Los ejemplos antes citados son una muestra de la potencial actividad eruptiva de la zona norte en el sector oriental del CVM.

VUL-10

ESTRATIGRAFÍA Y EVOLUCIÓN DEL MAAR JOYA HONDA, SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Saucedo Giron Ricardo[1], Torres Hernández José Ramón[1], Sarocchi Damiano[1], Macías Vázquez José Luis[2], Hernández H. R.[1] y Carrasco Núñez Gerardo[3]
[1]*Instituto de Geología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[3]*Centro de Geociencias, UNAM*
rgiron@uaslp.mx

El maar Joya Honda (JH), forma parte del vulcanismo plio-cuaternario del Campo Volcánico de Ventura, ubicado en la provincia de la Mesa Central y se ubica #35 km al N-NE de la Ciudad de San Luis Potosí. Se trata de un cráter de forma elíptica de 1100 m por 800 m de diámetro y una profundidad máxima de 300 m formado durante el Pleistoceno medio (1.1 m.a; Luhr et al., 1989; Aranda-Gómez y Luhr, 1996). Por sus dimensiones y características es una de las estructuras hidrovolcánicas más importante del país.

Los depósitos asociados a JH, cubren de forma discordante a depósitos calcáreos del cretácico (formaciones Cuesta del Cura y La Peña; Aranda-Gómez et al., 1993). El magma basanítico que disparo la erupción arrastró hacia la superficie una gran cantidad de xenolitos del manto superior y base de la corteza (Aranda y Luhr, 1996).

Los depósitos de Joya Honda alcanzan distancias de entre 3 y 6.5 km, principalmente hacia el NE y NW del cráter y cubren un área considerablemente mayor a la reportada anteriormente. El espesor de los depósitos es de ~100 m en su flanco norte y disminuyen considerablemente hacia el sur. La estratigrafía de la secuencia muestra que la evolución del maar es más compleja de lo que se pensaba, dado que se han reconocido variaciones verticales que implican dos tipos de depósitos (surges y caídas) con mecanismos de emplazamiento claramente diferenciados en el tiempo y espacio. Lo anterior, y las variaciones en las características físicas de los componentes juveniles (densidad y vesicularidad) que conforman los depósitos, podría interpretarse como la manifestación de más de un mecanismos eruptivo durante el desarrollo del cráter.

VUL-11

GEOCRONOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS GEOQUÍMICAS DE UN CONJUNTO DE DOMOS RIOLÍTICOS TERCIARIOS EN EL CAMPO VOLCÁNICO DE SAN LUIS POTOSÍ, MÉXICO

Torres Hernández José Ramón[1], Siebe Claus[2], Aguillón Robles Alfredo[1], Rodríguez Ríos Rodolfo[3], Bellon Hervé[4] y Labarthe Hernández Guillermo[1]

[1]*Instituto de Geología/DES Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[3]*Facultad de Ingeniería/DES Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí*
[4]*Université de Bretagne Occidentale UMR/CNRS "Domaines Océaniques"*
jrtorres@uaslp.mx

En el Campo Volcánico de San Luis Potosí (CVSLP) existen dos rasgos tectónicos de forma semicircular. En uno de ellos están emplazados una serie de domos riolíticos que presentan mineralización de topacio y casiterita. Las características químicas de las lavas que forman los domos incluyen contenido elevado de SiO2 (>75 %), Al2O3 (11-13 %), Na2O+K2O (7.5-9.0 %) y bajo CaO (<1 %), MgO y TiO2 (<0.15 %). Estas lavas se caracterizan por su proporción elevada de K2O/Na2O (1.22 - 2.48 %), son ricas en flúor y se asocian con mineralización de estaño.

Cinco de estos domos se emplazaron en un período corto de tiempo, entre los 32.7 ± 1.0 y los 29.2 ± 0.8 Ma, antes del emplazamiento de la Ignimbrita Cantera (29.0 ± 1.5 Ma). Otro (domo El Tocho) se emplazó después de ésta y el último de ellos (domo Cerro Reyna) se emplazó a los 21.1 ± 0.3 Ma. Remanentes pequeños de la Ignimbrita Panalillo (26.8 ± 1.3 Ma) se observan sobre los domos más antiguos (El Gato y Cerro Silva). Por su alto contenido de flúor, se consideran como representantes de un evento magmático diferente y mucho más limitado del que formó los domos riolíticos más grandes del Campo Volcánico de San Luis Potosí (Cerro Grande y Cerro El Potosí). Son también diferentes de otros domos riolíticos presentes en la región, que contienen granate (almandino). Se propone que estos domos se emplazaron en un cono de fracturas, producto del empuje vertical ascendente, de una cámara magmática a profundidad, antes del fallamiento y basculamiento general que ocurrió en el Campo Volcánico de San Luis Potosí hace aproximadamente 27 Ma, donde, de manera sincrónica, se emplazó el miembro inferior de la Ignimbrita Panalillo. El miembro superior de la Ignimbrita Panalillo (26.8 ±1.3 Ma) sobreyacente, se emplazó después de dicho basculamiento.

Palabras Clave: Campo Volcánico de San Luis Potosí, domos riolíticos, estructura semicircular.

VUL-12

DEPÓSITOS FLUVIALES DE LA FORMACIÓN CALERILLA DEL EOCENO SUPERIOR EN EL ÁREA DE BOQUILLAS, MARGEN OCCIDENTAL DEL CERRO LA VIRGEN, ZACATECAS

Escalona Alcázar Felipe de Jesús[1], Gutiérrez Castañón Liliana Jazmín[2], Núñez Peña Ernesto[1] y Robles Berumen Hermes[1]

[1]*Universidad Autónoma de Zacatecas*
[2]*Ternium, Departamento de Planeación*
papiesca@yahoo.com

La Secuencia Volcánica del Terciario del Cerro La Virgen, Zacatecas, ha sido descrita de forma general por otros autores quienes la dividieron en ocho unidades litológicas informales. Cada unidad está formada por rocas volcánicas y fue dividida con base en la textura, la estructura, el contenido de pómez y el de fenocristales. La edad de la secuencia varía del Eoceno Medio al Tardío e incluye un hiatus en la actividad volcánica de aproximadamente 10 Ma. La secuencia volcánica ha sido descrita en lo general, sin embargo se tienen pocos trabajos de detalle que permitan conocer su composición, las relaciones de contacto, la deformación y la historia geológica.

En este trabajo se presentan los primeros resultados de la cartografía geológica de detalle de la parte occidental del Cerro La Virgen, en el área de Boquillas. En este sitio aflora la Formación Calerilla del Eoceno Tardío; esta unidad registraría el inicio de la segunda fase de la actividad volcánica de la zona.

A partir del trabajo de campo se definió que la secuencia estratigráfica está formada de la base a la cima por el Complejo Volcanosedimentario Las Pilas del Cretácico Inferior que está cubierto en forma discordante por el Conglomerado Rojo de Zacatecas de edad Paleoceno-Eoceno. En el área de estudio el conglomerado está en contacto transicional con la Formación Calerilla; sin embargo, en vez de tratarse de una ignimbrita soldada, como la definieron otros autores, se trata de depósitos piroclásticos de flujo y de caída que tienen interestratificados depósitos fluviales. Las tobas de caída están formadas por pómez subredondeada de diámetro menor que 3 cm, con gradación normal; los fragmentos líticos son volcánicos, subangulares y de tamaño menor que 2 cm, la mesostasis es microcristalina y los fenocristales son de cuarzo, feldespato, sanidino y escasa biotita. Ocasionalmente tienen interestratificadas ignimbritas que están moderadamente soldadas y derrames riolíticos con textura esferulítica y estructura bandeada. Los depósitos fluviales tienen una distribución limitada, su espesor varía de 2 (?) a aproximadamente 10 m, son de color rojo y están formados por la alternancia de estratos de arena gruesa y de conglomerado. Los clastos son principalmente de rocas volcánicas del Terciario, tienen forma subangular y su tamaño aproximado es de 5 cm, aunque ocasionalmente pueden alcanzar hasta 30 cm. Los depósitos fluviales son más comunes en la parte baja de la secuencia y disminuyen hacia la parte superior.

Los resultados hasta ahora obtenidos permiten tener una descripción más detallada de la composición de la Formación Calerilla. Es probable que conforme avance este trabajo de investigación en la Secuencia Volcánica del Terciario del Cerro La Virgen haya necesidad de redefinir las unidades litológicas informales en que fue dividido.

VUL-13

LA SISMICIDAD E INCLINOMETRÍA DURANTE LA ETAPA INICIAL DEL CRECIMIENTO DE NUEVO DOMO DE LAVA EN EL CRÁTER DEL VOLCÁN DE COLIMA (DICIEMBRE DE 2006 – MARZO DE 2007)

Zobin Peremanova Vyacheslav, Peral Lozano Juan José, Ramírez Ruíz Juan José, Santiago Jiménez Hydyn, Navarro Ochoa Carlos y Bretón González Mauricio

Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima
vzobin@ucol.mx

Nuestra presentación está basada en las observaciones realizadas durante el periodo de diciembre de 2006 a marzo de 2007 con los registros sísmicos y de inclinaciones en dos sitios a distancias de 1.6 y 4 Km. del cráter del Volcán de Colima y las alturas de 3.06 y 2.2 Km. s.n.m., respectivamente, y las imágenes contemporáneas de video. El inicio del crecimiento de nuevo domo de lava en el cráter del Volcán de Colima en enero-febrero de 2007 fue marcado por un incremento en el número de las explosiones pequeñas, decremento de la temperatura de fumarolas, y ausencia de algún flujo detectable de SO2. Los registros de inclinómetros muestran la existencia de los dos episodios de inflación-deflación durante el periodo de observaciones y resaltan las fechas entre 23 de enero y 16 de febrero de 2007 como el inicio de la extrusión de magma. Las observaciones video-sísmicas nos permiten discriminar las señales sísmicas asociadas con las explosiones de gas y de ceniza. Con base en los datos sísmicos y de deformación, el modelo de la extrusión inicial de magma está propuesto. De acuerdo con la localización de las zonas de generación de la deformación, el proceso de intrusión de magma empezó dentro de un dique orientado norte-sur a una altura de alrededor de 2.2 Km. s.n.m. debajo del flanco sur del volcán. Después, el magma tuvo una migración horizontal hasta su interacción con el conducto donde la segunda zona de generación de la deformación fue localizada. El proceso de generación de las explosiones de gas fue localizado en la parte superficial del conducto; el proceso de generación de las explosiones de ceniza fue localizado en la parte más profunda del conducto hasta donde el magma llegó dentro del dique.

VUL-14

ANÁLISIS DE LA SISMICIDAD ASOCIADA CON LA ACTIVIDAD ERUPTIVA DEL VOLCÁN DE FUEGO DE COLIMA, REGISTRADA DE NOVIEMBRE 2005 A MAYO DEL 2006

Castañeda Bastida Elizabeth[1], Arciniega Ceballos Alejandra[1], Zobin Peremanova Vyacheslav[2] y Reyes Dávila Gabriel[2]

[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Universidad de Colima*
ecastaneba@gmail.com

En este trabajo se analiza la sismicidad asociada a la actividad eruptiva del Volcán de Fuego de Colima, registrada por una red de banda ancha operada por del Observatorio Vesuviano de noviembre del 2005 a mayo del 2006. Las 4 estaciones que conformaron esta red, fueron equipadas con sensores Lennartz Marslite LE-3D/20 s, instaladas en los flancos del volcán. En el 2005, en promedio se presentaron 5 eventos eruptivos por día, el tipo de actividad predominante fueron explosiones muy energéticas que incluso una llegó a destruir un domo que crecía continuamente. En el 2006 en promedio se presentaron 4 explosiones por día. La característica más sobresaliente para este año fue la formación de un nuevo domo en el área del cráter. La formación de este domo estuvo acompañada de exhalaciones de vapor de agua y cenizas. La actividad sísmica predominante consistió de señales LP y tremor armónico. Los espectros de amplitud de los episodios de tremor presentan picos equi-espaciados semejantes al comportamiento observado en un instrumento de viento. Esto sugiere que puede existir un canal resonante como un tubo de órgano por el que pasan fluidos provocando fluctuaciones en la presión y oscilaciones de larga duración. Se sabe que un sistema capaz de oscilar presenta resonancia cuando las frecuencias de las vibraciones son iguales o cercanas a las frecuencias naturales de oscilación del sistema. Para interpretar las características del espectro se consideró que el conducto volcánico se comporta como un sistema resonante. Se modelaron las características del espectro de frecuencias en 2D mediante las ecuaciones lineales que se usan para un instrumento de viento cerrado sólo por un extremo (fn=(n/2l) #f y #= 4l/n). En ellas se relacionan la longitud de onda (#), la frecuencia de las

oscilaciones de la cavidad resonante (fn), la longitud de la cavidad resonante (l), y la velocidad de las ondas longitudinales en el medio (#f). Las frecuencias de las oscilaciones de la cavidad se obtuvieron del espectro de frecuencia, para encontrar el valor de #f que es valor de la velocidad de la onda P, para este caso específico. Con todos los parámetros mencionados y con los valores conocidos, se calculo un rango aproximado para la longitud del conducto volcánico que actúa como cavidad resonante dentro del volcán.

VUL-15

ACTIVIDAD SÍSMICA RECIENTE DEL VOLCÁN TURRIALBA, COSTA RICA

Pacheco Alvarado Javier Francisco[1], Mora Fernández Mauricio[2] y Brenes Marín Jorge[1]

[1]*Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica, Universidad Nacional, Costa Rica*

[2]*Red Sísmica Nacional, Universidad de Costa Rica, Costa Rica*

jpacheco@una.ac.cr

El volcán Turrialba es un estratovolcán localizado en el extremo oriental de la Cordillera Volcánica Central de Costa Rica (10.03°N, 83.77°E)). Aunque forma parte de la Cordillera Central, el Turrialba se encuentra desplazado hacia el noreste, formando un ángulo de casi 120° con respecto al eje volcánico. Después de 143 años de escasa actividad, en el año de 1995 se empiezan a ver las primeras manifestaciones de reactivación en fumarolas dentro de los cráteres central y oeste, además de registrarse esporádicas secuencias sísmicas a partir de 1999. La actividad sísmica de mayor relevancia se presentó durante el mes de julio del 2007. A partir de esta fecha, tanto la actividad sísmica como la fumarólica, muestra mayor continuidad y un crecimiento gradual, logrando alcanzar un máximo a principios de enero del 2010 cuando se abrió una nueva boca en el cráter activo. En este trabajo se presenta la evolución de esta actividad sísmica a partir de marzo del 2009 hasta el presente. Durante este período se cuenta con registros continuos de sismicidad, de varias estaciones de banda ancha, que se han instalado en diversas campañas sísmicas a través de un proyecto de CONARE que involucra las universidades estatales de Costa Rica. Estos registros han permitido distinguir diferentes tipos de eventos de largo período (LP), de muy largo período (VLP) y tremores. Además se ha logrado construir un registro temporal de las variaciones en la energía sísmica liberada que muestra, el inicio de las fluctuaciones en la liberación de energía sísmica, en setiembre del 2009, que dio origen meses más tarde a la apertura de la nueva boca en el cráter oeste.

VUL-16

MEDIDAS GEOFÍSICAS 2010 EN EL VOLCÁN DE COLIMA, COLIMA, MÉXICO

Gutiérrez Mendiola Uriel, Salazar Peña Leobardo, Arellano Pérez María de los Angeles, Uribe Cervantes Eduardo, Bello Yáñez Xóchitl Virginia, Juárez Hernández Argelia Esperanza y Rodríguez Vega Pablo Baruch

ESIA, Ciencias de la Tierra, IPN

uyogi18@hotmail.com

Se llevó a cabo un levantamiento gravimétrico y magnético en el Volcán de Colima (Volcán del Fuego), con la finalidad de determinar un modelo interior e implementar un monitoreo con por lo menos dos levantamientos en este año 2010.

La adquisición de datos consistió de un perfil con estaciones de medida de gravedad y de campo magnético. El perfil siguió la trayectoria del ascenso que inicia en las cercanías de Atenquique. Los equipos utilizados fueron un gravímetro con resolución en microgales y un magnetómetro de campo total. La modalidad de monitoreo, se logra midiendo los mismos datos en las mismas estaciones del perfil pero con una diferencia de tiempo de pocos meses.

Las estaciones y sus correspondientes datos, fueron distribuidos en distancia radial al cráter, aplicando la metodología análoga al cálculo de distancias epicentrales en sismología. Lo anterior fue necesario debido a que la ruta de ascenso, no sigue una línea recta en el flanco del volcán. Tanto los datos de gravedad como los magnéticos, fueron corregidos adecuadamente para proceder a modelarlos. Para la deducción de un modelo interior, se recurrió al modelado bidimensional, tomando en cuenta información geológica disponible e información general sobre estructura interna de volcanes.

En el caso de monitoreo, los datos correspondientes a dos perfiles adquiridos en distinto tiempo, requieren ser graficados en forma comparativa. En análisis de los datos reporta diferencias tanto en campo magnético como en medidas de gravedad. En la distancia radial al cráter, es distinguible la existencia de diferencia en los datos cercanos al cráter. A distancias mayores predomina la concordancia de datos. La interpretación de las diferencias de datos manifiestan variaciones en la modificación de magnetización y densidad en el interior del volcán.

VUL-17

ESTUDIO AEROMAGNÉTICO DEL COMPLEJO VOLCÁNICO DE COLIMA. IMPLICACIONES TECTÓNICAS Y ESTRUCTURALES. OCCIDENTE DE MÉXICO

López Loera Héctor[1], Urrutia Fucugauchi Jaime[2] y Alva Valdivia Luis[2]

[1]*Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica*

[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*

hlopezl@ipicyt.edu.mx

Se reportan los resultados de un estudio aeromagnético de la zona del Complejo Volcánico de Colima (CVC).La zona se caracteriza por anomalías magnéticas de distintas amplitudes y longitudes de onda asociadas con las estructuras volcánicas e intrusivos, incluyendo al CVC. Se identificaron 24 dominios aeromagnéticos en un área ~ 11,500 km2 en el graben de Colima, teniendo como centro de la zona estudiada a los volcanes de Colima. Para la documentación de las estructuras y lineamientos se cuantificaron los efectos regionales con los filtrados regional-residual y efectos de magnetización remanente por medio de la reducción al polo. En el estudio se identifican las estructuras geológicas cubiertas por los productos volcánicos, como fallas y cuerpos intrusivos entre otros. Las estructuras volcánicas del Volcán de Colima y Nevado de Colima se caracterizan por anomalías dipolares de gran amplitud; en los datos reducidos al polo la anomalía del Nevado de Colima presenta mayor longitud de onda. La estructura profunda del complejo volcánico se investiga utilizando un modelo aeromagnético 2 ¾ Dimensiones de la zona central de los volcanes de Colima, encontrándose que la fuente asociada a la anomalías de los volcanes se correlaciona con una cámara magmática de forma alargada y con una longitud mayor a los ~ 17 km en dirección N-S, que muestra un espesor máximo de ~875 m y bajo el Volcán de Colima se localiza a una profundidad de ~ 937 m.

VUL-18

FORMACIÓN ATENQUIQUE: SECTOR ESE DEL VOLCÁN NEVADO DE COLIMA

Cortés Cortés Abel[1] y Macías Vázquez José Luis[2]

[1]*Centro Universitario de Estudios e Investigaciones de Vulcanología, Universidad de Colima*

[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*

abel31@hotmail.com

Se presentan nuevos resultados de fechamientos por 40Ar-39Ar y C14 que permiten definir con mayor precisión el desarrollo de la Formación Atenquique en el sector ESE del Volcán Nevado de Colima. Los fechamientos por 40Ar-39Ar, en este sector reportan edades que varían de 280 a 51 ka. En tanto, los fechamientos por C14 abarcan edades de 33 a 19 ka. Con base en estas edades y relaciones estratigráficas, se han definido dos etapas en el desarrollo de la Formación Atenquique. La primera de ellas, está formada por gruesas secuencias de depósitos de flujos piroclásticos de bloques y cenizas, depósitos de lahar, fluviales y depósitos de avalancha intercalados, asociados con la evolución de los tres primeros edificios volcánicos del nevado de Colima, y domos emplazados lateralmente. Algunos depósitos de avalancha cerraron el cauce del Río Tuxpan-Naranjo ocasionando la formación de lagos temporales, en los que se depositaron gruesas secuencias de sedimentos lacustres. La segunda etapa, está representada por considerables depósitos de flujos piroclásticos de bloques y ceniza, ceniza y pómez, depósitos de lahar y fluviales, separados por horizontes de paleosuelo, asociados con el crecimiento y destrucción del cuarto edificio del nevado de Colima.

VUL-19

RECONSTRUCCIÓN ESTRATIGRÁFICA DE LOS DEPÓSITOS DE AVALANCHA DE ESCOMBROS EN EL SECTOR SUR-ORIENTAL DEL VOLCÁN DE COLIMA (MÉXICO)

Roverato De Cesero Matteo y Capra Pedol Lucia

Centro de Geociencias, UNAM

roteo@hotmail.com

El Volcán de Colima es un estratovolcán andesitico localizado en la parte occidental del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano (CVTM) en el límite meridional del graben de Colima (orientación N-S), aproximadamente a 70 Km de la costa pacífica. Está considerado como el volcán más activo de México y uno de los más activos de todo norte América con al menos 52 erupciones desde 1560. El Volcán de Colima ha producido también numerosos colapsos parciales del edificio con el emplazamiento de depósitos de avalanchas de escombros (AE) de diferente volumen, morfología, textura y origen. El presente trabajo tiene como objetivo la reconstrucción estratigrafía detallada de los depósitos de avalanchas de escombros en el sector sur oriental del Volcán. El trabajo se ha desarrollado en las barrancas Los Lobos, Muerto, Arena y Montegrande, siendo los únicos lugares donde se encuentran afloramientos con una buena exposición. En el área de estudio se han reconocidos dos

depósitos de avalancha de escombros, aquí denominados como San Marcos debris avalanche (SMDA) y Tonila debris avalanche (TDA. Estos dos cuerpos presentan características texturales diferentes. La SMDA presenta una facies de matriz, muy enriquecida en megaclastos en las porciones más lejanas (en promedio de 1.5-2 m, hasta de 8 m)y localmente se presenta clasto suportada. La TDA sobreyace a la SMDA, se presenta en facies de matriz y localmente muestra texturas en facies híbridas, especialmente en las porciones mas dístales y marginales, variando entre un deposito con características típicas de avalancha de escombros a un flujo de escombros, que puede atribuirse a la presencia de agua en la masa durante el transporte. La presencia de material piroclástico soprayaciendo directamente a los dos depósitos de avalanchas de escombros estudiados sugiere que los eventos de colapsos fueron acompañados por actividad magmática. Intercalados a los depósitos de avalancha de escombros se pueden identificar numerosos depósitos de flujos de escombros, con espesores de hasta más de 10 m, lo que indica la importante actividad erosiva que generalmente sigue al emplazamiento de las avalanchas de escombros debido a cambios importante en el drenaje superficial.

VUL-20

PREDICTING THE BLOCK-AND-ASH FLOW INUNDATION AREAS AT VOLCÁN DE COLIMA (COLIMA, MEXICO) BASED ON THE FEBRUARY 2010 STATUS

Sulpizio Roberto[1], Capra Pedol Lucia[2], Sarocchi Damiano[3], Saucedo Giron Ricardo[3], Gavilanes Ruíz Juan Carlos[4] y Varley Nick R.[4]

[1]*Dipartimento Geomineralogico, Università di Bari, Italia*

[2]*Centro de Geociencias, UNAM*

[3]*Instituto de Geología, Facultad de Ingeniería, UASLP*

[4]*Facultad de Ciencias, Universidad de Colima*

r.sulpizio@geomin.uniba.it

Maps of areas potentially affected by block-and-ash flows and associated ash clouds are here presented for the Volcán de Colima. TITAN2D 2.0.1 code has been used to simulate block-and-ash flows using as an input volume that of the actual summit dome (assessed at 2 x 10^6 m^3), while the Energy Cone model has been used to delimit the possible inundated area from associated ash clouds. Both Merapi- and Soufriere-type block-and-ash flows were generated using different basal friction angles and maintaining fixed the volume and the internal friction angle. The setting of the input parameters takes into account some flow characteristics, such as the stepwise aggradation of different pulses that piled up to form the total thickness of the block-and-ash flow deposits. The outputs of the computational routines are reported as two maps describing the total thickness of the final deposits. They predict that thick deposits will engulf the ravines descending from the main cone to the west, south and southeast, with expected maximum runouts between 4.5 and 7 km. The associated ash clouds have slightly longer runouts, and the model predicts they will inundate some higher grounds that are not affected by the concentrate underflows. The presented maps represent useful tools for managing the current block-and-ash flow hazard at Volcán de Colima.

VUL-21

NUMERICAL RECONSTRUCTION OF THE 1913 PLINIAN ERUPTION OF VOLCÁN DE COLIMA, MÉXICO: IMPLICATIONS FOR HAZARD ASSESSMENT

Bonasia Rosanna[1], Capra Pedol Lucia[1] y Saucedo Giron Ricardo[2]

[1]*Centro de Geociencias, UNAM*

[2]*Instituto de Geología, Facultad de Ingeniería, UASLP*

rbonasia@geociencias.unam.mx

The eruptive history of Volcán de Colima shows that large magnitude eruptions occur every 100 years, like those events from 1606, 1690, 1818 and the most recent in 1913. Because the 1913 eruption represents the largest historic eruption of Volcán de Colima, it has been used as a reference to discuss volcanic hazards and risk scenarios connected to ash fallout.

Volcanic ash fallout represents a serious threat to people living near active volcanoes because it can produce several undesirable effects such as collapse of roofs by ash loading, respiratory sickness, air traffic disruption, or damage to agriculture. The analysis of tephra deposits allows for estimating some important parameters characterizing the eruption, such as the erupted mass, the column height and the bulk grain-size distribution. Computational models based on an analytical solution of a simplified advection-diffusion-sedimentation (ADS) equation for volcanic tephra, can be used for this purpose for their simplicity of the physical parameterization, which allows high computation speed.

The model used for simulations, named HAZMAP, is a FORTRAN code, which solves the equation of diffusion, transport and sedimentation of volcanic lapilli and ashes. Simulations allowed us to produce: i) ash loading probability maps associated to a statistical set of daily wind profiles, ii) reference deposits relative to the main sectors and, iii) the estimate of the statistical probability of each deposit.

VUL-22

UNA APROXIMACIÓN ESTADÍSTICA APLICADA A SERIES ERUPTIVAS NO ESTACIONARIAS PARA LA EVALUACIÓN DEL PELIGRO VOLCÁNICO

Mendoza Rosas Ana Teresa[1] y De la Cruz Reyna Servando[2]

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

[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*

ateresa@geofisica.unam.mx

El comportamiento de series de erupciones volcánicas puede mostrar agrupamientos de eventos, o regímenes en el tiempo mostrando una dependencia temporal de la tasa eruptiva. La aplicación de métodos convencionales para evaluar el peligro volcánico, como el proceso de Poisson simple que utiliza una tasa media de ocurrencia eruptiva, provocaría una subestimación o sobreestimación dependiendo del régimen en que nos encontramos debido a que el régimen alto considera una tasa de ocurrencia eruptiva más alta y el régimen bajo una tasa de ocurrencia más baja que la media respectivamente. Para evitar una evaluación errónea de peligro volcánico se propone una distribución mixta de exponenciales (MOED: Mixture of exponentials distribution), esto es, una suma pesada de distribuciones exponenciales donde cada sumando considera los diferentes regímenes observados. Los regímenes y parámetros de cada distribución exponencial, componentes de la distribución mixta de exponenciales, son identificados y evaluados a priori desde la distribución acumulativa de erupciones para diferentes categorías de valores VEI a partir de las historias eruptivas con tasas eruptivas que pueden variar en el tiempo. Esta metodología proporciona una evaluación de peligro volcánico simple y confiable que considera la dependencia en el tiempo o no estacionaridad. Es importante aclara que esta metodología debe ser aplicada a series de erupciones volcánicas que cumplan con la condición de completez para tener una evaluación de peligro volcánico correcta. La distribución de mezclas de exponenciales es aplicada a series eruptivas de volcanes mexicanos.

VUL-23

IDENTIFICACIÓN DE RASGOS TECTÓNICOS MEDIANTE LA MEDICIÓN DE LA EMISIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO EN SUELOS DEL CAMPO VOLCÁNICO DE CHICHINAUTZIN

Gómez Ochoa Daniel[1] y Delgado Granados Hugo[2]

[1]*Facultad de Ingeniería, UNAM*

[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*

danyboy8a@gmail.com

El campo volcánico Chichinautzin (CVC), al sur de la Ciudad de México forma parte del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano, donde ha ocurrido vulcanismo monogenético desde el Pleistoceno, siendo esta actividad eruptiva representada por la formación de conos de escoria, domos de lava y volcanes escudo formados por derrames de lava y flujos de materiales piroclásticos. El CVC abarca cerca de 2 mil 400 km2 (Velasco-Tapia, 2003), incluyendo una porción considerable de la capital mexicana y constituyendo un peligro potencial para su población e infraestructura.

En el año 2005, se llevó a cabo el primer reconocimiento de las emisiones de dióxido de carbono de los suelos del Campo Volcánico Chichinautzin (Delgado-Granados y Villapando-Cortés, 2008). El objetivo de estos estudios fue evaluar el nivel de emisiones de CO2 en el CVC, como parte de una nueva metodología para identificar las zonas más activas en la región para la evaluación de riesgos volcánicos. Esta nueva metodología aplica un método para medir el flujo de CO2 de los suelos del CVC empleando un analizador infrarrojo y una cámara de acumulación. Las mediciones se llevan a cabo en una red de puntos sobre el terreno que cubren completamente el CVC. El método permite la identificación de las estructuras geológicas más activas (fallas y fracturas) que podrían servir como vía de ascenso a magmas, permitiendo el nacimiento de un nuevo volcán monogenético a través de estas estructuras. Con el fin de llevar a cabo un seguimiento sistemático de las emisiones de CO2, se realizaron medidas adicionales en épocas de estiaje (abril-mayo 2009 y marzo 2010), recorriendo las mismas estaciones visitadas durante el primer estudio a fin de mantener un control espacial detallado en las variaciones de los flujos en el tiempo.

La finalidad es monitorear las emisiones difusas de CO2 y encontrar diferencias importantes en los niveles de emisión que podrían marcar el inicio de un evento magmático. Las anomalías principales se han observado en las cercanías de Malinalco, Zempoala, Parque Nacional de Los Dinamos y Mixquic.

Las mediciones de flujo de CO2 en suelos (FCO2) y su variabilidad espacial y temporal en entornos volcánicos son importantes para la vigilancia volcánica y tectónica, la delimitación de fallas y zonas de fractura, y la estimación de la contribución de CO2 a partir de fuentes geológicas en el ciclo global del carbono. Las principales fuentes de variabilidad en las mediciones del FCO2 son la variación espacial y temporal natural del subsuelo y los parámetros de la superficie que influyen en el flujo de gases, como las propiedades físicas del medio (porosidad, permeabilidad), la respiración biológica, los parámetros

meteorológicos (el clima, la presión, temperatura), y la fuente de CO2 a profundidad.

VUL-24

DIFUSSE EMISSIONS OF CO2 AND H2S IN STROMBOLI AND VULCANO VOLCANOES

Jácome Paz Mariana Patricia[1], Cárdenas González Lucio[2], Inguaggiato Salvatore[3] y Delgado Granados Hugo[1]
[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Centro Nacional de Prevención de Desastres*
[3]*INGV, Instituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Palermo*
mapajapaz@hotmail.com

Volcanic systems degas through vents or by diffuse flow through the surface. The concentration of gases in a fumarole or the value of the diffuse flux allow quantifying the activity of the volcano and its monitoring help to understand the dynamics of volcanoes in order to anticipate eruptions.

Here we present a methodology and results of diffuse gas measurements made at Stromboli and Vulcano in July 2010 to recognize the magnitude of diffuse emissions of CO2 and H2S as well as testing combined CO2, H2S and CH4 sensors incorporated into a portable instrument.

Stromboli and Vulcano are part of the Aeolian Islands volcanic complex.

In the early twentieth century an eruptive period of 15 eruptions began at Stromboli, including the last two in 2002-2003 and 2007. The volcano has not stopped to emit gases, ash and lava. Vulcano´s last eruption was between 1888-1892. Currently, Vulcano Island's activity is concentrated in two fumarolic fields, one in the north-eastern beach of the island and another southeast of the crater area.

About 400 measurements of soil CO2 flux was been carried out at Stromboli island in order to estimate the total CO2 flux across. The highest values were found around the top and at the eastern slope. The highest CO2 flux value was found near the summit: ~81 ppm/s, and the lowest CO2 levels were recorded in areas near the beach (~10 m): 0.001 ppm/s. The values in those areas have remained the same since the last eruptions of Stromboli and the values were higher than in previous years but within the same order of magnitude.

At Vulcano, about 100 measurements were made to measure H2S and CO2 fluxes at the beach in the northeast side of the island and on the fumarolic fields in the crater area. The highest CO2 value was measured in the fumarolic area at the beach (below sea level): ~575 ppm/s. The lowest CO2 flux was: 10E-7 ppm/s (southwest of the crater). The highest H2S value was obtained in the beach fumaroles: 1.31 ppm/s, whilst the lowest H2S levels were obtained southwest of the crater: 10 E -7 ppm/s. The CO2 flux values in fumarolic fields show no significant changes to previous years. There is no previous reference for H2S flux values. High values of both flows are concentrated only in the fumarolic fields and found no significant diffuse emission. No relationship was found between CO2 and H2S fluxes.

The CO2, H2S and CH4 detectors response curves show real-time gas concentrations in the accumulation chamber and allow us to calculate the flow accurately. The equipment is suitable for field work due to portability and the efficiency of the batteries and sensors.

VUL-25

SIMULADOR MODULAR DE FLUJOS GRANULARES A ESCALA (GRANFLOW-SIM): CONSTRUCCIÓN Y APLICACIONES

Bartali Roberto, Sarocchi Damiano y Nahmad Molinari Yuri
Universidad Autónoma de San Luis Potosí
rbartali@hotmail.com

Se presentan el desarrollo y las aplicaciones de un sistema modular diseñado para realizar estudios de flujos granulares a escala. GRANFLOW-SIM es un aparato que consiste en una estructura metálica que sostiene una rampa también metálica de siete metros de largo y de ancho variable, con recubrimiento de madera y paredes de acrílico. La rampa puede ser colocada de tal forma que se puedan variar también pendiente, longitud y velocidad inicial del flujo granular. A lo largo de la rampa y alrededor de todo el sistema se encuentran varios sensores con sus respectivos amplificadores, acondicionadores de señal, computadoras para el interfaces y el almacenamiento de datos. Tanto la parte mecánica como la parte electrónica han sido desarrolladas íntegramente por los autores. El sistema de sensores y de cámaras digitales de video de alta velocidad permiten la medición de: velocidad, presión, aceleración, vibración, granulometría dinámica, fábrica y humedad de la masa en movimiento. Estos datos nos permiten estudiar la reología del flujo, el comportamiento cohesivo y no cohesivo, la segregación del material, el tipo y cantidad de colisiones, la energía involucrada, la textura de los micro-depósitos que se generan, la capacidad erosiva, y el alcance entre otros. Los materiales granulares utilizados son varios, desde esferas de vidrio a material natural de varia densidad y forma, con un diámetro variable entre arcilla y grava, con diferentes distribuciones granulométricas. Los experimentos se llevan a cabo con el objetivo de investigar de una forma básica los complejos fenómenos que caracterizan los flujos granulares para comprender mejor su comportamiento, con recaídas en sectores que varían entre la prevención de desastres y en la mejora de los procesos industriales.

VUL-26

COMPORTAMIENTO DINÁMICO DE LOS FLUJOS DE ESCOMBROS: EVIDENCIAS A PARTIR DE DATOS EXPERIMENTALES

Caballero García Lizeth[1] y Sarocchi Damiano[2]
[1]*UNAM*
[2]*UASLP*
lizethcaballero@yahoo.com.mx

El comportamiento dinámico de los flujos de escombros está controlado por la interacción entre partículas y por las características del fluido intersticial. Con el fin de estudiar ambos fenómenos, cuatro mezclas de agua y sedimentos, con características de flujos de escombros cohesivos y no cohesivos, fueron sometidas a diferentes intervalos de tiempo en un tambor rotatorio, conocido como máquina de Los Ángeles. Las variaciones observadas en la distribución granulométrica y en las características morfológicas de las partículas, durante el tiempo de duración de los experimentos, fueron correlacionadas con la abrasión de partículas ocurrida durante el transporte.

Las mezclas utilizadas, presentaban distribuciones granulométricas idénticas en las fracciones de -6 a 4phi, variando únicamente las proporciones de limo y arcilla. Para estudiar los cambios en la granulometría, se empleó el tamizado de las muestras a intervalos de 1phi y para realizar el análisis cuantitativo de la forma se utilizó el Análisis de Fourier y la Geometría Fractal.

Los resultados de los experimentos, muestran cambios en la distribución granulométrica de unimodal a bimodal, independientemente del contenido y tipo de material fino, debido a procesos de interacción entre partículas, que producen el fracturamiento de ciertas clases granulométricas, en particular, -1phi. Estos cambios en la granulometría de los flujos de escombros son concordantes con los observados en depósitos reales y dichas variaciones han sido explicadas por medio de la depositación selectiva de material y mediante la incorporación de sedimentos, proceso conocido como bulking.

Los resultados del análisis morfológico muestran que las modificaciones más importantes en la morfología de los clastos, ocurren en las primeras etapas del movimiento de los flujos de escombros, y que estas variaciones están en función de la composición del fluido intersticial, en particular, del contenido de arcilla, y del diámetro de la partícula. Además, los cambios más significativos en la morfología, ocurren en las clases granulométricas cuya proporción disminuye dramáticamente durante el tiempo en el cual transcurre el experimento.

VUL-27

MODELO ANÁLOGO DE TIPO CAJA DE ARENA APLICADO A LA ESTRUCTURA SEMICIRCULAR DE STA. MA. AMAJAC, EDO DE HGO.

Silis Esquivel Jhoanna, Cruz López Salvador,
García Tenorio Felipe y Escamilla Casas José Cruz
ESIA Ticomán, IPN
jhoannase_cl85@hotmail.com

En las últimas décadas ha sido de gran interés el estudio de las calderas volcánicas por sus implicaciones en riesgo geológico, la formación de yacimientos de minerales rentables, actividad termal que es explotada en las plantas geotérmicas y a la actividad sísmica.

Las calderas volcánicas, constituyen estructuras de colapso, que en el sistema natural se observan de formas circulares, ovaladas ó elípticas, cuyos tamaños, las clasifican en dos grupos: calderas pequeñas <10 km y las calderas gigantes de 10 a 30 km de diámetro.

Las formas nuevas para entender dicho fenómeno, son con la aplicación de modelos análogos de tipo "caja de arena" ó bien experimentales. Estos utilizan la información que se recopila en campo y en gabinete, con la finalidad de ir un paso más allá: llevar la interpretación de estos datos a un plano tridimensional, en una escala accesible (milímetros a metros) y dentro de un lapso de tiempo razonable (minutos a días), de forma que se le permita al investigador observar y describir los procesos efectuados durante el colapso de las calderas.

La información que se presentara en éste trabajo se enfoca precisamente, en la implementación de los modelos experimentales o análogos del tipo "caja de arena" para el estudio de la evolución y dinámica de una estructura semicircular observada en Santa María Amajac, que se cree podría tratarse de una caldera de colapso resurgente. Dicha estructura, se ubicada en el estado de Hidalgo, aproximadamente a 25 kilómetros al NW de la ciudad de Pachuca de Soto, y cuyas coordenadas geográficas son: 20° 20", 20° 12" de latitud norte y 98° 57" y 98° 42" de longitud W.

Fisiográficamente, la estructura semicircular de Amajac, en su sector NW, se ubica en la provincia de la Sierra Madre Oriental. El resto de la estructura se encuentra dentro de la Faja Volcánica Transmexicana.

Aunque los modelos análogos son de gran ayuda, también presentan limitaciones, pues no se pueden recrear ciertas condiciones de presión y temperatura, a las que una cámara magmática posee en el sistema natural. Sin embargo, es por ello que seguir experimentando e implementando nuevas ideas acerca de estos modelos constituye una aportación científica importante para el entendimiento de la evolución y dinámica de las caderas de colapso, tanto en el área de estudio, como en las calderas de otras provincias volcánicas, como lo es la Faja Volcánica Transmexicana, misma, en donde se tienen las manifestaciones geotérmicas más evidentes y donde hay una concentración de población mayor en el país, por lo que también tienen implicaciones de riesgos geológicos.

VUL-28 CARTEL

ESTUDIO GEOLÓGICO DE LA CALDERA DE VILLA MADERO, MICHOACÁN, MÉXICO

Gómez Vasconcelos Martha Gabriela y Garduño Monroy Víctor H.
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
ga8ygomez@yahoo.com

La Caldera de Villa Madero (CVM) se localiza al noreste del estado de Michoacán; a 50 km al sur de la ciudad de Morelia; se ubica entre las coordenadas 19°23' y 18°56' de latitud norte y 101°22' y 101°12' de longitud oeste, a una altura de entre 500 y 2800 msnm. Esta estructura volcánica se encuentra en la porción central del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano (CVTM); al sureste del Campo Volcánico Monogenético Michoacán-Guanajuato, al este de lo que hemos denominado el Campo Volcánico Monogenético Tacámbaro y al oeste del pliegue falla de Tzitzio; diferenciándose de éstos por su singular topografía y litología.

La CVM es una estructura volcánica no conocida en la porción central del CVTM, ella forma parte de un alto estructural NE-SW, el cuál podría ser la prolongación hacia el SW de la de la Sierra de Mil Cumbres; está alineada con las calderas de Atécuaro, La Escalera y Los Azufres.

La CVM se desarrolló sobre un edificio de composición intermedia (andesitas y dacitas) del Mioceno medio y tardío (Gómez-Tuena et al, 2005). Dió origen a flujos de pómez, flujos de ceniza, flujos de bloques y ceniza, depósitos de caída, algunos flujos de arrastre (surge), avalanchas y lahares. Posteriormente ocurrió una resurgencia que levantó a las "Capas Rojas" en el centro de la caldera, con una distribución casi N-S; se tratan de depósitos sedimentarios terrigenos del Cretácico superior, mismos en los que se encontraron fósiles de dinosaurio en el pliegue falla de Tzitzio (Altamira-Areyán 2002). La actividad postcaldera se distingue por el vulcanismo monogenético durante el Plioceno tardío y Cuaternario (Capra et al, 1997), estas estructuras forman parte del Campo Volcánico Monogenético de Tacámbaro y/o Campo Volcánico Monogenético Michoacán-Guanajuato.

En éste estudio se presentará un análisis sobre la geología de la CVM y de sus flujos piroclásticos a partir del análisis de fotografías aéreas, mapas topográficos, procesamiento de imágenes satelitales, trabajo de campo y análisis de laboratorio.

El conocimiento de la Caldera de Villa Madero y de sus flujos piroclásticos pretende establecer la base para futuros estudios hidrogeológicos, geológicos, estructurales, biológicos, geoquímicos y geográficos.

VUL-29 CARTEL

SPATIAL STATISTICAL SURVEY OF THE TUXTLA VOLCANIC FIELD (TVF), VERACRUZ, MEXICO

Kobs-Nawotniak Shannon E.[1], Espindola Castro Juan Manuel[1] y Godínez Calderón María de Lourdes[2]
[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Instituto de Geografía, UNAM*
sekobs@hotmail.com

The Tuxtla Volcanic Field (TVF), located along the Gulf of Mexico in Veracruz, Mexico, contains more than 400 scoria cones and maars, as well as four large composite volcanoes. Eruptive activity in the TVF began in the late Miocene, underwent a proposed quiescent period approximately 2.6-0.8 Ma, and continues into historic times with the most recent eruption occurring at San Martín volcano in 1793. Volcanic vent in the TVF show strong linear NW-SE alignment that corresponds with the orientation of the Anegada Fault and a positive gravity anomaly. Vent alignments follow a bimodal distribution with maxima at approximately N10W and N70W. The average nearest-neighbor separation of vents in the TVF is 947 meters, with a standard deviation of 779 meters. The covariance of the minimum vent separation, 0.82, indicates that despite the influence of clear vent alignments the TVF is anticlustered. When subdivided with regard to morphologic and morphometric youthfulness, however, it is apparent that the more recent volcanism of the TVF is clustered in two key areas: the area immediately surrounding San Martin volcano and an area approximately 3 km east of Laguna Catemaco. The youthful cluster east of Laguna Catemaco also has the highest vent density in the TVF, reaching 2 vents per square kilometer. Fractal analysis of cone locations suggests that the effective crust controlling vent spacing at the TVF is approximately 13 km thick; this corresponds with the depth of the transitional crust previously proposed based on seismic studies. Study results indicate the need for more detailed study of the morphometrically youthful cluster areas with regard to refined temporal development and hazard impact.

VUL-30 CARTEL

CARTOGRAFÍA, ESTRATIGRAFÍA Y GEOLOGÍA ESTRUCTURAL DE LA CALDERA DE VILLA MADERO

Oros Pantoja Ulises y Garduño Monroy Víctor H.
Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMICH
oros.pantoja@gmail.com

La Caldera de Villa Madero (CVM) es una estructura volcánica de un gran tamaño aún no conocida y se ubica en la porción centro sur del Cinturón Volcánico Transmexicano (CVTM) y al oriente de la Sierra Madre del Sur. Se localiza en el estado de Michoacán al sureste de la ciudad de Morelia a 36 Km, entre las coordenadas 19º25', 19º00' latitud norte y 101º25', 101º15'de latitud oeste y una altura de 2800 y 500 msnm. El área de estudio comprende aproximadamente a más de 55 volcanes de composición intermedia y cubre un área aproximada para la estructura caldérica de 495 Km cuadrados y mide 8.7 Km de diámetro. Los flujos piroclásticos de mayor tamaño miden 35.5 Km de longitud hacia el sur de la CVM y cubre un área de 205.48 Km² con un volumen de 24.925 km³.

En el área de estudio se diferenciaron dos provincias geográficas al norte de la CVM por la Sierra de Mil Cumbres y al sur de los flujos piroclásticos de mayor tamaño comprende la depresión del Balsas.

La CVM forma parte del alto estructural NE-SW, la cual podría ser la prolongación hacia el SW de la Sierra de Mil Cumbres; está alineada con el graben de Cuitzeo, junto con las calderas de la escalera Atecuaro, Los Azufres dentro de la Sierra de Mil Cumbres.

En la CVM se desarrollaron rocas de dacitas de composición intermedia, que posteriormente fueron cortados por el colapso caldérico, seguido por la salida de flujos piroclásticos originados por el vaciado de la cámara magmática, principalmente de flujos de bloques matriz de ceniza y depósitos de caída, por último ocurre una resurgencia que origino el levantamiento de los sedimentos continentales (Capas Rojas) en el centro de la caldera, se tiene una disposición casi N-S adoptando una forma de media luna hacia el oriente.

VUL-31 CARTEL

IDENTIFICACIÓN Y PARAMETRIZACIÓN DE SUB-POBLACIONES LOGNORMALES EN DISTRIBUCIONES GRANULOMÉTRICAS POR MEDIO DEL PROGRAMA DECOLOG 3.0

Borselli Lorenzo[1] y Sarocchi Damiano[2]
[1]*Research Institute for Geo-hydrological Protection, CNR-IRPI, Italia*
[2]*Instituto de Geología, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí*
lorenzo.borselli@cnr.it

Las distribuciones granulométricas de sedimentos naturales, muestran comúnmente un aspecto multimodal y esta característica es interpretada como debida a procesos complejos relacionados con su origen, el transporte que sufren y el depósito; o en otras palabras, con el ciclo geológico del sedimento, su creación y evolución. Los procesos del intemperísmo y edafológicos pueden también afectar la distribución final de partículas presente en las muestras. La idea básica es que todos los procesos responsables de la formación del depósito dejen una traza en las características de la distribución granulométrica y en sus componentes. Se asume que las propiedades de la mezcla quedan codificadas en la distribución granulométrica global.

El objetivo del programa DECOLOG es ofrecer una solución al problema de separar las diferentes componentes de la curva granulométrica de mezclas naturales, por medio de un procedimiento que usa como paradigma la distribución lognormal y, de manera especial, una mezcla de estas distribuciones. DECOLOG efectúa esta operación de forma automática, utilizando técnicas innovadoras de optimización. Programas similares requieren que los picos de la distribución observada vengan seleccionados manualmente por el operador.

En la presentación se mostrará un conjunto de ejemplos de aplicaciones de DECOLOG a muestras procedentes de varios ambientes sedimentológicos: flujos de bloques y ceniza volcánicos, lahares, flujos de escombros, avalanchas submarinas entre otros. La version actual de DECOLOG contiene nuevos motores de optimización que permiten considerar también componentes (distribución lognormal) con asimetría negativa (con la cola de la distribución a la

izquierda). Para obtener esto se utiliza una distribución lognormal generalizada de cuatro parámetros. El motor interno de optimización de DECOLOG ha sido fuertemente mejorado utilizando los algoritmos de optimización multiobjetivos, “Differential evolution” (DE) y “Trigonometric differential evolution (TDE), los cuales incrementan notablemente la velocidad de convergencia de las funciones, la significatividad y reproducibilidad de los resultados finales.

DECOLOG 3.0 se distribuye gratuitamente (www.decolog.org) por la comunidad científica y ha encontrado aplicaciones en diferentes disciplinas.

VUL-32 CARTEL

THE RECENT ACTIVITY PHASE (1998-2010) AT VOLCAN DE COLIMA, MEXICO BY THE MONITORING OF DEFORMATION PARAMETER USING THE TILT METER NET

Ramírez Ruíz Juan José, Alatorre Chávez Eliseo,
Santiago Jiménez Hydyn y Campos G. Arnoldo
Universidad de Colima
ramirez@ucol.mx

The recent unrest at andesitic Volcán de Colima, México began on November 1997 with a sharp increase in seismic activity and a significant shortening of geodetic lines around the volcano edifice. During this period of activity 5 lava extrusions are occured: November 1998, May 2001, September 2004, February 2007 and 2009. The tilt meter deformation net is composed of 5 plate sensors of Applied Mechanics (Series 702 x). The sensors register analogic signals that correspond to Radial and Tangential components and the temperature of the site. The signals are digitized and transmitted by telemetry systems to the Colima Volcano Observatory. During this stage of activity we observed the behaviour of the deformation parameter in relation to the different activities stages of the Volcan de Colima. Here we can identify the 2001-2002 and 2004-2005 and 2008-2010 lava extrusions, and 1999, 2005 explosively phases and the calm phases of 2006 and 2007. The actual lava dome extrusion of 2010 shows a very slow growht in comparision to the 1998 and 2004. For the analysis of deformation parameter we consider climatic factors that influence the sensores. Here will be presented the interpretation of the tilt meter surveys during the recent unrest phase and its correlation with the risk poupulation assented around the volcano edifice.

VUL-33 CARTEL

LOCALIZACIÓN DE SISMOS VOLCÁNICOS UTILIZANDO SUS AMPLITUDES, CON SENSORES DE BANDA ANCHA EN EL VOLCÁN DE COLIMA

Arámbula Mendoza Raúl[1], Valdés González Carlos[2],
Lesage Phillipe[3], Legrand Denis[4] y Reyes Dávila Gabriel[5]
[1]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Departamento de Sismología, Instituto de Geofísica, UNAM*
[3]*Laboratoire de Géophysique Interne et Tectonophysique, CNRS, Université de Savoie, France*
[4]*Departamento de Vulcanología, Instituto de Geofísica, UNAM*
[5]*Centro Universitario de Estudios e Investigaciones en Vulcanología, Universidad de Colima*
rul_arambula@hotmail.com

Eventos sísmicos volcánicos como los LP’s, explosiones, tremores, derrumbes y lahares son difíciles de localizar con métodos tradicionales, debido a la falta de fases bien definidas de ondas P y S. Por lo que, nuevas técnicas han permitido en los últimos años inferir la posible ubicación de este tipo de eventos. Una de ellas, está basada en el decaimiento de la amplitud con la distancia. Para ello, se debe de suponer una ley de atenuación de ondas de cuerpo para explosiones, tremores y LP’s y otra para eventos superficiales como derrumbes o lahares. De igual forma, es necesario generar una malla en donde se presupone la existencia de dichas fuentes, tanto para los eventos internos, como para los sismos de origen superficial. En dicho análisis se considera que la fuente es isotrópica y el medio es homogéneo. Este estudio ha sido hecho durante el reciente periodo de actividad del Volcán de Colima. Actualmente la red de monitoreo cuenta con 5 estaciones de banda ancha, pertenecientes a la RESCO (Red Sísmológica Telemétrica del Estado de Colima). La red no sufre saturación en explosiones o LP’s grandes, como ocurre con los sensores de periodo corto. Inicialmente se ha calculado el efecto de sitio de cada estación con ayuda de sismos regionales. De igual forma, se han utilizado diferentes ventanas de análisis, filtros, factores de calidad ‘Q’, velocidad de las ondas, para finalmente quedarnos con los mejores parámetros, que minimizan el residual entre las curvas teóricas y los valores observados (amplitudes calculadas con RMS’s). Los resultados han demostrado coherencia con la actividad actual, por ejemplo, derrumbes localizados hacia el oeste del volcán, que es por donde actualmente está bajando material juvenil, como consecuencia del desbordamiento del domo de lava. Para los LP’s, explosiones y tremores, estos se presentan en profundidades someras, menores a 3 km por debajo del cráter, muy similares a las observadas en otros volcanes. Con esto se demuestra la importancia de instrumentar volcanes con sensores de banda ancha para un mejor análisis y monitoreo de la actividad.

Sesión Especial

NUEVAS METODOLOGÍAS, ENFOQUES Y TÉCNICAS DE ESTUDIO DE LOS SUELOS

Organizadores:

Francisco Bautista Zúñiga
María del Carmen Delgado Carranza
Bertha Aguilar Reyes

SE01-1

RECONOCIMIENTO A LA TRAYECTORIA ACADÉMICA DEL DR. HERIBERTO CUANALO DE LA CERDA

Ortíz Solorio Carlos[1] y Bautista Zúñiga Francisco[2]

[1]*Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo*

[2]*Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM*

ortiz@colpos.mx

El Dr. Heriberto Emilio Cuanalo de la Cerda es egresado de la Escuela Nacional de Agricultura, donde obtuvo el titulo de Ingeniero Agrónomo especialista en Suelos en 1961; Su Maestría en Ciencias la realiza en el Colegio de Postgraduados en 1965 y su formación como Dr en Filosofía, en el Balliol College de la Universidad de Oxford, Inglaterra en el año de 1970. A su regreso a México trabajó en el Colegio de Postgraduados; posteriormente en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; y actualmente en el Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados-Unidad Mérida en el que ostenta el cargo de Investigador 3C. Con más de 40 años de experiencia profesional y trabajo científico, el Dr. Cuanalo ha contribuido de manera notable en la formación de personal, contando entre sus estudiantes a una gran cantidad de doctores que hoy día pertenecen a los más altos niveles del sistema nacional de investigadores. Ha sido pionero en áreas que ahora son de reconocida importancia como la interacción entre las matemáticas espaciales y multivariables con las ciencias del suelo, en particular es el primer mexicano en tratar el tema de Taxonomía Numérica en Suelos (destacando sus trabajos: Cuanalo HE, and R. Webster. 1970. A comparative study of numerical classification and ordination of soil profiles in a locality near Oxford. J. Soil Sci; Webster R., and HE Cuanalo. 1975. Soil transect correlograms of north Oxfordshire and their interpretation. Eur J of Soil Sc. 26: 176-194); en la enseñanza y difusión de los levantamientos de Tierras (Ortiz-Solorio, C.A.; Cuanalo H.E. 1978. Metodología del levantamiento fisiográfico, un sistema de clasificación de tierras. Colegio de Postgraduados, Chapingo (México). Chapingo, México, 85 pp) y Levantamientos de Suelos (;Ortiz-Solorio, C.A. y Cuanalo HE. 1981. Introducción a los Levantamientos de Suelos. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, 81 pp.); en agroecología (Cuanalo HE. 1989. Metodología para la definición de agrohabitats. Colegio de Postgraduados, Montecillos, Texcoco 18 pp; Cuanalo HE and RR. Guerra.2008. Homegarden Production and Productivity in a Mayan Community of Yucatan. Hum Ecol (2008) 36:423–433); y actualmente en desarrollo social (Cuanalo, H. E., ZMA Cabrera., and E. Ochoa. 2007. Infant nutrition in a poor Mayan village of Yucatan, is related to an energy deficiency diet that a course on nutrition could not overcome. Ecology of Food Nutrition 46(1): 37–46.) y de manera particular atendiendo problemas de pobreza extrema en comunidades indígenas para lo cual cuenta con un "Centro Comunitario para el Desarrollo Social contra la Pobreza en Yaxcabá, Yucatán". Por su extraordinaria y destacada labor académica: gracias maestro.

SE01-2

INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA EN LA MILPA SIN QUEMA

Cuanalo de la Cerda Heriberto Emilio y Ubicab Covoh Rafael Alejandro

Ecología Humana, Cinvestav, Unidad Mérida

cuanalo@mda.cinvestav.mx

La mayor parte del maíz (Zea mays L.), frijoles (Phaseolus vulgaris y P. lunatus L.) y calabazas, (Cucurbita argyrosperm, Huber y Cucurbita moschata, Duch), base de la alimentación de los habitantes de Yucatán, se produce en milpas, bajo el sistema de roza, tumba y quema. La siembra de pastizales en grandes superficies ha disminuido el período de "descanso" de la tierra, el cual actualmente es del rango de 15 a 7 años. La disminución del período de "descanso" favorece la proliferación de arvenses, que compiten por luz, agua y nutrientes con los cultivos de la milpa incrementando sus costos de producción y disminuyendo los rendimientos. Las alternativas de producción de la milpa ofrecidas a los productores por los investigadores han sido adoptadas solo en algunos componentes y no hay señales de que se esté modificando el sistema de roza, tumba y quema, hacia alternativas más productivas y sostenibles.

Con la finalidad de traer a primer plano la participación de los productores en la generación de alternativas de producción al sistema de roza, tumba y quema, se emplea la investigación participativa (definición del problema, diseño de tratamientos y conducción de los experimentos con la participación activa de los productores), para probar las alternativas reales que los productores tradicionales tienen en la agricultura de temporal.

Los resultados experimentales de 1996 mostraron rendimientos "Con Quema" de 2,676 Kg ha-l de maíz y una relación B/ C 1.82, mientras que con Mucuna como cobertera se obtuvieron 3,178 Kg ha-l y una relación B/ C de 1.92. La Mucuna es de poco interés para los productores por no tener un uso regional. Los resultados del año 1997 generaron rendimientos "Con Quema" de 1556 Kg ha-l, mientras que empleando Ib como cobertera tuvieron rendimientos de maíz de 1,826 de maíz y 550 de ib Kg ha-l con una relación B/ C de 2.02. El ib como cultivo de cobertera es muy atractivo para los productores tanto por su uso alimentario como por su precio en el mercado regional.

Palabras clave: Agricultura tradicional, roza, tumba y quema, agricultura sustentable.

SE01-3

RELACIÓN ENTRE SUELO Y EL ORÉGANO SILVESTRE EN ÁREAS DE KARST RECIENTE EN YUCATÁN, MÉXICO

Martínez Téllez Yazmín[1], Calvo Irabién Luz María[1], Aguilar Duarte Yameli[2], Delgado Carranza Carmen y Bautista Zúñiga Francisco[2]

[1]*Centro de Investigación Científica de Yucatán*

[2]*Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM*

tellez_00@yahoo.com

En el noroeste de Yucatán hay dos grandes restricciones para las labores agrícolas: a) el clima estacional que va de semiárido a cálido subhúmedo; y b) los suelos someros con profundidades de 0 a 5 cm (Nudilithic Leptosols) y de hasta 10 cm (Lithic Leptosols). En estas condiciones tan adversas para el crecimiento de las plantas, crece y se desarrolla el orégano silvestre que recientemente se ha comenzado a extraer por las comunidades mayas a manera de cosecha periódica de hojas. La alta intensidad de cosecha y las malas prácticas de manejo disminuyen las poblaciones del orégano por lo que cada vez los campesinos mayas (hombres, mujeres y niños) deben desplazarse hasta lugares más alejados para cosechar la planta. Para hacer un mejor manejo de las poblaciones naturales de esta especie, o bien para intentar su cultivo, es necesario conocer su distribución espacial, así como la identificación de los suelos en los que crece y se desarrolla mejor. El objetivo de este trabajo fue la identificación de las propiedades del suelo relacionadas con la distribución del orégano silvestre utilizando análisis geostadísticos y árboles de decisión para clasificación a nivel parcelario. Se seleccionó la comisaría de Nohuayún, municipio de Tetíz, Yucatán para la realización del estudio ya que en ella hay una alta población de cosechadores de orégano, para la realización del estudio. Se diseño un muestreo sistemático cada 5 m en una parcela de 55 x 50 m. Se estimó la pedregosidad y la rocosidad del suelo a nivel de cuadrantes de 25 m2, se contaron las plantas de orégano en cada cuadrante. En las intersecciones de la rejilla, cada 5 m se tomaron muestras de suelo dando un total de 110 puntos de muestreo. Los análisis de las 110 muestras de suelo fueron: separación manual de las piedras, grava gruesa y grava mediana, la grava fina se separó con un tamiz malla 10; se registró el color en seco y en húmedo por comparación con las tablas Munsell; la densidad aparente se analizó por el método de la probeta y la materia orgánica con dicromato de potasio, se midieron el pH y la conductividad eléctrica. Por medio de análisis geoestadísticos se relacionaron las propiedades del suelo y la densidad de orégano y se produjeron mapas. Se definieron cinco intervalos de densidad para la especie y se realizó un análisis discriminante con las propiedades del suelo que son continuas y un análisis de árboles de decisión para clasificación con las propiedades continuas y categóricas. La densidad de las plantas de orégano silvestre correlaciona espacialmente y de manera positiva con la rocosidad del suelo, a mayor rocosidad mayor densidad de plantas. Las plantas de orégano se ven favorecidas por las condiciones más agrestes del suelo, lo cual sugiere que esta especie tolera condiciones de baja profundidad del suelo, las cuales dificultan la penetración de las raíces, así como suelos con menor cantidad de tierra fina, en los que la absorción de agua y nutrimentos es limitada.

SE01-4

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA SALINIDAD DEL SUELO Y SUS EFECTOS EN LA VEGETACIÓN EN UNA ISLA DE BARRERA EN RÍA LAGARTOS, YUCATÁN, MÉXICO

Leirana Alcocer Jorge[1], Bautista Zúñiga Francisco[2] y Delgado Carranza Carmen

[1]*Universidad Autónoma de Yucatán*

[2]*Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM*

jleirana@uady.mx

Los modelos que describen el cambio climático global predicen un aumento en el nivel del mar, lo que hace que las zonas costeras sean vulnerables a la pérdida de hábitats y especies, esto hace urgente generar información sobre estos ecosistemas. La reforestación de ambientes degradados será más efectiva si se conoce la influencia del suelo en la distribución de las especies. En este trabajo se evaló el efecto de la salinidad en la estructura de la vegetación de una isla de barrera en Yucatán, México. Se tomaron 164 muestras de suelo en 10 transectos, se midió la cobertura de cada especie de planta en 0.25 m2 alrededor de cada punto de muestreo. Cada punto de muestreo fue geoposicionado con un GPS marca Garmin Etrex Venture. Se midió la conductividad eléctrica (CE) de las muestras en una solución1:9 usando un conductímetro marca Conductronic con compensador de temperaturas entre 0-50º C. Con la matriz de valores de CE y la posición de cada muestra se estimó el semivarigrama de la conductividad y se elaboró un mapa de la variación de la CE en el área de estudio con el método de interpolación de Krigging ordinario. Se dividió el área en tres zonas principales; de baja CE (140-1550 mS), de CE intermedia (1551-3570) y CE alta (mas de 3570). Se caracterizó la vegetación de cada zona usando pirámides de vegetación. Se llevó al cabo un

análisis discriminante en el que las variables predictoras fueron las abundancias de las especies de plantas y el factor de agrupación fue el nivel de CE (alta, media o baja). Se encontró que en la zona de baja CE dominaban las arbustivas de hasta 3 m de alto con especies tales como Agave angustifolia y Jacquinia albiflora, en tanto que en las de CE intermedia y alta dominaban las herbáceas halófilas como Monanthochloe littoralis y Batis maritima. También se encontró que las especies discriminaban bien la zona de baja CE de las demás. Las conductividades intermedias y altas se discriminaron con menor intensidad. En este ambiente con tan marcada variación edáfica, se puede explicar una buena parte de la variación de la vegetación solamente midiendo la CE del suelo. Esto es así porque la CE es un indicador directo del estrés que soportan las plantas, ya que altas concentraciones de solutos pueden hacer que la tasa de absorción de agua disminuya, produciendo una sequía fisiológica. Además algunos iones disueltos en el agua del manto freático de las islas de barrera pueden ser tóxicos para las plantas xerófitas, este es el caso del cloro y el sodio. Esta información debe usarse en los planes de revegetación de islas de barrera, sobre todo cuando se intenta introducir especies terrestres.

SE01-5

MICROMETRÍA Y MICROMORFOLOGÍA. HERRAMIENTAS PARA ANALIZAR LA RELACIÓN SUELO-RAÍCES

De León González Fernando[1], Gutiérrez Castorena María del Carmen[2], Moreno Espíndola Iván Pável[1], Ferrarra Guerrero María de Jesús[1], Rivera Becerril Facundo[1], Fuentes Ponce Mariela[1], Hidalgo Moreno Claudia[2], Payán Zelaya Fidel Adolfo[1], Vela Correa Gilberto[1], Etchevers Barra Jorge D.[2] y González Chavez María del Carmen[2]

[1]*Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco*
[2]*Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo*
fdeleon@correo.xoc.uam.mx

1. Introducción. La micromorfología del suelo ha conocido un desarrollo importante desde el establecimiento de la técnica de láminas delgadas. El uso de microscopía óptica y la microscopía electrónica de barrido, acopladas a sistemas de procesamiento de imágenes, ha servido para elucidar mecanismos biológicos y físicos de agregación del suelo. Estas técnicas han sido utilizadas para suelos estructuralmente inestables. En este trabajo se reportan los avances más importantes alcanzados en el estudio de la agregación de suelos arenosos pomáceos.

2. Caracterización de rizocorazas mediante microscopía estereoscópica. Las rizocorazas son estructuras típicas de la interacción entre suelos arenosos y las raíces de las plantas. Han sido descritas principalmente para arenas de cuarzo en diferentes partes del mundo. La macroporosidad de origen textural permite el crecimiento abundante de células epidérmicas (pelos absorbentes), las cuales son más largas respecto a raíces que crecen en suelos con mediano o alto contenido de arcilla. El crecimiento abundante de células epidérmicas de pasto Bermuda y de maíz, pero también de girasol y amaranto, se traduce en la formación de corazas en las cuales quedan firmemente atrapadas partículas del suelo. Estas estructuras proporcionan al suelo una alta estabilidad, debido a que las partículas quedan enredadas físicamente sin que puedan ser liberadas por efecto de la humectación o tratamientos más drásticos. Mediante microscopía óptica y utilizando tejido de raíz teñido con azul de tripano, se demostró la participación de hifas de hongos micorrízicos y no micorrízicos en el proceso de estabilización del suelo.

3. Formación de zonas bien agregadas por abundancia de raíces. En un estudio con cuatro especies vegetales se demostró que la abundancia de raíces finas en la matriz del suelo produce una agregación acompañada por reducción de la porosidad. Se establecieron cuatro grados de desarrollo estructural, dependiendo de la densidad de raíces presentes en el suelo.

4. La microscopía electrónica de barrido permitió oservar con mayor detalle la micromorfología de las estructuras biológicas (células epidérmicas, principalmente) y su relación con las partículas del suelo. Se puso en evidencia que las raíces contribuyen a la formación de microagregados (< 250 µ), formados por residuos vegetales, partículas minerales y células epidérmicas.

5. Conclusiones. Los análisis de imágenes obtenidas por diferentes técnicas, han permitido elucidar los mecanismos que otorgan estabilidad temporal al suelo arenoso: a) formación de rizocorazas, en las cuales intervienen preponderantemente los pelos absorbentes, y en un papel secundario, el micelio de hongos micorrízicos y saprofíticos; b) La concentración de raíces finas (< 1 mm) facilita la formación de zonas de agregación (grandes macroagregados de hasta 1 cm de diámetro) que muestran una menor porosidad respecto al arreglo de empaquetamiento típico del suelo arenoso, y c) las células epidérmicas contribuyen a la formación de microagregados compuestos básicamente de partículas finas de arena y limo, arcilla no expandible, y materia orgánica en descomposición.

SE01-6

MICRO-CARTOGRAFÍA DEL ESPACIO POROSO DE DIFERENTES SISTEMAS AGRONÓMICOS, EMPLEANDO SOFTWARE PARA EL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES EN SECCIONES DELGADAS

Torres Guerrero Carlos[1], Gutiérrez Castorena María del Carmen[1], Suástegui Méndez Enrique[1], Pineda Marín Luis[1], Fuentes Ponce Mariela[2] y Gutiérrez Castorena Edgar V.[1]

[1]*Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo*
[2]*Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco*
torres.carlos@colpos.mx

Introducción. La estructura del suelo es definida como el simple arreglo de las partículas y el espacio poroso del suelo. La distribución del espacio poroso es un dato calculado indirectamente con la densidad aparente del suelo (Houlbrooke et al., 1997) o con aparatos como el infiltrómetro de tensión de disco (Stange y Horn, 2005). En otros casos se ha empleado el análisis de imágenes, aunque se utilizan imágenes aisladas y pequeñas que no dan una idea general, sino muy específica de la porosidad (Skvortsova et al., 2006). Se ha comparado la porosidad en suelos cultivados bajos diferentes sistemas agronómicos como labranza convencional (LC) y agricultura de conservación (AC), y se ha encontrado que varían significativamente (Shaver et al., 2002); sin embargo, se desconoce la microescala en la que ocurre esta variación.

Objetivo. Estandarizar una técnica utilizando el análisis de imágenes de secciones delgadas y software para el procesamiento de imágenes (Autocad, Erdas y Arc gis) para cuantificar la porosidad en muestras inalteradas y su relación con rasgos pedogenéticos.

Materiales y métodos. El trabajo constó de la obtención de muestras inalteradas (7x5 cm y 30 µm de ancho) para fabricar secciones delgadas, a dos diferentes profundidades (0-10 y 10-20 cm), en parcelas donde se practica la agricultura de conservación con diferentes combinaciones (Govaerts, et al., 2006). Se emplearon cuatro tratamientos, 1) cero labranza (CL), maíz y con residuos de la cosecha anterior (r+), 2) CL, trigo y r+, 3) Cl, maíz y sin residuos (r-) y 4) CL, trigo y r-. Las muestras inalteradas se elaboraron de acuerdo con Murphy (1985) y se describieron con base en Bullock et al. (1985). Las secciones delgadas fueron fotografiadas en su totalidad (50 fotografias) con un microscopio petrográfico 2x, utilizando una cuadricula de 0.6x1.0 cm impresa en un acetato. Las imágenes fueron tratadas con el software Autocad 10, Erdas 9.2 y Arc gis 9.3, para mantener la precisión y la corrección geométrica de cada imagen.

Resultados y discusión. En el tratamiento CL , maíz y r+, obtuvo una porosidad de 60-70% que se relaciono con las raíces y agregados de estructura subangular a migagosa; mientras que en el tratamiento CL, trigo ¬y r+, la porosidad se redujo (50-60%) y se relaciono con la masa basal de estructura subangular y poros de tipo fisuras. Por último, los tratamientos con LC fueron los que obtuvieron menor porosidad y una estructura menos desarrollada.

Conclusiones

El empleo de esta técnica permite realizar un análisis minucioso y detallado de la relación de la porosidad y las superficies naturales con las que se relacionan, aun dentro de un mismo microambiente.

SE01-7

MICRO-CARTOGRAFÍA DE LA DISTRIBUCIÓN DE ESPORAS Y FORMACIÓN DE AGREGADOS EN SUELOS CON APLICACIÓN DIRECTA DE RESIDUOS ORGÁNICOS EMPLEANDO SOFTWARE PARA EL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES EN SECCIONES DELGADAS

Suástegui Méndez Enrique, Gutiérrez Castorena María del Carmen, Ortíz Solorio Carlos, Gutiérrez Castorena Edgar V., Ochoa Estrada Salvador, Pineda Marín Luis y Torres Guerrero Carlos

Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo
suastegui.enrique@colpos.mx

Introducción. Los agregados se forman por la acción de la materia orgánica al proporcionar la fuente de energía que hace posible que la actividad de hongos, bacteria y fauna del suelo se incremente, lo que favorece que los residuos se descompongan y se produzca un gel enlazante. Generalmente, los estudios de tipos de hongos se realizan de manera inalterada y utilizando tinción, por lo que se desconoce cual es la distribución de las esporas y de las hifas con diferentes superficies naturales (agregados, poros y granos minerales) bajo diferentes grados de mineralización de los residuos orgánicos.

Objetivos. Monitorear a nivel de microescala la distribución de esporas e hifas y sus relaciones con superficies naturales en suelos con aplicación directa de residuos orgánicos

Materiales y Métodos. Se aplicaron residuos orgánicos municipales a diferentes tipos de suelo. Se colectaron muestras inalteradas a los siguientes intervalos de tiempo 1, 60 y 100 días, a dos diferentes profundidades; además, de la muestra inalterada de suelo sin material orgánico para los tres sitios. Las secciones delgadas (grueso de 30 µm, 7.5×5 cm) fueron preparadas y montadas empleando la metodología de Murphy (1986) y descritas usando a Bullock et al. (1985). Las secciones delgadas fueron fotografiadas en su totalidad (50

fotografías) con un microscopio petrográfico 2x, utilizando una cuadricula de 0.6x1.0 cm impresa en un acetato. Para determinar la distribución de esporas y de agregados, fueron observadas sistemáticamente debajo de un microscopio petrográfico (Olympus® BX51) usando una rejilla transparente (0.5×0.5 cm, 2×). Cada característica observada en las secciones fue dibujada en la imagen impresa y un mapa fue diseñado. Las secciones delgadas fueron fotografiadas en su totalidad (50 fotografías) con un microscopio petrográfico 2x, utilizando una cuadricula de 0.6x1.0 cm impresa en un acetato. Las imágenes fueron tratadas con el software Autocad 10, Erdas 9.2 y Arc gis 9.3, para mantener la precisión y la corrección geométrica de cada imagen.

Una vez editadas las fotografías fueron analizadas una por una con ayuda del software Image-Pro v5.1 Plus y los datos fueron tabulados y analizados estadísticamente. Se realizó la cartografía del de la distribución de las esporas con las diferentes superficies naturales.

Resultados y Discusión El comportamiento de los microagregados y la distribución de espora e hifas durante el proceso de descomposición de la materia orgánica presento un incremento a los 60 días y decremento finalizando el proceso a 100 días; por lo que la microagregación es producto de la acción de hifas y esporas quien fluyen en la estabilidad de los agregados, no así en macroagregados donde presentó un comportamiento inverso al de los microagregados. La relación entre la distribución de esporas y las superficies naturales es diferente en las etapas de degradación de la materia orgánica

Conclusiones Este método permite establecer la distribución espacial de esporas e hifas y su relación con microagragados (<250 µm) y macroagregados (> 250 µm) en diferentes superficies naturales (agregados, poros y granos minerales) bajo diferentes grados de mineralización de los residuos orgánicos.

SE01-8

CUANTIFICACIÓN DE LA POROSIDAD EN SUSTRATOS EN MEZCLAS Y A GRANEL EMPLEANDO SOFTWARE PARA EL ANÁLISIS DE IMÁGENES

Pineda Marín Luis, Gutiérrez Castorena María del Carmen, Torres Guerrero Carlos, Suástegui Méndez Enrique, Gutiérrez Castorena Edgar V. y Anicua Sánchez Rosa

Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo

ing.lu@live.com.mx

Introducción. Para la determinación de las propiedades físicas, químicas y biológicas en la mezcla de sustratos generalmente se utilizan mezclas a granel, por lo que se ha encontrado baja reproducibilidad de los resultados. Se recomienda varias repeticiones y análisis estadísticos para obtener muestras representativas, sin embargo, la varianza de los datos es muy amplia. Se ha reportado que la varianza se reduce si se analizan las propiedades con base a tamaños de partícula (Anicua, 2008), pero no se ha mencionado que pasa a nivel in situ la distribución de las partículas y la variabilidad en tipos y frecuencia de poros en diferentes mezclas.

Objetivo

Analizar la variabilidad en la porosidad en muestras a granel y en mezclas con diferente tamaño de partícula con el análisis de imágenes usando el programa image pro plus 5.1.

Materiales y métodos.

El trabajo constó en la toma muestras utilizando tubos de aluminio para la obtención de muestras inalteradas (7x5 cm y 30 µm de ancho) para fabricar secciones delgadas, a los cuales se les modifico su forma para que se parecieran a las cajas de Kubiena. Las mezclas utilizadas fueron: Peatmoss-Agrolita, Pomez y Composta-Tezontle-Agrolita, se obtuvieron láminas delgadas, empleando la metodología de Murphy (1986) y se describieron con base a (Bullock, 1985) con la finalidad de observar los cambios ocurridos dentro del sustrato durante el proceso, también se determinaron las curvas de liberación de agua en cada uno de los materiales utilizados con base en el modelo de Boodt et al. (1974).

Las secciones delgadas fueron fotografiadas en su totalidad (40 fotografías) con un microscopio petrográfico 2x, utilizando una cuadricula de 0.6x1.0 cm impresa en un acetato. Las imágenes fueron tratadas con el software Autocad 10, Erdas 9.2 y Arc gis 9.3, para mantener la precisión y la corrección geométrica de cada imagen.

Resultados y discusión

El uso de sustratos a granel presenta una alta variabilidad en cuanto a su porosidad aun dentro de la misma mezcla; por lo tanto, es difícil obtener homogeneidad en los resultados obtenidos. Los análisis morfológicos de las secciones delgadas se correlacionan con las propiedades hídricas y el tipo de partícula y proporción de mezcla, debido a que las partículas presentan diversos patrones de distribución ya sea en banda o distribución aleatoria.

Conclusiones

Esta técnica permite cuantificar de manera precisa la porosidad en mezclas y a granel manejando diferentes tamaños de partícula.

Debido a esto hay una clara necesidad de realizar mayor investigación en lo que se refiere a las propiedades hídricas de los sustratos y esta a su vez deber ser especifica ya sea para un sustrato solo o en mezcla y para un cultivo en especial.

SE01-9

MÉTODOS MAGNÉTICOS PARA EL MONITOREO DE LA CONTAMINACIÓN DE SUELOS URBANOS POR METALES PESADOS

Aguilar Reyes Bertha[1], Bautista Zúñiga Francisco[2], Carvallo Claire[3], Gogichaishvili Avto[1] y Battu Julie[4]

[1]*Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM*

[2]*Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM*

[3]*Institut de minéralogie et de physique des milieux condensés, France*

[4]*Université d'Orleans, France*

baguilar@geofisica.unam.mx

Se estudiaron 100 muestras de suelos urbanos superficiales de la ciudad de Morelia Michoacán. Los experimentos magnéticos, que incluyeron la susceptibilidad, la histéresis y mediciones de remanencia revelaron una mezcla de titanomagnetitas / titanomaghemites como los posibles portadores magnéticos. En las curvas de adquisición de magnetización remanente isotérmica (IRM por sus siglas en inglés) se observa una saturación casi completa alrededor de 200 mT para todas las muestras y los valores para el parámetro S-200 (S-200 = IRM-200/SIRM) oscilan entre 0,7 y 1,0, como es de esperarse para los minerales ferromagnéticos. Por otra parte, se observó que las muestras con los mayores contenidos de Ni y Cu muestran un aumento significativo en la susceptibilidad magnética, mientras que la SIRM (IRM de saturación) se correlaciona bastante bien con el contenido de Cr.

SE01-10

EVALUACIÓN ESPACIAL DE LA APTITUD DE LOS SUELOS COMO RECEPTORES DE AGUAS RESIDUALES CON ALTA CARGA ORGÁNICA EN ZONAS DE KARST

Aguilar Duarte Yameli y Bautista Zúñiga Francisco

Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM

yaguilar@pmip.unam.mx

En México existe una gran cantidad de información edáfica; sin embargo, los estudios espaciales con fines ambientales son muy escasos y en Yucatán son inexistentes a pesar de existir ecuaciones de pedotransferencia sobre el uso de los suelos como reactores en el tratamiento de las aguas residuales porcinas (ARP). En Yucatán la principal actividad económica es la porcicultura, esta actividad genera 6095500m3 anuales de ARP, el 37% no recibe ningún tratamiento y son depositadas sobre suelos o directamente en el acuífero, representando una fuente de contaminación. Bajo estas circunstancias de una alta cantidad de ARP y una gran cantidad de información edáfica se hace necesaria la elaboración de mapas de suelos con sus aptitudes como reactores naturales. El objetivo fue la aplicación de las funciones de pedotransferencia sobre el uso de los suelos como reactores para el tratamiento de las ARP a la base de datos de suelos del estado de Yucatán para identificar espacialmente la aptitud de los suelos como receptores de aguas residuales con alta carga orgánica. Se generó un índice de aptitud de los suelos con base en la retención, transformación y mineralización de la materia orgánica soluble contenida en las ARP. Se realizó un mapa de aptitud de suelos utilizando como base el mapa de suelos, posteriormente se realizó un análisis discriminante para identificar el grado de confiabilidad de las espacialización de los índices de aptitud, con lo cual se realizó el mapa de la precisión de la espacialización de las funciones de los suelos como reactores naturales en el tratamiento de las ARP. Los niveles del índice de aptitud (IA) fueron: no apta (NA) para suelos que no poseen importancia agrícola ubicados en la zonas costeras; marginalmente apta (A3) cuando la asociación edáfica presente un IA menor a 33; moderadamente apta (A2) cuando el IA se encuentre entre 33 y 40; y apta (A1) cuando la asociación edáfica posea un IA mayor a 40. Los suelos NA para el uso agrícola de las ARP son AR, SC, HS y GL distribuidos en las planicies costeras y las planicies palustre-cársticas, abarcan un 3.6% de la superficie. La clase A3 corresponde a planicies cársticas con dominancia de LP asociado con CM y LV, abarca el 83.9% de la superficie del estado. La clase A2 corresponden a las planicies escalonadas, colinas y una parte de la zona de montañas que ocupan el 6.5% de la superficie. La clase A1 se encuentran en los lomeríos y montañas cuyas asociaciones edáficas contienen VR, LV y ST, representan solo 6% de la superficie. El análisis discriminante indica una confiabilidad global del 71.5%, es decir, es correcto utilizar los grupos de suelo para espacializar el IA obtenido con las funciones de pedotransferencia y la base de datos de suelos. La certeza para la extrapolación de las funciones de pedotransferencia en AR y GL fue de 100%, LP (95%), VR (75%), SC (71%), ST (50%), LV (48%) y CM (48%). Los porcentajes de precisión de la espacialización van desde 62% hasta un 95%.

SE01-11

USO DE LA MINERALOGÍA Y GEOQUÍMICA EN LA DETERMINACIÓN DE LA GÉNESIS DE SUELOS SOBRE CALIZAS: EL CASO DEL NE DE YUCATÁN

Solleiro Rebolledo Elizabeth[1] y Cabadas Báez Héctor[2]
[1]*Instituto de Geología, UNAM*
[2]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
solleiro@geologia.unam.mx

El origen de los suelos desarrollados sobre calizas ha sido discutido ampliamente en la literatura, en diversas partes del mundo, particularmente con respecto a la formación de las llamadas Terra-Rossa. Se han planteado dos hipótesis, básicamente, sobre la fuente del material parental de estos suelos: alteración insitu de la caliza (hipótesis de formación autóctona) y alteración de materiales depositados sobre la caliza (hipótesis alóctona). A pesar de los esfuerzos para validar una u otra, aún hay dudas sobre qué mecanismos controlan la formación de los suelos del NE de Yucatán. En este trabajo, se emplearon técnicas mineralógicas y geoquímicas aplicadas a los suelos, los cuales se compararon con los del sustrato calcáreo, así como con la información disponible de materiales de fuentes alóctonas: polvo del Sahara, vulcanismo de centro América y de las Antillas, loess de Norteamérica, sedimentos depositados por transporte litoral. Se analizaron diversos objetos desarrollados sobre las calizas: suelos rojos, profundos (tipo Terra Rossa); rellenos en las depresiones cársticas (pedosedimentos); y los suelos que dominan la cubierta de la región, las Rendzinas. Se llevó a cabo un análisis mineralógico de la fracción arena bajo microscopio petrográfico con la técnica de inmersión, así como difracción de rayos X para identificar los minerales arcillosos, bajo diversos pre-tratamientos. La composición química total se determinó por fluorescencia de rayos X, que ayudó a la formulación de tendencias de alteración geoquímica. La composición de tierras raras se evaluó por ICP-masas. El residuo silicatado procedente de la disolución de calizas también fue analizado, con la misma metodología. Los resultados obtenidos muestran que la mineralogía de la fracción arena, el radio Zr/Ti y los diagramas ternarios de Ti-Y-Zr, La-Th-Sc and Zr-Th-Sc, así como la composición de las tierras raras de los suelos rojos, las Rendzinas y los pedosedimentos son similares, a pesar de tratarse de materiales con distinto grado de desarrollo. De esta manera, se demuestra que se trata de suelos con patrones genéticos similares. Las evidencias encontradas permiten apoyar que los suelos de la región se forman por una mezcla de materiales, con contribución del residuo silicatado de las calizas con sedimentos volcánicos y de composición granítica-metamórfica, redepositados por transporte eólico y litoral.

SE01-12

CAMBIOS QUÍMICOS, MINERALÓGICOS Y MAGNÉTICOS EN LOS SUELOS POR EFECTO DEL FUEGO EN CONDICIONES DE LABORATORIO

Bautista Zúñiga Francisco[1], Quintana Patricia[2], Aguilar Reyes Bertha[3], Faust Betty[4], Rivas Hilda[1] y Gogichaishvili Avto[3]
[1]*Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM*
[2]*Física Aplicada, Cinvestav, Unidad Mérida*
[3]*Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM*
[4]*Universidad Autónoma de Campeche*
leptosol@ciga.unam.mx

La quema agrícola del suelo es un tema de controversia, por un lado se le concibe como un método para el control de arvenses y para el aumento de la fertilidad del suelo y por el otro, se exaltan sus efectos negativos, pérdida de carbono orgánico, nitrógeno y azufre, entre otros. No es claro el efecto del fuego en el pH, CE y MO del suelo. El objetivo de este trabajo fue la identificación de los cambios en el suelo por efecto de la aplicación de calor en condiciones controladas. Utilizamos cuatro muestras de diferentes suelos: Leptosol lítico (LPli), Chromic Stagnosol (STch), Antrosol (AT) y Humic Rendzic Leptosol (LPhurz). Las muestras se quemaron en el laboratorio a temperaturas de 250 a 650o C durante 30 minutos con incrementos de 50º C. Las procedes químicas analizadas fueron: pH, CE, materia orgánica y fósforo, así como la identificación de minerales por difracción de rayos X (DRX), y las propiedades magnéticas. Los resultados se analizaron mediante modelos de regresión simple, cuadrática y polinomial para identificar el patrón de cambio asociado a los niveles de temperatura aplicados al suelo. Los patrones de cambio en las propiedades de los suelos por efecto de la quema son: a) el pH tiene cambios mínimos hasta los 450º C, posteriormente aumenta linealmente con la intensidad de la quema; b) la conductividad eléctrica presentó un comportamiento cuadrático; c) el fósforo presentó un incremento lineal con la intensidad del fuego; y d) la materia orgánica del suelo disminuye linealmente con la intensidad de la quema; sin embargo, considerando los valores iniciales aumenta a los 250° C y luego disminuye, las mayores pérdidas se produjeron entre 400° y 600° C. El análisis de DRX mostró diferencias sustanciales en cuarzo (25 a 90%) y calcita (5-70%), mientras que anatasa y feldespatos tienen un contenido menor al 10%. En la fracción fina hay caolinita y dichita y además trazas de hematita. En general, se puede decir que el STch mostró el mayor contenido de aluminosilicatos. Con el tratamiento térmico se observó tendencia a incremento de calcita y anatasa y una disminución en cuarzo y aluminosilicatos. La suceptibilidad magnética a baja frecuencia (Xld) y la magnetización remanente isotérmica de saturación (SIRM), mantienen cambios ligeros en las muestras hasta los 500° y 550° C, posteriormente los valores presentaron incrementos altos. El valor de la Xfd muestra un comportamiento muy particular para cada suelo, pero siempre indicando una variación en la fracción de granos superparamagnéticos. Los suelos presentan patrones de comportamiento similar pero con intensidad diferente por sus particularidades en el contenido mineral y orgánico. La fertilidad del suelo alcanza su máximo entre los 300º y 350º C. La SIRM y la Xfd podrían ser utilizadas como propiedades indicadoras de cambios fuertes en los suelos por efecto de la quema.

SE01-13

LOS EFECTOS DEL MANEJO FORESTAL EN EL CONTENIDO DE CARBONO EN LOS SUELOS DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA MARIPOSA MONARCA

Pérez Ramírez Silvia, Bautista Zúñiga Francisco y Ramírez Ramírez María Isabel
Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM
sil_spr01@yahoo.com

En bosques templados, los suelos almacenan dos tercios del carbono (C) total de estos ecosistemas, mientras que la vegetación almacena sólo un tercio. El suelo tiene la capacidad de almacenar C por largos periodos de tiempo, sin embargo, este reservorio disminuye a causa de la degradación. La degradación del bosque reduce la cantidad de C en el suelo ya que al eliminarse la vegetación también se elimina la aportación de materia orgánica. En este proceso la superficie queda expuesta, el suelo se erosiona y la oxidación de los residuos orgánicos libera CO2 convirtiendo al suelo en una fuente de C en lugar de un sumidero. En el caso de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca (RBMM), los suelos presentan degradación como consecuencia del manejo forestal inadecuado, la deforestación y los incendios. Los procesos de perturbación han aumentado en los últimos 10 años y las actividades humanas han acelerado los procesos de erosión del suelo provocando la pérdida del carbono orgánico. El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos del manejo forestal (bosque conservado, bajo aprovechamiento y perturbado) en el contenido de C en los suelos de la RBMM, en particular en la Comunidad Indígena San Juan Xoconusco. Se realizó un muestreo de suelo en 30 perfiles. Los resultados se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de Duncan. El ANOVA mostró diferencias significativas (F (5,24)= 6.86; p= 2.71) en el contenido de C en los suelos bajo distintas condiciones de manejo. Existen 2 principales tipos de suelo en la zona de estudio: umbrisoles bajo bosques de oyamel y andosoles bajo bosques de pino-encino. El bosque de oyamel conservado almacena en el suelo un promedio de 13.49 t C ha-1, esto representa casi el doble del C almacenado en el suelo con bosques bajo aprovechamiento; y 1.1 veces más C que el suelo con bosques perturbados. Los umbrisoles bajo un bosque que fue perturbado hace 4 años perdieron 12% del C original mientras que los umbrisoles bajo un bosque que fue aprovechado hace 20 años perdieron 35% del C. El bosque de pino-encino conservado acumula en el suelo un promedio de 10.22 t C ha-1, esto representa 2.5 veces más C que el suelo con bosques bajo aprovechamiento y ocho veces más C que el suelo con bosques perturbados. Los andosoles bajo un bosque que fue aprovechado hace 10 años perdieron 59% del C original mientras que los andosoles bajo un bosque que ha sido perturbado por más de 20 años perdieron hasta 87% del C. Cuando el suelo se degrada pierde 12 % del C inicial en sólo 4 años y casi 90% del C en 20 años. Los resultados de este trabajo contribuyen al conocimiento del valor ecológico de los suelos de la RBMM y representan argumentos a favor del manejo forestal sustentable como estrategia para el aprovechamiento de los recursos, que además de ser una actividad económica, puede favorecer la preservación del C en el suelo y la restauración de los suelos degradados.

SE01-14 CARTEL

SPATIAL DISTRIBUTION OF KARSTIC DEPRESSIONS IN TROPICAL KARST PLAINS

Aguilar Duarte Yameli[1], Mendoza Cantu Manuel[1], Frausto Martínez Oscar[2], Ihl Thomas[2], Bollo Manent Manuel[1] y Bautista Zúñiga Francisco[1]
[1]*Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM*
[2]*Universidad de Quintana Roo, Unidad Cozumel*
yaguilar@pmip.unam.mx

Early geomorphic studies of the state of Yucatán, Mexico lead to the recognition of two regions, the first located to the north with apparently homogeneous plains, the second, to the south with a plain system alternating with hills with a greater development of karst and more extensive relief. Digital elevation models have been useful to identify geomorphic units in southern Yucatan, however, this tool is not of utility in the karstic plains. Karstic depressions are characteristic features of karstic landscape that can be recognized in 1:50,000 scale topographic maps, their abundance and size being indicators of the intensity of rock dissolution. The objective of the present work was zoning of the karstic plains based on an analysis of karstic depressions and to identify the stages of karst development.

Four karstic plains have been reported, differentiated by their elevation of from less than 10 to 40 masl. For the analysis of exokarstic negative relief forms (depressions and bodies of water) in the karstic plains, their polygons and centroids were extracted in vectorial data of 1:50,000 scale topographic maps to calculate their density. Also, a typology of exokarstic negative landforms was defined differentiating them in dolines, compound dolines (uvales) and poljes. A total of 6717 depressions were quantified, the larger and more numerous being found in the 20, 10 and 30 m asl karstic plains, being mainly dolines and compound dolines. Density of exokarstic negative landforms shows spatial patterns, such as the cenote ring, classified as of medium density, and the doline fields, predominant in the 20 and 30 m asl karstic plains, classified as of high density. The resulting geomorphic map at a 1:100,000 scale allows for identification of 11 different karstic plains, instead of the four initially recognized, in which it is possible to identify the stages of karst development.

SE01-15 CARTEL

LA SOBRESTIMACIÓN DEL CARBONO ORGÁNICO EN LEPTOSOLES DEL ESTADO DE YUCATÁN

Bautista Zúñiga Francisco[1], Calvo Irabién Luz María[2], Martínez Téllez Yazmín[2], Aguilar Duarte Yameli[1] y Delgado Carranza Carmen
[1]*Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM*
[2]*Centro de Investigación Científica de Yucatán*
leptosol@ciga.unam.mx

El suelo es considerado como un importante reservorio de carbono debido a que contiene cerca de tres veces más carbono que la vegetación y dos veces más que el presente en la atmósfera y además puede retenerlo por largos periodos de tiempo. En los inventarios de carbono edáfico en México se reporta que los suelos del estado de Yucatán es un gran reservorio de carbono, lo cual contrasta con su escaso desarrollo y su clima semiárido y calido subhúmedo. Por otro lado, para la estimación del carbono orgánico del suelo se requiere la cuantificación de la fracción gruesa (piedras y gravas), la densidad aparente y la profundidad del suelo; sin embargo, el inventario de suelos del INEGI no reporta los dos primeros por lo que los mapas de carbono orgánico del suelo son una aproximación gruesa que genera grandes dudas. El objetivo de este trabajo fue la cuantificación de la fracción gruesa y de la densidad aparente en suelos de Yucatán para estimar el grado de error en los cálculos del carbono orgánico del suelo. Los análisis de las 110 muestras de suelo fueron: separación manual de las piedras, grava gruesa (20 a 63 mm) y grava mediana (6.3 a 20 mm), la grava fina (2 a 6.3 mm) se separaró con un tamiz malla 10; se registró el color en seco y húmedo por comparación con las tablas Munsell; la densidad aparente por el método de la probeta y la materia orgánica con dicromato de potasio. Los fragmentos gruesos varían desde 7% hasta el 97%, con un promedio de 71%, una desviación estándar de 20 y una mediana de 77%. En promedio la masa del suelo total está compuesta de tierra fina con un 29%, gravas finas 3%, gravas medianas 12%, grabas gruesas 37% y piedras 19%. La grava gruesa correlaciona con la tierra fina (r= 0.65) y es el mayor constituyente de la fracción gruesa. La falta del análisis de la fracción gruesa puede influir en una sobre-estimación del carbono del suelo de entre el 7% en los suelos rojos hasta el 97% en los suelos negros; con un promedio de error de la estimación del carbono del suelo del 71%.

SE01-16 CARTEL

NICHO ECOLÓGICO DE DIEZ ESPECIES DE PLANTAS DEL CORDÓN LITORAL DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

Leirana Alcocer Jorge[1], Bautista Zúñiga Francisco[2] y Crespo Villalba Manuel B.[3]
[1]*Universidad Autónoma de Yucatán*
[2]*Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM*
[3]*Instituto de la Biodiversidad, Universidad de Alicante*
jleirana@uady.mx

Las comunidades de plantas son colecciones de especies que coinciden en el espacio y tiempo y que pueden presentar interacciones bióticas, sin embargo; es probable que algunas de las especies presenten ámbitos geográficos diferentes y por lo tanto no experimenten siempre las mismas condiciones ambientales, como clima y suelo.

Dado que la distribución espacial de las especies de plantas es una manifestación de su nicho ecológico realizado; estos estudios nos dan información acerca de sus límites de tolerancia fisiológica (de temperatura o humedad por ejemplo) o capacidad de dispersión. Este tipo de estudios, proporcionan información sobre las relaciones entre los diferentes paisajes en los que habitan, además de qué la identificación de las especies que pueden ser más vulnerables a la extinción, por tener ámbitos geográficos restringidos. Los cordones litorales del Estado de Yucatán son de gran interés para la conservación biológica. Varias especies de plantas protegidas tienen su hábitat en este paisaje geomorfológico, sin embargo está sujeto a rápidos y extensos cambios en el uso del suelo que puede comprometer la conservación biológica. La conservación de las especies de plantas de estos paisajes requiere del conocimiento de su nicho ecológico. En este trabajo se describe la distribución geográfica dentro del territorio mexicano de diez especies costeras Jaquinia aurantiaca, Pithecellobium keyense, Coccoloba uvifera , Caesalpinia vesicaria, Bumelia retusa, Agave angustifolia, Coccothrinax readii., Pseudophoenix sargentii, Thrinax radiata; y el cacto enano endémico de Yucatán Mammillaria gaumeri. Estas plantas fueron seleccionadas por su frecuencia y abundancia a lo largo del cordón litoral de Yucatán, excepto por M. gaumeri que se incluyó por ser una especie endémica y enlistada en la NOM-SEMARNAT-059.

Se usaron regresiones logísticas para determinar la probabilidad de encontrar una especie en una unidad muestral (el país fue subdividido en 350 Unidades muestrales de igual superficie) de acuerdo a las variables climáticas y tipo de suelo dominante. Las ecuaciones logísticas nos indican cuáles son los factores que mas influyen en la probabilidad de que una especie de planta esté presente en cada unidad muestral.

Se encontró que salvo M. gaumeri, todas las especies se presentan en una gran variedad de grupos de suelo y grados de aridez. Todas las especies son preferentemente de climas tropicales. Se encontró que la Península de Yucatán representó la parte más árida de la distribución de casi todas las especies. Se encontró que los suelos fueron los factores más importantes al determinar la presencia de las especies estudiadas. Se recomienda tomar acciones para proteger al cacto M. gaumeri que resultó ser la especie más restringida en cuanto a distribución geográfica y grupos de suelo y clima.

Palabras Clave: Clima, Suelo, distribución geográfica, costa yucateca.

SE01-17 CARTEL

MATERIALES DEL SUELO EMPLEADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN PREHISPÁNICA Y NOVOHISPÁNICA: EL ADOBE

Gama Castro Jorge E.[1], Pi Puig Teresa[1], Cabadas Báez Héctor[2], Alcalá Martínez René[1], Cruz Cruz Tamara[2], Jasso Castañeda Carolina[3], Díaz Ortega Jaime[1], Sánchez Pérez Serafín[4], López Aguilar Fernando[4] y Vilanova de Allende Rodrigo[4]
[1]*Instituto de Geología, UNAM*
[2]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
[3]*Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM*
[4]*Escuela Nacional de Antropología e Historia*
jgama@geologia.unam.mx

El objetivo de este artículo consiste en contribuir al conocimiento científico relacionado con la naturaleza intrínseca del adobe como material prehispánico-novohispánico de construcción. Para caracterizar formalmente a las muestras de adobe disponibles, se utilizaron métodos analíticos aceptados internacionalmente por la Sociedad de la Ciencia del Suelo, así como por. la Sociedad Americana de Pruebas y Materiales. Éstos, métodos incluyeron análisis físicos y químicos de rutina, complementados con análisis selectos, entre ellos: (i) determinación cuantitativa del tamaño de partícula; (ii) análisis micromorfológico; (iii) difracción por rayos X; y (iv) fluorescencia de rayos X.

Las muestras analizadas se caracterizan por las siguientes variables: (i) domina una matriz de textura franca; (ii) contenidos bajos a moderados de arcilla; (iii) predomina una densidad aparente alta; (iv) bajo coeficiente de extensión linear; (v) consistencia estable; (vi) retención moderada de agua a 33 y 1500 kPa; (vii) reacción alcalina predominante; (viii) baja a moderada reacción a la fenolftaleina; (ix) contenido pobre a moderadamente pobre de materia y carbono orgánico; (x) fracción arena dominada por vidrio y minerales volcánicos primarios; (xi) fracción arcilla dominada por feldespatos y halloisita y (xii) arreglo micromorfológico y composición mineralógica similares al de un aluvión vulcanogénico.

Por otra parte, resulta notable que las características y propiedades de los adobes estudiados, sean muy similares entre si. Esta similitud sugiere la probabilidad de que dichos materiales fueron elaborados bajo condiciones controladas.

SE01-18 CARTEL

MAGNETISMO AMBIENTAL COMO HERRAMIENTA COMPLEMENTARIA EN LOS ESTUDIOS DE SUELOS VOLCÁNICOS DE MÉXICO

Rivas Ortiz Jorge
Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM
jorger@hotmail.com

La diversidad de suelos que existen en el país y la información que estos registran dentro de sus horizontes, ha fomentado que en años recientes se esté observando un mayor interés por estudiarlos con diversos métodos y desde diferentes perspectivas, consolidando rápidamente al suelo como una valiosa y potencial fuente de información complementaria para otras investigaciones. Los estudios de suelos analizan sus propiedades físicas y químicas y recientemente han incorporado para su estudio el análisis de parámetros magnéticos. Sus bajos costos, facilidad de operación, rapidez y su carácter no-destructivo son solo algunos de los factores que aventajan

el análisis de estos parámetros sobre la mayoría de los métodos y técnicas no magnéticos que se utilizan frecuentemente en los estudios del suelo. De esta forma el magnetismo ambiental se enfoca en poder obtener una completa caracterización de la composición, concentración, distribución y dureza de las partículas magnéticas presentes dentro de los horizontes del suelo. Estos factores son sensibles a las variaciones que ocurren en el suelo producto de la interacción entre factores formadores de suelo y los procesos pedogenéticos. El análisis de los parámetros magnéticos ha sido aplicado de forma exitosa en el estudio de suelos volcánicos modernos y antiguos como fuente de información complementaria en investigaciones de reconstrucción climático-ambiental. Recientemente se ha diversificado su aplicación incluyendo estudios contaminación y trabajos arqueológicos, entre otros. En los estudios de reconstrucción paleoambiental, en especial las secuencias de paleosuelos del centro de México, el análisis de estos parámetros magnéticos ha facilitado la delimitación de horizontes con mayor resolución, determinando las fases magnéticas que coexisten en el suelo, infiriendo algunos de los procesos que pueden controlar el comportamiento magnético del suelo, así como las tasas de lavado y erosión, entre otros. Actualmente se está buscando poder establecer patrones magnético-pedológicos es secuencias de suelos volcánicos modernos, desarrollados bajo diferentes regímenes de precipitación y temperatura que presentan diferentes etapas evolutivas.

Sesión Especial

REGISTROS GEOFÍSICOS DE POZOS EN LA EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS

Organizador:
Enrique Coconi Morales

SE02-1

CORRELACIÓN DE REGISTROS GEOFÍSICOS DE POZOS Y DATOS RADIOMÉTRICOS EN ROCAS SEDIMENTARIAS Y VOLCÁNICAS DEL ÁREA DE SANTIAGO DE ANAYA, HIDALGO

González Flores Ernesto[1], Camacho Ramírez Erick[1],
Niño Olivo Isidro[1] y Coconi Morales Enrique[1 y 2]

[1]*Ciencias de la Tierra, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN*
[2]*Instituto Mexicano del Petróleo*
netito85@hotmail.com

Es de gran importancia la realización de estudios de registros geofísicos de pozo y radioactivos, para obtener una adecuada interpretación geológica y la correlación de zonas de interés.

El trabajo se enfoca en el análisis de los datos obtenidos de elementos radioactivos (Torio, Potasio y Uranio) que se realizo en un área de aproximadamente 228.97km2, ubicada dentro del municipio de Santiago de Anaya, en el Estado de Hidalgo; tratando de correlacionar este análisis con el análisis de los registros geofísicos del pozo petrolero Ixmiquilpan-1, localizado en el anticlinal San Miguel.

Las áreas se encuentran dentro de la provincia de la Sierra Madre Oriental la cual se distingue por estar conformado de montañas plegadas con orientación casi norte – sur, constituidas a partir de secuencias marinas detríticas y calcáreas, separadas por valles aluviales y llanuras a partir de antiguas cuencas lacustres, donde aparecen elevaciones aisladas.

El uso de espectrometría de rayos gamma como una herramienta para el mapeo de las concentraciones de radioelementos ha encontrado una amplia aceptación en diversos campos como es el cartografiado geológico, ambiental y para la exploración mineralógica.

El propósito de la espectrometría de rayos gama es estimar las concentraciones radioelementales de Potasio Uranio y Torio in situ.

La adquisición de los datos espectrométricos de rayos gama incluyó una cuadrícula con intervalo entre estación y estación de 500 metros respectivamente. Los datos de espectrometría de rayos gama fueron localizados geográficamente con ayuda del GPS y la adquisición de dichos datos se realizó con un espectrómetro de rayos gama portátil GRM – 260.

Una vez tomados los datos, estos se presentaron mediante mapas de imagen de los tres radioelementos (Uranio, Torio y Potasio) y el mapa de integración de los tres radioelementos (radioactividad total) los cuales permitieron la representación de la radioactividad en el lugar, para después ser analizadas con respecto a la geología del lugar.

El uso del método como un instrumento de mapeo requiere un entendimiento de los radioelementos en rocas y suelos, y los procesos que afectan su distribución y movilidad.

En este trabajo se presenta una metodología y los resultados preliminares obtenidos con el mismo método de espectrometría de rayos gamma.

Con el fin de poder determinar la litología del subsuelo de las áreas estudiadas con espectrometría, se utilizaron los registros geofísicos del pozo exploratorio petrolero Ixmiquilpan – 1, el cual se encuentra a una distancia aproximada de 9 Km al suroeste del área de estudio.

El procesamiento de los datos de los registros geofísicos se elaboro con ayuda del software PowerLog©; y la interpretación de los registros geofísicos solo se baso en relacionar las formaciones con los resultados obtenidos del procesamiento de los datos de los registros.

Con el análisis de las estructuras litológicas que corta el pozo, y con el análisis litológico superficial de las áreas estudiadas con el método espectrométrico, se obtuvo un modelo litológico.

SE02-2

EVALUACIÓN DE FORMACIÓN DURANTE LA PERFORACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA GEONAVEGACIÓN EN POZOS HORIZONTALES

Pérez Tinajero Carlos, Betancourt Sigmonin
José, Carderon Vila Erick y Calvo Calvo Rodrigo
Schlumberger
ctinajero@slb.com

La Región marina suroeste del golfo de México, contiene yacimientos que han sido descubiertos en areniscas Terciarias y en Carbonatos Mesozoicos. Estos campos petrolíferos son también unos de los más complejos para la perforación; perdidas de circulación de lodo, influjos de agua, zonas con sobrepresión, inestabilidad del agujero, atrapamientos de sartas de perforación, domos de sal de gran espesor, y otros eventos incrementan el riesgo y reducen la habilidad de obtener registros geofísicos convencionales.

Por otro lado, el desarrollo de algunos campos requieren pozos horizontales para incrementar la producción, este requerimiento complica los proyectos debido a que en ocasiones, por problemas de perforación, no se tiene la información de registros suficiente para colocar los pozos en la mejor zona del yacimiento. La toma de registros geofísicos durante la perforación (LWD, por sus siglas en ingles) es una opción para la optimización de la perforación y la adquisición de los datos para una evaluación petrofísica que permita tomar decisiones en tiempo real. En este trabajo se muestra como caso de estudio el campo Yaxche, en el cual se planeó perforar un pozo horizontal y geonavegar dentro de una arenisca saturada de aceite. La primera fase del proyecto consistió en perforar un agujero piloto con 30° de inclinación para realizar la evaluación petrofísica y determinar la zona con las mejores características petrológicas. El conjunto de herramientas LWD utilizadas fueron: SonicVISION*, herramienta sónica que permite obtener la onda compresional de la formación y calcular la presión de poro para actualizar la ventana de geopresiones y reducir las pérdidas de circulación de lodo de perforación; EcoScope* que proporciona lecturas de resistividad, rayos gamma (gr), densidad, porosidad, espectroscopia mineralógica, factor fotoeléctrico, caliper, imágenes de densidad-gr y sigma para el cálculo de la saturación de hidrocarburos y la identificación de propiedades petrológicas; StethoScope* fue utilizado para las pruebas de presión de formación y obtención de gradientes de presión en las zonas de interés.

La segunda fase del proyecto consistió en utilizar todas las evaluaciones en tiempo real para seleccionar la mejor zona para el geoposicionamiento del pozo horizontal, la herramienta PeriScope* fue aplicada para detectar la cima y la base del yacimiento e incrementar la longitud de la trayectoria del agujero dentro de la zona con hidrocarburos. El uso de la tecnología LWD permitió la toma de decisiones en tiempo real para posicionar el pozo en la mejor zona, se redujeron los riesgos de perforación y se logro obtener la información geofísica. La metodología fue aplicada en tres pozos más con buenos resultados, la producción de los pozos ha incrementado de 3000bpd en pozos verticales a 9000bps en pozos horizontales donde se ha aplicado la metodología de optimización de la perforación con nueva tecnología LWD.

SE02-3

METODOLOGÍA PARA LA PREDICCIÓN DE TENDENCIAS E INTENSIDAD DE FRACTURAS POR MEDIO DE ATRIBUTOS SÍSMICOS, DESCOMPOSICIÓN ESPECTRAL Y PROCESADOS AZIMUTALES

Alvarado Molina Juan Baudilio
NetBrains
barlo2003@hotmail.com

A lo largo de los años en la industria petrolera ha sido de gran interés los yacimientos carbonatados ya que las mayores reservas a nivel mundial se encuentran en estos. Debido a lo complejo que resulta distribuir una red de fracturamiento en un cubo sísmico por la resolución que pose este. Se han se han desarrollado varios procesos especiales para incrementar su resolución. Por lo que el siguiente trabajo propone cuatro etapas para obtener la distribución de tendencias e intensidad de fracturamiento.

Primera Etapa: Se hace una revisión de los núcleos para ver la litología y la dirección de fracturamiento que presentan, a nivel muestra de mano; estos resultados serán relacionados con los mostrados por el registro de Imágenes y con el esfuerzo insitu actuante.

Segunda etapa: En cuanto a la sísmica se realizan los simogramas sintéticos, y se interpreta el intervalo porductor para posteriormente trabajarlos con atributos geométricos, la interpretación de estos atributos nos darán alineaciones la cuales se utilizan para realizar rosetas para determinar los esfuerzos tectónicos que las ocasionaron. Con este análisis a nivel macro se intenta realizar una hipótesis de la génesis del pliegue. Y posteriormente se realizara un análisis de descomposición espectral para obtener la frecuencia dominante con el objeto de incrementar la resolución sísmica y obtener tendencias más a detalle por medio del atributo de curvatura.

Tercera etapa: Se realiza un análisis de física de rocas para poder hacer una relación entre una propiedad física a una propiedad acústica para posteriormente hacer una inversión sísmica acústica.

Cuarta etapa: El procesado azimutal da como resultado 4 apilados azimutales en los diferentes cuadrantes así como un cubo de velocidades.Todo este proceso nos dará como resultado 4 productos:

• El análisis de núcleo y el registro de imágenes nos da un mapa de tendencias a nivel de pozo como los esfuerzos insitu actuantes.

• La inversión sísmica obtiene un mapa de facies en la parte productora, y con esto que facie es la mas fracturable .

• El apilado azimutal obtiene un mapa de anisotropía y las anomalías de velocidad la densidad de fracturamiento.

• La interpretación sísmica y el análisis de atributos geométricos se obtiene un mapa de tendencias a nivel macro como una explicación del la génesis del pliegue.

Todo esto se integrar en un modelo estático el cual nos ayuda tanto a diseñar las trayectorias de los pozos como a obtener la mayor dirección de permeabilidad.

SE02-4

OBTENCIÓN DE CUBOS DE PROPIEDADES PETROFÍSICAS Y EVALUACIÓN DE UN CAMPO PETROLERO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE REGISTROS GEOFÍSICOS Y S-GEMS

Hernández Hernández Edilma[1 y 2], Padilla de los Santos Magaly Atzin[1], Coconi Morales Enrique[1 y 2] y Rivera Recillas David[2]

[1]*Ciencias de la Tierra, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN*

[2]*Instituto Mexicano del Petróleo*

ecoconi@imp.mx; amlide61287@hotmail.com

Este trabajo presenta la evaluación y obtención de cubos de minerales y propiedades petrofísicas de un campo petrolero (campo X). Los objetivos principales del trabajo fueron: Realizar una evaluación estática del campo, generar un cubo de propiedades petrofísicas (porosidad, saturación de agua, volumen de arena, caliza y dolomita, entre otras), deducir saturación de agua e hidrocarburos usando un software comercial y un software libre llamado S-GeMS.

La información con la cual se contó, fue obtenida mediante la toma de distintos registros geofísicos en 16 pozos, dichos registros son: Potencial Espontaneo, rayos gamma, neutrón, densidad, sónico, resistivos (LLD, LLS, MSFL), etc.

El análisis se obtuvo con ayuda de la información geológica del campo, de los datos de los registros geofísicos de pozos y un software comercial, con el cual se procesaron y evaluaron los datos de los RGP y de esta manera se obtuvieron los parámetros petrofísicos necesarios tales como saturación de agua, porosidad, resistividad del agua, exponente de cementación, exponente de saturación, entre otros, para la obtención de la litología compleja y saturación de agua e hidrocarburo.

Para la obtención completa de la evaluación del campo X se agrego un estudio de geoestadistica, el cual permitió la obtención y análisis de cubos petrofísicos, este estudio se realizó con ayuda del software S-GeMS.

A partir del análisis de los RGP así como del geoestadístico se obtuvo la litología conformada principalmente por carbonatos (caliza, dolomita), y en menor proporción arena y arcilla, con algunas zonas de interés; así como la distribución espacial de las propiedades petrofísicas antes mencionadas.

La realización del presente proyecto se llevó a cabo como un proyecto terminal para fines de titulación.

SE02-5

PREDICCIÓN DE LA CIMA Y BASE DE UN YACIMIENTO POR DEBAJO DEL POZO MEDIANTE EL USO DE DATOS DE ZVSP (PERFIL SÍSMICO VERTICAL CERO-OFFSET)

Vargas Magaña María Elena, Lugo López Armando, Castillo Aldana Jorge y Mesa Cárdenas Alexandra Isabel

Schlumberger

mmagana@slb.com

Uno de los beneficios que se pueden obtener de los datos de un Perfil Sísmico Vertical Cero-Offset o ZVSP es determinar con exactitud la profundidad de la cima y base de un yacimiento por debajo del pozo con la finalidad llegar al horizonte objetivo, tener un mejor control del pozo y evitar problemas de perforación o pérdidas cuando se alcanza dicho objetivo si se trata de un reservorio de gas o aceite en el cual las condiciones de presión pueden variar (zonas sobre presurizadas). Las técnicas utilizadas que permiten determinar con exactitud la cima y base del yacimiento con los resultados del proceso del ZVSP son una técnica de Inversión sísmica, una Ecuación Lineal y un Método Gráfico. La técnica de Inversión sísmica permite obtener los valores de Impedancia Acústica a partir de la traza sísmica obtenida por el ZVSP. Con la obtención de una ecuación lineal de segundo o tercer grado a partir de los valores de Tiempo-Profundidad se obtiene una aproximación lineal de esta curva y se extrapola para predecir por debajo del pozo la profundidad del objetivo. Con el método gráfico se extrapola la tendencia de la curva de Tiempo-Profundidad con la finalidad de determinar su intercepción con los reflectores y predecir la profundidad. Este método es similar al ajuste de la tendencia de la curva de Tiempo-Profundidad mencionado anteriormente, pero solamente basado en el gráfico. En este trabajo se muestra un ejemplo de la secuencia de procesado y los resultados de un ZVSP, a partir de los cuales se aplican la técnica de Inversión Sísmica, una Ecuación Lineal y un Método Gráfico con la finalidad de predecir la cima y base de un yacimiento por debajo del pozo.

SE02-6

ESTUDIO PETROFÍSICO: UNA METODOLOGÍA PARA LA CLASIFICACIÓN LITOLÓGICA Y LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS CON HIDROCARBURO

León Ramírez Concepción Alejandra, Kerdan Kurdaliova Tatiana y Del Valle García Raúl

Instituto Mexicano del Petróleo

aleon@imp.mx

En algunos campos petroleros de interés en México que son geológicamente complejos, la roca que se encuentra impregnada de hidrocarburo está representada por arenisca calcárea cementada de alta densidad y baja porosidad. Esto ocasiona que sea más difícil la identificación de los hidrocarburos en la zona ya que las respuestas de algunas propiedades físicas (como Rayos Gamma y Resistividad) son similares para areniscas altamente cementadas de baja porosidad y areniscas con hidrocarburo.

Por lo que el análisis de registros de pozo es importante para establecer la relación entre diferentes parámetros petrofísicos para identificar tipos de litología en el área.

El análisis en conjunto de parámetros petrofísicos calculados a partir de registros de pozo (Velocidad e impedancia de onda P y de la onda S, módulo volumétrico, rigidez, coeficiente de Poisson, etc.) es la base de la metodología de identificación de diferente litología e hidrocarburo en esta zona.

La comparación del comportamiento de módulos volumétrico y rigidez en el área permite identificar variaciones litológicas y presencia de hidrocarburo. Para analizar las posibles causas de heterogeneidad lateral de yacimientos se analizó la distribución mineralógica calculada y correlacionada con núcleos. Se estableció que las zonas con mayor probabilidad de presencia de hidrocarburo están relacionadas con menor contenido de calcita como cementante en areniscas. Fuerte heterogeneidad lateral en la zona es debida a que la diagénesis no afectó las rocas en la misma proporción. Al disminuir la cantidad de cementante aumenta la porosidad efectiva de la roca, lo que en general proporciona la arenisca de mejor calidad de almacenamiento. Se establece relación entre parámetros petrofísicos y areniscas de mejor calidad de almacenamiento de hidrocarburo.

SE02-7

ALGORITMO PARA DETERMINAR VELOCIDADES EN ARENAS USANDO MÓDULOS ELÁSTICOS Y REGISTROS GEOFÍSICOS DE POZOS

Coconi Morales Enrique[1], Ronquillo Jarillo Gerardo[1], Gómez Reyes María de los Angeles[2] y Ramírez Hernández Roberto[2]

[1]*Instituto Mexicano del Petróleo*

[2]*Ciencias de la Tierra, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN*

ecoconi@imp.mx

Se presenta la implementación de una metodología para la obtención de velocidades usando módulos elásticos de corte y volumétrico, registros geofísicos de pozos, en particular los de porosidad (densidad, neutrón y sónico), porosidad crítica y corregida por efecto de arcilla, para una estructura seca y saturada. Dicha metodología se aplica en arenas y se compara con datos publicados para seis pozos del ODP (Ocean Drilling Program).

El algoritmo de obtención de las velocidades en función de porosidades y módulos elásticos se puede simplificar en: a) Generación de un modelo de sedimentos arenosos con una estructura seca y conteniendo una porosidad muy pequeña (porosidad crítica), b) Obtención de la densidad efectiva y el módulo de corte a partir de la porosidad crítica, relación de Poisson, presión hidrostática y número de contacto por grano, c) Determinación de la constante de elasticidad de la fase sólida (arena en particular); d) Estimación de los módulos elásticos en los sedimentos saturados de fluidos y e) Finalmente cálculo de las velocidades de la onda P y S respectivamente.

Los resultados obtenidos al ser comparados con datos publicados en la literatura muestran excelente correlación y validan la posibilidad de incorporar más minerales al modelo y algoritmo para una mejor correlación y determinación de las velocidades P y S.

Sesión Especial

INTERACCIONES FÍSICO-BIOLÓGICAS EN EL PACÍFICO TROPICAL FRENTE A MÉXICO

Organizadores:
Emilio Beier
Miguel Lavín

SE03-1

DISTRIBUCIÓN TRIDIMENSIONAL DE LAS ASOCIACIONES DE LARVAS DE PECES EN UN GIRO ANTICICLÓNICO EN EL SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA (OCTUBRE DE 2007)

Contreras Catala Fernando[1], Sánchez Velasco Laura[1] y Lavín Miguel[2]
[1]*Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN*
[2]*Departamento de Oceanografía Física, División de Oceanología, CICESE*
fcontrerascatala@gmail.com

Se analizan la composición y distribución de las asociaciones de larvas de peces en un giro anticiclónico en la región sur del Golfo de California durante octubre del 2007. La red de estaciones de muestreo fue diseñada mediante el uso de imágenes de satélite de los días anteriores a la campaña. En cada estación de muestreo se obtuvieron muestras de zooplancton por estratos de 50 m profundidad (hasta los 200 m) mediante una red de cierre-apertura-cierre. Así mismo, se realizaron perfiles verticales de temperatura y salinidad mediante un CTD. Se identificaron un total de 129 taxones incluidos en 56 familias. La prueba de Kruskal-Wallis mostró que existen diferencias significativas entre los muestreos entre el día y la noche. El test a posteriori mostro que las diferencias se encuentran entre el estrato superficial (0-50) y el más profundo (150-200). El índice de disimilitud de Bray-Curtis definió cuatro asociaciones de larvas de peces (ALPs) durante el día y la noche, las cuales variaron en cuanto a la composición y abundancia de especies. La asociación Giro central, localizada en el área central del giro anticiclónico, se caracterizó por las mayores abundancias en todos los estadios larvarios de especies mesopelágicas como: Vinciguerria lucetia y Benthosema panamense las cuales se asociaron a epipelágicos como: Auxis spp. y Cubiceps pauciradiatus que presentaron sus mayores abundancias en el estrato más superficial (0-50) disminuyendo conforme aumentaba la profundidad. La asociación Giro B presenta como especies características a Diaphus pacificus que presenta sus mayores abundancias en los estratos superficiales en los estadios de preflexión-flexión y Oxyporhamphus micropterus presente solo en el estrato más superficial. La Periferia continental se caracteriza por presentar la mayor diversidad (3.74) encontrándose esta en el estrato más superficial y las especies que determinaron a esta asociación fueron: Benthosema panamense y Triphoturus mexicanus asociándose a Syacium ovale Symphurus williamsi (demersal costero); estos últimos solo se registraron en esta asociación y la asociación Periferia B que se caracterizó por presentar la mayor dominancia por parte del mesopelagico Triphoturus mexicanus, presentando sus mayores abundancias en los estratos intermedios (50-150) en el estadio de preflexión-flexión, y en el estadio de postflexión sus mayores abundancias fueron en el estrato superficial así mismo esta asociación presentó la menor abundancia de larvas de peces y de biomasa de zooplancton. El Análisis Canónico de Correspondencia mostro los mismos grupos formados por el índice de disimilitud mostrando que la biomasa de zooplancton y la profundidad son los que determinan la ubicación de las asociaciones. El presente estudio muestra que hay un comportamiento diferencial por especie y estadio de desarrollo en relación a la dinámica del giro anticiclónico. Este estudio podrá generar conocimiento de frontera sobre las interacciones físico-biológicas que afectan la supervivencia de las larvas, especialmente en estructuras de mesoescala en el sur del Golfo de California.

Palabras clave: Asociaciones de larvas de peces; Giro anticiclónico; imágenes de satélite; Sur del Golfo de California.

SE03-2

CAMBIOS ESTACIONALES EN ASOCIACIONES DE LARVAS DE PECES Y SUS RUTAS DE CONECTIVIDAD EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

Sánchez Velasco Laura[1], Lavín Miguel[2], Peguero Icaza Martha[3] y Marinone Silvio G.[2]
[1]*Departamento de Plancton y Ecología Marina, CICIMAR, IPN*
[2]*Departamento de Oceanografía Física, División de Oceanología, CICESE*
[3]*CICESE, Unidad La Paz*
lsvelasc@gmail.com

El objetivo del presente trabajo fue conocer los cambios estacionales en asociaciones de larvas de peces (ALPs) en el Golfo de California, relacionarlos con la hidrografía y la circulación, y proponer rutas de conectividad entre asociaciones mediante matrices de conectividad obtenidas a partir de simulaciones de dispersión de partículas. El análisis Canónico de Correspondencia definió tres ALPs que en base a su ubicación se denominaron: (i) Corriente costera (costa de Sonora), (ii) Giro y (iii) Archipiélago central. En la fase ciclónica madura (agosto), cuando la temperatura superficial, la estratificación y la abundancia larval son altas, dominaron especies características de sistemas de borde oriental de afinidad tropical-subtropical (Opisthonema libertate y Anchoa spp.), desplazando a las especies demersales que dominaron en la fase ciclónica temprana (junio; p.ej. Gobulus crescentalis, Lythrypnus dalli). En esta fase de circulación, las rutas de conectividad convergen en dirección norte y la retención de partículas hasta por 30 días en las áreas de cada asociación fue relativamente alta (> 60 %); por lo que el reclutamiento de la mayoría de las especies debe ocurrir cerca de su área de desove. En la fase anticiclónica madura (febrero), la circulación se revierte y la temperatura superficial, la estratificación y abundancia larval son bajas. Ahora, especies características de frontera oriental, pero de afinidad templada, desplazan en abundancia al resto de las especies; larvas de E. mordax dominan en las áreas de la corriente costera y del giro, mientras que larvas de M. productus dominaron en el área de la ALP Giro. Contrario a la fase ciclónica, la dispersión de partículas converge hacia al sur, y la retención de partículas en cada asociación fue relativamente baja (<35%), por lo que el reclutamiento de las especies podría ser en áreas geográficas más extensas y alejadas que las de desove. La predictibilidad y estacionalidad del Golfo de California permite proponer un modelo conceptual en el que las características hidrográficas y de circulación parecen ser el disparador del desove de las especies y controlar sus rutas de dispersión y reclutamiento.

SE03-3

FLUJO INTENSO HACIA EL INTERIOR DEL GOLFO DE CALIFORNIA DURANTE EL VERANO DE 2008 Y 2009 EN LA PLATAFORMA DE SINALOA

Castro Rubén y Martínez Antonio
Facultad de Ciencias Marinas, UABC
rcastro@uabc.edu.mx

A partir de un anclaje ubicado sobre la isobata de 180 m en la plataforma de Sinaloa (24.04º N-107.87º W) se analiza la circulación y las propiedades termohalinas entre noviembre de 2007 y septiembre de 2009. El anclaje consistió de un ADP (250 Khz) a 130 m de profundidad y de tres CTD a 40, 80 y 120 m de profundidad. Los resultados muestran que el flujo rotado al eje de máxima varianza tuvo una estructura principalmente barotrópica (85% del 1er modo del análisis de FEO) con un flujo predominantemente hacia dentro del golfo a finales de primavera y verano, así como una débil estructura baroclínica (12% del 2do modo) pero con mayores fluctuaciones temporales que el primer modo. En verano de 2008, entre julio y agosto, el flujo hacia dentro del golfo fue muy intenso y alcanzó velocidades por arriba de 0.7 m/s. En verano del 2009 el flujo fue menos intenso (~0.5 m/s) pero se caracterizó por tener los valores altos entre junio-julio. Durante fines de otoño e invierno el flujo fue más débil y hacia fuera del golfo. Las propiedades termohalinas mostraron buena correlación entre el flujo de entrada en verano con aguas cálidas y de baja salinidad, así como aguas relativamente frías y de salinidad alta saliendo del golfo durante el invierno. La anomalía de profundidad en las tres profundidades fue negativa entre otoño e invierno, pero entre mayo y septiembre cambió a positiva con fluctuaciones mayores a 1 m. La circulación de la entrada al golfo se obtuvo de corrientes geostróficas derivadas de datos satelitales de la Topografía Dinámica Absoluta, donde se detectó la presencia de la Corriente Costera Mexicana durante el verano, la cual se relaciona con los resultados del anclaje. Se correlacionaron los datos del anclaje con datos de vientos de una estación meteorológica y de re-análisis en la entrada al golfo, así como con estaciones del nivel de mar.

SE03-4

LA CAPA SUPERFICIAL DE LA REGIÓN SUR DEL GC DURANTE VERANO: DINÁMICA, TERMODINÁMICA Y CLOROFILA

Lavín Miguel[1], Castro Rubén[2], Beier Emilio[3] y Godínez Víctor[1]
[1]*Departamento de Oceanografía Física, División de Oceanología, CICESE*
[2]*Facultad de Ciencias Marinas, UABC*
[3]*CICESE, Unidad La Paz*
mlavin@cicese.mx

La circulación en la región sur del Golfo de California durante el verano está dominada por giros que tienen una profundidad de 450-700 m y velocidades en la superficie de 20-30 cm/s. Se observa que en los ciclones la convexidad de las isopicnas se incrementa en los 150 m superiores. En los anticiclones, caracterizados por isopicnas cóncavas a profundidad, las isopicnas en los 150 m superiores son convexas, lo cual produce concentraciones de clorofila relativamente altas. Se propone que estos fenómenos son parte del proceso general de forzamiento de las capas superiores por el esfuerzo del viento y por su rotacional. Este forzamiento produciría clorofilas altas en la costa peninsular y bajas en la costa continental, y en el centro del Golfo de acuerdo al signo del rotacional. Esta propuesta es apoyada por la observación de que la distribución global de clorofila superficial en la región sur del Golfo de California incluye una banda de altas concentraciones en su costa occidental.

SE03-5

SPRING VERTICAL DISTRIBUTION OF ZOOPLANKTON IN THE EASTERN TROPICAL MEXICAN PACIFIC IN RELATION TO OXYGEN, FOOD AVAILABITYAND HYDROGRAPHY

Farber Lorda Jaime[1], Beier Emilio[2], Lavín Miguel[3] y Romero Ignacio[1]
[1]*Departamento de Ecología, División de Oceanología, CICESE*
[2]*CICESE, Unidad La Paz*
[3]*Departamento de Oceanografía Física, División de Oceanología, CICESE*
jfarber@cicese.mx

During PROCOMEX XI cruise to the Mexican tropical Pacific coast, samples of zooplankton obtained with a MOCNESS net were studied, from 600m to surface, with 50m layers from 200m to surface. Two east-west transects were followed. In the North, hydrographic conditions were more influenced by the California Current with, lower temperatures and a deeper oxygen minimum (OM) than the southern transect, placed over more tropical waters with more affinity with the Oxygen Minimum Zone (OMZ) and shallower OM. Suboxic conditions restrain the vertical distribution of certain zooplankton groups, mostly copepods, chaetognaths and euphausiids. A drastic change, of these groups was found from ~100m to ~600m. with lower abundances. OM (assuming OM as 45µmoles/Kg.) was deeper in the Northern transect (~90-110m) and shallower in the southern transect (~60-80m). However, small zooplankton (like tintinnids and foraminifera) groups were present at all depths, probably reflecting a greater capacity to adapt to low oxygen. Ostracods and ostracod eggs were abundant in certain more coastal areas, a recurrent finding for the area (Färber Lorda unpublished data). Biochemical composition of the POM was performed to understand the nutritional value of POM, as indicator of food supply for zooplankton, greater values were found in frontal areas, in coincidence with high zooplankton volumes. Seasonal changes in productivity show higher zooplankton carbon during spring and lower during autumn, mean values of Particulate Organic Carbon during spring are similar to autumn but during autumn spatial variability is greater.

SE03-6

LOS VIENTOS TEHUANOS COMO FUENTE DE VARIABILIDAD CLIMÁTICA EXTRA-TROPICAL EN EL PACÍFICO ORIENTAL TROPICAL

Salvadeo Christian[1], Beier Emilio[2], Lluch Belda Daniel[1] y Lluch Cota Salvador[3]
[1]*Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN*
[2]*CICESE, Unidad La Paz*
[3]*Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste*
chsalvadeo@yahoo.com.mx

Los vientos intensos del norte conocidos como “Tehuanos” le confieren al Golfo de Tehuantepec (GT) una dinámica atmosférica y oceánica distinta al resto del Pacifico Oriental Tropical (POT). Los Tehuanos, presentes en el invierno boreal, se han relacionado tanto con la variabilidad interanual del ENSO como con la variabilidad de baja frecuencia del Atlántico Norte Tropical. Debido a que estos vientos son consecuencia de la combinación del relieve montañoso y la dinámica atmosférica invernal sobre Norteamérica, nos planteamos la hipótesis de que los Tehuanos son una fuente de variabilidad climática extra-tropical del POT. Nuestro objetivo es caracterizar la variabilidad de los vientos Tehuanos y su relación con patrones climáticos regionales y hemisféricos, así como sus efectos en la temperatura superficial del mar (TSM) en el POT. Se analizaron 20 años de anomalías mensuales de vientos y TSM. Se encontró que los Tehuanos son una fuente de variabilidad en frecuencias bajas en el POT, asociándose espacialmente con los patrones de variabilidad en los vientos sobre Norteamérica y Golfo de México; así como también con áreas costeras del Pacífico Nororiental. Se observó a su vez una fuerte relación de los Tehuanos y la temperatura superficial del GT correspondiente al segundo modo de variación climática del Pacífico Norte. Este resultado sugiere una teleconexión (extra-tropical) entre los Tehuanos y la variabilidad climática del Pacifico Norte; esta última, por otro lado es la responsable del desarrollo, la intensidad y el desplazamiento de los frentes fríos sobre Norteamérica, que dan origen a los Tehuanos. Finalmente, nuestros resultados ponen en duda comunicaciones previas de que la variabilidad de frecuencias bajas del GT esté relacionada principalmente con el Atlántico Tropical.

SE03-7

CARACTERÍSTICAS HIDROGRÁFICAS Y DINÁMICAS EN LA ZONA DEL MÍNIMO DE OXÍGENO EN EL PACÍFICO ORIENTAL TROPICAL FRENTE A LAS COSTAS DE MÉXICO

Cepeda Morales Jushiro, Beier Emilio, Gaxiola Castro Gilberto, Lavín Miguel y Godínez Víctor
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada
jcepeda@cicese.mx

Utilizando cuatro cruceros oceanográficos realizados entre 2005 al 2007 se estudiaron las características hidrográficas y la influencia de algunos procesos dinámicos en la zona del mínimo de oxígeno en el Pacifico Oriental Tropical frente a las costas de México, entre 16° y 22°N. La capa de mínimo oxígeno (oxígeno disuelto # 9 µmol L-1) abarcó el 70-80 % de los primeros 1000 m de la columna de agua y estuvo asociada principalmente con el Agua Sub-superficial Subtropical. Para todos los cruceros, la profundidad del límite superior de esta capa varió de 60 m en el sureste de la zona a 200 m en el noroeste. La mayor profundidad de la isolínea de 9 µmol L-1 en la zona norte está asociada a la presencia de Agua de la Corriente de California rica en oxígeno disuelto (45 a 180 µmol L-1), que además forma una cuña sub-superficial de baja salinidad. La poca profundidad de la isolínea de 9 µmol L-1 en la zona sur está asociada a la presencia de Agua Sub-superficial Subtropical, baja en oxígeno disuelto (# 9 µmol L-1). El contraste estacional en la distribución espacial del límite superior de la capa puede asociarse a la circulación de gran escala, la cual consiste de una onda larga de Rossby, con fase ciclónica en el periodo frío y anticiclónica en el periodo cálido. Superpuesto a la circulación general, el límite superior de la capa de mínimo oxígeno varía fuertemente con la presencia de giros de mesoescala.

SE03-8

DINÁMICA POBLACIONAL Y OCEANOGRAFÍA BIOLÓGICA DE PRIONACE GLAUCA (TIBURÓN AZUL) EN LA ZONA DE TRANSICIÓN TROPICAL-SUBTROPICAL DEL PACÍFICO NORESTE

Vogler Santos Rodolfo Edward[1], Beier Emilio[2], Ortega García Sofía[1], Santana Hernández Heriberto[3] y Valdez Flores Juan Javier[3]
[1]*CICIMAR, IPN*
[2]*CICESE, Unidad La Paz*
[3]*CRIP, Manzanillo (INAPESCA)*
rodolfovogler@gmail.com

La dinámica poblacional del tiburón azul y sus patrones ecológicos en la zona de convergencia subtropical del Pacífico noreste son aspectos poco conocidos. Este estudio constituye la primera aproximación cuantitativa donde se analizó la oceanografía biológica y la dinámica poblacional del tiburón azul en la zona de transición tropical-subtropical del Pacífico frente a México. Nuestros análisis incluyeron el contraste estacional y espacial de los patrones de distribución de cuatro grupos de sexo-tamaño (juveniles y adultos de ambos sexos). Se analizó la dinámica de las masas de agua (subártica al noroeste y subtropical al sureste) y su relación con la estructura poblacional del tiburón azul. Considerando la profundidad estimada de las capturas, se cuantificó la influencia de la temperatura y la salinidad en la distribución de los individuos y se exploró la posición geográfica de las zonas de parto. Las muestras fueron colectadas a bordo de dos flotas palangreras comerciales, una de ellas operó en aguas oceánicas (12 barcos, 1994-96/2000-02, 15°35\'-28 º40\'N, 102°58\'-117°05\'W) y la otra operó en aguas costero-oceánicas (37 barcos, 2003-2009, 15°82\'-20°07\'N, 102°99\'-107°00\'W). La región fue dividida en cuadrantes de un grado y en cada cuadrante se calculó la captura por unidad de esfuerzo (CPUE= número de tiburones/1000 anzuelos) para cada grupo de sexo-tamaño. Los patrones de distribución de los grupos de sexo-tamaño fueron influenciados principalmente por cambios latitudinales (aguas oceánicas) o longitudinales (costero-oceánicas), ocurriendo variaciones en la segregación entre sexos o tamaños a nivel intra-estacional. Se observó una dominancia de machos en aguas oceánicas y una proporción similar de machos y hembras en aguas costero-oceánicas, tanto en juveniles como en adultos. Los machos fueron capaces de explorar zonas de transición entre aguas frías y cálidas, aunque las hembras permanecieron distribuidas en áreas costeras y oceánicas dominadas por aguas frías. La salinidad y la temperatura a 100 m de profundidad afectaron significativamente (P#0.05) la distribución de todos los grupos de sexo-tamaño tanto en aguas oceánicas como en aguas costero-oceánicas, con rangos de preferencia similares de salinidad (34.4-34.6) y temperatura (13.0-14.0°C) entre grupos y estaciones. El conjunto de evidencias indican que la región de transición tropical-subtropical del Pacífico frente a México juega un papel fundamental en la estructura y dinámica poblacional del tiburón azul. La presencia hembras grávidas y de áreas de crianza de juveniles indican que esta región es clave para el ciclo reproductivo de la especie.

SE03-9

ESTACIONALIDAD DE LAS ASOCIACIONES DE LARVAS DE PECES EN LA TRANSICION TROPICAL-SUBTROPICAL DEL PACÍFICO NORORIENTAL FRENTE A MÉXICO

León Chávez Cristina Alicia[1], Sánchez Velasco Laura[2] y Beier Emilio[3]
[1]*Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM*
[2]*Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN*
[3]*CICESE, Unidad La Paz*
cristina.calc@gmail.com

Basados en cruceros oceanográficos recientes (junio y noviembre 2005, agosto 2006 y marzo 2007) se ha encontrado que las asociaciones de larvas de peces en el Pacífico Oriental Tropical frente a México se pueden clasificar en cuatro asociaciones principales: (I) Transición, se localiza al noroeste, cercana a Cabo San Lucas, tiene el número de taxones más bajo, la menor abundancia y baja biomasa del zooplancton, excepto en junio, en donde mantiene pocos taxones pero alta biomasa y abundancia. Las especies dominantes son mesopelágicas tales como Vinciguerria lucetia y Diogenicthys laternatus. (II) Costera Oceánica, ubicada frente a Cabo Corrientes con valores de biomasa y abundancia alta y, dominada por la especie Bregmaceros bathymaster. (III) Tropical, se ubica al sureste del área de estudio, presentó la mayor abundancia y riqueza de especies, así como el más alto número de taxones (por ejemplo, D. laternatus, Auxis spp.). (IV) Tropical B, se ubican al suroeste fuera de la costa, se distingue por la mayor abundancia de V. lucetia, D. laternatus y Diaphus pacificus, ésta asociación sólo se presenta en noviembre. La distribución espacial de las asociaciones varía estacionalmente, lo cual hemos relacionado con los cambios en circulación general y con los cambios en las características de las masas de agua en esta escala. Localmente, la distribución espacial de los grupos sugiere la presencia de eventos intensos de mesoescala que funcionan como fronteras en donde las larvas quedan atrapadas. Nuestros resultados indican que la dinámica de la formación y permanencia de las asociaciones depende tanto de las estrategias de reproducción de diferentes especies, como de la circulación general y de mesoescala.

SE03-10

CIRCULACIÓN SUPERFICIAL EN EL PACÍFICO ORIENTAL TROPICAL FRENTE A LAS COSTAS DE MÉXICO

Godínez Víctor[1], Beier Emilio[2] y Lavín Miguel[3]
[1]*Facultad de Ciencias Marinas, UABC*
[2]*CICESE, Unidad La Paz*
[3]*Departamento de Oceanografía Física, División de Oceanología, CICESE*
mxcali@cicese.mx

Se describe la circulación superficial alrededor de la entrada del Golfo de California usando altimetría del nivel del mar, diez campañas oceanográficas y la altura de la superficie del mar calculada de la climatología WOD01 de ¼ de grado. En el promedio, la circulación superficial muestra un brazo de la corriente de California curvándose ciclónicamente hacia la entrada del Golfo de California, donde se divide en dos sub-ramas separadas por una circulación ciclónica cerca de la costa al sur de Cabo Corrientes. Esta característica es producida por la dinámica de Sverdrup, e indica que la Corriente Costera Mexicana es generada localmente por el rotacional del esfuerzo del viento, como ha sido sugerido por medio de modelos numéricos. La varianza global de la circulación superficial consiste de tres componentes: (a) estacional (varianza explicada: 35%), (b) interanual (v.e.: 35%) y (c) de mesoescala (v.e.: 30%). La señal estacional, que incluye la interacción entre la Corriente Costera Mexicana y el brazo de la Corriente de California hacia el SE, puede ser explicada por el modelo de ondas largas de Rossby, forzadas con el viento anual y la radiación de ondas desde la costa. La componente interanual es dominada por el fenómeno ENOS, el cual induce una circulación anticiclónica en la entrada del Golfo durante El Niño, y una ciclónica durante La Niña. La circulación durante El Niño incluye un flujo hacia el polo a lo largo de la costa Oeste de la península de Baja California. La variabilidad de mesoescala es causada por una intensa actividad de remolinos.

SE03-11

REMOLINOS EN EL PACÍFICO ORIENTAL FRENTE A MÉXICO DETECTADOS CON ALTIMETRÍA

Kurczyn Robledo Jorge Alejandro[1], Beier Emilio[2] y Lavín Miguel[1]
[1]*CICESE*
[2]*CICESE, Unidad La Paz*
alexk@cicese.mx

El análisis de 17 años de datos de altimetría con resolución espacial de 1/3 de grado, muestra al Pacífico Oriental frente a México como una región con una actividad de remolinos de meso-escala muy intensa. Las áreas de mayor generación de remolinos son: (i) Punta Eugenia (Corriente de California); (ii) el Sistema Frontal de Baja California Sur, (iii) inmediatamente al sur de Cabo San Lucas; (iv) el área adyacente a Cabo Corrientes y (iv) el Golfo de Tehuantepec. En la mayoría de estas áreas los remolinos se mueven con una dirección preferencial hacia el suroeste a excepción de Cabo Corrientes, donde los remolinos se mueven hacia el oeste-suroeste. Cada área muestra en promedio, remolinos con características distintas en cuanto a su energía cinética, amplitud, velocidad de traslación, trayectorias, y distancia recorrida. En principio, las áreas de generación están desconectadas entre sí, pero las regiones de Cabo Corrientes, Cabo San Lucas y la región Frontal de BCS muestran un cierto grado de intercambio de remolinos. En el límite de la detección de remolinos de meso-escala, con diámetro mayor de 80 km y al menos 1 mes de duración, se identificó para todo el Pacífico Mexicano una generación mensual de 15±2 ciclones y de 12±2 anticiclones. Cuando se seleccionaron los remolinos más importantes, aquellos que en conjunto contienen más de 2/3 de la energía cinética total y una duración # 6 meses, se contabilizaron 100 anticiclones y 89 ciclones en todo el periodo de muestreo.

SE03-12

ASPECTOS TERMODINÁMICOS DEL DOMO DE LA CORRIENTE COSTERA MEXICANA

Beier Emilio[1], Godínez Víctor[2], Lavín Miguel[1] y Castro Rubén[2]
[1]*Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada*
[2]*Universidad Autónoma de Baja California*
ebeier@cicese.mx

La circulación superficial de largo periodo en el Pacifico Oriental Tropical entre Cabo Corrientes, Cabo San Lucas y la costa continental consiste de una rama de la Corriente de California, de la Corriente Costera Mexicana, y de un domo. En promedio, esta circulación está en balance de Sverdrup, siendo el balance de volumen entre el transporte de Ekman hacia el océano interior y un flujo geostrófico sub-superficial hacia la región del domo. Utilizando tres fuentes independientes de datos oceanográficos y meteorológicos de largo periodo se analizaron los términos del balance de calor para la región de estudio. Se encuentra que el ingreso de calor por la superficie es del mismo orden de magnitud que el transporte de calor hacia afuera producido por el transporte de Ekman. Cierra el balance un flujo horizontal del calor por advección geostrófica en capas sub-superficiales. Algunas variables biológicas indican que la región muestra valores más altos de biomasa que las regiones adyacentes, lo cual podría deberse al enriquecimiento de la zona eufótica por el desplazamiento de las isopicnas hacia la superficie asociado con el domo.

SE03-13 CARTEL

PROTOCOLO DE TESIS DE MAESTRIA: DISTRIBUCIÓN DE LARVAS DE PECES Y SU RELACIÓN CON LA HIDROGRAFÍA EN UN GIRO CICLONICO EN EL SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Apango Figueroa Ethel[1], Sánchez Velasco Laura[2] y Lavín Miguel[3]
[1]*Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Colima, Campus Tecomán*
[2]*Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN*
[3]*Departamento de Oceanografía Física, División de Oceanología, CICESE*
ethelapango@gmail.com

Las investigaciones ictioplanctónicas frecuénteme se realizan con el fin de obtener información sobre la distribución y abundancia de las poblaciones de peces, ya sea de una sola especie o de un grupo de especies de importancia comercial y/o ecológica, o bien para obtener una evaluación general de recursos pesqueros; estos estudios son de gran importancia ya que permiten conocer las especies existentes en una región dada y poder establecer una organización y administración de recursos y explotarlos racionalmente en su caso. Las larvas de peces son organismos meroplanctónicos las cuales están a expensas de las estructuras hidrográficas de mesoescala que ocurren en el océano. En el Golfo de California se presentan una serie de estructuras hidrográficas como son giros, frentes y surgencias las cuales impactan la distribución de las larvas de peces. Por ejemplo en el verano de 2010, se observaron mediante imágenes de satélite frentes de giros al sur del Golfo de California, de los cuales uno fue ciclónico y otro anticiclónico. El objetivo de mi tesis de maestría será analizar las larvas de peces que se recolectaron sobre un giro ciclónico el cual se muestreo a bordo del B/O Francisco de Ulloa del 5 al 16 de julio de 2010. Las actividades realizadas durante el crucero fueron: Obtención de datos de conductividad, temperatura, profundidad, oxígeno disuelto y fluorescencia mediante un CTD (Conductivity Temperature and Deph), del mismo modo se llevó a cabo la medición continua de temperatura, salinidad, variables meteorológicas y de corrientes con ADCP. Asimismo se llevaron a cabo arrastres de zooplancton donde se colectaron muestras con una red multinivel de cierre apertura cierre y redes de arrastre superficial para isótopos en zooplancton. Las muestras de zooplancton se colectaron durante el día y la noche en 6 estratos de profundidad 0-15 m, 15-30 m, 45-50 m, 50-100 m, 100-150 m, 150-200 m, utilizando una red cónica de cierre apertura cierre de 60 cm de diámetro de boca, 250 cm de largo de malla y 505 µm de apertura de malla; los arrastres fueron oblicuos con trayectoria circular navegando a una velocidad de 2.5 nudos. El volumen

de agua filtrada se calculó por medio de flujómetros colocados en las bocas de las redes; posteriormente las muestras obtenidas fueron fijadas con una solución de formalina al 4% neutralizada con borato de sodio, después de esto fueron etiquetadas. El presente estudio pretende encontrar importantes relaciones entre la distribución de las larvas de peces y la estructura física del giro.

Palabras clave: Larvas de peces; Distribución, Giro ciclónico, Golfo de California, Pacífico Transicional

Sesión Especial

RIESGOS GEOLÓGICOS E HIDROMETEOROLÓGICOS

Organizadores:
David A. Novelo Casanova
Víctor Magaña Rueda

SE04-1

PLANOS DE PROBABILIDAD PARA DELIMITAR ZONAS DE RIESGO: SU APLICACIÓN EN LOS HUNDIMIENTOS DE TORREÓN, COAHUILA

Mendoza Cázares Edgar Yuri[1] y Reyes Serrano José Rafael[2]
[1]*Instituto Mexicano de Tecnología del Agua*
[2]*Consultores en Ingeniería Geofísica S.A. de C.V.*
edgar_mendoza@tlaloc.imta.mx

En el año de 2008 se presentaron hundimientos, del terreno natural, en la zona urbana de la ciudad de Torreón, Coahuila, afectando vialidades y casa habitación. Los hundimientos sucedieron durante y después de la avenida que transitó por el cauce del río Nazas. Los procesos de hundimiento alertaron a las autoridades, por lo que se realizaron inspecciones en las casas afectadas. Debido al grado y número de afectaciones es necesario delimitar las zonas que representan un riesgo para la comunidad.

El riesgo es una función de la amenaza (peligro) y la vulnerabilidad y se expresa como:

Riesgo = peligro + vulnerabilidad

De forma intuitiva existe una estrecha relación entre el peligro y el riesgo, pero existe una diferencia esencial: El peligro es la existencia de una precondición de daño o infortunio, el riesgo es la probabilidad de que sucedan diversos efectos nocivos a una sociedad o parte de ella (Protección Civil, 2008). En general se acepta como la probabilidad de que algo malo suceda; y se define como "cualquier fenómeno de origen natural o humano que signifique un cambio en el medio ambiente que ocupa una comunidad determinada, que sea vulnerable a ese fenómeno". En otras palabras, el riesgo existe cuando es probable que ocurra un desastre por motivo de que uno o más peligros se manifiesten en un contexto vulnerable. Conocer el riesgo implica saber la ubicación de la posibilidad de un peligro.

La vulnerabilidad es la condición por la cual los asentamientos humanos o edificaciones se encuentran en peligro por su exposición y su fragilidad a una amenaza.

Con base en los conceptos anteriores y orientando la investigación para definir una metodología que determine el riesgo, en el caso de los hundimientos en la zona urbana de la ciudad de Torreón, se plantea caracterizar la distribución de los estratos, con la finalidad de modelar su variabilidad y por consecuencia zonificar, en base a índices, las áreas de riesgo.

El presente trabajo propone una metodología para generar planos de probabilidad; útiles para delimitar las áreas que están asociadas con estratos susceptibles a presentar hundimientos. Los planos de probabilidad son generados utilizando lecturas de resistividad aparente; método dipolo dipolo, los datos, puntuales, son procesados utilizando el método geoestadístico, krigeado indicativo, para definir, en base a intervalos, los planos de probabilidad.

Los resultados muestran las áreas con mayor probabilidad de riesgo; donde se delimitan las casas, calles, y parques con un mayor o menor grado (probabilidad) de riesgo.

SE04-2

MICROZONIFICACIÓN DE PELIGRO POR DESLIZAMIENTO DE LADERAS EN LA ZONA CONURBADA DE LA CIUDAD DE XALAPA, VER.

Torres Morales Gilbert Francisco[1], Álvarez Palacios José Luis[2], Mora González Ignacio[1], Dávalos Sotelo Raymundo[2], Leonardo Suárez Miguel[1], Del Moral Dorantes Ariza[1] y Miranda Tobías Julio Cesar[1]
[1]*Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana*
[2]*Instituto de Ecología A.C.*
giltorresmorales@yahoo.com.mx

Se presentan los resultados de la delimitación de peligros por deslizamiento de laderas como parte del proyecto: "Microzonificación de Peligros Geológicos para la Zona Conurbada Xalapa", desarrollado por el Centro de Ciencias de la Tierra de la Universidad Veracruzana (CCTUV) y financiado por los Fondos Mixtos CONACYT-Gobierno del Estado de Veracruz. La finalidad del proyecto es contribuir a la prevención y mitigación de los peligros geológicos, tanto naturales como inducidos por las actividades humanas en la Zona Conurbada Xalapa (ZCX), es decir, la caracterización de los procesos geológicos y geotécnicos potencialmente dañinos o catastróficos que pueden afectar la ZCX.

La metodología utilizada para determinar el peligro por deslizamiento de laderas, fue mediante la calificación de los factores físicos desencadenantes del deslizamiento. La identificación de los atributos geotécnicos, geológicos y topográficos permitieron hacer una estimación cualitativa de la amenaza de un deslizamiento. Los factores a calificar son: el tipo de ladera, ubicación, características físicas del sitio, factores topográficos, históricos, geotécnicos, geomorfológicos, ambientales, y si existiera, tipología de escurrimientos y de viviendas. Finalmente se realiza una estimación de la amenaza sumando la calificación para cada etapa, a fin de valorar el grado de la amenaza que pudiese adjudicársele a la ladera, calificándola desde la muy baja hasta la muy alta.

La utilización del Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcGIS fue de gran ayuda para identificar los parámetros requeridos para el análisis, la información ocupada para este proceso fue un modelo digital de elevaciones con resolución de 30 metros por píxel, proporcionado por la NASA a partir del proyecto ASTER Global Digital Elevation Model, por la alta resolución del modelo se elaboraron curvas de nivel a cada 2m de equidistancia, se delimitaron las zonas de mayor pendiente y posteriormente se clasificaron las de mayor peligro, con el propósito de verificarlas y evaluarlas en campo. Además, de los parámetros básicos recomendados por CENAPRED para evaluar laderas, en el análisis se incluye el efecto de sitio, resultado de un estudio preliminar de la microzonificación sísmica. Con los resultados obtenidos y la aplicación del SIG, se delimitaron cualitativamente las zonas de peligro ante deslizamiento de laderas, diferenciando zonas de peligro muy bajo, bajo, moderado, alto y muy alto, representándose en el mapa del color verde al rojo. Estos peligros se incluirán en el mapa final de microzonificación de peligros geológicos que incluyen la microzonificación sísmica y por inundaciones.

La información sobre los peligros naturales se plasmará en mapas de peligrosidad, a los que se pueden asociar bases de datos relacionadas con la tipología del peligro. La integración cartográfica y de bases de datos, es de gran interés, pues permite hacer modificaciones en la medida que se produzcan cambios en el medio físico, producto del desarrollo de las poblaciones. Además, permite manejar gran cantidad de información, cruzándola para obtener nuevos mapas resultado del análisis de las variables y factores considerados en los procesos. Siendo un elemento fundamental para que autoridades, puedan tomar mejores decisiones de acuerdo a su competencia.

SE04-3

EL TAPÓN DE GRIJALVA

Hinojosa Corona Alejandro, Rodríguez Moreno Victor, Munguía Orozco Luis y Meillón Menchaca Octavio
CICESE
alhinc@cicese.mx

La noche del 4 de noviembre de 2007 un deslizamiento de ladera con una extensión de 80 hectáreas acarreando 48 millones de metros cúbicos de roca y suelo, formó una presa natural que interrumpió el cauce natural del río Grijalva, uno de los más caudalosos de México. El tapón de 80m de alto, 800m de largo y 300m de ancho, se emplazó entre las presas Peñitas (aguas abajo) y Malpaso (aguas arriba). La localidad de San Juan de Grijalva, ubicada en la margen derecha de las riveras del río, fue afectada por el flujo de detritos y por la inundación repentina de una gran ola producto del deslizamiento, se reportó la muerte de 25 de sus habitantes. Apoyados en herramientas de sistemas de información geográfica y teledetección, se presenta al deslizamiento y a la cuenca del río Grijalva en el contexto del bloqueo natural de su caudal y a las condiciones anómalas de precipitación durante octubre y principios de noviembre 2007. Se muestra una perspectiva antes y después del evento recurriendo a modelos digitales del terreno e imágenes satelitales de alta resolución espacial. El modelo digital del terreno posterior al deslizamiento fue generado a partir un levantamiento Lidar aerotransportado. Con estos insumos se construyeron pares estereoscópicos sintéticos, uno previo al deslizamiento para la fotointerpretación de lineamientos y uno posterior para la visualización del fenómeno. Se calcularon perfiles a través de los modelos de antes y después del deslizamiento. A la superficie de ruptura, se le estimó una pendiente general del 28% con azimut de 239 grados. Se explora la sismicidad previa al deslizamiento y se analiza el registro producido por éste en la estación sismológica más cercana. Se estimó una velocidad entre los 15.5 y 17.5 m/seg en la caída de los bloques. Se analizan diferentes factores que pudieron inducir el deslizamiento sin encontrar alguno al que se le pueda adjudicar, creemos que el causal fue una suma de factores con efectos retardados de unos pocos días.

SE04-4

ESTUDIO DE DIAGNÓSTICO SOBRE LA PROBLEMÁTICA QUE AFECTA AL FRACCIONAMIENTO RINCÓN GUADALUPANO, MUNICIPIO DE GUADALUPE, ZACATECAS

Núñez Peña Ernesto[1], Escalona Alcázar Felipe de Jesús[2], Bluhm Gutiérrez Jorge[1] y Robles Berumen Hermes[1]
[1]*Universidad Autónoma de Zacatecas*
[2]*Instituto de Ecología y Medio Ambiente de Zacatecas*
epnunez@yahoo.com.mx

La creciente explosión demográfica en el país y la falta de planeación del desarrollo urbano, propician que cada vez sea más común el uso de terrenos poco favorables para la construcción de viviendas. La modificación del relieve natural del terreno, sin tomar en cuenta la geología ni los procesos geomorfológicos que operan, propician la inestabilidad del terreno. El intemperismo y la erosión, son fenómenos naturales que pueden actuar de forma imperceptiblemente lenta, pero de forma eficaz por lo que son todo un reto para el constructor, requiriendo estudios de ingeniería geológica, y de la estricta supervisión de las autoridades gubernamentales competentes, a fin de

lograr construcciones exitosas que ofrezcan seguridad a los futuros residentes de las viviendas proyectadas.

El caso del "Fraccionamiento Rincón Guadalupano" (FRG), ubicado en Municipio de Guadalupe, Zacatecas es ejemplo de un desarrollo urbano asentado en la ladera de una montaña disectada por arroyos. En este sitio se han presentado fracturamientos y deformaciones en algunas viviendas y en diversas porciones del pavimento de sus calles. La estratigrafía del predio está integrada por un conglomerado polimíctico bien compactado de edad Paleoceno-Eoceno, conocido como el Conglomerado Rojo de Zacatecas, sobreyacido por material de talud del Cuaternario, en etapa de consolidación. Se cartografiaron poco más de 50 datos de estructuras que se restringen a fracturas y fallas las cuales se representaron en una red estereográfica que permite visualizar dos tendencias preferenciales de fracturamiento, una dirigida al NE-SW y la otra NW-SE. Por otro lado la interpretación fotogeológica de pares de fotografías áreas anteriores al desarrollo urbanístico de esa zona permite la identificación de algunos cauces de arroyos intermitentes, los cuales fueron cubiertos durante la urbanización. En tal virtud se asume que al haberse obstruido el drenaje natural del área, el agua de interflujo que circula en el predio del FRG durante la temporada de lluvias ha erosionado en forma parcial el material de relleno de los antiguos cauces. El interflujo ha generado oquedades en el subsuelo que a su vez dan lugar a la desestabilización de pavimentos y construcciones, ya que la concentración de las estructuras cartografiadas coincide con las zonas del fraccionamiento donde se registra la mayor afectación y las trazas de los cauces fluviales rellenados. Trabajos posteriores de exploración directa consistentes en perforaciones cortas en algunas de las áreas afectadas, han comprobado la existencia de dichas aberturas en el subsuelo. Por lo que se ha procedido a la evacuación de las viviendas de esas zonas en particular; sin embargo con el incremento de lluvias extraordinarias en el país a consecuencia del cambio climático, es de esperarse que la afectación del fraccionamiento pueda continuar, requiriéndose estudios complementarios que propongan la remediación a la red de drenaje ya alterada y de esa forma se contribuya en parte a la mitigación del problema.

SE04-5

MODELO PARA EXPLICAR LOS HUNDIMIENTOS OCURRIDOS EN GUATEMALA Y CHIAPAS, MÉXICO

Mora Chaparro Juan Carlos
Instituto de Geofísica, UNAM
jcmora@geofisica.unam.mx

Se presenta un modelo que explica cómo se formaron los hundimientos ocurridos en Guatemala 2007 y 2010; en San Isidro las Banderas y Barrio Cuxtitali, en el estado de Chiapas, México. En este modelo se observan similitudes y diferencias en las condiciones geológicas de ambos sitios.

Este modelo sienta una hipótesis base, sobre la cual permite realizar estudios geofísicos a detalle en cada una de las zonas, con el fin de resolver la problemática y disminuir el peligro que estos representan en las poblaciones que se asientas sobre y alrededor de las zonas que fueron afectadas por estos fenómenos.

SE04-6

INESTABILIDAD DE LADERAS Y SUBSIDENCIA ASOCIADAS CON ZONAS DE EROSIÓN INTENSA EN LA ZONA CONURBADA ZACATECAS-GUADALUPE

Escalona Alcázar Felipe de Jesús, Murillo Gallegos Alberto, López López Abraham, Núñez Peña Ernesto y Bluhm Gutiérrez Jorge
Unidad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Zacatecas
papiesca@yahoo.com

La falta de planeación en el desarrollo urbano y de una cultura de respeto hacia el medio ambiente provocan que las nuevas áreas urbanas y de infraestructura se ubiquen en zonas que, al perder las condiciones naturales del terreno, ponen en riesgo la integridad de las personas y de las obras.

El desarrollo urbano de las ciudades de Zacatecas y Guadalupe se ha llevado a cabo sobre laderas de cerros, cauces de arroyo y en planicies aluviales. En estos sitios y en los que han sido rellenados de manera artificial, desde hace unos pocos años los efectos de la erosión han comenzado a ser notorios y se han manifestado con la remoción de los sedimentos que están poco o moderadamente consolidados, lo que ha provocado la inestabilidad y subsidencia del terreno. Otro efecto es la caída de bloques de rocas.

A partir de un análisis geomorfológico se definieron las zonas en las que la erosión es Intensa, Media y Baja. Cada zona se definió a partir de la topografía y de la ubicación de paleodepósitos de talud, de esta manera las zonas definidas como de erosión Intensa son las que tienen pendiente abrupta (> 25º) y son fuente de sedimentos en temporada de lluvias; también, son las zonas más favorables para la caída de bloques de roca. Las zonas de erosión Media tienen pendiente que varía de 12º a 25º y se caracterizan por la remoción y depósito de sedimentos, así como la poco frecuente la caída de bloques. En tanto que las zonas de erosión Baja son las que tienen pendiente menor a 12º, en estas zonas ocurre la remoción lenta pero efectiva de sedimentos.

En las ciudades de Zacatecas y Guadalupe las zonas en que el terreno es inestable están asociadas con materiales poco o moderadamente consolidados y/o fracturados, así como con las zonas de erosión intensa y media. Esta asociación permite ubicar los sitios que son más sensibles de presentar inestabilidad del terreno.

SE04-7

DETERMINACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE MOVIMIENTOS EN MASA EN EL CAÑÓN EL HUAJUCO LA ESTANZUELA, NUEVO LEÓN MÉXICO

Lemus Alarcón Oscar Roberto, Chapa Guerrero José Rosbel, Méndez Delgado Sóstenes, Chapa Arce Rosbell Ivan y Cossio Torres Tomás
Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León
azulverdegt@yahoo.com

En los últimos años la ciudad de Monterrey ha experimentado un gran crecimiento poblacional debido a que es la ciudad más importante del Noreste de México. Actualmente Monterrey es la tercera ciudad más grande de México y cuenta con una población de 4 millones de habitantes. Debido a la falta de vivienda la ciudad ha crecido de forma desordenada formando cada día nuevos asentamientos humanos en zonas montañosas.

Debido a que la morfología de las laderas se modifica a lo largo del tiempo para adaptarse a nuevas condiciones geológicas y climáticas, las personas que habitan en estas zonas son vulnerables a la ocurrencia de movimientos en masa, que se definen como el reajuste del terreno para conseguir el equilibrio ante un cambio de condiciones. Por otra parte las obras de infraestructura que requieren una superficie plana en una zona de montaña requieren de la elaboración de cortes de talud. Estos a menudo suelen elaborarse sin tomar en cuenta las condiciones del terreno, lo que conlleva a la ocurrencia de movimientos en masa puntuales en cortes de talud.

Entre las laderas de la Sierra Madre Oriental con mayor problemática se pueden enumerar: (1) las laderas del Cerro de las Mitras; (2) El Cerro del Topo Chico; (3) las laderas del Cerro de la Silla; (4) las laderas del Cerro de la Loma Larga; (5) en las márgenes del Cerro el Mirador y (6) últimamente en el Cañón del Huajuco entre la Curvatura de Monterrey y el Cerro de la Silla.

El área de estudio se encuentra ubicada al sureste del Área Metropolitana de Monterrey, sobre el frente Este de la Sierra Madre Oriental y la ladera Oeste del Cerro de la Silla, a la altura de la colonia La Estanzuela, ubicada en el Cañón el Huajuco.

Para poder reconocer los movimientos en masa existentes o que pueden ocurrir en el área de estudio, se identificaron primeramente los sitios en donde puedan presentarse procesos de ocurrencia de estos, se realizó el estudio de las causas y los factores que las controlan y finalmente se elaboró un análisis de los movimientos existentes. A su vez se elaboró un mapa de pendientes o morfológico en el cual se hace énfasis en las distintas pendientes que muestra el terreno. Finalmente se obtuvo una carta de Susceptibilidad y de Movimientos en Masa del área.

También se realizó el estudio de algunos taludes sujetos a la pérdida del equilibrio, en un momento dado, dentro del área de estudio, visualizando que tipo de mecanismo de falla (movimientos en masa puntuales) se pudiese presentar.

SE04-8

PELIGROS GEOLÓGICOS MÁS FRECUENTES EN EL ESTADO DE VERACRUZ

Rodríguez Elizarrarás Sergio[1], Morales Barrera Wendy Vanesa[2] y Mora González Ignacio[2]
[1]*Departamento de Geología Regional, Instituto de Geología, UNAM*
[2]*Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana*
srre@unam.mx

Se presenta una recopilación de algunos de los eventos geológicos superficiales más representativos ocurridos en el estado de Veracruz entre los años de 1993 y 2005. El objetivo de este trabajo es explicar los procesos geológicos que originan los deslizamientos y hundimientos del terreno, así como las avenidas extraordinarias que origina los flujos de detritos, por ser estos los fenómenos naturales más recurrentes en el estado de Veracruz. Los eventos aquí descritos han sucedido de manera frecuente a lo largo de la historia geológica reciente del territorio veracruzano y sus efectos en la población y la infraestructura pueden ser minimizados e incluso, en muchos casos evitados en su totalidad, si se conocen los mecanismos que los desencadenan y se toman las medidas preventivas necesarias. Con los estudios de los casos aquí descritos se pretende aportar información que sea de utilidad para fomentar una cultura de la prevención, ya que la mayoría de los desastres no son provocados por la naturaleza en sí misma, sino por la falta de previsión, ya sea en la ubicación de asentamientos humanos en zonas inadecuadas, o en las alteraciones al terreno hechas por la mano del hombre, cuyas consecuencias pueden ser

catastróficas. En este sentido, el conocimiento geológico constituye una de las bases fundamentales para entender el carácter de los peligros naturales, por lo tanto, se presenta una interpretación simplificada de la geología regional del estado de Veracruz. Además, para cada uno de los sitios incluidos, se da una descripción geológica para ayudar a entender las causas de los fenómenos descritos. Dentro de los factores desencadenantes de estos fenómenos se tiene el exceso de agua, en este aspecto, el territorio veracruzano está expuesto a precipitaciones pluviales muy intensas, que aunado a sus características geológicas y los factores de origen antrópico tales como deforestación, cortes en taludes inestables o el desarrollo de centros poblacionales en sitios no aptos para este fin, hacen que una buena parte de este estado presente una vulnerabilidad muy importante ante ciertos fenómenos de origen natural. Los peligros geológicos superficiales más recurrentes que se describen son: los deslizamientos de tierra o procesos de remoción en masa, cuyos ejemplos más notables son los casos ocurridos en algunas comunidades de los municipios de Tlachichilco, Papantla, La Perla, Orizaba e Hidalgotitlán. Las inundaciones y avenidas extraordinarias, las cuales se describen utilizando como ejemplo los hechos ocurridos en octubre de 1999 en la región de Costa Esmeralda. Los hundimientos de terreno son ejemplificados con algunos casos ocurridos en las zonas de Tezonapa y Tlapacoyan. Y finalmente, los flujos de detritos, cuyo ejemplo más reciente fue lo sucedido en el río Chiquito en la zona de Nogales-Ciudad Mendoza en junio del 2003.

SE04-9

CARACTERIZACIÓN DE LAS LADERAS HABITADAS EN LA CIUDAD DE TUXTLA GUTIÉRREZ Y SU RELACIÓN CON EL RIESGO

Paz Tenorio Jorge Antonio[1, 2 y 3], Domínguez Salazar Francisco Félix[1], González Herrera Raúl[1] y Martínez Villar Julia Rafaela[1]
[1]*Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas*
[2]*Grupo Espeleológico Vaxakmen A.C.*
[3]*Unión Mexicana de Agrupaciones Espeleológicas A.C.*
jorgepazt@yahoo.com.mx

La ciudad de Tuxtla Gutiérrez se encuentra asentada en un valle fluvial por el que escurren corrientes permanentes e intermitentes, cuyo afluente principal es el río Sabinal. Su cuenca ocupa parte de los municipios de San Fernando y Berriozábal, teniendo un patrón de drenaje de tipo dendrítico. Geológicamente, en su mayor parte, está constituido por depósitos recientes transportados por los numerosos afluentes que aportan agua al río Grijalva.

En una revisión cartográfica, histórica y considerando elementos como la diferente constitución litológica y el cambio en la pendiente, se determinan cuatro grandes laderas sobre las cuales se extiende la ciudad; estas son:

Mesa Nido de Águilas (Loma Larga). Situada al oriente, constituida por calizas de la formación La Angostura, fue poblada gradualmente a partir de 1989 en su ladera poniente, por la expansión de la colonia Patria Nueva. La porción oriental alojó en algún momento el basurero municipal de la ciudad.

Loma Verde (llamada Domo para fines de este estudio). De la misma naturaleza litológica que la anterior, se caracteriza por innumerables capas sólidas y casi horizontales de roca caliza de color gris o crema. La presencia de roca carbonatada, suficiente agua en temporada lluviosa y bióxido de carbono producto de la actividad biológica (Fernández, 1999; 23), son elementos y condiciones propicios para el desarrollo de cavernas, la mayoría de las cuales se encuentran en las varias cañadas que corresponden a los cauces de los ríos, condición que se presenta también en la Meseta de Copoya.

Ladera Norte. Es la más densamente poblada, y hacia donde se ha dirigido la tendencia al crecimiento en los últimos 20 años. Su pendiente es gradual y va de los 2° a los 7°. La parte septentrional queda inmersa en la poligonal del Parque Nacional Cañón del Sumidero.

Ladera sur. Con aspecto semejante a la norte, de una pendiente suave que gradualmente se intensifica, su condición geológica-geomorfológica es compleja y distinta. Corresponde a depósitos de talud generados por desprendimiento y transporte en la parte alta de la Meseta de Copoya (Fm San Juan), sus pendientes van de entre 10° y 15° hasta 70° en la zona próxima a los circos de erosión.

La conversión del suelo de zonas anteriormente deshabitadas y el uso intensivo del mismo reflejado en la construcción de unidades habitacionales, el establecimiento de edificios públicos, vías de comunicación, sistemas de agua y drenaje, los perfila en elementos altamente vulnerables por no considerar el aspecto geomorfológico del terreno (Alcántara y Murillo, 2007; 47) al momento de definir su aptitud, algo que no se restringe claramente en los planes y cartas de desarrollo urbano. Al respecto, la Carta Urbana de Tuxtla Gutiérrez (2007-2020) clasifica el uso del suelo de la ladera sur como Habitacional (con rangos de 50 a 250 hab/ha). En la cuestión de Riesgos y Vulnerabilidad no emite ninguna restricción para la misma; sin embargo, cada día son más severos y evidentes los fenómenos geológicos e hidrometeorológicos que se presentan generando pérdidas económicas e incertidumbre en las familias asentadas.

SE04-10

ANÁLISIS DE PELIGROS POR PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASAS EN ESTRUCTURAS VOLCÁNICAS. PEÑÓN DE LOS BAÑOS, DISTRITO FEDERAL

Castañeda Leonides Fausto, Carlos Valerio Victor, Mejía Cisneros Nohemi y Romero Espejel Hector
Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, ESIA-Ticomán, IPN
leo82azul@yahoo.com.mx

Ubicado dentro de la Delegación Venustiano Carranza, el cerro del Peñón de los Baños es una estructura volcánica de composición basáltica; formado por una sucesión de flujos de escoria, derrames de lavas en bloques principalmente y depósitos de caída. Mediante una correlación estratigráfica le designaron una edad del Mioceno Tardío.

El análisis de los procesos de remoción en masas se realizo mediante la clasificación más aceptada y aplicada a nivel internacional: conformé al mecanismo de movimiento. Los procesos observados en el cerro del Peñón de los Baños son desprendimientos o caídos principalmente; en algunas zonas, se presentan mecanismos de desprendimientos en caída libre así como rodamientos, generados por residuos del primer caso o por bloques separados de la masa rocosa. En algunos de los flancos se observan mecanismos de vuelco o desplome, los cuales ocurren cuando la resultante de las fuerzas aplicadas a un bloque, cae fuera de un punto que sirve como pivote en la base del mismo; resultado de discontinuidades espaciadas y con apertura. Y en último lugar también se presentan deslizamientos, que son movimientos de la ladera hacia abajo sobre una superficie reconocible de ruptura. Finalmente, una de las causas del origen del agrietamiento que circunda al cerro se relaciona hacia un proceso de extensión lateral, aunque también entra en los campos de una manifestación previa la a ruptura, clasificándose como una deformación gravitacional profunda o hundimiento lateral y/o una rotura confinada.

Actualmente, alrededor del cerro se encuentra una alta densidad de población la cual se está extendiendo en las laderas de este, adicionalmente hacia las partes bajas se localiza infraestructura civil y de gobierno de gran importancia; por lo tanto, con base en los resultados y observaciones realizadas en campo; se determinó, que la zonas de mayor peligro se localizan en los límites entre el cerro y la zona urbana, además de la franja de los agrietamientos que circundan a el cerro del Peñón de los Baños.

SE04-11

HUNDIMIENTOS Y AGRIETAMIENTOS RELACIONADOS A LA REACTIVACIÓN DE PALEO-CAUSES.- EJEMPLOS EN LA ZONA CONURBADA DE SAN LUIS POTOSÍ

López Doncel Rubén[1], Mata Segura José Luis[1] y Pacheco Martínez Jesús[2]
[1]*Instituto de Geología, UASLP*
[2]*Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción, UAA*
jrtorres@uaslp.mx

Durante los últimos dos años (2008-2010) en la zona conurbada de las ciudades de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez se ha manifestado de manera muy rápida y principal-mente de forma puntual un nuevo fenómeno de hundimiento y subsidencia, que ha causado serias afectaciones a la infraestructura municipal y particular.

El fenómeno de hundimiento se presenta en forma circular normalmente de 2 hasta 20 m de diámetro y en algunos casos se han registrado colapsos de hasta 5 m de profundidad. En las zonas donde el hundimiento solo es de dimensiones de centímetros a decímetros las afecta-ciones se manifiestan en forma de agrietamiento y fracturamiento extremo.

Estudios geológicos realizados a las columnas sedimentarias de las zonas afectadas muestran en todas ellas un común denominador, que es la presencia de horizontes de 1 hasta 3 m de espesor de arenas medias a gruesas pobremente consolidadas y sin matriz. Estos horizontes son por lo tanto fácilmente removibles. Los granos de las arenas son en un 90% de cuarzo, subredondeados a redondeados y descansan en una fábrica grano-soportada. El restante 10% de los granos son fragmentos de rocas (líticos volcánicos) y pedacería de alfarería (origen antropógeno).

Mapeos geológicos recientes a detalle del valle de San Luis Potosí muestran que existe una serie de causes y arroyos colmatados que corren con un rumbo general NE-SW y que terminan como centro de depósito las partes centrales del valle. Estos arroyos han sido localizados gracias a estudios litológicos a mas de 100 pozos de agua, 200 tajos y zangas estudiadas, así como una gran cantidad de obras civiles (cimientos, canteras, bancos de material, etc.), que han permitido hacer un catalogo amplio de la geología más superficial del valle y su relleno cuaternario.

La ocurrencia de estos fenómenos está relacionada, de acuerdo a la interpretación geológica, a la presencia de los paleo-causes, ya que 90% de las zonas afectadas están sobre arroyos colmatados, presuntamente inactivos. El fenómeno de la reactivación de estos paleo-ríos es aún un tema en discusión, sin embargo uno de los causales principales es sin duda el aumento en el caudal

del acuífero más somero del valle, el cual durante décadas de sobre explotación y contaminación se hizo inservible para uso doméstico e industrial. Al no hacer uso de este acuífero y al aumento en la precipitación en los últimos años este nivel aumento considerablemente, causando con esto el que se retomaran los antiguos sistemas de drenaje. La litología de los sedimentos que han sufrido poca consolidación ha permitido el fenómeno de arrastre granular y arrastre de material, causando la formación de huecos y cavidades que se expresan en la superficie en forma de hundimientos.

SE04-12

ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD FÍSICA Y SOCIAL EN LA CIUDAD DE SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS, CHIAPAS

González Herrera Raúl[1], Mora Chaparro Juan Carlos[2], Borraz Santiago María Alejandra[3] y Palacios Silva Rodolfo José[1]
[1]*Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas*
[2]*Universidad Nacional Autónoma de México*
[3]*Estrasoli, S.A. de C.V.*
ingeraul@yahoo.com

El análisis de la vulnerabilidad por fenómenos naturales es un proceso complejo desde la concepción misma del término vulnerabilidad a partir de las distintas disciplinas que participan en los estudios de riesgo, ya que cada una de ellas emplea distintas herramientas epistémicas y metodológicas para aproximarse a ella ya sea cuantitativa y/o cualitativamente. Otro elemento importante de conflicto es la tendencia a acotarla a un fenómeno natural específico, con el fin de poder estudiarla.

En este trabajo desarrollado con trabajo de campo y gabinete durante los meses de enero a marzo del año 2010, se presenta un análisis de la vulnerabilidad física y social de cinco distintos barrios de la ciudad de San Cristóbal de las Casas. Esta ciudad es la tercera en población en el estado de Chiapas, una de las más importantes por su historia, turismo y poder político, la cual, por su diversidad, heterogeneidad y crecimiento no planificado, permite ejemplificar el conjunto de variables que problematizan los estudios de vulnerabilidad y tras el estudio es posible un acercamiento a la reflexión sobre los procesos sociales de construcción del riesgo y la participación del ser humano en sus formas de apropiarse del territorio.

El estudio emplea dos metodologías propuestas respectivamente por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y por la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco (UAM-A), las cuales permiten determinar principalmente valores cuantitativos de la vulnerabilidad tanto física como social, sin embargo para complementarlos se construye un análisis crítico reflexivo sobre las generalizaciones hechas por las metodologías de ser aplicadas sin un conocimiento y adecuación debida al contexto donde se empleen. Finalmente se reflexiona sobre la valoración del parámetro vulnerabilidad en su dimensión física y social, para vislumbrar como a través de las distintas caras que esta presenta, se permite entender el fenómeno del riesgo complejo.

SE04-13

DISASTER WATCH

Gamez Balmaceda Ena del Carmen[1], Jiménez López Maria Esther[1], Granados Hernández Orlando[1], Arregui Ojeda Sergio[1], Mendoza Garcilazo Luis[1] y Villacis Carlos[2]
[1]*Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada*
[2]*Global Risk Identification Programme (GRIP), UNDP-UN*
egamez@cicese.mx

El Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE) está desarrollando, como parte del Programa Global de Identificación del Riesgo (GRIP) de Naciones Unidas (PNUD), un Observatorio Global de Desastres Naturales para reportar, archivar y visualizar información sobre eventos destructivos a nivel mundial. El Observatorio, denominado Disaster Watch, incorpora información sobre desastres debido a amenazas geológicas, hidrológicas, meteorológicas y climatológicas y pretende proveer, de manera sistemática, información completa y confiable sobre eventos destructivos y sus impactos en las comunidades. El Disaster Watch tiene tres componentes constitutivos: 1.- Un mecanismo estándar para reportar eventos sobre desastres utilizando información provista por un grupo de fuentes selectas para cada tipo de amenaza y aplicando un proceso de validación de la información existente. 2.- Una base de datos que sintetiza la información reportada para cada evento y facilita el análisis de las características, distribución e impacto de los desastres naturales a escala global. Análisis simples incluyen estadísticas básicas, tipología, análisis temporales y de tendencias, distribución espacial, entre otros. Análisis más completos pueden ser aplicados para analizar variaciones de vulnerabilidad en diferentes regiones del planeta, por ejemplo... 3.- Una interface gráfica para visualizar los eventos incorporados en la base de datos. Esta interface utiliza mapas globales base con información de la distribución del riesgo de desastres naturales y de pobreza para facilitar el entendimiento de la relación entre los niveles de desarrollo y los de vulnerabilidad a las amenazas naturales. El Disaster Watch contribuye efectivamente a la meta del GRIP de promover el desarrollo sostenible mediante la reducción de las pérdidas (económicas y humanas) asociadas con eventos naturales en zonas de alto riesgo.

SE04-14

MIRADAS EN TORNO AL RIESGO ERUPTIVO POR EL VOLCÁN POPOCATÉPETL: CIENCIA, GOBIERNO Y POBLACIÓN RURAL

Valdez Pérez Verónica[1] y Novelo Casanova David Alberto[2]
[1]*Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, UNAM*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
xochiquetzal_vvp@yahoo.com.mx

El volcán Popocatépetl, ubicado entre los límites del Estado de México, Morelos y Puebla, inició una nueva fase eruptiva en 1994. Este evento ha puesto al descubierto encuentros y desencuentros de dos formas de conocimiento: el científico y el del sentido común de los habitantes que viven a las laderas del volcán. El Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC) han tratado de dimensionar el riesgo eruptivo que puede representar este coloso. Para los investigadores aglutinados en la primera instancia mencionada, la reactivación del volcán representa una amenaza natural debido a que se encuentran múltiples poblaciones expuestas a erupciones que pueden llegar a ser (de acuerdo a estudios geológicos, arqueológicos e históricos) de tipo pliniano. Frente a este panorama, el monitoreo volcánico ha sido el principal elemento en torno al cual el SINAPROC ha diseñado estrategias únicamente de respuesta (evacuaciones) ante las emergencias volcánicas. Estas ideas son los ejes principales que constituyen la noción y manejo del riesgo volcánico desde la perspectiva "oficial" por parte del gobierno de acuerdo a los resultados científicos, pero ¿cuál es la percepción de las poblaciones consideradas en riesgo? ¿qué significa para ella vivir en una zona considerada en riesgo volcánico?. Con base en un estudio de caso realizado en la cabecera municipal de Ecatzingo, Estado de México (ubicado en el flanco suroeste del volcán Popocatépetl y considerado en alto riesgo), es posible concluir que las representaciones sociales de los habitantes (aludiendo con este concepto al conocimiento del sentido común) han sido elaboradas desde sus propias condiciones sociales, históricas y culturales en torno a la reactivación del volcán, la legitimación y rechazo de la noción de riesgo volcánico, su propia definición de riesgo, así como a la valoración que han hecho de las evacuaciones. Los dos tipos de conocimiento: el científico y el del sentido común relacionada a la reactivación del volcán ha dejado al descubierto, principalmente, el desencuentro de miradas en torno a la misma situación. Por lo que es importante la necesidad de un diálogo entre dichos campos de conocimiento. Panorama frente al cual este trabajo brinda elementos que permiten reflexionar sobre un escenario alentador a la problemática. Algunas de las representaciones sociales encontradas en los habitantes no se encuentran constituidas únicamente de una actitud de pasividad y fatalismo ante alguna erupción volcánica, por el contrario, han logrado dimensionar al riesgo volcánico desde sus propias consideraciones.

SE04-15

ACCIONES REALIZADAS POR EL SISTEMA ESTATAL DE PROTECCIÓN CIVIL DE PUEBLA, DURANTE LA EVACUACIÓN DE LAS COMUNIDADES ALEDAÑAS AL VOLCÁN POPOCATÉPETL EN DICIEMBRE DE 2000

Ramos Jiménez Esteban[1], De la Cruz Reyna Servando[1] y Ortiz Ramis Ramón[2]
[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Consejo Superior de Investigaciones Científicas, España*
investigacion10@yahoo.com.mx

Debido al incremento de actividad en el volcán Popocatépetl y con base en los reportes emanados de la Secretaría de Gobernación, la Coordinación Nacional de Protección Civil y el CENAPRED, se alertó al Sistema Estatal de Protección Civil de Puebla, luego de lo cual, el gobernador del estado dio la instrucción de activar el plan arriba mencionado a partir del 15 de diciembre de 2000, a fin de proteger a las personas y sus bienes en las comunidades de seis municipios: Calpan, San Nicolás de Los Ranchos, Nealtican, San Juan Tianguismanalco, Atlixco y Tochimilco. Así y de acuerdo con el Plan Operativo Popocatépetl, en esta fecha, el Sistema Estatal de Protección Civil de Puebla procedió a instalar el Centro de Operaciones de Emergencias y Desastres (COPED), a fin de determinar las responsabilidades de las dependencias estatales, federales e instituciones de la iniciativa privada para este caso de contingencia volcánica. Previamente se tenía elaborado el Atlas de Riesgo Volcánico, donde se planteaban los lineamientos y acciones a seguir en caso de presentarse alguna contingencia; había comunicación con el CENAPRED, para el constante monitoreo e intercambio de información respecto a la actividad del volcán; se habían realizado simulacros periódicos a través de la Unidad Operativa de Protección Civil, con la colaboración de los ayuntamientos más cercanos al volcán y cuerpos de seguridad y; se realizaba una campaña constante de conservación de las 10 rutas de evacuación contempladas en el mismo plan. De esta manera y una vez emitida la Declaratoria de Emergencia

en el Diario Oficial de la Federación, el 16 de diciembre de 2000 se inició el Operativo de evacuación en ocho comunidades, que involucró a 1 676 habitantes; aunque al término del día se abarcaron un total de 15 comunidades, con una población de 4 681 habitantes. La etapa eruptiva inició el 18 de diciembre a las 19:15 horas, lanzando fragmentos incandescentes, que continuó a las 02:08 horas, con emisión de fragmentos incandescentes hacia el flanco poniente. Las poblaciones evacuadas fueron 18, con una población total de 40 864 personas; de las cuales 20 021 fueron albergadas por el estado, 1 598 fueron renuentes a salir de sus comunidades y 19 245 se auto evacuaron hacia casas de parientes y amigos. Nealtican fue evacuada ante la posibilidad de afectación por flujos de lodo provenientes por la barranca de Huiloac, que nace al pie del glaciar norte del volcán. Durante el operativo de evacuación se emplearon 52 autobuses y 34 microbuses, donde también participaron las Unidades de Protección Civil de los seis municipios arriba mencionados. Para lo anterior, se destinaron 13 albergues: uno en Agua Dulce, cuatro en San Andrés Cholula, uno en San Pedro Cholula, dos en Huejotzingo, cuatro en Izúcar de Matamoros y uno en Puebla. El retorno de los albergados a sus lugares de origen fue el 28 de diciembre del mismo año.

SE04-16

CONSIDERACIONES SOBRE EL PELIGRO VOLCÁNICO EN LA REGIÓN DE LOS TUXTLAS, VERACRUZ, MÉXICO

Espíndola Castro Juan Manuel[1], Godínez Calderón María de Lourdes[2] y Zamora Camacho Araceli[1]

[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*

[2]*Instituto de Geografía, UNAM*

jmec@servidor.unam.mx

La región de los Tuxtlas en el Estado de Veracruz, Mexico, se encuentra situada sobre un campo volcánico compuesto por cientos de conos de ceniza y maares, asi como por los cuatro grandes volcanes San Martín Tuxtla, Cerro del Vigía, Santa Marta y San Martín Pajapan. La actividad volcánica en el campo volcánico de los Tuxtlas comenzó en el Mioceno tardío y ha continuado hasta fechas históricas con la erupción del San Martín Tuxtla (N18.562°; W95.199°, 1659 msnm) en 1793. En este trabajo se presenta una revisión de la literatura sobre la historia eruptiva en el área y la naturaleza de la actividad volcánica. Así mismo, se examinan las evidencias sobre el posible origen por fuerzas tectónicas o magmáticas de este volcanismo en la región y las consecuencias que esto tiene sobre el curso de la actividad en la misma. Considerando que el máximo peligro provendría de una erupción en el volcán San Martín Tuxtla semejante a la de 1793, se presenta un mapa de peligro por efecto de la caída de cenizas. Este mapa esta basado en un muestreo aleatorio de la velocidad de los vientos registrados en la cercana ciudad de Veracruz y datos de la granulometría y masa de los depósitos arrojados durante la erupción de 1793.

SE04-17

¿DESPUÉS DEL DESASTRE VIENE LA CALMA? RECONSTRUYENDO LA VIDA EN EL FRACCIONAMIENTO VIDA MEJOR, ACACOYAGUA, CHIAPAS

Antonio Nakamura Yadhira Akemi[1] y Novelo Casanova David Alberto[2]

[1]*Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, UNAM*

[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*

yadisakemi@hotmail.com

El análisis de la inundación de 2005 en Acacoyagua, Chiapas, desde el enfoque sociológico y del estudio del riesgo; permite considerar a los desastres como procesos sociales en el que interactúan aspectos naturales y sociales (amenaza y vulnerabilidad) cuya ocurrencia causa alteraciones en las condiciones normales y cotidianas de la comunidad afectada. Además del desastre y sus causas, se pone especial atención en las consecuencias del desastre en la población. En este trabajo se analiza la reubicación en el fraccionamiento Vida Mejor de las localidades Ranchería Playa Inés, y los barrios José Luciano y San Andrés. En este caso, la reubicación en un centro semiurbano demuestra el cambio de una vida rural que ha incrementado su vulnerabilidad ante fenómenos naturales y a nuevos riesgos sociales como lo es la desarticulación social. Sin embargo, también de la experiencia del desastre, los afectados rescatan enseñanzas que abren su panorama sobre el riesgo e implementan medidas de mitigación. Tras perder todo su patrimonio y tierras de cultivo, la reubicación de una comunidad es la única esperanza en un futuro incierto. Particularmente, en el municipio de Acacoyagua aunque no se tomaron en cuenta sus costumbres, necesidades y tradiciones rurales se han adaptado a las nuevas circunstancias que implica la reubicación gubernamental emergente. A casi cuatro años de la reubicación en el fraccionamiento Vida Mejor, los habitantes aún reconstruyen su vida rural a pesar de las limitaciones sociales, económicas y culturales. Algunos elementos que se identificaron como resultados de esta investigación son: a) La agricultura no es el eje de la vida rural pero sigue siendo una parte fundamental de lo que los define como comunidad rural. Se vislumbra un corte generacional entre quienes han y siguen trabajando en el campo y los jóvenes ya no tienen ni el interés ni la tierra para trabajar; b) Multiplicación de actividades no agrícolas y oficios; c) Base comunitaria difusa. A pesar de que se definen como la comunidad del fraccionamiento, en algunas actividades se siguen organizando de acuerdo al lugar de origen; d) Mayor percepción del riesgo y de sus condiciones de vulnerabilidad ante amenazas de origen natural.

SE04-18

PELIGRO SÍSMICO DE LAS REFINERÍAS DE MÉXICO

Monroy Salazar Silvia Flor de Azalia[1] y Novelo Casanova David Alberto[2]

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

[2]*Departamento de Sismología, Instituto de Geofísica, UNAM*

flor_monroy@yahoo.com.mx

El peligro sísmico en un lugar determinado se expresa en términos de la frecuencia con que la zona expuesta excede una cierta medida de intensidad sísmica. Por otro lado, la intensidad se expresa como la máxima aceleración o máxima velocidad del terreno en el sitio de estudio debido a la ocurrencia de un sismo. También puede utilizarse cualquier otro parámetro ligado al movimiento del suelo relacionado con las respuestas máximas de las obras de ingeniería. En el presente trabajo se identifica el peligro sísmico a las que están expuestas las refinerías que existen en México. Se utilizó la información contenida en los mapas desarrollados por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y el Global Seismic Hazard Program (GSHAP) los cuales utilizan los catálogos sísmicos disponibles en el mundo. A partir de los cuales se obtiene la aceleración pico del suelo en zonas con determinados periodos de recurrencia. Los resultados obtenidos señalan a la refinería de Salina Cruz, Oaxaca y Minatitlán, Veracruz, como las de mayor exposición al impacto de un evento sísmico. La refinería de Minatitlán se encuentra ubicada en una zona donde existen aceleraciones pico que oscilan entre el 8 y 24% de g según el Global Seismic Hazard Map (GSHAPM, 2001). Esto correspondería a intensidades de V a VII en la escala Mercalli. Sin embargo, utilizando los datos de la CFE ésta refinería se encuentra situada en un terreno donde las aceleraciones no rebasan el 70% de g. En Salina Cruz, se han registrado aceleraciones del 40% de g e incluso hasta del 70% de g. Esto indica que en estos sitios podrían registrarse intensidades entre VIII y IX. Entonces, si las instalaciones tienen estructuras sismo-resistentes a estas intensidades, tendrán daños entre leves y considerables. Pero, si las instalaciones tienen una estructura ordinaria tendrán daños considerables con colapsos parciales.

SE04-19

MICROZONIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE DISEÑO SÍSMICO EN LA ZONA URBANA DE MOTOZINTLA DE MENDOZA, CHIAPAS

Larrazábal Galaviz Kerygma[1], Monroy Salazar Silvia Flor de Azalia[2], Hernández Zúñiga Alejandra[2], Moreno Perales Gloria Azucena[3], Lermo Samaniego Javier[4] y Novelo Casanova David Alberto[2]

[1]*Facultad de Ciencias, UNAM*

[2]*Departamento de Sismología, Instituto de Geofísica, UNAM*

[3]*Facultad de Ingeniería, UNAM*

[4]*Instituto de Ingeniería, UNAM*

kerygma@ciencias.unam.mx

Como parte de un proyecto multidisciplinario de riesgos por fenómenos naturales en la sierra madre y planicie costera del estado de Chiapas, se realizó un estudio de microzonificación sísmica en la comunidad de Motozintla de Mendoza durante el mes de enero del presente año. El municipio de Motozintla se encuentra localizado en la Sierra Madre de Chiapas donde se ve afectado por distintas amenazas de origen natural como inundaciones, procesos de remoción de masas, sismos, entre otros. La zona urbana se encuentra expuesta al sistema de fallas Polochic-Motagua y a la alta sismicidad del estado generada en la zona de subducción, de ahí la importancia de evaluar la respuesta del suelo ante la ocurrencia de sismos de magnitud importante. En este estudio se determinó la variación espacial del periodo dominante y su amplificación relativa con respecto a los depósitos de suelo en la zona urbana de Motozintla. Las mediciones se agruparon en diferentes familias con el propósito de determinar la respuesta teórica unidimensional utilizando métodos geofísicos de prospección sísmica. Se obtuvieron registros de vibración ambiental en 228 sitios. Además, se registraron sismos en tres estaciones que se instalaron en dos localidades de la cabecera municipal y otra en suelo firme que nos permitirán validar las amplificaciones de vibración ambiental. También se realizaron ocho perfiles sísmicos de refracción y arreglos triangulares de dimensiones variables para estimar las velocidades de las ondas de corte con el método SPAC. Finalmente, utilizando el parámetro Vs30 y normas nacionales e internacionales, se clasificaron las familias espectrales en tipos de terrenos con fines de diseño sísmico. Los resultados identifican una zona con periodos dominantes entre 1.0 y 0.3 segundos con una amplificación relativa de hasta ocho veces las cuales se distribuyen a lo largo del río Xelajú y zonas inundables. Otra región muestra periodos dominantes entre 0.3 y 0.1 segundos con menor amplificación relativa la cual se distribuye en la parte central de la ciudad. La tercera zona, en el borde del sur de la ciudad, muestra frecuencias de aproximadamente

1.6 segundos con amplificación relativa aun más bajas en comparación a las otras dos regiones identificadas. Finalmente, la cuarta zona de suelo firme, se identifica en algunos sitios dispersos de la ciudad.

SE04-20

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA CON BASE EN LAS PROPIEDADES SÍSMICAS DEL SUELO DEL MUNICIPIO DE MOTOZINTLA, CHIAPAS

Moreno Perales Gloria Azucena y Novelo Casanova David Alberto
Departamento de Sismología, Instituto de Geofísica, UNAM
azlait@hotmail.com

Como parte de una investigación científica multidisciplinaria en el municipio de Motozintla, Chiapas, se realizó un estudio de sísmica de refracción durante el mes de enero del presente año (2010) con el propósito de determinar las propiedades sísmicas del subsuelo.

En este trabajo se presentan los resultados de los ocho perfiles realizados en el área de estudio. Asimismo, el análisis de las características de las domocronas permitirá inferir la velocidad de propagación de las ondas sísmicas y la profundidad de los medios refractores. Los datos obtenidos serán un buen indicador de algunas propiedades geológicas de los materiales debido a que permitirán relacionar la velocidad de transmisión de las ondas sísmicas con el medio de propagación. De esta manera se inferirá de forma teórica el tipo y características del suelo presentes en la región. Con el propósito de validar y/o detallar los resultados teóricos obtenidos por el método indirecto de sísmica de refracción, se realizará posteriormente la construcción, interpretación y correlación de secciones estratigráficas mediante un trabajo geológico de campo.

Los resultados serán interpretados en un Sistema de Información Geográfica (SIG) con fines de protección civil. La generación de este mapa de velocidades correlacionado con la información geológica, permitirá apoyar la toma de decisiones de las autoridades correspondientes en las tareas de prevención y mitigación del riesgo sísmico, mediante la reducción de la vulnerabilidad de los elementos sometidos a riesgo: personas, viviendas, instalaciones críticas y el medio ambiente.

Por último cabe destacar que la información geológica obtenida apoyaran los estudios de microzonificación sísmica que se están realizando en la zona de estudio para el caso de la ocurrencia de un sismo importante que pudiese impactar a este municipio.

SE04-21

ESTRUCTURA SÍSMICA RELACIONADA CON AGRIETAMIENTOS EN LA SIERRA DE SANTA CATARINA, IZTAPALAPA, DISTRITO FEDERAL

Salazar Peña Leobardo, Vera Sánchez Pedro,
Romero Pérez Blanca Iris y Uribe Cervantes Eduardo
Escuela Superior de Ingeniería y Aquitectura, Unidad Ciencias de la Tierra, IPN
lsalazar@ipn.mx

La Sierra de Santa Catarina presenta agrietamientos en su entorno. Por ello es conveniente continuar con las exploraciones sísmicas relacionadas con esos agrietamientos. La exploración de este trabajo se ubica en la zona Norte-Este de la primera zona que sufrió agrietamientos del subsuelo en el año 2007, San Lorenzo Tezonco.

La técnica combina el método tradicional de refracción y la adquisición de tiros de reflexión vertical de onda P. Éstos últimos se valen para su interpretación, de simulación sísmica computacional. El tiempo de reflexión y la deducción de la profundidad del reflector, hace uso de integrales de camino-tiempo, tomando en cuenta las velocidades y profundidades de estratificación, deducidas del método de refracción.

La determinación de estructura, parte de la misma zona de San Lorenzo Tezonco, con algunos tiros de reflexión vertical complementarios. Aquí se determina una estructura múltiple, es decir, se configuran en forma tridimensional, los dos eventos basálticos del volcán Yuhualixtli. La información de los pozos Santa Catarina 12 y Santa Catarina 13, es muy importante para este tipo de configuración.

Hacia la zona Noreste de San Lorenzo, se modifica el tipo de adquisición para los datos de tiros de reflexión vertical. Con esta adquisición modificada, es posible distinguir a partir de varios geófonos las diferencias en el tiempo de reflexión, que implican directamente cambios en las pendientes de los derrames basálticos subterráneos. Los resultados muestran que el derrame más reciente desaparece hacia distancias radiales mayores del cráter del volcán Yuhualixtli. El derrame más antiguo, progresivamente se profundiza más hacia distancias radiales del cráter. Se supone que esta característica, lo hace influir menos en el fenómeno de agrietamientos de la Sierra.

SE04-22

ANÁLISIS DE LA INUNDACIÓN Y PROBABILIDAD DE COLAPSO DEL DIQUE-DESLIZAMIENTO LA HUAHUA

Figueroa Miranda Socrates
Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMICH
filosofo521@hotmail.com

El día 4 de octubre de 2008, en la tenencia La Huahua (municipio de Aquila, Michoacán), el emplazamiento de un dique-deslizamiento originó el taponamiento y remansamiento del río Huahua, desarrollándose un cuerpo de agua de 1, 833,038.65 m3 con una superficie de inundación de 202,400.52 m2. A 2 km aguas arriba, en la comunidad La Hujera, se registró el colapso de construcciones de adobe por efecto del reblandecimiento de sus bases a consecuencia de la inundación; mientras que aguas abajo, en las comunidades El Herradero y La Huahua (a 3.4 y 6.4 km respectivamente), el posible colapso del dique-deslizamiento y la consecuente avalancha de rocas y lodo, puso en alerta a la población y a las autoridades de protección civil del Estado de Michoacán. En el presente trabajo se realizó el análisis de la inundación provocada por el dique-deslizamiento, abordando el tema desde la cuenca de aportación, cálculo del gasto máximo, comparación de áreas hidráulicas requeridas con aquellas disponibles en campo, y estimación cualitativa de la probabilidad de colapso del dique.

Mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), en la cuenca del río Huahua, se evaluaron parámetros morfométricos, se elaboraron mapas de cobertura vegetal, tipo y uso de suelo. Con base en las fórmulas racional y universal de pérdida de suelo, se determinó el escurrimiento superficial máximo de salida (líquido y sólido), tomando en cuenta intensidades de lluvia para diferentes periodos de retorno y un coeficiente de escurrimiento (calculado a partir de pendiente, uso del suelo, y periodos de retorno considerados). El polígono de inundación y el volumen del cuerpo de agua recién formado, se calcularon con base en el Modelo Digital de Elevaciones (MDE) y observaciones directas en campo. El análisis cualitativo de la probabilidad de colapso se realizó con base en la geometría, estructura y orientación del dique-deslizamiento.

El dique-deslizamiento genera un peligro constante de inundación aguas arriba, debido a que cualquier variación de su altura o de la cota alcanzada por el escurrimiento superficial, modifica el polígono de inundación. Bajo condiciones actuales del dique, éste presenta una probabilidad baja de colapso debido a que es integrado por bloques de roca de cerca de 10 m de diámetro, que le infieren estabilidad ante el empuje hidrostático, además de tener una permeabilidad alta que permite el escurrimiento aguas abajo.

El análisis de las secciones hidráulicas aguas abajo del dique-deslizamiento: en los bordos de protección construidos a la altura de El Herradero indican que dicha comunidad corre peligro de inundación, ya que estas secciones resultan insuficientes para dar salida a los gastos máximos calculados en el análisis hidrológico. En cambio, la sección hidráulica del puente Huahua, es superior al área requerida para desalojar el máximo gasto calculado, para una intensidad de lluvia con periodo de retorno de 500 años.

SE04-23

MICROZONIFICACIÓN DE PELIGROS POR INUNDACIONES EN LA ZONA CONURBADA DE LA CIUDAD DE XALAPA, VER.

Torres Morales Gilbert Francisco[1], Álvarez Palacios José Luis[2], Mora González Ignacio[1], Dávalos Sotelo Raymundo[2], Leonardo Suárez Miguel[1] y Del Moral Dorantes Ariza[1]
[1]*Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad Veracruzana*
[2]*Instituto de Ecología A.C.*
giltorresmorales@yahoo.com.mx

Se presentan los resultados de la delimitación de peligros por inundaciones como parte de los resultados del proyecto denominado: “Microzonificación de Peligros Geológicos para la Zona Conurbada Xalapa”, desarrollado por el Centro de Ciencias de la Tierra de la Universidad Veracruzana (CCTUV) y financiado por los Fondos Mixtos CONACYT-Gobierno del Estado de Veracruz. El proyecto tiene como fin contribuir a la prevención y mitigación de los peligros geológicos, tanto naturales como inducidos por las actividades humanas en la Zona Conurbada Xalapa (ZCX), es decir, la caracterización de los procesos geológicos y geotécnicos potencialmente dañinos o catastróficos que pueden afectar la ZCX.

Para delimitar las zonas susceptibles a inundaciones la metodología empleada para evaluar el peligro por inundación incluye los siguientes pasos en la investigación: antecedentes históricos, condiciones meteorológicas, existencia de cursos de agua en la zona, condiciones topográficas (zonas bajas), condiciones de permeabilidad y uso del suelo, intervención humana, identificación de puntos críticos, cálculo de microcuencas, identificación de puntos críticos de desbordes durante crecidas, dimensionamiento del peligro de inundación, superficie afectada, altura de inundación, probabilidad de ocurrencia y por último la elaboración de mapas de peligro por inundación. Éste peligro se incluirá en el mapa final de microzonificación de peligros geológicos que incluye además la microzonificación sísmica y por deslizamiento de laderas.

Los insumos ocupados en el proceso del análisis fueron un modelo digital de elevaciones con una resolución de 30 metros por píxel, este fue proporcionado por la NASA a partir del proyecto ASTER Global Digital Elevation Model y un Sistema de Información Geográfica gvSIG-Sextante utilizando la herramienta hidrológica MFD. Esta herramienta de modelación se basa en el modelo "Multiple Flow Direction Algorithms" método que considera un flujo bidimensional, que calcula la dirección y acumulación de los flujos superficiales a partir de las diferencia de las pendientes y exposiciones del terreno, obteniendo como resultado la red de escurrimientos y los limites de las nano-micro y subcuencas hidrográficas.

La información sobre los peligros naturales se plasmará en forma de mapas de peligrosidad, a los que se pueden asociar bases de datos relacionadas con la tipología del peligro. La integración de estas cartografías y bases de datos mediante un SIG, es un aspecto de gran interés ya que permite modificaciones en la medida que se produzcan cambios en el medio físico, en la actividad económica o en el desarrollo de las poblaciones. Además, permite manejar gran cantidad de información, cruzándola para obtener nuevos mapas resultado del análisis de las variables y factores considerados de influencia en los procesos. Siendo un elemento fundamental para que autoridades, legisladores y técnicos puedan fundar sus decisiones en los campos de su competencia, tales como la elaboración de leyes y normativas o en materia de ordenamiento territorial, protección civil y prevención de desastres.

SE04-24

LOS HURACANES (RIESGOS NATURALES) COMO FACTOR DESENCADENATES DE LOS RIESGOS GEOLÓGICOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY, NUEVO LEÓN, MÉXICO

Chapa Guerrero José Rosbel, Chapa Arce Rosbell Ivan,
Méndez Delgado Sóstenes y Lemus Alarcón Oscar Roberto
Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León
rchapa@fct.uanl.mx

En la región del Noreste de México se encuentran, en los estados de Tamaulipas y Nuevo León, más de 8 millones de habitantes y es azotado frecuentemente por Huracanes que se forman en el caribe. En esta región se localizan como polo de desarrollo la capital de Tamaulipas, Cd. Victoria y La capital de Nuevo León, Monterrey. Ambas capitales se localizan al pie de la Sierra Madre Oriental.

Es importante resaltar que junto a Monterrey se encuentran otras ciudades conformando el Área Metropolitana de Monterrey, con una población mayor a los 4 millones de habitantes. Cabe mencionar que las pendientes de la Sierra Madre Oriental, con grandes relieves y por lo mismo grandes problemas de origen geotécnicos, que se trasforman en riesgos geológicos al paso de los huracanes, son zonas preferidas por la sociedad acomodada de esta metrópolis. Aquí se ha recurrido a la construcción de redes de carreteras desarrolladas para alcanzar, desde 550 m.s.n.m. que queda Monterrey, alturas hasta los 1350 m.s.n.m.

Desde el punto de vista geológico, el cinturón plegado de la Sierra Madre Oriental cambió su rumbo en la "Curvatura de Monterrey". Aquí afloran formaciones carbonatadas y arcillosas tanto del Jurásico como del Cretácico. Esta secuencia mesozoica se encuentra en grandes áreas sobreyacida por diferentes unidades del cuaternario.

En el presente trabajo se tratará de hacer un análisis comparativo entre los problemas de origen geológico que se presentaron en el Área Metropolitana de Monterrey, tanto al paso del Huracán Gilberto (1988) y el paso del Huracán Alex (2010).

SE04-25

EROSION EN LA FRANJA COSTERA DEL MUNICIPIO DE PARAISO, TABASCO. ORIGEN Y PROBLEMÁTICA ACTUAL

Amaro Martínez Raymundo Eric y Grijalva Ortiz Nicolas
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
reric.amtz@hotmail.com

La franja costera del municipio de Paraíso, Tabasco, de aproximadamente 49 km de longitud, se localiza a 10 km de la cabecera municipal de Paraíso, ha presentado en los últimos 20 años un deterioro tal que a causa de la erosión provocada por diversos factores, ha hecho que se reduzca su extensión de playa de 200 a 350 metros hasta 20 a 35 metros actualmente.

Geomorfológicamente es extensa planicie con escasa pendiente con un predominio de playas bajas y arenosas, conformada por sedimentos cuya granulometría varía del tamaño de arena a grava, éstos se van engrosando de norte a sur y de oriente a poniente; lo cual es debido a las características estructurales regionales de la Subcuenta de Comalcalco.

Las causas principales son desde climáticas con el aumento del oleaje debido al poco sedimento que se deposita, así como el aumento de la fuerza de los huracanes y tormentas estacionarias (nortes). Así también la acción humana con la extracción de arena para relleno y construcción y mas que el problema inicio con la apertura de la barra de Boca de Panteones, ubicada en los límites de los municipios de Cárdenas y Paraíso, como parte de un proyecto piscícola para incrementar la salinidad de las lagunas, y más recientemente con la ampliación del Pto. De Dos Bocas.

Las afectaciones provocadas por la erosión de las playas, van desde perdidas de cultivos de palmera de coco y maíz, así como terrenos de pastoreo de ganado, así como cambios en el ecosistema lagunar y en la vegetación del lugar, La población afectada es de aproximadamente 25 000 personas, que se encuentran en riesgo, ya que los daños van desde pérdidas económicas y de viviendas, así como en el sistema de carreteras estatal en la cual 20 km de carreteras se han perdido.

Se han propuesto varias soluciones por parte del Gobierno. Estatal de Tabasco, pero la desidia de estos ha recaído en un incremento de la problemática, y con esto se proponen unas soluciones si bien son temporales, de hecho propongo que se haga lo siguiente: Un programa de ordenamiento territorial con el fin de reubicar a la población afectada., Un monitoreo de la franja playera con el fin de que se haga un modelo matemático para predecir la erosión y cuanto afecta cada año. Relleno de playas con el fin de mitigar el problema y se restauren las vías de comunicación.

SE04-26

INUNDACIONES DESLAVES Y SISMOS EN LA CIUDAD DE PUEBLA

Barona Díaz Edgar y Martínez Ruíz Gerardo
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
edgarbarona@puebla.megared.net.mx

La ciudad de Puebla ha crecido de manera exponencial en las dos últimas décadas de manera desmesuradle y sin tener una planeación adecuado del crecimiento urbano en mayor proporción hacia la zona nororiente de la ciudad.

Esto ha provocado una gran problemática debido a que mucho de estos asentamientos se sitúan en zonas de riegos, ubicados cerca de barrancas en estudio.

El estudio comprende la zona nororiente de la ciudad de Puebla. Geológicamente, muestra una área que se encentra en la provincia fisiográfica de la Faja Volcánica Transmexicana. El sistema de valles y volcanes es característico de esta provincia, donde se ubica el Valle de Puebla.

El Valle de Puebla tiene su origen en una serie de estructuras geológicas que aun sigue afectando la geomorfología. Las barrancas son expresiones superficiales de estas estructuras, por ello es importante conocer el comportamiento de las estructuras a profundidad así como superficialmente.

El trabajo realizado comprende estudios geológicos, geofísicos y geotécnico realizado por un grupo multidisciplinario, con el fin de conocer las condiciones geológica-estructurales de la zona así como las afectaciones que estas han provocado en las viviendas , con el objeto de plantear un plan de remediación y prevención.

SE04-27

EVALUACIÓN DEL TSUNAMI OCURRIDO EL 3 DE JUNIO DE 1932 EN LAS COSTAS DE JALISCO

Valdivia Ornelas Luis, Estrada Trejo Mariana, Castillo Aja
Maria del Rocio y Venegas Luévanos Sinuhé Quetzalcóatl
Universidad de Guadalajara
lvaol2003@yahoo.com.mx

En la madrugada del 3 de junio de 1932, a las 4:38 a.m., ocurrió el sismo de mayor magnitud registrado instrumentalmente (8.2) en la costa mexicana del pacífico. Dicho evento sísmico produjo, además de los daños en construcciones e infraestructura de la región, un tsunami reportado por Ferreras (1993) y Cummings (1932). Para el estado de Jalisco sólo se menciona la ocurrencia de tsunami en la localidad de Barra de Navidad en donde se lo describe como "una gran ola" que alcanzó la parte alta del médano ya sin fuerza y generando "gran espanto" (Cummings, 1932)

A partir de esta fecha se sintieron una gran cantidad de sismos, algunos de los cuales también ocasionaron tsunamis; como el del 18 de junio que incluso se tiene registrado en la isla de Hilo (Hawaii) con una altura de 0.1m (Ferrera;1993) y el más catastrófico de ellos, ocurrido el 22 de junio del mismo año, que arrasó el poblado de Cuyutlán, Colima, en donde las olas alcanzaron una altura de 10 m; produciendo muertes y daños. Finalmente se reporta, como probable, un tsunami para el 29 de junio del mismo año.

Ferrara (1993) sólo reporta tsunamis en Manzanillo, Cuyutlan, Barra de Navidad y San Blas. Aunque pudiera inferirse la ocurrencia de tsunami en el resto de la costa jalisciense no se menciona explícitamente. A partir de una revisión hemerográfica detallada se encontraron reportes que informan, para el 3 de junio, daños por tsunami en las costas de Jalisco (El Informador 09/06/1932 Año XV tomo LV num 5300). A partir de estos datos se realizó una búsqueda en el Archivo del Estado en donde se encontraron los documentos originales con la reseña de un tsunami que golpeó la costa correspondiente al actual municipio de Tomatlán (norte de Jalisco).

El trabajo presenta el análisis de la información obtenida a partir del expediente de la Junta de Socorro Pro-Damnificados formada por el Gobernador Sebastián Allende a partir de un telegrama, con fecha del 7 de junio de 1932, puesto por el presidente municipal de Tomatlán, Dr. Abel M. Salgado.

SE04-28

RECONSTRUCCIÓN HISTÓRICA DEL TSUNAMI DEL 22 DE JUNIO DE 1932 EN LA LOCALIDAD DE CUYUTLÁN COLIMA

Corona Morales Néstor, Ramírez Herrera Teresa y Urquijo Torres Pedro Sergio
Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM
ncorona@pmip.unam.mx

La reconstrucción histórica del tsunami ocurrido en Cuyutlán, Colima el 22 de junio de 1932 tiene como objetivo establecer un marco de referencia que permita identificar la amenaza a la que podría estar expuesto el poblado de Cuyutlán en el escenario de que se repitiera un tsunami de las mismas características. Esta investigación se enfocó a definir dos aspectos del tsunami de 1932: 1) los parámetros físicos del tsunami: nivel medio del mar, el tiempo estimado de arribo, el retroceso del mar, la altura media, la altura máxima de la ola, la distancia de inundación, la inundación máxima, la línea de inundación, el runup, la distribución del runup, área de inundación, la intensidad del tsunami; y 2) Los efectos ocasionados en el poblado: número víctimas, número de heridos, número de edificaciones destruidas total o parcialmente, localización de las edificaciones afectadas y los daños a la infraestructura.

Esto se llevó a cabo mediante la aplicación de: 1) técnicas etnográficas, específicamente: revisión documental, hemerográfica y entrevistas; y 2) técnicas de mapeo en plataforma de sistemas de información geográfica (SIG). Como resultado se obtuvo un panorama del comportamiento del tsunami, sus dimensiones y los impactos en la comunidad de Cuyutlán. Los datos recabados permitirán establecer un escenario base de peligrosidad a un tsunami de las mismas dimensiones, identificar las áreas con mayor grado de exposición a los efectos del tsunami y estimar los daños que pudieran ocasionarse en el poblado bajo sus condiciones actuales.

SE04-29

PELIGRO GEOLÓGICO EN EL ESTADO DE CHIAPAS

Mora Chaparro Juan Carlos[1], Hernández Madrigal Víctor[2], Garduño Monroy Víctor H.[2], Carrera Muñoz Mariela[3] y González Herrera Raúl[4]
[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Universidad Michoacana de San Nicólas de Hidalgo*
[3]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
[4]*Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas*
jcmora@geofisica.unam.mx

Definimos como geología activa a toda la actividad geológica presente en el estado de Chiapas, esta actividad se manifiesta como una expresión de la dinámica interna y externa de la tierra. La dinámica interna en el estado, es evidente con la interacción de las placas tectónicas de Norteamérica, Del Caribe y Cocos que provocan una intensa actividad sísmica y volcánica. Ésta ha estado presente en el pasado y continua en el presente lo que ha resultado en la morfología y el paisaje del estado. La dinámica externa se manifiesta con la interacción entre los diferentes componentes de nuestro sistema tierra la atmósfera, biosfera, hidrósfera y la superficie terrestre, que ha originado una lenta o rápida transformación de la morfología y su paisaje. Aunado a esta dinámica externa, se ha sumado la mano del hombre que con su intervención ha acelerado los procesos de todo el sistema.

Así que en el presente los principales agentes que influyen en el modelado, transformación y destrucción de la superficie terrestre son de tipo Geológico, Atmosférico y Antrópico

- estructuras geológicas como planos de fallas, fracturas, inclinación de los estratos > a 35° respecto a la horizontal

- secuencias estratigráficas con la intercalación de estratos compactos y densos, con estratos poco compactos y fácilmente erosionables

- la presencia de depósitos sin compactación de origen volcánico y como producto de la erosión en las laderas y depositados sobre estratos de rocas sedimentarias con inclinaciones entre 35 y 90°.

- zonas de escurrimientos de agua que funcionan como planos (>35° de inclinación) de deslizamientos, producto del cambio de permeabilidad entre los materiales más superficiales y las rocas que los subyacen

- inestabilidad de los materiales originada por procesos vibratorios productos de eventos sísmicos o por el funcionamiento de equipo o maquinaría.

- actividad volcánica, con la generación de depósitos resientes fácilmente erosionables

- deforestación descontrolada

- inestabilidad de laderas provocadas por la realización de diferentes obras ingenieriles en beneficio de la sociedad

- saturación de agua por eventos meteorológicos extraordinarios

En los periodos años 2007 al 2009 se conjuntaron todos estos factores y provocaron 299 reportes de movimientos de tierras e inundaciones en el estado de Chiapas. En todos los reportes el mecanismo disparador fue el exceso de saturación de agua.

En el presente trabajo se reportan los movimientos de tierra del tipo de flujos de lodo reportados y caracterizados en campo, los factores que intervinieron en su manifestación y las propuestas de remediación para que no se reactive la zona y de prevención en zonas similares.

SE04-30

RIESGOS GEOLÓGICOS EN EL CAÑÓN DEL HUAJUCO (LA ESTANZUELA) AL SURESTE DEL ÁREA METROPOLITANA DE MONTERREY, NUEVO LEÓN, MÉXICO

Chapa Arce Rosbell Ivan, Chapa Guerrero José Rosbel, Méndez Delgado Sóstenes, Lemus Alarcón Oscar Roberto y Cossio Torres Tomás
Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León
ing.ivanchapaarce@gmail.com

El Área Metropolitana de Monterrey, localizada en el Noreste de México, ha experimentado en los últimos años una sobrepoblación provocando una gran falta de vivienda. Debido a esto se han desarrollado grandes asentamientos humanos a los alrededores de esta gran metrópolis en las zonas montañosas de la Sierra Madre Oriental. El crecimiento poblacional es debido a la gran oferta de trabajo que se genera en esta gran urbe resultando ser la tercer ciudad mas grande e importante de México, con 4 millones de habitantes y la mas grande del Noreste de México.

Entre las zonas montañosas de la Sierra Madre Oriental preferidas para habitar podemos enumerar las de mayor problemática: (1) las laderas del Cerro de la Mitras; (2) el Cerro del Topo Chico; (3) las laderas del Cerro de la Silla; (4) las laderas del Cerro de la Loma Larga; (5) en los márgenes del Cerro del Mirador; (6) últimamente en el Cañón del Huajuco entre la Curvatura de Monterrey y el Cerro de la Silla.

Es importante mencionar que el área en estudio está localizada en la zona montañosa en el Cañón del Huajuco, entre el frente de la Sierra Madre Oriental y la ladera Suroeste del Cerro de la Silla en la Colonia la Estanzuela dentro del municipio de Monterrey, Nuevo León.

Los asentamientos humanos en las faldas de las zonas montañosas y la falta de estudios geológicos pertinentes han traído como consecuencia la vulnerabilidad de esta población a los riesgos geológicos, desencadenados por el paso de huracanes por la región.

En el área de estudio se elaboró una carta de riesgos geológicos, delimitándose 14 zonas de riesgo geológico. Para la realización de esta carta se ejecuto un estudio geomorfológico en combinación con diferentes zonas homogéneas.

Para cada zona de riesgos geológicos se presenta una descripción de los diferentes riesgos que ocurren y así mismo se dan recomendaciones para la mitigación de los mismos.

Debido a los acontecimientos ocurridos en el pasado mes de Julio, con el paso del Huracán “Alex”, es evidente la realización de estudios de riesgos geológicos en el Área Metropolitana de Monterrey, para mitigar y prevenir las diferentes catástrofes o riesgos geológicos desencadenados por este tipo de eventos. Cabe mencionar que el presente trabajo se realizó meses antes de este acontecimiento.

SE04-31

ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA ANTE SEQUÍAS

Neri Vidaurri Carolina y Magaña Rueda Victor
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
caro.neri@gmail.com

Las sequías en México han tenido efectos devastadores en diversos sectores y regiones del país. Los avances en materia de pronóstico climático estacional llevan a pensar que es posible diseñar estrategias preventivas en diversos sectores socioeconómicos de México como para reducir los costos e impactos de la disminución en la disponibilidad de agua. Entre las consideraciones que se deben hacer para construir un Sistema de Alerta Temprana ante la Sequía se debe considerar el signifiado de Sistema, de Alerta y Temprana cuando se trata de un proceso para el cual es dificil definir su inicio y final. El presente trabajo analiza algunos de los elementos que se deben tener para pensar en establecer un Sistema de Alerta Temprana ante la Sequía en México.

SE04-32

ESTRUCTURA SÍSMICA RELACIONADA CON AGRIETAMIENTOS EN LOMAS DE SAN FRANCISCO TEPOJACO, CUATITLÁN IZCALLI, EDO. DE MÉXICO

Salazar Peña Leobardo, Mondragón Guzmán Rodrigo, López Rodríguez Luis Marcel, Suárez Martínez Raúl, Rodríguez Vega Pablo Baruch y López Valencia Marco Antonio
Escuela Superior de Ingeniería y Aquitectura, Unidad Ciencias de la Tierra, IPN
lsalazar@ipn.mx

La exploración sismológica llevada a cabo en este trabajo, atendió la petición de la Asociación de Vecinos Propositivos por Lomas de San Francisco Tepojaco, ante el fenómeno de agrietamientos del subsuelo presentados en la zona. La ESIA Unidad de Ciencias de la Tierra atendió la petición mediante un proyecto de servicio social. Uno de los estudios propuestos fue la exploración sismológica del subsuelo.

En la zona de estudio, se planearon tendidos sí-smicos de refracción ubicados estratégicamente, tomando en cuenta un mapeo previo de los agrietamientos manifestados en el suelo. Los levantamientos de refracción fueron complementados con tiros de reflexión vertical de onda P, cuya interpretación se vale de simulación sí-smica.

Los resultados de refracción muestran la existencia de una capa blanda superficial. Esta capa posee valores de velocidad que van de 330 m/s a 480 m/s, con espesores que van de 1.0 m a 10 m. Debajo de esta capa subyace una capa más firme con valores de velocidad de 1100-1300 m/s. Los tiros de reflexión vertical de onda P fueron distribuidos intermediamente a la posición de los tendidos de refracción, obteniéndose la profundidad de las capas del subsuelo en cada punto de observación. Se logra la configuración tridimensional de la estructura del subsuelo de la zona. Para complementar las características sismológicas estructurales, se graficó también la distribución de valores de velocidad sí-smica en la zona.

Resultan las siguientes caracterí-sticas que implican los problemas de agrietamientos y hundimientos, se pueden tomar como conclusiones del estudio: Los valores bajos de velocidad existentes en ciertos sitios, demuestran falta de compactación por parte de las compañí-as constructoras de la Unidad Habitacional de Lomas de San Francisco Tepojaco, lo cual provoca hundimientos locales del suelo.

La falta de muros retenedores se combina con la capa blanda superficial, las pendientes de la capa firme de mayor profundidad y factores hidrológicos, para generar el corrimiento de material blando superficial y con ello la manifestación de agrietamientos. Estos agrietamientos del subsuelo se transmiten finalmente hacia las construcciones y explican las cuarteaduras de las casas habitación. La exploración sí-smica y sus resultados, son recomendables para las compañí-as constructoras, de ejecución previa a la construcción de unidades habitacionales, para con ello evitar problemas similares.

SE04-33

PALEORELIVE Y SU INFLUENCIA EN EL ARREGLO Y DISTRIBUCIÓN DE LAS GRIETAS EN SAN LORENZO TEZONCO, IZTAPALAPA, MÉXICO, D.F.

Vera Sánchez Pedro, Salazar Peña Leobardo y Gómez Álvarez Karina
Escuela Superior de Ingeniería y Aquitectura, Unidad Ciencias de la Tierra, IPN
pveras@ipn.mx

La presencia de grietas en el suelo del oriente de la Ciudad de México, ha tenido sus primeras manifestaciones desde hace cuarenta años, tiempo en el cual se han incrementado en número y extensión afectando ahora directamente a la población en su patrimonio, la infraestructura superficial y subterránea. El constante monitoreo de las grietas en el área de estudio, así como una intensa campaña de exploración geológica-geofísica, ha permitido identificar los elementos que controlan la distribución y formación de las grietas. Con la integración de los datos obtenidos tanto superficiales como del subsuelo en modelos tridimensionales, se definió que existe una clara relación de dichas discontinuidades con la estructura formada por los derrames andesítico-basálticos extruidos por los aparatos volcánicos que conforman la Sierra de Santa Catarina y los sedimentos lacustres que los circundan, los cuales también le sobreyacen parcialmente en sus bordes. Es precisamente en estos sitos que se localizan las grietas, por lo que identificar el límite de las coladas y los sedimentos lacustres resultan de gran importancia. Las diferencias en comportamiento mecánico que presentan los materiales involucrados sirven de punto de partida en el proceso de ruptura del terreno junto con la pendiente de la superficie (derrames andesíticos) sobre la cual se depositan los sedimentos lacustres en el área de estudio. La compactación diferencial ocurrida en la porción lacustre como consecuencia de la subsidencia regional y local así como la saturación de los depósitos superficiales por infiltración excesiva y localizada de agua, ya sea de lluvia o de fugas contribuyen de forma directa a la aceleración del proceso, requiriendo de la conjunción de uno o varios mecanismos disparadores, pudiendo ser estos la carga ejercida por las construcciones cada vez más numerosas, tránsito de vehículos pesados, sismicidad regional ocurrida sobre todo cuando la saturación en el suelo es máxima (períodos de lluvias extraordinarias) y probablemente cambios mínimos de la pendiente asociados a reajustes isostáticos ocasionados por la intensa remoción de material en los bancos de material de la localidad.

SE04-34

ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA DEFORMACIÓN Y GRIETAS DEL TERRENO EN SANTA CATARINA, AZCAPOTZALCO, MÉXICO, D.F.

Vera Sánchez Pedro, Salazar Peña Leobardo, Rodríguez Contreras Perla, Barillas Díaz José Luis y Maya Pérez Mario
Escuela Superior de Ingeniería y Aquitectura, Unidad Ciencias de la Tierra, IPN
pveras@ipn.mx

La presencia de grietas en la ciudad de México, se asociado tradicionalmente a la transición entre las zonas geotécnicas de lomas y lago, donde el cambio abrupto de pendiente y de materiales propician que se hagan evidentes en superficie los efectos del asentamiento diferencial del terreno, sin embargo no se consideran los rasgos topográficos sepultados (paleorelieve), los cuales tienden a aflorar cuando el sedimento que se encuentra como relleno en gran parte de la zona lacustre y que los cubre se compacta, ya sea por diagénesis, desecación inducida o carga excesiva por la alta densidad de construcciones así como la circulación de vehículos pesados. En el caso del área en estudio es la presencia de estos rasgos topográficos cubiertos la causa de la aparición de grietas las cuales han evolucionado a hundimientos mayor extensión que afectan vialidades y construcciones así como infraestructura subterránea. La evidencia de esto es claramente expuesta por la pérdida de nivelación de algunos inmuebles e inclusive la ruptura de estructuras. Entender el origen, evolución y diferenciación de las grietas que afectan a la Ciudad de México, es un tema de gran interés ya que en función de esto podrían diseñarse planes de mitigación y en algunos casos predecir su aparición, al aislar los sitios en los que las condiciones del subsuelo y los afectos antropogénicos se conjuguen para acelerar la presencia de estas discontinuidades, desde luego que detallar la constitución y estructura del subsuelo es el elemento principal a estudiar. Mediante la exploración geológica y geofísica de detalle se elaboraran modelos detallados de la estructura somera y composición del subsuelo en sitio en cuestión, con miras a detallar la naturaleza y distribución de los rasgos morfológicos sepultados que pudieran estar presentes.

SE04-35 CARTEL

INVASIÓN DEL DERECHO DE VÍA EN LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN, EN LOS MUNICIPIOS DE ACULCO, SAN FELIPE DEL PROGRESO, PAPALOTLA Y APAXCO, ESTADO DE MÉXICO

Ramos Jiménez Esteban y Segura Rojas José Luis
Dirección General de Protección Civil del Estado de México
investigacion10@yahoo.com.mx

La problemática de invasión de derechos de vía en líneas de alta tensión en algunas localidades del Estado de México, representa un serio problema, debido a que el alto voltaje de hasta 230 000 voltios puede provocar trastornos en la salud de las personas que viven muy cerca o debajo de los cables que transportan el fluido eléctrico, pues los campos electromagnéticos de baja frecuencia que se generan, causan alteraciones biológicas en el cuerpo humano.

La peligrosidad de las líneas eléctricas depende de la tensión, intensidad y sobrecarga a que están sometidas, por lo que es fundamental la calidad, estado y limpieza de los aisladores, así como la verificación y mantenimiento de la conexión a tierra de las torres. Si el tendido es subterráneo, los cables deben tener un buen aislamiento y ser coaxiales para no generar campos externos. Si los cables trifásicos están debidamente trenzados, el campo electromagnético es inferior al de una línea área equivalente. El derecho de vía (DDV) para las líneas de alta tensión, es la franja de terreno donde se alojan las torres o postería que contienen los cables que conducen el fluido eléctrico. Dicha franja es la requerida para construir, operar, mantener e inspeccionar las mismas torres, postes y cables; aunque también sirve como protección hacia la población, ya que es un riesgo para la salud el paso de alto voltaje y amperaje, además de posibles rupturas y caída de cables por “rayos” o viento. Es muy común y se han dado casos en que los rayos durante las tormentas eléctricas han impactado en los cables o inclusive en las torres que los sostienen y que al haber casas habitadas por debajo de líneas de alto voltaje, puedan ser dañadas por el alto voltaje de dichas ráfagas eléctricas o por la caída de los cables; como por ejemplo en El Zethe y San Antonio El Zethe, municipio de Aculco, donde inclusive algunas personas utilizan parte de las torres para tender su ropa recién lavada. Se sabe de casos de leucemia, aunque no se ha demostrado su origen, debido a la carencia de investigación. Lo anterior, es por el desconocimiento del riesgo que representa la alta tensión, por la ambición de hacerse de un terreno que ha sido previamente expropiado y pagado a su dueño original a fin de construir el tendido de la línea de alta tensión; o también por la pasividad de algunas instancias municipales, que a sabiendas del riesgo, no lo comunican a la Comisión Federal de Electricidad, para buscar la solución adecuada; aunque también debe mencionarse que esta compañía tiene la obligación de hacer recorridos periódicos a lo largo de sus líneas y reportar cualquier invasión a los

ayuntamientos correspondientes. Por tanto, aquí se presentan algunos trabajos realizados en los municipios de Aculco, San Felipe del Progreso, Papalotla y Apaxco, Estado de México.

SE04-36 CARTEL

ESTRUCTURAS SUPERFICIALES EN LOS TERRENOS COMO INDICADORES DE HUNDIMIENTOS Y DESPLAZAMIENTOS EN LOS TERRENOS; EJEMPLO, DESASTRE DE SOLOSUCHIAPA, CHIAPAS MÉXICO

Mora Chaparro Juan Carlos
Instituto de Geofísica, UNAM
jcmora@geofisica.unam.mx

En base al análisis de imágenes de satélite (Google earth) se pudieron detectar cuerpos peligrosamente activos al occidente de la cabecera municipal de Solosuchiapa, en el estado de Chiapas. Los indicadores del movimiento de estos dos cuerpos fueron deformaciones superficiales en forma de curvas cóncavas y convexas, estas estructuras nos indican un cuerpo en movimiento lento.

El 28 de Abril del 2008 después de seis horas de intensa lluvia uno de los cuerpos sufrió un repentino y acelerado movimiento que provocó cuantiosos destrozos e incuantificables pérdidas económicas.

Durante la visita de campo se pudo observar como las características geológicas de la zona en conjunción con la deforestación y la construcción de una carretera, fueron los factores principales que tenían a los terrenos en movimiento lento y solo fue necesario un mecanismo disparador, que en esta caso fue la lluvia para acelerar su desplazamiento.

Con estas observaciones tanto podemos mencionar que las condiciones geológicas, el clima tropical y la biodiversidad de la zona tenían a estos terrenos en un estado de equilibrio natural, este estado cambio a un estado latente de actividad o de movimiento lento por la intensa deforestación.

Este estado de movimiento lento cambio a un estado de mayor movimiento, al realizar la construcción de la carretera lo que provoco una mayor desestabilización de la ladera lo que provoco que en su superficie se formaran estructuras cóncavas (abultamientos de tierra) y convexas (pequeños hundimientos) observadas por los pobladores. Estas deformaciones d ela superficie no fueron tomadas en cuenta por las autoridades y después de una lluvia intensa con seis horas de duración, se convirtieron en intensos y profundos hundimientos de hasta 4m de altura y en un deslizamiento rotacional, que provocaron un gran desastre y cuantiosos daños a las vías de comunicación y a la población de Solosuchiapa, municipio del estado de Chiapas.

En este trabajo se presenta la correlación entre las condiciones geológicas, las estructuras observadas en las imágenes de satélite y en las estructuras del terreno originadas por el desplazamiento del terreno.

SE04-37 CARTEL

EVALUACIÓN DEL PELIGRO GEOLÓGICO EN EL SUR DE LA DELEGACIÓN TLALPAN, D.F., MÉXICO

Zamora Camacho Araceli[1], Espíndola Castro Juan Manuel[1], Godínez Calderón María de Lourdes[2] y Bravo Cabrera José Luis[3]
[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Instituto de Geografía, UNAM*
[3]*Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM*
zaraceli@yahoo.com.mx

El territorio sur de la delegación Tlalpan, D.F., México, tiene un relieve predominantemente montañoso y de origen volcánico (Cerro La Cruz del Marqués, Cerro Pico del Águila, Volcán Cerro Pelado, Volcán Acopiaxco, Volcán Tesoyo y el Volcán Xitle). Es una zona boscosa, generadora de oxígeno y de recarga acuífera que actualmente presenta un grave deterioro, sobre todo en la parte que colinda con el Suelo Urbano, motivado por la tala inmoderada, el cambio del uso de suelo (agricultura, viviendas irregulares, etc.). La red hidrográfica de este lugar la forman arroyos de carácter intermitente que por lo general recorren cortos trayectos para perderse en las áreas de mayor permeabilidad. Esta red está siendo profundamente alterada por la invasión de los causes naturales y su alteración con rellenos y viviendas o por extracción de material. Estos cambios han introducido peligros de diversa naturaleza entre los cuales destacan los de remoción de masa. En este trabajo se presentan los resultados del análisis por medio de sistemas de información geográfica de los cambios que favorecen la ocurrencia de eventos que podría resultar catastróficos en casos de abundantes precipitaciones o eventos sísmicos de gran magnitud o cercanía. Se presentan las zonas en las que este riesgo es más grande y las causas que lo provocan.

Agradecimientos: Este trabajo se realizo con el apoyo del Instituto de Ciencia y Tecnología del D. F.

SE04-38 CARTEL

PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA EN MOTOZINTLA, CHIAPAS, SU IDENTIFICACIÓN, LOCALIZACIÓN E INVENTARIO

Sánchez Núñez Juan Manuel[1 y 2], Macías Vázquez José Luis[1], Zamorano Orozco José Juan[3], Saucedo Giron Ricardo[4], Torres Hernández José Ramón[4] y Novelo Casanova David Alberto[1]
[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*CIIEMAD, IPN*
[3]*Instituto de Geografía, UNAM*
[4]*Instituto de Geología, UASLP*
jmsanchezn2004@yahoo.com.mx

Históricamente, el estado de Chiapas ha sido afectado severamente por fenómenos hidrometeorológicos que generan lluvias extraordinarias y consecuentemente provocan múltiples daños a la población, los eventos más recientes fueron los desastres de 1998 y 2005; resultando en este último año 2,200 casas totalmente destruidas y por lo menos 40 mil personas tuvieron que abandonarlas. Uno de los principales municipios del estado es Motozintla, que constituye un importante centro de actividades económicas y de paso para las demás regiones.

La ciudad de Motozintla se ubica en la región serrana del estado de Chiapas. Localmente se encuentra ubicada en una planicie aluvial en la confluencia de los ríos Xelajú Grande, Allende y Mina y por ende ha sido severamente afectada por los fenómenos hidrometeorológicos antes mencionados. Durante el evento de 1998, la precipitación extraordinaria causó cientos de procesos gravitacionales de las partes altas de la cuenca hacía la planicie aluvial provocando la inundación de la ciudad con la depositación de 4.4 x 106 m3 de materiales. Después de este evento, tanto el municipio y el gobierno estatal, realizaron diversas obras para canalizar los ríos que confluyen la ciudad de Motozintla y reubicaron a los pobladores que habían sido afectados. Desafortunadamente, estas obras se realizaron con una falta general de planeación territorial y desconocimiento de los fenómenos que provocan los movimientos del terreno.

La situación geográfica de Motozintla y sus condiciones antrópicas actuales indican que esta clase de eventos seguirán ocurriendo en el futuro y probablemente con mayor intensidad. Desafortunadamente, no se cuenta en Motozintla, con un mapa de los procesos de remoción en masa aunado a un inventario de los mismos. Este trabajo tiene como objetivo principal la identificación y localización cartográfica de los procesos de remoción en masa de la región, para que a futuro se puedan determinar las zonas que podrían contribuir con sedimentos a la planicie de inundación en donde se encuentra asentada la mayor parte de la población de la ciudad. Para lograr lo anterior se utilizaron fotografías aéreas, imágenes de satélite, y un amplio trabajo de campo para producir el mapa de los procesos de remoción en masa de la región. Es importante mencionar que se consideró que tales procesos y los desastres asociados son eventos multifactoriales, esto es, que no dependen únicamente de la precipitación, ya que son dependientes de otros factores tanto de carácter físico y social. Entre estos factores intervienen el sustrato rocoso, las pendientes del terreno, el uso del suelo, las condiciones climáticas, la forma y estabilidad de las laderas y la participación antrópica que puede modificar a todos los factores anteriores.

SE04-39 CARTEL

ESTUDIO DE RIESGO GEOLÓGICO EN EL CONJUNTO URBANO LOMAS DE SAN FRANCISCO TEPOJACO; CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MÉXICO

Romero Espejel Hector, Mondragón Guzmán Rodrigo, Castañeda Leonides Fausto, Bello Yáñez Xóchitl Virginia, Urbina Carpio Alexi, Hernández Rivera Israel, Ramírez González Magaly y Canche Fernández Diego
Escuela Superior de Ingeniería y Aquitectura, Unidad Ciencias de la Tierra, IPN
heroe57@yahoo.com.mx

Los estudios realizados por el grupo de trabajo, representado por académicos y alumnos de la ESIA, Ticomán, Ciencias de la Tierra, tiene como finalidad conocer los factores geológicos que controlan los daños a la infraestructura (edificios, casas y calles) del Conjunto Habitacional Lomas de San Francisco Tepojaco.

Estos factores pueden actuar solos o en conjunto para desestabilizar al sistema del subsuelo en donde están asentadas las viviendas. La importancia de los efectos de uno de estos factores puede ser menospreciada si no se toma en cuenta su escala, durante la planeación urbana. Por ejemplo, la observación de fracturamientos y de las variaciones locales de resistencia de los materiales, tienen un efecto importante en el desarrollo urbano, por lo cual, no se observarían en un estudio geológico de gran escala.

Los estudios de riesgo geológico, se llevaron a cabo mediante la observación directa y detallada de los datos que se recopilaron en campo. Se determinó que en diferentes zonas de relleno de tipo antropogénico, se utilizó la planificación de urbanización sin tomar en cuenta la necesidad de realizar estudios geotécnicos de mayor envergadura.

Las áreas de construcción mayores cuentan con espesores considerables de relleno, no obstante, en la mayorí-a de estas zonas los rellenos mayores (8-10 m) se detectó, que no cuentan con la compactación adecuada. Los taludes no tienen mallas de contención apropiada y no se instalaron tubos de drenes de agua de filtración.

Por lo tanto, con base en los resultados y observaciones realizadas en campo, se determinó que toda la zona de San Francisco Tepojaco está sujeta a movimientos laterales diferenciales, los cuales se maximizan en las zonas donde los rellenos antropogénicos tienen espesores mayores a cuatro metros. Lo anterior es sustentado por los resultados de la exploración sísmica llevada a cabo en la zona.

Sin embargo, toda la zona está sujeta a este tipo de movimientos de menor magnitud, incluyendo las zonas que no tienen rellenos antropogénicos mayores a un metro, ya que se supone que las compactaciones se hicieron en la misma medida que los rellenos con espesores mayores.

SE04-40 CARTEL

CARACTERIZACIÓN DE DESLIZAMIENTOS EN LA CARRETERA LINARES – ITURBIDE, NUEVO LEÓN, DISPARADOS DURANTE EL PASO DEL HURACÁN ALEX EN EL NE DE MÉXICO

Chávez Cabello Gabriel[1], De León García María Cristina[2] y Ibarra Martínez Sergio Eduardo[1]
[1]*Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León*
[2]*Unidad Académica de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero*
gabchave2001@yahoo.com.mx

Se estudiaron los movimientos de laderas sobre el trazo de la carretera No. 31 entre Linares e Iturbide, N.L., identificando el tipo de deslizamiento, materiales involucrados, mecanismo, factores y causas que combinadas contribuyeron a disparar movimientos en masa durante el paso del Huracán Alex (02/07/2010), el cual dejó una precipitación máxima de 900 mm y un promedio estimado de 650 mm en la región; este tipo de huracán solo tiene un precedente en el NE de México y corresponde al huracán de 1909 (790 mm), los cuales superaron ampliamente la precipitación del huracán Gilberto de 1988 con un promedio de 265 mm.

Se realizó una recopilación de datos geológicos como tipo de roca y posición estructural para elaborar la sección geológica tipo, sobre ésta información y el mapa topográfico de la zona, se proyectó la ubicación de los movimientos en masa reconocidos entre el kilómetro 18 (Las Crucitas) y 44 (Iturbide, N.L.). Respecto al análisis de los deslizamientos, se ubicó geográficamente cada uno de ellos, se identificó el tipo de deslizamiento, material desplazado, dimensiones (altura, ancho, ángulo de inclinación del talud), volumen aproximado de material desplazado, mecanismo que generó el deslizamiento y se clasificó de acuerdo a su grado de peligrosidad y el riesgo a reactivación. Adicionalmente, se llevó a cabo un análisis del trazo del río que delinea el cañón Santa Rosa sobre el que se encuentra la carretera, esto para definir zonas de erosión y depósito del cauce para determinar la influencia de éste como factor disparador de deslizamientos. Finalmente, se hicieron recomendaciones sobre la mitigación de estos fenómenos con el objetivo de reducir el impacto económico debido al cierre de esta vía de comunicación y reducción de decesos por movimientos de ladera. El estudio permitió reconocer diferentes tipos de deslizamientos como: a) avalancha de detritos, b) flujo de detritos, c) deslizamiento de bloques, d) caídas de rocas, e) desprendimiento de rocas y, f) deslizamientos complejos, los cuales fueron activados por: i) saturación de agua en el suelo (derrubio), ii) flujo de agua torrencial, iii) corte de talud inestable por trazo de la carretera 31 y, iv) por erosión de talud durante el incremento del nivel del río; este último en algunos sectores provocó el corte total de carretera, erosión de muros de contención y erosión de terrazas naturales con disparo de deslizamiento. Como medios de mitigación se recomienda la construcción de muros de contención en zonas de erosión del río; construcción de gaviones para reducir la velocidad de flujo en arroyos de pendiente elevada, mallas en zonas de derrubios, reducción artificial de inclinación de taludes, anclaje en donde ocurren deslizamientos de bloques o paquetes de rocas, hasta la construcción de túneles para evitar áreas de deslizamientos continuos de alto riesgo como entre los kilómetros 32 y 33.5.

SE04-41 CARTEL

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE LA LADERA EN EL HOSPITAL REGIONAL DE PAHUATLÁN DE VALLE,PUEBLA, MÉXICO

Cuanalo Campos Oscar Andrés y Orea Cabrera Celso
Facultad de Ingeniería, BUAP
andrescu@siu.buap.mx

Pahuatlán de Valle se localiza en la parte Noroeste del Estado de Puebla, sus coordenadas geográficas son los paralelos 20º 13’ 12” y 20º 21’ 98” de latitud norte, y los meridianos 98º 04’ 18” y 98º 12’ 12” de longitud occidental. Limita al Norte con Tlacuilotepec y el Estado de Hidalgo, al Sur con Naupan y el Estado de Hidalgo, al Oeste con Naupan y Tlacuilitepec y al Poniente con el Estado de Hidalgo y Honey.

La litología presente en el área de estudio corresponde a una secuencia de rocas de tipo sedimentario marino formadas por una serie de lutitas (Jurasico Inferior. SGM) y areniscas en la parte superior que sobreyacen a unas lutitas bituminosas, las cuales se encuentran afectadas por un evento ígneo de dimensiones regionales alterado y modificando sus condiciones naturales. La topografía es representada por relieves de lomeríos fuertes.

Estos factores pueden propiciar los problemas de inestabilidad de laderas de manera natural y sumando las actividades antrópicas, aumentan el nivel de riesgo por deslizamiento de laderas en la zona. Tal caso se ha venido presentando desde el año de 1999 con las intensas lluvias registradas, lo cual fue factor detonante para el desarrollo de inestabilidad de ladera en la zona de estudio.

Es una zona clasificada de alto riesgo, donde usualmente se asienta la población de menores recursos. En ocasiones, el desarrollo de una comunidad se da en terrenos inclinados de propiedad irregular, con lo que se propician las fallas de talud, al deforestarse el terreno y al generarse flujos de agua al interior del talud. Gran parte de los problemas geotécnicos como los deslizamientos tienen antecedentes o manifestaciones que permiten señalar la posibilidad de su ocurrencia futura. El objetivo es modelar y analizar la estabilidad de la ladera en el Hospital Regional de Pahuatlán de Valle, Puebla, México, con la finalidad de determinar el factor de seguridad y la ubicación de la superficie probable de falla, como base para un proceso de planificación y gestión de riesgo en la zona.

SE04-42 CARTEL

IDENTIFICACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE RIESGOS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS EN LOS MUNICIPIOS DE COLIMA, VILLA DE ÁLVAREZ Y COQUIMATLÁN

León Paz Zoraida Soledad, Bretón González Mauricio, Ramírez Ruíz Juan José y Campos Chávez Arnoldo
Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima
zoraida_leon@ucol.mx

Aquí se presenta una metodología para la identificación y zonificación de riesgos naturales y antropogénicos en los municipios de Colima, Villa de Álvarez y Coquimatlán del Estado de Colima así como las zonas urbanas de los mismos mediante el desarrollo de un Sistema de Información Geográfica, integrando toda la información y permitiendo la realización de diferentes mapas de riesgo. Para lograr el objetivo planteado se utilizó información por municipio como Población, Urbana, Vivienda, Hidrología, Geología, Pendientes, Curvas de Nivel, Geográfica, Clima, sólo por mencionar algunos. El nivel de detalle fue una escala de 1:50 000, aunque en algunos casos fue a mayor detalle y el levantamiento de información fue apoyado por un GPS de doble banda. Se realizó además el análisis de resultados por cada tema. Los resultados muestran que dentro de la zona conurbada Colima-Villa de Álvarez se encuentran el 97% de gasolineras que existen en los municipios estudiados. Las tres cabeceras municipales están en peligro de ser afectadas por avalancha de escombros volcánicos en caso de que ocurra un colapso del edificio volcánico similar al ocurrido hace aproximadamente 2500 años. El resultado del estudio de inundación muestra que las viviendas aledañas al cauce del rio Colima tienen un riesgo medio con respecto al tipo de paredes y techos.

SE04-43 CARTEL

EL EVENTO DE TSUNAMI DEL 22 DE JUNIO DE1932 EN CUYUTLAN, COLIMA, MÉXICO: ANÁLISIS SEDIMENTOLÓGICOS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Ledesma Herrera karina y García Tenorio Felipe
Instituto Politécnico Nacional
celtakarina@hotmail.com

Colima es uno de los estados de México con gran potencial de ocurrencia de sismos por subducción, y consecuentemente a ser impactado en sus costas por tsunamis locales. El tsunami de Cuyutlan del 22 de Junio de 1932, es un ejemplo de un evento de este tipo, el tsunami formo olas de cerca de 10 m e invadió alrededor de 1 km costa-adentro y fue originado por un sismo de subducción de magnitud de 6.9 grados (Sánchez-Devora y Salvador-Barreras, 1993). Con el objeto de estudiar el evento de tsunami del 22 de Junio de 1932 en Cuyutlan, y su impacto, se realizaron: análisis estratigráficos y sedimentológicos de sedimentos costa-afuera en el área de Cuyutlan y se llevó a cabo una evaluación de riesgos en dicha población. Los análisis estratigráficos y sedimentológicos, permitieron descubrir un horizonte anómalo de arenas y gravas, a profundidades someras en la costa-afuera. Dada las características granulométricas del horizonte se propone puede estar relacionado a un evento de alta energía, como un evento de tsunami, probablemente al evento del 22 de Junio de 1932. Por su parte, los resultados preliminares de la evaluación de riesgos por tsunamis en el poblado de Cuyutlan, indican que existen diversas carencias para afrontar un evento de tsunami en el futuro, por lo que es necesario tomar medidas para disminuir dichas carencias. Los resultados del presente estudio pretenden contribuir para ayudar a las autoridades correspondientes y a la comunidad en la toma de decisiones.

SE04-44 CARTEL

VULNERABILIDAD SÍSMICA FÍSICA Y SOCIAL DE TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

González Herrera Raúl[1], Mora Chaparro Juan Carlos[2],
Valdés González Carlos[2] y Novelo Casanova David Alberto[2]
[1]*Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas*
[2]*Universidad Nacional Autónoma de México*
ingeraul@yahoo.com

El estado de Chipas es una región que está constituida por zonas afectadas por fenómenos naturales constantes que potencian el peligro y un nivel de marginación alto caracterizado por construcciones tradicionales elaboradas con sistemas constructivos y materiales tan diversas como el adobe, el bajareque, la madera, la mampostería de tabique y block de concreto, con y sin refuerzo y en menor medida de concreto y acero. Esta diversidad permite que existan patologías distintas en cada una de sus ciudades tanto por las características constructivas locales como por las condiciones de los materiales empleados, así como la inmigración del campo a la ciudad y de algunas zonas de Centroamérica como en el caso de las ciudades fronterizas, que propician un incremento de la vulnerabilidad. No obstante que la vulnerabilidad física es muy importante no se debe dejar de mencionar la social, misma que se aborda con la metodología del CENAPRED.

Para lograr los objetivos del estudio se desarrolló un trabajo de campo importante en la mancha urbana de la ciudad, que partió de la selección de las viviendas a encuestar mediante la técnica de inferencia estadística (alrededor de 2,500 viviendas), tras analizar las condiciones del centro histórico (como trabajo piloto), se elaboró un cuestionario del que obtuvimos información suficiente para el análisis estadístico de la vulnerabilidad física y social del resto de la ciudad.

Se procesó la información de los cuestionarios mediante métodos simplificados basados en vulnerabilidad observada (técnica italiana). También se emplearon los datos de estudios de laboratorio de las propiedades de la mampostería local y la microzonificación sísmica. Adicionalmente los resultados de éste análisis estadístico se comparan contra estudios obtenidos de una revisión de la literatura entre ellos uno de CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres) y otros organismos internacionales.

SE04-45 CARTEL

IDENTIFICACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE PELIGROS Y RIESGOS NATURALES Y ANTROPOGÉNICOS EN LOS MUNICIPIOS DE MANZANILLO, ARMERÍA Y TECOMÁN

Campos Chávez Arnoldo, Ramírez Ruíz Juan José,
León Paz Zoraida Soledad y González Bretón Mauricio
Universidad de Colima
arnoldo_campos@hotmail.com

En este trabajo se presenta una metodología para identificación y zonificación de peligros y riesgos naturales y antropogénicos en los municipios de Manzanillo, Armería y Tecomán los municipios de Manzanillo, Armería y Tecomán para la identificación y zonificación de los principales peligros y riesgos tanto naturales como antropogénicos que enfrenta la población. Para lograrlo fue necesario la recopilación de información, misma que fue obtenida haciendo visitas de campo a la zona de estudio y recurriendo al CREC e instituciones como el INEGI, CENAPRED, SSN, Observatorio Vulcanológico de la Universidad de Colima, CNA, CONAGUA, SSA, entre otras. Dicha información permitió la identificación de las amenaza, así como el nivel de vulnerabilidad y de riesgo al cuál se enfrenta la población para diferentes fenómenos naturales (sismo, tsunami, deslizamiento de escombros y ciclones) y antropogénicos (estaciones de servicio de combustible, accidentes químicos y sanitarios).

El estudio dio como resultado, entre otros, la creación de mapas de zonificación del deslizamiento de escombros en la zona conocida como la Salada sobre la autopista Manzanillo-Colima; la identificación y zonificación del peligro por presencia de tsunami en la franja costera, destacando el poblado de Cuyutlán el cual es potencialmente peligroso por presencia de tsunamis al igual que la ciudad de Manzanillo, principalmente en la zona turística y el puerto; la zonificación y riesgo sísmico a nivel municipal y por manzana en las ciudades de Manzanillo, Armería y Tecomán.

De ciclones se obtuvieron mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgo para las categorías de tormenta tropical, depresión tropical, huracán categoría 1 y 2. También se elaboraron mapas de distribución de la precipitación mayor o igual a 0.1mm, precipitación máxima en 24 horas y precipitación acumulada, así como mapas de temperatura máxima, media y mínima al igual que mapas de evapotranspiración; de lo anterior se obtuvieron mapas de promedio mensual-anual, mapas promedio anual y mapas de promedio por cada uno de los meses del año.

Además mapas de radios de seguridad para estaciones de servicio de combustibles, así como mapas que establecen el área de seguridad en caso de accidente con sustancias peligrosas en las principales vías de comunicación terrestre de los municipios de Manzanillo, Armería y Tecomán. Asimismo, se logró elaborar mapas de riesgo sanitarios para diferentes enfermedades como el cáncer de mama, diabetes tipo I y II, entre otros.

Lo anterior sirvió para integrar un Sistema de Información Geográfica (SIG) utilizando la metodología desarrollada por el CENAPRED y el CREC con base en la cartografía a escala 1:50000, lo que permitirá tener una visión generalizada de las amenazas naturales y antropogénicas en estos tres municipios del estado de Colima.

SE04-46 CARTEL

IMPACTO SOCIAL POR RIESGO Y CONTAMINACIÓN, EN LOMAS DE SAN FRANCISCO TEPOJACO, CUATITLÁN IZCALLI, EDO. DE MÉXICO

Mondragón Guzmán Rodrigo, García Reyes Miguel Cayetano,
Morales de la Garza Julio Eduardo y Sánchez Serrano Sandra
Escuela Superior de Ingeniería y Aquitectura, Unidad Ciencias de la Tierra, IPN
rmondrag@ipn.mx

Este trabajo analiza e integra resultados técnicos de las geociencias con aspectos sociales, que conllevan a la evaluación de impacto sobre los habitantes de Lomas de San Francisco Tepojaco. La Unidad Habitacional es de construcción reciente (8 años de existencia) y manifiesta los siguientes problemas: Agrietamientos en el subsuelo que se prolongan hacia las casas habitación para generar cuarteaduras. Se presentan hundimientos locales del suelo que afectan las vías transitables. Falta de servicios, y por si fuera poco, existe un basurero que se ubica a un costado de la Unidad Habitacional.

La Asociación de Vecinos Propositos por Lomas de San Francisco Tepojaco acudió al IPN para conformar una base técnica que manifiesten sus problemas. Se propuso un trabajo en modalidad de servicio social. En tal proyecto se aplicó una parte técnica que consistió en: a) Mapeo y reconocimiento geológico referente a los agrietamientos y hundimientos. b) Exploración sísmica para determinar la estructura del subsuelo relacionada con los agrietamientos. c) Análisis y muestreo de materia contaminante del basurero, y d) Levantamiento de resistividad del subsuelo para caracterizar la pluma contaminante del subsuelo. Lamentablemente los problemas políticos y de intereses sobre el basurero, impidieron la ejecución del último estudio.

En la parte social se llevaron a cabo visitas y encuestas a los habitantes para: a) Recabar información referente al impacto estructural de los agrietamientos sobre las casas habitación. b) Información sobre el impacto psicológico ante los problemas ambientales y de riesgo, y c) Información referente a la falta de servicios.

Los resultados de las partes técnicas, manifiestan errores de las compañías constructoras de la Unidad Habitacional. Los hundimientos locales se deben a faltas de compactación de los rellenos de la zona. En las partes límite de la Unidad, se manifiestan preferentemente los agrietamientos y al mismo tiempo las cuarteaduras en las habitaciones. La falta de muros retenedores adecuados combinados con las características estructurales del subsuelo, propician el corrimiento de material blando superficial. El basurero genera lixiviados que contaminan su entorno y a la parte subterránea de la zona aguas abajo, impidiendo la posibilidad de explotación de agua subterránea. Existen gran variedad de desechos sólidos entre ellos contenidos metálicos y por último, cuando el viento lo favorece, el olor fétido es percibido por los habitantes de la Unidad.

En la parte social, la mayoría de los habitantes manifiestan que existen cortes en el suministro de agua, les hacen falta servicios médicos, áreas verdes y vigilancia, además manifiestan que es desagradable vivir junto a un basurero. Los habitantes más afectados, son aquellos que sufren cuarteaduras en sus casas. Estos habitantes cuentan con el mayor impacto social-psicológico, ante el miedo de sufrir derrumbamiento de sus habitaciones. Lo anterior permite recurrir e incluir los factores derivados de la epistemología de los desastres naturales, como son: la tipificación de víctimas por riesgo y la reacción de los habitantes de tipo social, psicológico y emocional.

SE04-47 CARTEL

VULNERABILIDAD SANTA MARÍA TONAMECA

Maciel Flores Roberto, Rosas Elguera José, Peña García Laura Elizabeth,
Alatorre Zamora Miguel Angel y Manzano Armas Samantha Saray
Universidad de Guadalajara
romacielf@hotmail.com

En función de las características; Morfológicas (terrestres y marinas), dinámica geológica, climatología, economía, infraestructura y unidades de respuesta a emergencias del municipio, es posible definir que la vulnerabilidad existente ante fenómenos tales como; Sismos, tsunamis e inundaciones, es la que a continuación se cita:

a) De alta a media para la infraestructura, en virtud de que la mayor parte de esta se encuentra sobre la planicie costera la cual es factible de ser afectada principalmente por sismos, que puede activar las multiples fallas y fracturas geológicas regionales presentes y afectar a todo el municipio, en mayor medida a la zona costera, en menor grado por inundaciones fenómeno que puede

afectar mayormente la parte baja en sus extremos oriental y occidental y por ultimo por tsunamies que pueden afectar hasta una altura de 10 msnm. Sobre todo a las vías terrestres de comunicación en la porción occidental del municipio.

b) De media a baja para el ambiente, por la afectación que puede existir a los servicios ambientales por los fenómenos antes citados que puede afectar sobre todo a la parte baja del municipio, que es donde se encuentran la mayor parte de asentamientos humanos

c) De media a alta para la población, en virtud de que la mayor parte de los asentamientos y concentraciones masivas por eventos públicos, religiosos o políticos se ubican en la parte baja, a lo largo de la carretera MEX 200.

SE04-48 CARTEL

AMENAZAS DE ORIGEN NATURAL Y VULNERABILIDAD ECONÓMICA EN EL ESTADO DE CHIAPAS, MÉXICO

García Ruíz Eva María[1] y Novelo Casanova David Alberto[2]
[1]*Facultad de Economía, UNAM*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
lcometa@hotmail.com

En este trabajo se provee de un instrumento de análisis geográfico económico para determinar, en un contexto integral el riesgo al que se encuentra expuesta una comunidad ante la ocurrencia de un evento extremo de origen natural y su impacto en el entorno social. Los resultados permiten coadyuvar a la prevención, mitigación y recuperación ante un desastre.

Se estima el probable impacto de un fenómeno de origen natural sobre un espacio territorial determinado, integrando la perspectiva social de un factor crítico: La pobreza. El punto clave de esta integración es la vulnerabilidad económica de la población.

Los desastres se presentan en un contexto económico frágil. El grado de exposición a las amenazas y la pobreza están siempre relacionados, debido a que los daños tienen un costo social y económico. Estos costos dependen de la vulnerabilidad a los que la población ha estado expuesta antes de un desastre y determina el grado de desafío al que se enfrenta para recuperar la normalidad de sus comunidades.

Las condiciones de pobreza en el Estado de Chiapas aumentan su grado de vulnerabilidad. Estas condiciones han incentivado a las comunidades a vivir en áreas de alto riesgo, propensas a ser impactadas por los diferentes tipos de amenazas que se presentan en este territorio de forma periódica: deslizamientos, huracanes, inundaciones, movimientos sísmicos y erupciones volcánicas.

Al analizar el contexto histórico de los eventos naturales que han impactado el Estado de Chiapas, encontramos que la amenaza socio-natural de esta región sureste presenta una problemática cada vez más frecuente aunado a que este Estado es la entidad con mayor incidencia de Pobreza en el país: 47% de sus habitantes no cubre las necesidades básicas de alimentación.

Para los cinco tipos de amenazas de origen natural a los que mayormente se encuentra expuesta la población Chiapaneca se analizaron seis elementos críticos que podrían ser afectados principalmente: población, cultivos, viviendas, industria, vías de comunicación e infraestructura.

El grado de pobreza para cada Municipio del Estado se determinó utilizando la metodología desarrollada por el Consejo Nacional de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). Esta metodología determina una línea de pobreza consolidando el indicador de ingreso con los índices de rezago educativo, acceso a los servicios de salud, seguridad social, etc.

El mapa de Riesgo Económico resulta de combinar en un Sistema de Información Geográfica (SIG) los mapas de las cinco amenazas y el mapa de vulnerabilidad (pobreza).

Como resultado del mapa se delimitaron zonas con alto, moderado y bajo riesgo. Las de mayor impacto coinciden con las zonas que históricamente han sido frecuentemente afectadas por desastres: Huixtla, Tapachula, Motozintla, El Porvenir, Escuintla, Tonalá, Mapastepec, Siltepec, Acacoyagua, Suchiate, Las Margaritas, Juárez, Acapetahua y Tuxtla Gutiérrez.

SE04-49 CARTEL

VULNERABILIDAD VILLA DE TUTULTEPEC OAX.

Peña García Laura Elizabeth, Maciel Flores Roberto,
Rosas Elguera José y Alatorre Zamora Miguel Angel
Universidad de Guadalajara
pgl1091@cucba.udg.mx

En función de las características como son; Morfológicas (terrestres y marinas), dinámica geológica, climatología, economía, infraestructura y unidades de respuesta a emergencias del municipio, es posible definir que la vulnerabilidad existente ante fenómenos tales como; Sismos, tsunamis e inundaciones, como a continuación se presenta:

a) De alta a media para la infraestructura, debido a que la mayor parte de los asentamientos e infraestructura se ha desarrollado sobre la parte plana baja del municipio que coincide con la zona factible de ser inundable, debido a que una amplia zona se encuentra por debajo de la cota de los 10 msnm, en consecuencia la factilibilidad de afectación ante eventos como depresiones tropicales, tsunamis o cambios climáticos. Es necesario hacer una mención especial en que la parte occidental del municipio porque se detecta que en ella el río ha variado su curso hasta en 5 km. Esta zona es más factible de ser afectada ante eventos sísmicos por encontrarse en una litología consistente de sedimentos no consolidados.

b) De media a baja para el ambiente, dado que la mitad del municipio es mas susceptible a sufrir daños en los servicios ambientales que los habitantes requieren.

c) De alta a media para la población, en virtud de la mayoría de esta se ubica en la parte baja plana del municipio, la cual es factible de ser afectada en un alto porcentaje ante los fenómenos antes citados, sobre todo la porción accidente del territorio municipal, donde se ubica el rio Atoyac que descarga el agua captada en la cuenca Río Atoyac - Paso de la Reyna que es la de mayores dimensiones en la región.

SE04-50 CARTEL

VULNERABILIDAD SOCIAL ANTE INUNDACIONES EN EL MUNICIPIO VALLE DE CHALCO SOLIDARIDAD, ESTADO DE MÉXICO. CASOS DE ESTUDIO: COLONIAS SAN ISIDRO, AVANDARO Y EL TRIUNFO

Espinosa Campos Omar de Jesús[1] y Novelo Casanova David Alberto[2]
[1]*Facultad de Filosofía y Letras, UNAM*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
geoes25@hotmail.com

En la madrugada del viernes 5 de febrero de 2010 se presentó en uno de los muros de contención del canal Río de la Compañía del municipio de Valle de Chalco Solidaridad en el Estado de México, una ruptura de más de 70 m de largo, 20 m de ancho, y 5 m de altura provocando una inundación de aguas negras que afectó aproximadamente a 2 mil viviendas y a más de 12 mil habitantes de esta comunidad. Como consecuencia de este evento, la Secretaría de Gobernación emitió una declaratoria de desastre. En el año 2000, esta misma zona sufrió un desastre similar. El flujo constante de aguas fétidas afectó el patrimonio de varias familias, su salud, su educación, así como vialidades, la industria y el comercio. En ambos casos las colonias más afectadas fueron San Isidro, Avándaro y El Triunfo. En este trabajo se analiza la vulnerabilidad social ante este tipo de fenómenos registrados en estas colonias frecuentemente impactadas. Los resultados permitieron determinar el bajo grado de organización de la comunidad en riesgo, la relación directa con el empobrecimiento, el incremento demográfico y una urbanización acelerada sin planeación. Se aplicó la metodología desarrollada por la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Las variables de estudio se obtuvieron por medio de una encuesta que incluyó elementos como: edad, servicio médico, discapacidad, escolaridad, organización vecinal y vivienda. Esta encuesta se aplicó aleatoriamente a una muestra mínima de la población estadísticamente significante. El análisis espacial de los resultados representados en un Sistema de Información Geográfica (SIG) indica que la vulnerabilidad social es de un nivel medio. El análisis temático demuestra que el 28 % de la población de las colonias encuestadas están en un rango de edad que los hace vulnerables en cuestión de desplazamiento en el momento de una emergencia. El 75 % de la población tiene únicamente la educación básica y solamente el 30 % cuenta con algún tipo de seguro médico lo que incrementa el nivel de vulnerabilidad social.

Sesión Especial

EL SISMO DE BAJA CALIFORNIA (MW 7.2) DEL 4 DE ABRIL DE 2010

Organizadores:
Víctor Wong Ortega
Luis Munguia Orozco

SE05-1

SURFACE RUPTURES ASSOCIATED WITH THE EL MAYOR-CUCAPAH EARTHQUAKE SEQUENCE

Fletcher John[1], Rockwell Tom[2], Teran Orlando[1], Masana Eulalia[3], Faneros Geoff[2], Hudnut Ken[4], González Javier[1], González Alejandro[1], Spelz Ronald[1], Mueller Karl[5], Chung Ling-ho[5], Akciz Sinan[6], Galetzka John[7], Stock Joann[7] y Scharer Kate[7]

[1]*CICESE*
[2]*SDSU*
[3]*U. de Barcelona*
[4]*USGS*
[5]*U. de Colorado*
[6]*U. de California, Irvine*
[7]*Cal. Tech.*
jfletche@cicese.mx

Surface rupture associated with the April 4, 2010 El Mayor-Borrego earthquake extends ~100 km from the northern tip of the Gulf of California to the international border and comprises two distinct geomorphologic and structural domains. The rupture is complex, with breaks along multiple fault strands, including minor re-rupture of the scarps associated with the 1892 Laguna Salada earthquake and several other older events. The southern half of the rupture consists of a zone of distributed fracturing and liquifaction cuts across the Colorado River delta. Individual fractures vary widely in orientation and have relatively short strike lengths of the order of hundreds of meters. The zone itself may be related to faults that bound the eastern margin of the Sierra El Mayor, but field relationships are unclear, and the zone of more intense fracturing diverges significantly from the mountain front toward the south. The northern half of the rupture propagated 55 km through an imbricate stack of east-dipping faults in the the Sierra Cucapah. In the southern Sierra Cucapah, rupture extends 20 km along the Laguna Salada and Pescadores faults and reached a maximum displacement of ~ 250 cm of right-lateral strike-slip. The amount of dip slip is variable and changes polarity along strike along the Laguna Salada Fault before becoming predominantly east-down with maximum offsets of 150 cm along the Pescadores Fault . This ruptured terminates in the high elevations of the sierra and jumps nearly 10 km north in a left stepover to the Borrego fault. Additionally the Laguna Salada fault rebroke with minor (10-30 cm) dip slip along a segment that is adjacent to the primary Borrego rupture.Maximum measured displacement along the Borrego fault in Borrego Valley was about 3.1 m of strike slip and another 2 m of down-to-the-east dip slip on a nearly vertical fault, yielding oblique slip of nearly 4 m. A low-angle detachment intersects the footwall of the central portion of the Borrego fault at a segment boundary, and rupture bifurcates with a splay that follows the trace of the detachment in a more westerly direction. Over the next 6 km to the north, rupture steps left across a 2km wide zone before finally consolidating on a fault that we have named the Paso Superior Fault and extends ~10 km to the north. The Paso Superior is well-exposed at Highway 2, where it is clearly a low-angle detachment. Scarps near the fault trace accommodate dip slip and nearly twice as much strike-slip is spread across a 100-150 m wide zone of cracking and secondary faulting to the east.

Part of the complexity of the rupture can be attributed to interaction with detachment faults that allow the rupture to expand in the near surface. This rupture illustrates the complexity that can develop when a rupture propagates through a network of high- and-low angle faults that accommodate the three-dimensional strain of transtensional plate margin shearing.

SE05-2

RASGOS GEOLÓGICOS Y DISTRIBUCIÓN DE DAÑOS EN EL VALLE DE MEXICALI CAUSADOS POR EL TEMBLOR "EL MAYOR-CUCAPAH" M=7.2 DEL 4 DE ABRIL DE 2010

Suárez Vidal Francisco[1], Mendoza Borunda Ramón[1], Ramírez Hernández Jorge[2], Vázquez Hernández Sergio[1], Glowacka Ewa[1] y Mendoza Garcilazo Luis[1]

[1]*CICESE*
[2]*UABC*
fsuarez@cicese.mx

Veinte cuatro horas después de la ocurrencia del sismo de M= 7.2 conocido como El Mayor-Cucapah el 4 de Abril de 2010 se visitó la región del Valle de Mexicali; el objetivo, obtener evidencias y documentar los rasgos geológicos generados por el sismo en la región del epicentro, así como en la mayor parte del valle, y los daños a estructuras civiles en poblados y zona cultivada. Estos fueron severos en la región cercana la epicentros (e.g. Ejido Sonora, Nayarit, Durango Oaxaca, Delta, poblados de Zacamoto, Cucapah Mestizo) y en menor escala en dirección noreste del epicnetro. Los daños mayores se asocian al proceso de licuefacción y al fracturamiento de la red de canales y drenes del distrito de riego del Valle de Mexicali.

La combinación de la magnitud del temblor y la naturaleza del subsuelo somero (10 metros) constituido de arenas de grano fino y arcillas saturadas, provocó que los sedimentos se licuaran y fueran extruidos en forma de volcanes de arena, con grandes cantidades de agua, llegando a inundar poblados (Ejido Nayarit y Zacamoto), así como grandes extensiones de terreno cultivado. El fracturamiento y deformación observada en la visita de campo, como en fotografías aéreas tomadas por INEGI días después de la ocurrencia del sismo, se distribuye mayormente paralelo a los canales y drenes, generando ruptura de estos, y igualmente afectando al sistema carretero que comunica a los diversos poblados en el valle. Las fracturas observadas se asocian a procesos extensivos y en algunos casos se observó fracturas con desplazamiento vertical del orden de centímetros. La orientación del fracturamiento se concentra en un abanico NNE-NNW.

La distribución de daños generados por el temblor del 4 de Abril es amplia, incluye zonas inundadas por ruptura de canales de irrigación y licuefacción. Zonas enterradas por arena y arcilla expulsadas por el mismo proceso de licuefacción. Más de 100 km del sistema de carreteras afectado y que comunican al valle. Más de 60,000 hectáreas de terreno cultivado con trigo, listo para ser cosechado. Líneas del tendido eléctrico en el valle afectadas y colapso parcial y total de casas y edificios en los poblados ejidales. Lo más importante 25,000 a 35,000 personas esperando su relocalización.

SE05-3

EL RELIEVE A LO LARGO DE LA FALLA EN LA SIERRA CUCAPÁ: UNA PERSPECTIVA POR LEVANTAMIENTOS LIDAR DE ANTES Y DESPUÉS DEL SISMO MW 7.2 DEL 4 DE ABRIL

Hinojosa Corona Alejandro[1], Oskin Michael[2], Gold Peter[2], Elliot Austin[2], Taylor Michael[3], Herrs Andrew J.[3], Aerosmith Ramon[4] y Fletcher John[1]

[1]*CICESE*
[2]*UC Davis*
[3]*Unversity of Kansas*
[4]*ASU*
alhinc@cicese.mx

El temblor del 4 abril 2010 en el valle de Mexicali de magnitud 7.2 Mw, produjo rompimiento en superficie a lo largo de la falla. Por diferentes técnicas de percepción remota se ha reportado deformación importante en la zona. Al norte de la sierra Cucapá se generaron desplazamientos cercanos a los +2m en la vertical con caída de bloques mayoritariamente hacia el este con una componente lateral derecha menor. Se analiza el relieve del terreno antes y después del temblor por medio de levantamientos Lidar aéreos y terrestres. Previo al evento, existe un modelo digital de elevación generado a partir un levantamiento aéreo Lidar. Doce días después del temblor, se hizo un levantamiento Lidar terrestre con dos equipos a lo largo de un segmento de 1.5km de la falla al norte de la Sierra Cucapá, donde se observaron los mayores desplazamientos verticales. La densa nube de puntos sigue fielmente el relieve donde destaca con sorprendente detalle la estructura del rompimiento. La reconstrucción 3D de las cicatrices frescas del temblor ayudará a entender mejor los procesos que los genera así como los efectos en superficie.

Se tiene programado un levantamiento Lidar aéreo para la segunda semana de agosto 2010, escaneando un corredor de longitud ~100km a lo largo de la falla, desde la desembocadura del rió Colorado hasta al extremo norte de la Sierra Cucapá. Se pretende presentar resultados preliminares del levantamiento aéreo en la reunión anual 2010.

El patrón de escorrentía en la vertiente Oeste de la Sierra Cucapá, fluye hacia la Laguna Saldada, depresión por debajo del nivel medio del mar. Los patrones de escurrimiento y cuencas de drenaje de la Sierra Cucapá fueron afectados por la deformación. El desplazamiento vertical cortó transversalmente algunos cauces de arroyos, generando obstrucciones naturales que alterarán los escurrimientos. Se calcularon las cuencas de drenaje y red de escurrimiento de la vertiente Oeste de la Sierra Cucapá a partir del modelo elevación Lidar previo al sismo. Se pretende comparar la red de escorrentía con los modelos Lidar (terrestre y aéreo) posterior al sismo.

SE05-4

EL SISMO EL MAYOR-CUCAPAH DEL 4 DE ABRIL DE 2010 (MW 7.2): EPICENTROS DEL SISMO PRINCIPAL Y REPLICAS DE M > 3 DETERMINADOS CON BASE EN DATOS LOCALES DE ACELERACION

Munguía Orozco Luis[1], Méndez Figueroa Ignacio[1], Farfán Francisco[1], Vidal Villegas Antonio[1], Wong Ortega Victor[1], Arregui Ojeda Sergio[1] y Lermo Samaniego Javier[2]

[1]*Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada*
[2]*Instituto de Ingeniería, UNAM*
lmunguia@cicese.mx

El sismo El Mayor-Cucapáh, del 4 de Abril de 2010, ocurrió a las 15:40 horas tiempo local en Baja California. Su epicentro se localizó en el margen occidental del Valle de Mexicali, en la zona donde convergen las sierras El Mayor y Cucapáh, a 40 kilómetros al sur de la ciudad de Mexicali. En la vecindad del epicentro, los fuertes movimientos sísmicos dieron lugar a un intenso fenómeno de licuefacción y a notables agrietamientos superficiales,

mecanismos responsables del severo daño causado en casas y canales de irrigación en amplias áreas del Valle de Mexicali.

Posteriormente al sismo principal, la actividad sísmica continuó con una larga serie de réplicas con magnitudes hasta de 5.7 grados. El evento principal y un considerable número de réplicas fueron registrados localmente por estaciones de la Red de Acelerógrafos del Noroeste de México (RANM), operada por el CICESE. En particular, el sismo principal se registró en trece estaciones ubicadas a distancias de entre 12 y 140 kilómetros del epicentro.

En el proceso de localización de epicentros, utilizamos inicialmente los tiempos de arribo de ondas P medidos en registros de aceleración de tres o más estaciones. Sin embargo, dada la gran extensión de la zona de réplicas, el cubrimiento de esas estaciones resultó insuficiente, siendo necesario combinar los datos de aceleración con datos de otras estaciones ubicadas a uno y otro lado de la frontera internacional California, U.S.-Baja California, México. De ese modo, se consideraron los tiempos de arribo de estaciones de movimientos débiles de la Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM, CICESE), de una estación de banda ancha (UNAM) instalada en la región del epicentro con anterioridad al 4 de Abril y de estaciones distribuidas en el sur de California, tomados éstos últimos del catálogo del Southern California Earthquake Data Center. De la combinación de esta información disponible se determinaron los epicentros del evento principal y de cerca de 90 réplicas (M > 3) ocurridas desde el inicio de la actividad sísmica y hasta el 5 de Julio. En este proceso, la utilización de los tiempos de arribo medidos en los registros locales de aceleración permitió lograr resultados más precisos que los obtenidos cuando se utilizan solo datos de estaciones a distancias más regionales. Estos resultados, que discutimos en esta presentación, proporcionan información respecto al complejo desarrollo temporal y espacial de la secuencia sísmica El Mayor-Cucapáh.

SE05-5

LOCALIZACION DE REPLICAS DEL SISMO EL MAYOR-CUCAPAH (MW7.2) DEL 4 DE ABRIL DE 2010, REGISTRADAS CON UNA RED SISMICA LOCAL

Castro Escamilla Raúl, Acosta Chang José, Ruíz Cruz Euclides, Arellano Zepeda Gustavo, Pérez Vertti Ramírez Arturo, Mendoza Camberos Antonio, Reyes Serrano Rogelio y Inzunza Romero Luis
Departamento de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
raul@cicese.mx

El 4 de abril de 2010 ocurrió un sismo de magnitud Mw=7.2, a ~50 km de la ciudad de Mexicali, Baja California, en el límite de las placas de Norte América y del Pacífico, sobre un segmento de falla (falla Borrego) localizado al sureste de la Laguna Salada. Aproximadamente 24 horas después del evento principal instalamos una red sismográfica local alrededor de las fallas El Mayor-Cucapáh. Esta red fue equipada con grabadoras digitales Reftek modelo RT130 y sismómetros L-28 de 4.5 Hz proporcionados por el consorcio IRIS-PASSCAL. La distribución de las estaciones de la red local permitió tener una excelente cobertura azimutal a distancias cortas de las réplicas, con lo que se obtuvo un mejor control horizontal y vertical de los hipocentros que el obtenido por las redes regionales.

Las réplicas iniciaron sobre la Sierra El Mayor y migraron hacia el noroeste, a lo largo de la Sierra Cucapáh. La zona de réplicas se distribuyó al sureste y al noroeste del evento principal. Al noroeste los epicentros se traslaparon con el sistema de fallas de la Laguna Salada, donde ocurrió otro sismo importante en 1892.

Agradecimientos: Este estudio ha sido posible gracias al apoyo financiero del CICESE y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Agradecemos el apoyo logístico proporcionado por John Fletcher, José Frez, Luis Delgado y Victor Wong.

SE05-6

EL SISMO EL MAYOR-CUCAPAH DEL 4 DE ABRIL DE 2010 (MW 7.2): DESCRIPCION DE LOS MOVIMIENTOS FUERTES REGISTRADOS EN LA ZONA EPICENTRAL

Munguía Orozco Luis, Navarro Sánchez Miguel, Valdez López Tito y Luna Munguía Manuel
Departamento de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
lmunguia@cicese.mx

El sismo El Mayor-Cucapáh, del 4 de Abril de 2010, ocurrió a las 15:40 horas tiempo local en Baja California. Su epicentro fue localizado en el margen occidental del Valle de Mexicali, en la zona donde convergen las sierras El Mayor y Cucapáh, y a 40 kilómetros al sur de la ciudad de Mexicali. En la vecindad del epicentro, los intensos movimientos sísmicos dieron lugar a un marcado fenómeno de licuefacción y a notables agrietamientos superficiales, mecanismos responsables del severo daño causado en casas y canales de irrigación en amplias áreas del Valle de Mexicali.

Desde Febrero de 1892, cuando un sismo de magnitud similar ocurrió en el extremo noroeste de la falla Laguna Salada, ningún otro evento de ese tamaño había ocurrido cerca del epicentro del sismo de Abril 2010. Históricamente, otros eventos de magnitud similar ocurrieron en la región del sismo El Mayor-Cucapáh. En 1940 la falla Imperial generó un sismo de magnitud 6.9 ligeramente al norte de la frontera internacional. También, en 1915 y 1934 dos eventos de M ~ 7 ocurrieron en la falla Cerro Prieto, al sureste del epicentro de Abril 2010. En Baja california, el sistema de fallas Imperial-Cerro Prieto constituye la frontera principal entre las placas tectónicas del Pacífico y Norte América.

En este estudio analizamos los datos de aceleración registrados en trece estaciones de la Red de Acelerógrafos del Noroeste de México (RANM), operada por personal del CICESE. Estas estaciones registraron a distancias de entre 12 y 140 kilómetros. Seis estaciones están ubicadas sobre sedimentos del Valle de Mexicali, a menos de 35 km del epicentro, y las otras sobre rocas graníticas de las sierras peninsulares de Baja California. Además del evento principal, se registraron también las réplicas de mayor magnitud, constituyéndose así una importante base de datos de aceleración para la realización de estudios detallados.

En esta ponencia se muestran los registros de aceleración producidos por el sismo principal, conjuntamente con gráficas de velocidad, desplazamiento y espectros de Fourier y de respuesta calculados con base en éstos. En síntesis, observamos que los valores máximos de aceleración registrados sobre sedimentos van de 145 a 799 gales, mientras que en roca firme los máximos valores están entre 13 y 73 gales. En cuanto a velocidad y desplazamiento, las máximas amplitudes van de 14 a 61 cm/seg y de 9 a 52 cm, respectivamente. Es de interés hacer notar que, en promedio, los valores pico de los parámetros de movimientos fuertes registrados en roca sólida son alrededor de 10 veces más bajos que los registrados sobre sedimentos. Adicionalmente a las características de los registros de aceleración, se discuten otros aspectos del sismo principal, tales como la composición espectral de los movimientos registrados, la energía sísmica radiada y la caída de esfuerzo.

SE05-7

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA RELACIÓN DE OMORI, LA CONSTANTE P DEL SISMO ML = 7.2 DE ABRIL 4, 2010, NORTE DE BAJA CALIFORNIA, Y COMPARACIÓN CON VALORES REGIONALES

Frez Cárdenas José
CICESE
jofrez@cicese.mx

La relación de Omori es una establecida herramienta de la Sismología Estadística y la literatura cuenta con un considerable número de estimaciones de uno de sus parámetros (p); los otros dos (K y c) –en la versión modificada de la ley- han recibido menos atención, aunque se ha discutido si el parámetro c tiene o no un valor nulo. Además de explorar las correlaciones entre las estimaciones de los tres parámetros para réplicas de sismos ocurridos en ambas Californias, este trabajo compara las estimaciones de la constante p. Los valores de p para el Valle Mexicali-Imperial son más grandes (entre 2 y 2.5) que los correspondientes a la Sierra Peninsular y el Borde Continental (menores a 1.5). No es posible desechar la hipótesis de que el parámetro c sea nulo. El valor obtenido de p para el sismo del 04-04-2010 lo hace corresponder al segundo tipo de regiones.

SE05-8

DEFORMACIÓN COSÍSMICA DISPARADA POR EL SISMO M=7.2, EL MAYOR-CUCAPAH, EN EL VALLE DE MEXICALI, OBSERVADA POR LOS INSTRUMENTOS GEOTÉCNICOS, PIEZÓMETROS Y NIVELACIÓN

Glowacka Ewa[1], Robles Braulio[2], Vázquez González Rogelio[1], Sarychikhina Olga[1], Díaz de Cossio Batani Guillermo[1], Farfán Francisco[1], Suárez Vidal Francisco[1] y Mojarro José[1]
[1]*CICESE*
[2]*IMTA*
glowacka@cicese.mx

El sismo El Mayor-Cucapah ocurrió el día 4 de abril de 2010, en el margen occidental del Valle de Méxicali, en cercanía de la zona de dispersión Cerro Prieto.

Deformación cosísmica, ondas sísmicas y licuefacción asociadas con el sismo causaron, en la zona de estudio, deformaciones y agrietamientos superficiales, hundimientos y subidas del terreno, rupturas de canales, caimiento de drenes, inundaciones y daños significativos a los caminos, casas y campos agrícolas.

Para estudiar la distribución espacial y temporal de las deformaciones de la corteza en el valle de Mexicali, CICESE, desde años 90's, instaló una red de medidores de deformación (REDECVAM) y piezómetros. En el abril de 2010 la red incluyó 3 grietómetros verticales, 4 inclinómetros de superficie, 2 inclinómetros de pozo, así como 5 piezómetros instalados en un acuífero somero. Todos los instrumentos mencionados son de medición continua y están instalados en la cercanía de las fallas activas en el centro de dispersión Cerro Prieto. La red de instrumentos geotécnicos también incluyó un Testigo 3D con medición cada 2-3 meses.

Durante el sismo de 4 de Abril de 2010 todos los instrumentos registraron los cambios debido al sismo. Los instrumentos instalados en la falla “continuación de Cerro Prieto” reportan desnivel vertical de 6 cm (o, 10cm medidos con la regla en la superficie) y cambio de inclinación de ~ 700 microradianes. Los instrumentos instalados en la fala Saltillo reportan cambio de inclinación hasta 3000 microradianes, y deslizamiento vertical y lateral derecho de orden de centímetros. No funcionó ningún instrumento en la falla Morelia, pero la medición manual sugiere el deslizamiento vertical de orden de 30 cm. Cambio cosísmico de nivel de agua reportado por los piezómetros es entre 0.4 y 5 metros. Usando los cálculos de eficiencia hidráulica de Sarychikhina et al., 2009, estos valores equivalen a cambio de deformación volumétrica de orden de 10-6 - 10-5.

Aprovechando los trabajos de nivelación realizados en la zona en la misma temporada, IMTA, con el apoyo de CONAGUA, repitió, después del sísmo, la medición de ~200 km de perfiles con precisión de primer orden, segunda clase.

Estamos comparando y discutiendo las observaciones de desplazamiento disparado en las fallas con datos de nivelación y nivel de agua en los pozos.

SE05-9

EFECTO SISMOMAGNÉTICO RELACIONADO AL TERREMOTO EL MAYOR-CUCAPAH (MW 7.2) DEL 4 DE ABRIL DE 2010

Fregoso Becerra Emilia y García Abdeslem Juan
CICESE
fregosob@cicese.mx

Se denomina efecto sismomagnético a cambios en la intensidad del campo magnético, producidos por cambios transitorios en la magnetización de las rocas de la corteza terrestre, que ocurren como respuesta a un cambio en el campo de esfuerzos durante un ciclo sísmico. En este trabajo describimos el efecto sismomagnético relacionado al gran terremoto (Mw 7.2) del 4 de Abril de 2010, cuyo epicentro fue localizado en las estribaciones de las sierras El Mayor y Cucapah en el NE de Baja California, y ha sido denominado Terremoto El Mayor-Cucapah.

Los datos utilizados corresponden a mediciones de la intensidad del campo magnético registrados en (1) una base magnética ubicada temporalmente en la azotea del edificio de Ciencias de la Tierra del CICESE, en Ensenada, Baja California, México, y (2) en los observatorios magnéticos de Tucson y Fresno en los EE UU. Estos datos fueron registrados con una taza de muestreo de 1 minuto, a partir del día 26 de marzo y hasta el 19 de abril de 2010. La comparación de los datos registrados en Ensenada, permitió verificar que durante el periodo de medición las tres estaciones registraron variaciones similares del campo magnético.

Nuestro análisis se basa en la definición y propuesta de una medida estadística que hemos denominado Índice de Actividad Magnética, el cual permite detectar y cuantificar variaciones anómalas del campo magnético empleando solamente una estación. Este índice nos ha permitido contrastar las variaciones del campo magnético en días previos y posteriores al terremoto, utilizando de forma independiente los datos de las tres estaciones magnéticas, además de que facilita la búsqueda de posibles precursores. A partir de los datos del campo magnético analizados, podemos sugerir que el Índice de Actividad Magnética da cuenta de un evento precursor que inicia 40 minutos antes del evento de mayor magnitud, y que la variación anómala del campo magnético persiste durante varios días después del terremoto.

SE05-10

MODELO GEOELÉCTRICO DEL VALLE DE MEXICALI A PARTIR DE DATOS MAGNETOTELÚRICOS: RESULTADOS ANTES Y DESPUÉS DEL SISMO DEL 4 DE ABRIL DE 2010

Cortés Arroyo Olaf Josafat y Romo Jones José Manuel
CICESE
ocortes@cicese.mx

En marzo de 2010 se realizó un perfil de 8 sondeos magnetotelúricos a través del valle de Mexicali con objeto de investigar la resistividad eléctrica del subsuelo. El perfil tiene una dirección NE-SW, con una separación entre estaciones de aproximadamente 3 km. Los datos obtenidos han sido procesados y sometidos a una inversión en dos dimensiones para obtener un modelo de resistividad eléctrica del subsuelo en la zona. En el mes de mayo, después del sismo de magnitud 7.2 del día 4 de abril de 2010, se realizó una segunda campaña de medición con objeto de investigar algún cambio en la resistividad del subsuelo, ya que el extremo occidental del perfil se encuentra muy cerca del epicentro (~ 3km). Se ocuparon los mismos sitios de medición y llevó a cabo el mismo tipo de procesamiento que el realizado en el perfil anterior. Los resultados obtenidos indican un descenso en la resistividad eléctrica de alrededor de 30% posterior al evento sísmico en los sitios más cercanos a la zona del epicentro por debajo de los 2 km hasta una profundidad de aproximadamente 7 km, así como también un descenso en resistividad eléctrica del orden de 10% hasta 3 km de profundidad hacia el NE del perfil. Este resultado es congruente con un posible aumento de la permeabilidad causado por microfracturamiento asociado al avento principal y a sus réplicas.

Sesión Especial

SEGUNDO SIMPOSIO SOBRE LOS AVANCES Y PERSPECTIVAS DE LA ARQUEOMETRÍA EN MÉXICO

Organizadores:
Ana María Soler Arechalde
Laura Beramendi Orozco
Galia González Hernández
Jasinto Robles Camacho
Yuki Hueda Tanabe

SE06-1

CARACTERIZACIÓN Y PROVENIENCIA DE LA CAL UTILIZADA EN EL TEMPLO MAYOR DE MÉXICO-TENOCHTITLAN

Barba Pingarrón Luis[1], Miriello Domenico[2], Barca Donatella[2], Crisci Gino[2], Pecci Alessandra[3], López Lujan Leonardo[4], Blancas Vázquez Jorge[1] y Ortiz Butron Agustin[1]

[1]*Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM*
[2]*Università degli Studi della Calabria, Italy*
[3]*Universidad de Barcelona, España*
[4]*Museo del Templo Mayor, INAH*
barba@servidor.unam.mx

En este trabajo se presentan los resultados de la caracterización de 20 muestras de aplanado de cal tomadas del Templo Mayor de México Tenochtitlan. En la primera etapa las muestras fueron estudiadas con técnicas de microscopía óptica y electrónica, así como con fluorescencia de rayos X.

Se analizaron seis diferentes fases constructivas que mostraron diferencias entre ellas, estas diferencias residen principalmente en el tamaño de las partículas agregadas y en las materias primas empleadas. La procedencia de la roca caliza utilizada para preparar las mezclas de cal se determinó analizando con ICP-MS con ablación laser los grumos presentes en la pasta. Los resultados demostraron que la cal utilizada para preparar los aplanados del Templo Mayor llegó de la región de Tula.

SE06-2

USO SISTEMÁTICO DE LA ESPECTROSCOPIA RAMAN PARA CARACTERIZAR MINERALÓGICAMENTE LAPIDARIA MESOAMERICANA

Robles Camacho Jasinto[1], Meneses Nava Marco Antonio[2], Sicardi Segade Analia[2], Barbosa García Oracio[2], Ramos Ortiz Gabriel[2], Maldonado Rivera José Luis[2] y Sánchez Hernández Ricardo[3]

[1]*Laboratorio de Arqueometría del Occidente, Instituto Nacional de Antropología e Historia*
[2]*Centro de Investigaciones en Óptica, A.C.*
[3]*Subdirección de Laboratorios y Apoyo Académico, Instituto Nacional de Antropología e Historia*
jasinto_robles@yahoo.com

Tradicionalmente y dependiendo de la técnica que se aplique, la exploración y análisis químico-mineral de los objetos arqueológicos inorgánicos ha requerido de la colecta de fracciones que son pulverizadas o fragmento de roca, en cantidades que varían desde unos 30 miligramos hasta más de 20 gramos, o bien requieren del pulimento de una superficie mayor de 4 mm de diámetro. Esta situación ha frenado en parte la posibilidad de conocer más acerca de los componentes minerales de dichas piezas, por ser consideradas "técnicas destructivas"; entre ellas la difracción de rayos-X, petrografía, mineragrafía, microsonda. En este trabajo se presentan resultados parciales de la aplicación sistemática de la espectroscopia Raman (no-destructiva) en muestras de objetos lapídeos de las culturas Maya, Teotihuacana y del occidente de la magna área Mesoamericana. Se han seleccionado muestras representativas y se cubre a grandes rasgos un rango temporal desde el 1.500 AC y hasta la conquista española (1521 DC). Con esto se inicia la elaboración de un catálogo de especies minerales en este tipo de objetos culturales, el cual será útil para futuras investigaciones arqueomineralógicas. Este ejercicio se ha llevado a cabo con muestras de polvo y fragmentos de piezas medidas previamente por difracción de rayos-X (DRX) y las señales espectroscópicas comparadas con la base de datos RRUFF, lo cual ha facilitado la certificación de los espectros Raman obtenidos.

Las señales Raman fueron generadas mediante el empleo de una fuente de excitación láser continua y/o pulsada, a una longitud de onda de 532 nm y un sistema de detección consistente de un espectrógrafo y una cámara CCD. El arreglo experimental ha permitido identificar en los casos más complejos hasta tres especies dentro de una muestra. Los minerales identificados por esta técnica fueron jadeíta, onfacita, albita, microclina, caolinita, crisoprasa, paragonita, fluorita, corundo, calcita, dolomita, rutilo, anatasa, turquesa, malaquita, entre las más sobresalientes.

Una de las limitantes experimentales de la espectroscopia Raman ha sido el fenómeno de fluorescencia en mayor o menor grado, generado por los materiales al ser excitados mediante el haz láser. Comúnmente este efecto ha sido referido en trabajos previos, como un problema que limita la exploración de objetos de arte o intocables por su estética, debido a que las señales Raman de las muestras problema son enmascaradas. Para reducir la fluorescencia se ha implementado la excitación láser pulsada y la detección en tiempo resuelto, con excelentes resultados en casos tan complejos como la identificación de fluorita, corundo o caolinita. En casos excepcionales y para obtener un mejor espectro Raman de los materiales más complicados, por su propia naturaleza, se implementaron dos técnicas de supresión de fluorescencia, SSRS y SERDS, las cuales consisten en la medición de dos espectros Raman de la misma muestra bajo condiciones ligeramente diferentes, de tal forma que la fluorescencia no cambie sustancialmente y donde el espectro Raman pueda ser reconstruido a partir de la diferencia de dichos espectros.

SE06-3

CARACTERIZACIÓN DE AMAZONITA CULTURAL PROCEDENTE DEL SITIO ARQUEOLÓGICO DE TINGAMBATO, MICHOACÁN (500-850 D.C.)

Barrios Ruiz Alba Azucena[1], Robles Camacho Jasinto[2], Hernández Bernal María del Sol[3] y Corona Chávez Pedro[1]

[1]*Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMICH*
[2]*Centro INAH, Michoacán*
[3]*Instituto de Geología, UNAM*
albusnaoca@hotmail.com

En las culturas mesoamericanas la actividad lapidaria con "piedras verdes" se encontraba vinculada a la posición jerárquica de las élites de las sociedades prehispánicas y a un valor religioso-cosmogónico de tales culturas.

La presente investigación se enfoca al estudio del mineral denominado amazonita (variedad verde-azul de microclina) del sitio Tingambato en el estado de Michoacán; el cual tiene una presencia abundante en ofrendas funerarias. Este hecho abre la incógnita sobre la disponibilidad y comercio de dicho mineral en la zona del Occidente Mexicano.

Se realizó un estudio tipológico, el cual sugiere que la forma de teselas trapezoidales de los sartales, semejantes a hachas olmecas, es resultado del aprovechamiento por parte de los lapidarios de los planos de clivaje de la amazonita (010 y 001) y el registro de huellas de trabajo muestran el uso de materiales abrasivos de tamaños de grano diferentes según la etapa en el proceso de desbaste y pulido, que comprenden la Fase I: 120-110 µm (arenas silícicas); Fase II: de 50.1-48.7 µm y de 26-15 µm (arenas, limo-arenas o reutilizados); Fase III: 15-8 µm (limos).

Para la caracterización mineralógica y composicional de las piezas arqueológicas se aplicaron técnicas no destructivas tales como espectroscopia de infrarrojo por reflexión (FT-IR) y Raman, así como la técnica de microanálisis puntual de Microsonda en su modalidad EDS (Electron Dispersive Spectrometer).

Los resultados obtenidos por FT-IR indican que las piezas están compuestas predominantemente por microclina con tendencia a ortoclasa y exsoluciones de albita (sistema SiO2-Al2O3-Na2O-K2O en zonas de transición) generando texturas pertíticas. La detección de planos de vibración asignados a los enlaces Si-O, Si-O-Si, Si(Al)-O-Si evidencian la heterogeneidad de las muestras, así como grados de desorden asociados a distorsiones moleculares. Por otra parte, la espectroscopía Raman también indica una transición de microclina a albita y fases complejas, con fenómenos de fluorescencia marcados justamente en las zonas de mezcla.

La caracterización geoquímica por microsonda se enfocó a los minerales opacos presentes como inclusiones entre los feldespatos y plagioclasas. Los resultados obtenidos mostraron la presencia de elementos traza tales como el Sr, Ag, Gd, W y minerales como thorianita, uraninita, ferrocromita, entre otros, así como concentraciones importantes de Pb y Ba, que forman complejos de PbAl2 Si2O8 y BaAl2Si2O8. Mientras que en el caso de la composición porcentual promedio de los feldespatos se tiene 81.88%Or, 17%Ab, 1.1%An y en la zona de exsolución es de 98.4%Ab, 0.67%An, 1.5%Or.

Se ha tratado de asociar las características mineralógicas de las muestras de amazonita arqueológica con amazonitas de yacimientos de Estados Unidos, Canadá y Chihuahua, México descritas por las mismas técnicas en este estudio, encontrándose que la amazonita de Peñoles, Chih. muestra mayores semejanzas a la amazonita cultural de Tingambato, particularmente en el grado y forma de desarrollo de las microtexturas pertíticas.

SE06-4

ANÁLISIS MINERALÓGICO DE LA CERÁMICA DEL VALLE DE PÉNJAMO (600-900 D.C.): UNA PERSPECTIVA ETNOARQUEOLÓGICA

Morales Monroy Juan Jorge
Colegio de Michoacán
puin13@hotmail.com

¿Cómo se relacionan los resultados de las técnicas arqueométricas aplicadas a la cerámica, con las sociedades que las produjeron y usaron? ¿Cómo se interpretan los resultados de la composición química y mineral de la cerámica cuando estos no tienen significado social inherente?. En esta ponencia se presentan los resultados del análisis sobre composición y procedencia de la cerámica arqueológica del Valle de Pénjamo, Guanajuato, fechada entre el 600 y el 900 d.C. La presentación incluye los resultados del trabajo etnoarqueológico y de arqueología experimental realizados en la zona de estudio, de donde se deriva el marco para interpretar los datos petrográficos de la cerámica. En particular, se presenta el modelo teórico-metodológico utilizado para entender las implicaciones sociales y culturales de los resultados obtenidos. Los resultados del análisis petrográfico, del estudio etnoarqueológico, así como información histórica y etnográfica, son utilizados para proponer una reconstrucción hipotética de las dinámicas culturales y de la organización socioeconómica de los sitios arqueológicos de Cerro Peralta, Cerro Barajas y Cerro Chichimecas.

SE06-5

ANÁLISIS PETROGRÁFICO DEL DESGRASANTE DE ARENA EN CERÁMICAS CHALCHIHUITEÑAS DE LA RAMA GUADIANA

Sandoval Mora Cindy Cristina y Punzo Díaz José Luis
Centro INAH, Durango
cindybonita25@hotmail.com

En la presente ponencia analizaremos, a través del microscopio petrográfico, los desgrasantes de arena de diferentes tipos cerámicos chalchihuiteños localizados en el valle de Guadiana, Durango. A través de este análisis físico de los materiales buscaremos caracterizarlos y determinar la proveniencia probable de las materias primas para su manufactura, con la aplicación del modelo Actualistic Petrofacies Modeling of Temper Provenance. Este análisis petrográfico nos permite seleccionar los granos de arena de los materiales, y compararlos con bancos actuales. A través de esto, podemos reconocer la importancia de las prácticas locales, sus fuentes de materia prima y los indicadores de los elementos intrusivos.

Es importante mencionar que la distribución de algunos de estos tipos cerámicos chalchihuiteños, ocupan un amplio territorio que va desde el norte de Jalisco hasta el norte de Durango, entre los años 600 d.C. al 1350 d.C.

SE06-6

CLASIFICACIÓN DE MATERIAL CERÁMICO ARQUEOLÓGICO APLICANDO OPERADORES DE GRANULOMETRÍA Y CUANTIFICACIÓN DE TEXTURAS MEDIANTE PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

López García Pedro[1], Fournier García Patricia[1], Lira Chávez Jorge[2], Argote Espino Denisse[3] y Sánchez Serafín[1]
[1]*Escuela Nacional de Antropología e Historia*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[3]*Instituto de Geología, UNAM*
dplopez@prodigy.net.mx

Los métodos convencionales utilizados en la clasificación y establecimiento de tipos cerámicos en arqueología se basan en el reconocimiento de un gran número de atributos tanto cualitativos como cuantitativos. Para el caso de atributos cualitativos los más frecuentes son el acabado de superficie, el color de ésta y de la pasta, la decoración, la forma genérica así como subclases formales; respecto a los atributos cuantitativos se toman en consideración distintas medidas como el ángulo del borde, altura de vasijas, su longitud y el ancho de las piezas, por mencionar algunos. Sin embargo, existen otros atributos utilizados en la clasificación de materiales cerámicos que se han registrado históricamente como aproximaciones, caso del cálculo del tamaño de las partículas de la pasta y la caracterización de la textura de la pasta cerámica los cuales son estimados a simple vista o a pocos aumentos.

Este trabajo busca implementar el uso de un método de clasificación cerámica que hasta ahora no se ha utilizado en los análisis tipológicos y que contribuirá a definir tipos cerámicos de manera más exacta considerado nuevos atributos cuantitativos en las clasificaciones obtenidos de las pastas cerámicas (tamaños de partículas, densidades de partículas, geometrías de partículas, texturas de las pastas, mapas y descriptores de texturas). Con esto se intenta discriminar tipos cerámicos y subtipos (variantes) con mayor confiabilidad al eliminar mucho de la incertidumbre surgidas en las clasificaciones.

El procedimiento incluye procesamiento digital de imágenes tomadas de las pastas de piezas de cerámica utilizando algoritmos de segmentación, algoritmos de morfología matemática específicamente operadores de granulometría los cuales son sensibles a la geometría y tamaño de las partículas. Para el cálculo de las texturas se utilizan descriptores de texturas con algoritmos surgidos en el área de reconocimientos de patrones, con los cuales se pueden construir mapas de texturas de las piezas analizadas. Con todo esto se obtienen parámetros de cada imagen con los que se pueden comparar la variabilidad de las pastas cerámicas analizadas.

SE06-7

APLICACIÓN DE ANÁLISIS BIOLÓGICOS Y QUÍMICOS A DOS DEPÓSITOS MASIVOS DE CERÁMICA EN DOS CUEVAS DE LA REGIÓN ZOQUE DE CHIAPAS

Méndez Torres Enrique[1], Rivera González Irán Irais[2] y Ezra Gorge[3]
[1]*ENAH, FFyL-IIA, UNAM*
[2]*Laboratorio de Palinología, Escuela Nacional de Antropología e Historia*
[3]*Escuela Nacional de Antropología e Historia*
vengati@hotmail.com

Explorando diversas cavidades en la región zoque del estado de Chiapas se ubicaron dos con depósitos masivos de cerámica de la época prehispánica, al apreciarla físicamente no se notaron marcadas huellas de uso, por lo que para conocer su posible función, como depósito u ofrenda fue necesario aplicar análisis químicos a la cerámica, una vez obtenidos los resultados se pensó en probable contaminación del piso de la cueva hacia los materiales por lo que fue necesario hacer un segundo muestreo de sedimentos en una cueva, para analizarlos químicamente y hacer una segunda fase de estudios.

Se pensó en aprovechar las muestras para hacer análisis biológicos, como recuperación de semillas, granos de polen y revisión al microscopio y aplicar análisis de almidones, polen y hemoglobina a los tiestos.

Los resultados nos muestran que hay diferencias de resultados en ambas cuevas, quizás por el material exclusivo que contiene cada una y que a su vez a llevado a desarrollar una metodología de investigación para futuras investigaciones y muestreos basándose en experiencias propias para un avance en su aplicación como herramienta auxiliar en la Arqueología.

SE06-8

ESTUDIOS ARQUEOMÉTRICOS APLICADOS A LA CERÁMICA DEL SITIO MAYA DE COMALCALCO, TABASCO, MÉXICO

Acosta Alejandro Manuel[1], Gallegos Gómora Miriam Judith[2], Chávez Cruz Susana[1], Armijo Torres Ricardo[2] y Mendoza Anaya Demetrio[3]
[1]*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco*
[2]*Instituto Nacional de Antropología e Historia*
[3]*Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares*
maa690502@gmail.com

La población de Comalcalco, como otros sitios prehispánicos de las llanuras aluviales tabasqueñas, recurrió de forma intensiva al uso de la arcilla para manufacturar ladrillos para su arquitectura, con ella modeló tuberías para distribuir las aguas pluviales, y también con arcilla la gente manufacturó herramientas, vasijas, figurillas, adornos e incluso enormes urnas en las cuales depositaron y protegieron los cuerpos de sus muertos. A nivel macroscópico es evidente que los mayas usaron diferentes recetas de pastas de acuerdo al tipo de vasija u objeto a modelar. La materia prima era abundante y debió ser explotada en las inmediaciones del asentamiento; con ésta produjeron materiales de uso cotidiano en la localidad, pero también piezas que pudieron comerciar.

En este trabajo se presentan los resultados de un proyecto interinstitucional INAH-UJAT, e interdisciplinario, que tiene como objetivo la caracterización de una muestras de cerámicas de Comalcalco -ladrillos, vasijas y urnas funerarias-, a través de sus propiedades microestructurales, morfológicas y químicas. Datos a partir de los cuales es factible 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.

SE06-9

ANÁLISIS DE OBSIDIANAS POR NAA Y MICROSCOPÍA ELECTRÓNICA PROVENIENTES DEL SITIO ARQUEOLÓGICO GUACHIMONTONES, TEUCHITLÁN, JALISCO

Esparza López Rodrigo[1], Tenorio Castilleros Dolores[2], Jiménez Reyes Melania[2] y Weigand Moore Phil[1]
[1]*Centro de Estudios Arqueológicos, El Colegio de Michoacán, A.C.*
[2]*Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares*
reparza@colmich.edu.mx

A través del análisis por activación neutrónica-NAA y microscopia electrónica de barrido se analizó una colección de materiales de obsidiana provenientes del sitio arqueológico Guachimontones (500 a.C.-450d.C) Este estudio contribuyó por una parte para reconocer el uso de artefactos especializados en el corte y desgaste, así como averiguar de qué yacimiento procedían los materiales. Con ello, podemos inferir las rutas comerciales y las variaciones en su uso de acuerdo a cada yacimiento y a su morfología.

SE06-10

APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS GEOQUÍMICOS EN LOS ESTUDIOS DE PROCEDENCIA DE ARTEFACTOS PREHISPÁNICOS DE OBSIDIANA

Argote Espino Denisse[1], Solé Jesús[1] y López García Pedro[2]
[1]*Instituto de Geología, UNAM*
[2]*Escuela Nacional de Antropología e Historia*
efenfi@yahoo.com

La obsidiana, con su típico lustre vítreo oscuro y su conspicua fractura concoidal, ha atraído desde hace mucho tiempo la atención del hombre quien históricamente la ha usado para manufacturar artefactos, tanto armas como objetos artísticos. La bondad de la obsidiana como un material arqueológico, comparada con otros materiales como la cerámica, los metales, la materia

orgánica, etcétera, es que un mismo yacimiento tiene una composición química muy homogénea y su variación interna es muy pequeña. Pero entre diferentes yacimientos esta variación puede ser grande. De esta forma, el uso de técnicas químicas de alta precisión puede permitir la identificación de los yacimientos con un alto grado de seguridad. El análisis multi-elemental de los elementos traza de artefactos arqueológicos de obsidiana puede proporcionarnos tendencias distintivas de sus patrones de forma que puedan ser correlacionados con sus fuentes. La importancia del análisis de elementos traza es que estos poseen propiedades químicas únicas y tienen una mayor variación en concentración que los elementos mayores, registrando procesos que en los últimos no se manifiestan. Desde la década de 1960 hasta la actualidad, se han implementado varios métodos instrumentales de análisis químico que juegan un papel importante en los estudios de procedencia de este material tanto en el mundo como en México.

En el Instituto de Geología de la UNAM se realizaron análisis de elementos traza por medio de las técnicas de Fluorescencia de rayos X (FRX) y Espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS) a muestras de obsidiana procedentes de siete depósitos naturales del centro de México (Sierra de Pachuca, Tulancingo, Zacualtipán, Complejo Otumba, Zinapécuaro, El Paredón-Tres Cabezas y Oyameles), así como de algunos artefactos procedentes de los sitios arqueológicos de Teteles de Ocotitla y Xalasco, al noreste del estado de Tlaxcala, para obtener su correlación. Esta correlación puede, además, ser detectada mediante la implementación de algoritmos estadísticos computarizados, como el DBSCAN, para obtener de forma automatizada una clasificación precisa de cada una de las muestras analizadas. Esta investigación muestra parte del gran potencial que los métodos geoquímicos combinados con potentes técnicas estadísticas tienen para la identificación de yacimientos de obsidiana y como auxiliar en los estudios de procedencia de artefactos arqueológicos, ayudando a determinar rutas comerciales prehispánicas.

SE06-11

ANÁLISIS QUÍMICOS EN SOLARES DE UNA HACIENDA HENEQUENERA DE LOS SIGLOS XIX Y XX

Hernández Álvarez Héctor, Fernández Souza Lília y Zimmermann Mario
Universidad Autónoma de Yucatán
hhernandez@uady.mx

Colaborando con el Centro Regional Yucatán del INAH, el mes de septiembre del año 2009 maestros y estudiantes de la Facultad de Ciencias Antropológicas de la Universidad Autónoma de Yucatán emprendieron el estudio arqueológico de la Hacienda San Pedro Cholul, ubicada en el noreste de la ciudad de Mérida, Yucatán. A pesar de su papel destacado en el desarrollo histórico reciente de la entidad peninsular, las haciendas henequeneras han recibido poco interés por parte de los arqueólogos. El proyecto de salvamento San Pedro Cholul, efectuado con motivo de la construcción de un nuevo fraccionamiento residencial, dio la oportunidad de acercarse a un asentamiento histórico abandonado desde mediados del siglo XX. En la primera temporada de campo, se realizaron recorridos por toda la zona de ocupación y se decidió estudiar detalladamente dos unidades domésticas, correspondientes a las familias de peones que representaban la fuerza de trabajo de la hacienda. Con el objetivo de obtener información referente a la vida cotidiana de los campesinos de esta época, las intervenciones incluyeron el registro planimétrico de los rasgos arquitectónicos, el estudio del uso de recursos naturales y de los patrones de desecho así como el análisis de diversidad de materiales arqueológicos. Un aspecto metodológico de mucho potencial, sin embargo, fue también la toma de muestras de suelo para su subsiguiente análisis químico. El muestreo se sirvió de una cuadrícula de 2m x 2m en áreas exteriores de los solares y de 1m x 1m al interior de las estructuras residenciales y auxiliares. El sedimento recuperado se procesó examinando los valores pH así como el contenido de fosfatos, carbonatos, proteínas y ácidos grasos, entre otros. Los datos se proyectaron sobre los planos de los respectivos solares y su distribución permitió reconocer diferentes áreas de actividad entre las que figuran espacios para la crianza de animales domésticos, áreas de paso y áreas de preparación y consumo de alimento. En este sentido, la incorporación de técnicas arqueométricas al estudio de la Hacienda San Pedro Cholul ayudó en la reconstrucción de los patrones de actividad de un grupo poblacional del cual las fuentes documentales hablan poco y cuyos vestigios materiales pronto se perderán debido al avance de la conurbanización en el área meridana.

SE06-12

PRODUCCIÓN DE MODELOS TRIDIMENSIONALES DE ARTEFACTOS ARQUEOLÓGICOS CON FINES DE INVESTIGACIÓN

Jiménez Badillo Diego[1], Ruíz Correa Salvador[2], Reyes Antonio[3] y Medina García Genaro[3]
[1]*Instituto Nacional de Antropología e Historia*
[2]*Centro de Investigación en Matemáticas*
[3]*Instituto nacional de Antropología e Historia*
diego.jimenez61@gmail.com

En esta ponencia presentamos el proyecto Digitalización Tridimensional de Artefactos Arqueológicos con Fines de Investigación, el cual fue puesto en marcha por investigadores del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y del Centro de Investigaciones en Matemáticas (CIMAT) del Estado de Guanajuato.

Digitalización tridimensional es una rama de la arqueometría que se refiere a la producción de un modelo virtual, el cual reproduce el volumen, textura y color de un objeto real. Dicha representación se almacena en un archivo de computadora para ser utilizada después en algún tipo de análisis o aplicación específica.

El proceso forma parte de muchas tareas industriales entre las que destacan el diseño, modificación, reproducción y monitoreo de alteraciones de piezas mecánicas. En ingeniería se utiliza como medio para inspeccionar las deformaciones de elementos estructurales (vigas, soportes) a lo largo del tiempo con el fin de prevenir derrumbes. En la industria del cine se aplica para generar personajes de películas y videojuegos. También es frecuente en aquellas ramas de la medicina donde es necesario obtener imágenes tridimensionales de órganos humanos.

El proceso es también extremadamente útil en arqueología y conservación. La ponencia describe las aplicaciones más comunes en arqueología, tales como reproducción 3D de contextos arqueológicos, el monitoreo de deformaciones en artefactos, la reproducción de piezas arqueológicas con fines comerciales, etc. La discusión se centra sobre todo en definir los requerimientos específicos de la investigación y la conservación arqueológica y en las metodologías más apropiadas para satisfacerlos.

SE06-13

MEDICIÓN, CAPTURA Y RECUPERACIÓN DE FORMAS EN 3D Y SU APLICACIÓN A LA ARQUEOLOGÍA

Ruíz Correa Salvador[1] y Jiménez Badillo Diego[2]
[1]*Centro de Investigación en Matemáticas*
[2]*Instituto Nacional de Antropología e Historia*
crs@cimat.mx

En esta ponencia presentamos los primeros avances en la construcción de un sistema de reconocimiento y recuperación de formas tridimensionales. El objetivo es descubrir similitudes entre objetos que son parcialmente isométricos, esto es, objetos que no son necesariamente idénticos pero comparten ciertos rasgos formales, sin importar sus diferencias de orientación ubicación o escala.

Primero digitalizamos objetos arqueológicos por medio de un escáner 3D. Las mallas triangulares resultantes son almacenadas en una base de datos. Luego aplicamos un algoritmo para comparar formas y ordenarlas según su grado de similitud.

Cuando un usuario introduzca un modelo de búsqueda, el sistema recuperará aquellos objetos de la base de datos similares a la consulta sin recurrir a atributos textuales, sino basándose exclusivamente en atributos geométricos.

Nuestro enfoque se basa en el descubrimiento de puntos salientes (i.e. salient points) sobre la superficie de los modelos 3D. Un punto saliente es aquel que revela información geométrica que puede ser útil para distinguir la forma de un objeto. Los puntos salientes son identificados mediante el análisis “vecindarios locales” sobre la superficie de los modelos. Los “vecindarios locales” son parches sobre la superficie de las mallas triangulares que se definen a través de funciones matemáticas como kernels circulares.

El algoritmo de reconocimiento y recuperación de formas tiene tres pasos principales: 1) Computación de puntos salientes en cada par de objetos a comparar; 2) Aplicación de una transformación geométrica para proyectar las superficies 3D a un espacio de 2D; c) calcular las correspondencias entre los puntos salientes de cada par de objetos de la base de datos para indexar las similitudes.

Presentamos también la aplicación del algoritmo para resolver un problema de clasificación de formas en objetos arqueológicos procedentes de la antigua ciudad de Tenochtitlan, México.

SE06-14

COMPORTAMIENTO DEL CAMPO GEOMAGNÉTICO EN SUDAMÉRICA ENTRE 400 DC Y 1800 DC

Gogichaishvili Avto[1], Greco Catriel[2] y Morales Juan[1]

[1]*Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*CONICET, Museo Etnográfico J.B. Ambrosetti, Universidad de Buenos Aires, Argentina*
avto@geofisica.unam.mx

Presentamos en este estudio nuevos datos de intensidades geomagnéticas del sitio arqueológico Rincón Chico (Norte de Argentina), proporcionando 25 determinaciones independientes apoyadas por 37 edades radiométricas. No existe, probablemente, otro sitio arqueológico en el mundo que aporte tantas edades de C14 y arqueointensidades asociadas; lo cual hace de éste un sitio de particular importancia. El registro presentado consiste de 25 arqueointensidades distribuidas entre 400 DC y 1800 DC. Este conjunto de datos muestra diferentes periodos de grandes variaciones en intensidad. Sin embargo, la mayoría de estos se concentra en un estrecho intervalo que va de 1350 DC a 1550 DC. Se aprecian dos características principales: el intervalo de 1150 DC a 1350 DC y el de 1650 DC a 1800 DC caracterizados por un decrecimiento monótono de la intensidad geomagnética, mientras que se observa un ligero incremento en el rango de 1550 DC a 1770 DC. Tales fluctuaciones pueden ser correlacionadas con cambios climáticos a lo largo de escales de tiempo de varias décadas. Los episodios de enfriamiento (calentamiento) se sincronizan, al menos para Sudamérica, con incrementos (decrementos) de la intensidad geomagnética, y parecen estar influenciados por el campo geomagnético a través de la modulación de los rayos cósmicos interactuando con la atmósfera terrestre.

SE06-15

ESTIMACIÓN DE LA INTENSIDAD GEOMAGNÉTICA A PARTIR DE MAGNETIZACIONES TERMORREMANENTES EN CERÁMICAS ACTUALES: METODOLOGÍA E IMPLICACIONES EN ARQUEOMETRÍA

Pineda Modesto[1], Morales Juan[1], Aguilar Reyes Bertha[1], Gogichaishvili Avto[1] y Calvo Rathert Manuel[2]

[1]*Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Universidad de Burgos, España*
mpinedad@hotmail.com

Desde hace mucho tiempo atrás se ha reconocido la capacidad de las piezas arqueológicas para grabar las variaciones del campo geomagnético antiguo. Lo anterior ha motivado la realización de numerosas investigaciones arqueomagnéticas en todo el mundo, principalmente en Europa. Sin embargo, hasta donde sabemos, no existe aún un estudio detallado sobre el proceso de manufactura de los artefactos arqueológicos mesoamericanos; sobre las propiedades magnéticas de los materiales usados para la elaboración de las piezas, las temperaturas máximas alcanzadas y la homogeneidad térmica en el interior de los hornos, etc. Así, para resolver las interrogantes anteriores, diseñamos y aplicamos una estrategia experimental a un horno original de tipo abierto de un taller artesanal, en Zinapécuaro Michoacán, con una tradición que data desde 1815, y que sigue el proceso ancestral de manufactura de la región.

La comparación del comportamiento térmico de hornos de diferentes regiones pone de manifiesto la existencia de gradientes térmicos significativos, tanto verticales cuanto radiales, así como diferencias entre las temperaturas máximas alcanzadas en cada horno. Las intensidad promedio estimada subestima la intensidad esperada del campo magnético local, independientemente de los materiales estudiados y del método utilizado. Se presentan las implicaciones que los resultados anteriores tendrían en la Arqueometría.

SE06-16

GUACHIMONTONES DE TEUCHITLÁN, JALISCO. APORTACIONES ARQUEOMAGNÉTICAS A LA CRONOLOGÍA DEL OCCIDENTE PREHISPÁNICO DE MÉXICO

López Delgado Verónica[1], Soler Arechalde Ana María[1], Esparza López Rodrigo[2], Martínez De Veloz Alejandro[1] y Aguilar Reyes Bertha[3]

[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Centro de Estudios Arqueológicos, El Colegio de Michoacán, A.C.*
[3]*Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM*
vro.lopezdelgado@gmail.com

A través del fechamiento arqueomagnético del sitio Guachimontones de Teuchitlán, Jalisco, contribuímos a la cronología prehispánica del Occidente de México. Recientes investigaciones arqueológicas han desarrollado nuevos conocimientos sobre la antigua civilización que habitó el occidente de nuestro país.

16 muestras arqueomagnéticas fueron colectadas a partir de hornos y estucos quemados y no quemados; durante las campañas 2005 y 2010. Los especímes fueron procesados y medidos en el Laboratorio de Paleomagnetismo, I-Gef-UNAM. Un magnetómetro JR6 y un desmagnetizador de campos alternos fueron empleados para obtener la magnetización característica de cada muestra.

El fechamiento arqueomagnético se realizó por comparación de las direcciones características con la última actualización de la Curva de Variación Secular para México (Soler-Arechalde et al, 2006) y el programa Rendate (Lannos, 2005).

SE06-17

MODELADO DIRECTO Y POR INVERSION DE TUMBAS DE TIRO VECINAS A LOS GUACHIMONTONES EMPLEANDO TOMOGRAFIA RESISTIVA

Alatorre Zamora Miguel Angel[1], Gutiérrez Peña Quiriat Jearim[2], Rosas Elguera José[3] y Esparza López Rodrigo[4]

[1]*Departamento de Ingeniería Civil y Topografía, CUCEI, Universidad de Guadalajara*
[2]*Departamento de Física, CUCEI, Universidad de Guadalajara*
[3]*Universidad de Guadalajara*
[4]*Colegio de Michoacán*
alatorre2004@hotmail.com

La riqueza arqueológica de México es enorme. Sin embargo, el occidente del país se caracterizaba por carecer de grandes ciudades prehispánicas. Hace poco esto cambió con la rehabilitación de la zona de Los Guachimontones, ubicada a 70 kms al oeste de Guadalajara.

Los Guachimontones tiene poco que ver con los centros arqueológicos conocidos en México, su arquitectura puede sólo compararse con Cuicuilco, por sus cuerpos piramidales cilíndricos; también tiene coincidencias con otros centros, como el juego de pelota y su sistema de riego, comparables con la magnitud del juego de Chichen Itzá y la ingeniería hidráulica de Calakmul.

Otros rasgo importante que distingue no sólo a los Guachimontones, sino a todo el occidente del resto del país, son las Tumbas de Tiro. Estas están formadas por una perforación vertical de entre 3 y 20 metros de largo que termina en una o más cavidades horizontales donde se colocaban los cuerpos y las ofrendas que les acompañaban. Los tiros verticales por lo general eran rellenados, y siempre quedaba la tumba horizontal, constituyéndose en un gran contraste en casi todas las propiedades físicas del subsuelo.

La reestructuración de la zona arqueológica de Los Guachimontones mostró la presencia de estas Tumbas. Empleándose dos de ellas como campo de pruebas para la posterior localización de tumbas no descubiertas en la zona, se ha empleado la tomografía resistiva con tales objetivos. Se propone el empleo de esta técnica geofísica debido a la existencia de estratos superficiales de rocas dispersas. Esta situación conduciría a pobres resultados con el empleo de otras técnicas. No obstante, los resultados obtenibles en las tumbas conocidas serían solo útiles para la localización de otras tumbas desconocidas en la misma zona o en otras zonas con geología superficial semejante.

Muchas investigaciones en arqueología en el mundo han empleado la Geofísica en general, y la tomografía resistiva en particular. En México se ha empleado también la geofísica, pero para localizar estructuras relativas a cuerpos piramidales o en estructuras coloniales (Abad-Gómez et al., 2006; Ponce et al., 2004). No hay algún registro del empleo de la tomografía resistiva en los casos de las tumbas de tiro.

Usando el arreglo Wenner alfa, a equidistancias de 1 mt, y traslados de 0.5 mts, se determinaron profundidades y extensiones horizontales de dos tumbas de diferente estilo, localizadas dentro de un terraplén circular: una de bota y otra de botella. La distancia total de la sección fue de 28 mts. La información obtenida se ha interpretado empleándose el software RES2DINV.

Las tumbas se identifican con altos valores de resistividad, mientras que bajos valores indican los cimientos rocosos de la estructura que contiene a las tumbas y algunas filtraciones de humedad. Como ejercicio, se realizó el modelado teórico de las tumbas, lo que se compara con las secciones reales y sus respectivos modelos de inversión. Las coincidencias son apreciables.

En una etapa posterior se contará con esquemas más exactos de la ubicación de estas tumbas y se espera emplear otros arreglos electródicos.

SE06-18

MINERÍA PREHISPÁNICA DEL CINABRIO (HGS) EN EL SUR DE LA SIERRA GORDA DE QUERÉTARO: IMPACTO EN EL AMBIENTE Y LA SALUD PÚBLICA

Hernández Silva Gilberto[1], Scharek Péter[2], Bartha András[2], Mejía Pérez-Campos Elizabeth[3], Herrera Muñoz Alberto[3], Solorio Munguía Gregorio[1], Solís Valdez Sara[1] y García Martínez Rocío[1]

[1]*Centro de Geociencias, UNAM*
[2]*Geological Institute of Hungary*
[3]*Instituto Nacional de Antropología e Historia, Centro Querétaro*
ghsilva@geociencias.unam.mx

El cinabrio (HgS) ha sido explotado durante más de dos mil años, al sur de la Sierra Gorda de Querétaro, México, en épocas prehispánica, colonial y presente. Esta actividad minera de tanto tiempo, ha dejado en la región una gran cantidad de residuos mineros (terreros) expuestos a la intemperie, liberándose mercurio a la atmósfera, dispersándose a través de los sedimentos y contaminado los suelos. Además, hay que tomar en cuenta que, el Hg persiste en el ambiente durante decenas, centenas o miles de años aún después de haber cesado su explotación. Por técnicas y métodos arqueológicos se ha establecido que, la sociedad prehispánica de la región de los sitios arqueológicos de Ranas y Toluquilla ya explotaban el cinabrio desde antes de nuestra era. Tomando en cuenta los períodos de explotación, se ha podido clasificar e identificar tres tipos de minas: prehispánicas, modernas y mezcla de las dos. Para medir el alcance de la dispersión del Hg en la zona de estudio (170 km2), se muestrearon suelos, sedimentos y terreros; estos materiales fueron clasificados en los siguientes usos del suelo: suelos agrícolas, suelos forestales, suelos con vegetación secundaria, suelos dentro de los sitios arqueológicos, sedimentos y terreros. Para establecer el impacto de la actividad minera del cinabrio en la salud de los mineros prehispánicos, se analizó el contenido de Hg total en huesos (fémur, cráneo y dientes) de 23 esqueletos rescatados de Ranas y Toluquilla. Como resultado de todo lo anterior, se obtuvo un mapa de dispersión de Hg(t) en suelos, sedimentos y terreros, donde se señalan diferentes niveles de Hg. Excluyendo los terreros de las minas se determinó que, los suelos localizados dentro y los alrededores de los sitios arqueológicos tuvieron el promedio más alto en el contenido de Hg(total). Los estudios patológicos y de antropología física, los contenidos elevados de Hg en huesos prehispánicos junto con la concentración alta de Hg dentro y alrededor de los sitios arqueológicos sugieren que, el manejo y explotación del cinabrio por la población prehispánica de la región pudo estar expuesta a procesos de contaminación que afectaron seriamente su salud.

SE06-19

LA MICROMORFOLOGÍA DE SUELOS EN LAS INVESTIGACIONES GEOARQUEOLÓGICAS: POTENCIALES Y LIMITACIONES

Solleiro Rebolledo Elizabeth y Sedov Sergey
Instituto de Geología, UNAM
solleiro@geologia.unam.mx

La micromorfología de suelos es una herramienta de análisis robusta que ayuda a comprender procesos que no son claros en las investigaciones de campo o con los análisis de laboratorio. Los estudios que usan esta técnica se basan en el concepto de memoria de los suelos, la cual se desarrolla a lo largo de su evolución, imprimiéndose en ellos rasgos morfológicos estables, que no se modifican aún después de ser sepultados o afectados por diagénesis. Al identificar rasgos micromorfológicos particulares, es posible analizar e interpretar: (a) condiciones ambientales relacionadas a su formación (en consecuencia puede apoyar la reconstrucción paleoambiental); (b) procesos de degradación naturales e inducidos; (c) prácticas de manejo antiguas y modernas;(d) adición y uso de materiales al suelo y/o sustrato, entre otros aspectos. Las investigaciones llevadas a cabo con el apoyo de esta técnica en el Instituto de Geología han dado resultados altamente satisfactorios, sobre todo en dos áreas en donde se ha llevado a cabo investigación arqueológica intensiva durante varias décadas: el Valle de Teotihuacán (centro de México)y las tierras bajas Mayas, en el noreste de Quintana Roo. En Teotihuacán ha sido posible establecer las características del ambiente desde el Formativo, cuando ocurren los primeros asentamientos, por medio del estudio detallado del suelo “negro”, cuya edad es 3210 años (edad calibrada). Este paleosuelo muestra propiedades vérticas que evidencian un clima fuertemente estacional así como acumulación de carbonatos de calcio indicando periodos de sequía marcados. Por otro lado, se han encontrado evidencias de degradación causadas por el cambio de uso de suelo y explotación del mismo como material de construcción, como en el interior de la Pirámide de la Luna. Por otro lado, investigaciones en la región noreste de Yucatán han permitido determinar las técnicas de manejo agrícola empleadas por los antiguos mayas, en una región en donde la cubierta edáfica es delgada y en donde el fuerte intemperismo “borra” o modifica las propiedades químicas. De hecho, al evaluar el estatus nutricional de los suelos se detectaron niveles bajos de P, por lo que se ha planteado que la población debió haber agregado un fertilizante orgánico, como el perifiton (mezcla de microorganismos que se encuentran en las superficies de los suelos inundados) para aumentar su productividad. Sin embargo, no ha sido posible reconocer su presencia en las secciones delgadas estudiadas. Se considera, que las perspectivas del uso de la micromorfología son amplias, por lo que se tiene un proxy adicional de apoyo en estudios arqueológicos. Las limitaciones de esta metodología es la visión a una escala reducida, cuyas observaciones deben conjugarse con los estudios de campo, propiedades físicas, químicas, entre otros.

SE06-20

ANÁLISIS ESPACIAL, QUÍMICO Y DE SEDIMENTOS EN SUPERFICIES DE OCUPACIÓN HUMANA EN LA CUEVA DE SANTA MARTA

Acosta Ochoa Guillermo
Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM
acostaochoa@yahoo,com.mx

Mediante el análisis espacial de la distribución de artefactos en las superficies con ocupación de finales del Pleistoceno (10,500-9800 aC) de la cueva Santa Marta (Ocozocoautla, Chiapas), se evalúan las áreas de actividad en el abrigo, indicando tareas como la manufactura de artefactos líticos y el procesamiento de alimentos vegetales y animales. Al complementar el estudio espacial mediante Sistemas de Información Geográfica con análisis químicos tipo “spot test” se obtiene una imagen más detallada de de estas actividades humanas, pudiendo distinguir áreas concretas de actividad como el procesamiento de vegetales y animales en zonas distintas, lo cual coincide con la dispersión de los materiales arqueológicos.

Con base en estos resultados se puede obtener una visión más completa de las actividades económicas y productivas de los primeros pobladores de las regiones tropicales de Chiapas, los cuales tuvieron un patrón de subsistencia de amplio espectro, principalmente mediante la caza de animales de talla mediana y pequeña, así como el procesamiento continuo de especies vegetales.

SE06-21 CARTEL

ESTUDIO MAGNÉTICO Y RADIOMÉTRICO DE SEDIMENTOS LACUSTRES DEL HOLOCENO, CON NIVELES DE CARBÓN Y FRAGMENTOS CERÁMICOS INTERCALADOS

Pineda Modesto[1], Carvallo Claire[2], Aguilar Reyes Bertha[1], Morales Juan[1], Garduño Monroy Víctor H.[3] y Gogichaishvili Avto[1]

[1]*Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Institut de minéralogie et de physique des milieux condensés, France*
[3]*Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMICH*
mpinedad@hotmail.com

Se presenta el estudio de propiedades magnéticas de una secuencia lacustre del Holoceno, de 4 m de espesor; paralelamente, la investigación arqueomagnética de fragmentos de cerámica precolombina, provenientes de Araro (un pueblo de la cuenca de Cuitzeo en el occidente de Mesoamérica), intercalados en las capas sedimentarias. Se obtuvieron tres edades a partir del carbón presente en los mismos niveles que los fragmentos de cerámica, en el rango de 1490 ± 40 a 1610 ± 40 B.P. Las Temperaturas de Curie obtenidas para los fragmentos cerámicos, señalan una magnetita casi pura como el portador magnético, mientras que los diagramas de FORC (First-Order Reversal Curve) señalan la presencia de granos de dominio simple (SD) y granos superparamagnéticos (SP), indicando que el material es idóneo para las determinaciones de Paleointensidad Thellier-Thellier. Se obtuvo una Arqueointensidad media promedio de 36.4 ± 1.1 μT, que corresponde a un momento dipolar axial virtual de 8.9 ± 0.3 x 10 22 Am2, valor muy cercano al del campo geomagnético actual.

SE06-22 CARTEL

ESTUDIO ARQUEOMAGNÉTICO EN EL ABRIGO ROCOSO LOS GRIFOS, CHIAPAS. SITIO DE OCUPACIÓN TEMPRANA EN AMÉRICA

Fregoso Urrutia Daniela Julia[1], Soler Arechalde Ana María[1], Acosta Ochoa Guillermo[2], Martínez Miranda Vicente[3] y Gogichaishvili Avto[4]

[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM*
[3]*Escuela Nacional de Antropología e Historia*
[4]*Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM*
coyotecosmica@gmail.com

Se presentarán los resultados de un estudio arqueomagnético del Abrigo Rocoso Los Grifos en Chiapas. Los Grifos es un sitio con una temporalidad desde la transición Pleistoceno-Holoceno hasta ocupaciones mas tardías en el Clásico Medio y Posclásico. Se obtuvieron 5 muestras, dos de ellas de ocupaciones más tardías y tres de las más tempranas. Las fechas más tardías se efectuaron con la curva de variación secular para Mesoamérica(Soler et al.,2006) y las más tempranas se construyó una curva con datos

de rocas volcánicas y se comparó con las de sedimentos lacustres de Chalco(Ortega,1992).

Los datos obtenidos servirán para complementar los estudios arqueológicos en Los Grifos y para mejorar la curva de variación secular de México para inicios del Holoceno.

SE06-23 CARTEL

ESTUDIOS ARQUEOMAGNETICOS EN LA ZONA DE LA CIUDADELA Y SIERRA DE LAS NAVAJAS, CULTURA TEOTIHUACANA: RESULTADOS PRELIMINARES

Teran Guerrero Anuar Gabriel[1], Soler Arechalde Ana María[2], Caballero Miranda Cecilia I.[2], Gazzola Julie[3], Gómez Sergio[3], Pastrana Alejandro[3] y Sterpone Osvaldo[3]

[1]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[3]*Instituto Nacional de Antropología e Historia*
anuarteran@ciencias.unam.mx

Se presentaran los resultados preliminares de dos sitios de cultura teotihuacana, una dentro de la zona ceremonial: La Ciudadela, tomados en diciembre de 2005 y otra de la zona habitacional de Sierra de las Navajas en diciembre de 2006.

Los estudios realizados fueron la obtención de fechamientos arqueomagnéticos mediante variación secular registrada en pisos quemados y no quemados y la medición de propiedades magnéticas de los mismos.

La primera parte del estudio arqueomagnético ayudará a una mejor comprensión del desarrollo temprano de Teotihuacan. Los estudios realizados en Sierra de las Navajas permitirán conocer como fue el desarrollo de la zona de producción de obsidiana para Teotihuacan, mediante el análisis de diferentes etapas de ocupación.

SE06-24 CARTEL

SUPRESIÓN DE FLUORESCENCIA EN ESPECTROS RAMAN DE MUESTRAS AQUEOLÓGICAS MEDIANTE ESPECTROSCOPIA DE TIEMPO RESUELTO Y LAS TÉCNICAS S.E.R.D.S. Y S.S.R.S.

Sicardi Segade Analia[1], Meneses Nava Marco Antonio[1], Robles Camacho Jasinto[1 y 2], Barbosa García Oracio[1], Ramos Ortiz Gabriel[1] y Maldonado Rivera José Luis[1]

[1]*Centro de Investigaciones en Óptica, A.C.*
[2]*Laboratorio de Arqueometría del Occidente, Instituto Nacional de Antropología e Historia*
analia@cio.mx

Las técnicas de espectroscopia óptica son cada vez más utilizadas en el estudio de materiales culturales por su gran ventaja de ser no destructivas. En este trabajo se utilizó la espectroscopia Raman en tiempo resuelto, para la caracterización mineral-química de piezas arqueológicas de lapidaria Mesoamericana.

Debido a la naturaleza de los minerales presentes en la composición de esas piezas, durante la parte experimental, se presentó el problema del fenómeno de fluorescencia que opaca completamente la respuesta Raman buscada. Para solucionar este problema se aplicó el método de espectroscopia de tiempo resuelto que ayuda a suprimir en gran medida la fluorescencia presente en la muestras. A pesar de las ventajas que proporciona este método, persistió el problema en algunas especies minerales, por lo que se procedió a la aplicación de dos técnicas de supresión de fluorescencia: la primera de ellas denominada S.E.R.D.S. Por sus siglas en inglés (Shifted-Excitation-Raman-Difference-Spectroscopy) en donde se requiere que el espectro sea tomado dos veces variando ligeramente la frecuencia de la fuente de excitación láser, y la segunda técnica denominada S.S.R.S por sus siglas en inglés (Shifted Sustracted Raman Spectroscopy), en el que se toman dos espectros de la misma muestra pero ahora variando el ángulo de la rejilla de difracción del espectrógrafo. En ambos casos se aplicaron dos algoritmos diferentes de reconstrucción del espectro Raman; se presentan las ventajas y desventajas de ambos métodos y de los dos algoritmos de reconstrucción que permiten mejorar los espectros recuperados de las muestras analizadas.

Sesión Especial

ESTUDIOS ARQUEOMÉTRICOS DEL PROYECTO TEOPANCAZCO EN TEOTIHUACÁN

Organizador:
Linda R. Manzanilla N.

SE07-1

INTRODUCCIÓN A TEOPANCAZCO

Manzanilla Naim Linda R.
Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM
lmanza@servidor.unam.mx, lmanza2004@yahoo.com.mx

Teopancazco es un centro de barrio multiétnico del sector sureste de la antigua ciudad de Teotihuacan, con fuertes vínculos con la costa del Golfo de México. A través de trece temporadas de excavación extensiva y un registro cuidadoso de áreas de actividad, se ha vislumbrado la excepcionalidad de este sitio en cuanto a contar con la mayor variedad de peces de las lagunas costeras del Golfo y moluscos marinos de todos las costas de México, además de población foránea procedente quizás del corredor de sitios teotihuacanos que se dirigen hacia Nautla. Múltiples materias primas de origen foráneo están siendo procesadas también en el centro de barrio.

A través de un mapeo de diversos tipos de materiales arqueológicos poco a poco se devela el funcionamiento del centro de barrio regido por nobles teotihuacanos que auspiciaban caravanas hacia Veracruz y de regreso. El énfasis de esta introducción es en la perspectiva interdisciplinaria para averiguar sobre cómo funciona un barrio teotihuacano de carácter multiétnico.

SE07-2

ESTUDIOS GEOFÍSICOS EN EL BARRIO DE SAN SEBASTIAN XOLALPAN ANEXO AL CONJUNTO DE BARRIO DE TEOPANCAZCO

Ortiz Butron Agustin, Barba Pingarrón Luis y Blancas Vázquez Jorge
Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM
ortizbutron@gmail.com

La información presentada es consecuencia de varias temporadas de trabajos de prospección realizados en el sitio Teopancazco, Teotihuacán y sus alrededores. El objetivo principal ha sido el determinar la extensión de este centro de barrio y las características constructivas de los restos enterrados.

Se inició el registro con una serie de imágenes aéreas adquiridas desde un globo cautivo en tres distintos momentos del proceso de excavación. Se muestran también los datos geofísicos obtenidos en las cercanias del conjunto excavado que se complementan con los datos obtenidos en las calles aledañas y los predios adjuntos.

En una etapa posterior del trabajo se realizaron estudios detallados de georadar en partes específicas del conjunto como una forma de complementar el proceso de excavación. Finalmente se comparan los datos obtenidos con los resultados de excavación, y se muestra que debido a la complejidad de los contextos, en algunos casos no fue suficiente la aplicación de las técnicas geofísicas para entender los detalles constructivos.

SE07-3

CRONOLOGÍA DE TEOPANCAZCO: COMBINACIÓN DE DATACIONES POR ARQUEOMAGNETISMO Y 14C

Soler Arechalde Ana María[1], Beramendi Orosco Laura[2] y González Hernández Galia[2]
[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Laboratorio Universitario de Radiocarbono, Instituto de Geofísica, UNAM*
anesoler@geofisica.unam.mx

Se presentarán resultados de dataciones mediante 14C y arqueomagnetismo para Teopancazco, derivadas de las excavaciones realizadas en el sitio teotihuacano, bajo la dirección de la Dra. Linda Rosa Manzanilla. Se propone un modelo cronológico de ocupación mediante la combinación de 33 edades de 14C en muestras de carbón y 55 de arqueomagnetismo en pisos quemados y no quemados aplicando estadística Bayesiana. Los resultados ubican a la etapa Tlamimilolpa entre 150 y 270 d.C., el periodo Xolalpan entre 325 y 550 d.C. con un periodo de transición entre ambas que va del 240 al 350 d.C.

Los resultados obtenidos a partir de la combinación de ambos métodos permitieron un mejor entendimiento de la evolución de este conjunto, a su vez lo constituyó como una valiosa herramienta para generar cronologías de alta resolución en sitios en donde se cuente con información similar.

SE07-4

TEOPANCAZCO Y SU PINTURA. APLICACIÓN DE TÉCNICAS ANALÍTICAS DE CARACTERIZACIÓN INTERDISCIPLINARIA (PIXE Y RBS, MEAB, DRX Y FTIR)

Martínez García Claudia Cristina
INAH, Coahuila
zyanya_sazilakab@hotmail.com

El comportamiento de la sociedad teotihuacana es sumamente complejo, para lograr descifrarlo, es necesario recurrir a estudios interdisciplinarios aplicados a las diferentes actividades sociales. El estudio de la pintura mural ha sido abordado por investigadores sociales y de las ciencias duras, proporcionado herramientas técnicas de caracterización arqueométrica para materiales como, fragmentos de muro con pintura, cerámica estucada con pintura y muestras de pigmento suelto provenientes de las excavaciones de Teopancazco.

La interacción dialéctica entre el lenguaje artístico y la técnica pictórica permite materializar ideas limitadas sólo por la capacidad de producirlas. Cuando la técnica está dominada, surgen nuevos retos de creación artística dando paso a la consolidación de una escuela pictórica, con experiencias y conocimientos particulares que se pueden cuantificar.

Los estudios arqueométricos aplicados sistemáticamente en Teotihuacán, permiten hacer las correlaciones entre los diferentes periodos técnicos de la pintura mural y sus fases arqueológicas, así como hacer conexiones con otras áreas de contacto. La exposición de este trabajo contempla la aplicación de técnicas analíticas de caracterización en materiales arqueológicos como Emisión de RX inducida por partículas (PIXE) y la Retrodispersión Elástica de Partículas (RBS); Microscopía Electrónica Analítica de Barrido (MEAB); Difracción de Rayos-X (DRX) y la caracterización de Espectroscopía Infrarroja (FTIR).

SE07-5

EXAMEN CIENTÍFICO DE LAS SUSTANCIAS HALLADAS EN EL INTERIOR DE LAS VASIJAS MINIATURA DEL ENTIERRO 105 DE TEOPANCAZCO (TEOTIHUACÁN)

Vázquez de Ágredos Pascual María Luisa[1], Manzanilla Naim Linda R.[2], Doménech Carbó María Teresa[3], Osete Cortina Laura[3] y Doménech Carbó Antonio[4]
[1]*Departamento de Historia del Arte, Universidad de Valencia, España*
[2]*Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM*
[3]*Instituto de Restauración del Patrimonio, Universidad Politécnica de Valencia, España*
[4]*Departamento de Química Analítica, Universidad de Valencia, España*
m.luisa.vazquez@uv.es

Teopancazco, un centro de barrio multiétnico de Teotihuacan, ha revelado una fuerte conexión con la costa del Golfo de México por la profusión de fauna costera, gente, algo de cerámica, posiblemente mantas de algodón y otros elementos que sugieren caravanas organizadas para proveerse de materias suntuarias. Uno de los aspectos más sobresalientes del entierro 105 de Teopancazco (Teotihuacán) es la gran cantidad de vasijas miniatura que allí fueron halladas durante las excavaciones extensivas. La gran mayoría de estas pequeñas piezas contenía en su interior parte de las sustancias orgánicas y minerales que allí se depositaron en un origen. Este trabajo muestra los resultados que han sido obtenidos al abordar el estudio químico analítico de estos productos, poniendo especial interés en los ligamentos de naturaleza polisacárida que aglutinaban las citadas sustancias de origen mineral, cuya caracterización e interpretación también se tratará en su desarrollo. La identificación de todos estos materiales ha supuesto la combinación de técnicas microscópicas, espectroscópicas, electroquímicas y cromatográficas, y más exactamente de la microscopía óptica (LM), microscopía electrónica de barrido/microanálisis de Rayos X por dispersión de energías (SEM/EDX), microscopía de transmisión electrónica (TEM), espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), voltamperometría de micropartículas (VMP) y pirólisis-cromatografía de gases/espectrometría de masas (GC/SM). La interpretación de los resultados que ha proporcionado la combinación de todas ellas a la luz de las fuentes históricas nos permite confirmar el uso que hizo la élite prehispánica de algunos de los cosméticos que fueron descritos en las crónicas del siglo XVI.

SE07-6

APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS PIXE, IOL Y XRD EN LA CARACTERIZACIÓN DE BIENES CULTURALES. LA PIZARRA DE; TEOTIHUACAN

López Juárez Julieta[1], Ruvalcaba Sil José Luis[2] y Aguilar Franco Manuel[2]
[1]*Posgrado en Estudios Mesoamericanos, UNAM*
[2]*Instituto de Física, UNAM*
xulieta.lopez@gmail.com

La presentación tratará sobre la caracterización de la pizarra; material inscrito dentro de la industria lítica Teotihuacana. Se presenta un análisis comparativo entre los diferentes proyectos arqueológicos analizados (Pirámide de La Luna, Templo de Quetzalcóatl, Oztoyahualco, Xalla y Teopancazco). Mediante este análisis comparativo se ha podido identificar que Teopancazco es el lugar donde se ha exhumado el mayor número de artefactos fragmentados, en proceso, y terminados de pizarra.

Para la caracterización se han aplicado técnicas nucleares no destructivas, no invasivas y multielementales como son PIXE, IOL y XRD sobre los materiales arqueológicos y geológicos metasedimentarios.

El análisis se ha dividido en tres etapas, en la primera se realizaron análisis elementales a las muestras para identificar similitudes y diferencias entre ellas. Como una segunda etapa, se realizó la caracterización del material mediante XRD de polvos (de las muestras geológicas) para identificar las fases minerales presentes en las pizarras, una vez identificadas las fases, en la tercera etapa se realizó un análisis cuantitativo mediante el método de Rietveld para conocer la composición de las fases presentes e intentar identificar los compuestos que forman los elementos de las piezas.

El presente estudio a nivel geológico, arqueológico y arqueométrico, puede considerarse una investigación pionera, cuyos resultados implican la naturaleza de dicha materia prima y su procedencia, que al ser analizados en conjunto con los datos arqueológicos, nos permiten hacer inferencias sobre las funciones rituales, simbólicas y jerárquicas dentro de la metrópoli teotihuacana.

SE07-7

ÁNALISIS DE PALEODIETA EN TEOPANCAZCO A TRAVÉS DEL ESTUDIO DE ELEMENTOS TRAZA

Mejía Appel Gabriela Inés
DSA, INAH
gima5@yahoo.com

En esta presentación se abordará el tema del estudio de la paleodieta de un grupo de habitantes de Teopancazco a partir de la presencia de elementos traza, principalmente el estroncio y bario, presentes en 18 muestras; el análisis fue realizado con la técnica PIXE en el Acelerador Peletrón del Instituto de Física de la UNAM.

Este trabajo permitió que se identificaran patrones de consumo en el sitio en el transcurso de tiempo en que Teopancazco fue habitado, lo que a su vez, nos permite hacer inferencias acerca de otros aspectos de la vida social de este grupo, pues el sustento está vinculado con diferentes procesos políticos, económicos, religiosos, etc.

Las conclusiones a las que se llegaron están directamente relacionadas con la continuidad en las tradiciones culinarias de los grupos migrantes durante la fase Tlamimilolpa y la adopción de patrones culinarios locales para las fases Xolalpan y Metepec.

SE07-8

ESTUDIO DE LA PALEODIETA EMPLEANDO ISÓTOPOS ESTABLES DE LOS ELEMENTOS CARBONO, OXÍGENO Y NITRÓGENO EN RESTOS HUMANOS ENCONTRADOS EN EL BARRIO TEOTIHUACANO DE TEOPANCAZCO

Morales Pedro[1], Cienfuegos Alvarado Edith[1], Otero Trujano Francisco Javier[1], Manzanilla Naim Linda R.[2], Valadez Azúa Raúl[2] y Rodríguez Galicia Bernardo[2]
[1]*Instituto de Geología, UNAM*
[2]*Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM*
mopuente@servidor.unam.mx

Se presentan los resultados preliminares de los análisis isotópicos de #13C y #15N del colágeno proveniente de los huesos y/o dentina, la #13C es utilizada para estudiar los diferentes tipos de comida de los cuales se derivan, como pueden ser plantas C4 o plantas C3 o de origen marino, y la #15N se emplea para conocer sus preferencias alimentarias en relación con la cadena alimenticia. La #13C y##18O determinada en los carbonatos del esmalte de los dientes, la #13C también indica las preferencias dietéticas y la #18O indica el origen del agua ingerida.

Estos parámetros nos ayudan a establecer que existen diferencias de dieta entre los individuos estudiados habitantes del barrio de Teopancazco en Teotihuacán Estado de México, así mismo mostraron provenir de diferentes lugares geográficos.

Agradecimientos

Al proyecto CONACyT 82596, al Sr. Rafael Puente Martínez e Ing Caridad Hernández Bernal por el mantenimiento de los espectrómetros de masas.

SE07-9

ISÓTOPOS DE SR APLICADOS A ESTUDIOS DE MIGRACIÓN EN TEOPANCAZCO: LA RELACIÓN ENTRE DIENTES, HUESOS, PLANTAS, SUELOS Y ROCAS

Solís Pichardo Gabriela[1], Schaaf Peter[2], Manzanilla Naim Linda R.[3], Lailson Becket[4] y Hernández Treviño Teodoro[2]
[1]*LUGIS, Instituto de Geología, UNAM*
[2]*LUGIS, Instituto de Geofísica, UNAM*
[3]*Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM*
[4]*Departamento de Geoarqueología, SLAA, INAH*
gsolis@geofisica.unam.mx

Los estudios arqueológicos se han beneficiado de las técnicas isotópicas al tener una aplicación directa en la interpretación de los orígenes humanos antiguos. Sin embargo, al tratar de integrar los estudios isotópicos de Sr con los antropológicos, en particular en el barrio teotihuacano de Teopancazco, nos hemos encontrado con tres problemas a solucionar que posteriormente podrán hacerse extensivos a otras zonas arqueológicas en México.

1) En entierros encontrados en sitios arqueológicos se puede establecer si la persona era local o migrante al comparar las firmas isotópicas de 87Sr/86Sr de sus dientes con las de sus huesos, en particular las del fémur. No obstante, hay entierros en donde no se cuenta con las extremidades óseas. Por tanto, estudiamos cinco entierros provenientes del sitio arqueológico de Teotihuacan comparando la isotopía de Sr de cráneos, vértebras y fémures provenientes del mismo sujeto, con la finalidad de determinar si existe semejanza isotópica entre ellos. Los resultados mostraron valores 87Sr/86Sr consistentes, confirmando la distribución homogénea de Sr en los esqueletos.

2) Una vez que se reconoce el estado migratorio, la siguiente etapa es tratar de identificar la región geográfica de la cual proviene el individuo. Para esto se requiere comparar los valores isotópicos de Sr de dientes (esmaltes) y huesos con los de las plantas, los suelos y las rocas en donde se hallaron los restos, si es local, o de una región geográfica afín, si es migrante. De esta manera, realizamos una comparación de los valores isotópicos de Sr de plantas y suelos de diferentes localidades relacionadas a sitios arqueológicos en Veracruz, Morelos, Puebla y Tlaxcala. En algunos sitios sí se encontró una buena correlación entre las relaciones 87Sr/86Sr de roca y suelos y en otros, de suelos y plantas.

3) Debido a que estos estudios involucran analizar suelos modernos, tenemos que corroborar la hipótesis de que el uso de fertilizantes no altera sustancialmente los valores isotópicos 87Sr/86Sr de los suelos y de las plantas. Una primera aproximación nos indica que los fertilizantes sí pueden modificar estos valores, aunque ligeramente.

SE07-10

CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN MULTIÉTNICA DE TEOPANCAZCO POR ISÓTOPOS ESTABLES, ISÓTOPOS DE ESTRONCIO Y ELEMENTOS TRAZA

Manzanilla Naim Linda R.[1], Mejía Appel Gabriela Inés[2], Jiménez Gerardo[1], Schaaf Peter[3], Lailson Becket[2], Solís Pichardo Gabriela[4], Morales Pedro[4] y Cienfuegos Alvarado Edith[4]
[1]*Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM*
[2]*Instituto Nacional de Antropología e Historia*
[3]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[4]*Instituto de Geología, UNAM*
lmanza2004@yahoo.com.mx, lmanza@servidor.unam.mx

El presente análisis tuvo como objetivo detectar patrones en índices relacionados con la procedencia de 38 individuos enterrados en el centro de barrio de Teopancazco, Teotihuacan, México. Para poder detectar estos patrones se analizó el delta 18O en carbonatos del esmalte, delta 13C en esmalte con corrección de dieta, delta 13C en colágeno con corrección menos 5 para dieta, niveles tróficos delta 15N, paleodieta con elementos traza, 87/86 Sr en hueso y 87/86 en diente. Para poder determinar si era necesario la reducción de variables y la relación en las variables mencionadas se realizó un análisis de factores en los 38 entierros. Los factores relevantes se detectaron tanto por el criterio de Kaiser, como por la prueba Scree. Para poder tener resultados con mayor potencaial de interpretación se calculó una solución con rotación por el método varimax con normalización de Kaiser. El análisis de factores por componentes principales arrojó, en primera instancia, que todas

las variables involucradas eran relevantes en el estudio, relacionándose en un primer factor 87/86 Sr en hueso, 87/86 en diente y paleodieta con elementos traza. El segundo factor delta 18O en carbonatos del esmalte, delta 13C en esmalte con corrección de dieta, y en el último factor se relacionó delta 13C en colágeno con corrección menos 5 para dieta.

Esta primera aproximación nos permitió decidir las variables a incluir en el análisis para la detección de patrones específicos y detectar agrupaciones en los índices de las variables mencionadas, en los 38 individuos analizados. Para poder visualizar los grupos se llevó a efecto un análisis de conglomerados jerarquizados basados en una matriz de disimilaridad por distancias euclidianas al cuadrado y como algoritmo de aglomeración, la vinculación completa. Si bien se enfatizaron las diferencias en los individuos con el índice de disimilaridad mencionado, esto permitió, al mismo tiempo, poder vincular en grupos a aquellos individuos que pertenecieran a un grupo en específico. El análisis de conglomerados jerarquizados detectó 3 grupos en los 38 entierros, mismos que se ubicaron en el mapa del conjunto por épocas constructivas.

Sesión Especial

DINÁMICA Y EVOLUCIÓN DE LA ZONA DE SUBDUCCIÓN DE MESOAMÉRICA Y LA FAJA VOLCÁNICA TRANSMEXICANA

Organizadores:
Juan Contreras Pérez
Xyoli Pérez Campos

SE08-1

ESTUDIO MAGNÉTICO Y MORFOLÓGICO DE ALTA RESOLUCIÓN DEL PISO OCEÁNICO SOBRE MONTES SUBMARINOS EN LA PLACA DE RIVERA

Mortera Gutiérrez Carlos[1], Bandy William[1], Ponce Núñez Francisco[2],
Pérez Calderón Daniel[1], Ortega Ramírez José[3] y Ortiz Zamora Glicinia[4]
[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
[3]*INAH*
[4]*CISAC*
cmortera@geofisica.unam.mx

Investigaciones de geofísica marina (particularmente de batimetría multihaz y magnetometría) han contribuido extensamente en el estudio del registro de la formación y evolución del piso oceánico de la Placa de Rivera. Datos batimétricos y magnéticos han sido utilizados para registrar cambios estructurales y de la actividad volcánica en los fondos oceánicos de las placas oceánicas, pero también han sido utilizados para conocer los movimientos de las placas oceánicas. Actualmente levantamientos sistemáticos marinos de datos magnéticos y batimétricos de alta resolución han estado aportando mayores detalles para caracterizar la evolución de la morfología de las estructuras submarinas que se han formado sobre la corteza oceánica. Bajo estos conceptos generales, se ha llevado tres campañas de geofísica marina desde 2007 a bordo del BO EL PUMA para definir los lineamientos magnéticos en el flanco oriental de la dorsal oceánica "East Pacific Rise" (EPR), y el magnetismo de los volcanes que se formaron tiempo después de la corteza oceánica de la placa de Rivera y enfocando en una de las áreas que han sido pobremente documentadas por la comunidad científica nacional e internacional. Estas campañas se ha estado realizado con fines de obtener a gran detalle el relieve batimétrico y la litología de los sedimentos oceánicos con una alta resolución en el flanco oriental de la dorsal EPR. Durante estas campañas se han registrado continuamente datos magnéticos marinos a lo largo de los transectos del derrotero. Estos perfiles magnéticos son utilizados para estudiar las características magnéticas de los procesos magnaticos del fondo marino y su asociación a la cinemática de la placa oceánica de Rivera. El conjunto de estos datos sobre los montes submarinos descubiertos en estas campañas son utilizados en una para una inversión matemática para precisar el movimiento absoluto de la placa oceánica de Rivera.

SE08-2

DOES THE 'RIDGE-JUMP' HYPOTHESIS OF LUHR ET AL. (1985) REQUIRE A NW MOTION OF THE JALISCO BLOCK RELATIVE TO THE NORTH AMERICAN PLATE?

Bandy William y Mortera Gutiérrez Carlos
Instituto de Geofísica, UNAM
bandy@geofisica.unam.mx

The active rifting observed in SW Mexico, and the formation of the Jalisco block, has been attributed to an eastward relocation (or "jump") of seafloor spreading from the Rivera Rise to the Colima Graben. It has been stated ad nauseam that, for this to be true, a NW movement of the Jalisco Block relative to the North American plate (i.e. right-lateral motion) is expected, predicted and/or required. This statement is so ingrained in the literature that it is increasingly being used to reject, out-of-hand, the ridge-jump hypothesis. The question addressed herein is: Does the ridge-jump hypothesis truly require a NW movement of the Jalisco block relative to the North American plate?" We demonstrate that, due to the presence of independent crustal blocks south of the Trans-Mexican Volcanic Belt, the ridge-jump hypothesis does not require a NW movement of the Jalisco block relative to North America. Indeed, right-lateral, left-lateral or no motion of the Jalisco block relative to the North America plate is permitted as a result of such a ridge jump. A ridge jump chronology is presented that accounts for the development of the major structural features in western Mexico.

SE08-3

UN NUEVO VISTAZO A LA GEOMETRÍA DE LA PLACA DE COCOS SUBDUCIDA BAJO EL ISTMO DE TEHUANTEPEC

Guzmán Speziale Marco
Centro de Geociencias, UNAM
marco@geociencias.unam.mx

La placa de Cocos es subducida bajo dos placas: Norte América al noroeste y Caribe al sureste. En el primer caso el ángulo de subducción es muy pequeño mientras que en el segundo el ángulo excede los 45 grados. Por años, la transición entre estos dos modos de subducción ha intrigado a los expertos en el area ya que no era claro si se trataba de una transición tersa o de una ruptura al interior de la placa.

En este trabajo analizamos hipocentros bien localizados en el area para determinar con una mejor precisión la geometría de la placa subducida. Obtenemos secciones perpendiculares a la máxima pendiente de la placa. En cada una de las secciones ajustamos, mediante un esquema de mínimos cuadrados, una curva a la zona de Wadati-Benioff. Con estas curvas construimos una retícula de la geometría de la placa de Cocos subducida.

Algunos estudios anteriores han propuesto que la placa subducida sufre un desgarramiento en el area. Sin embargo, nuestros resultados sugieren que la placa subducida bajo el istmo de Tehuantepec es continua, aunque sufre un cambio abrupto de curvatura. A partir del noroeste del istmo, donde la placa es subducida casi horizontalmente bajo Norte América, la placa, en un espacio reducido, cambia de ángulo de subducción a uno mas profundo. La dirección de máxima pendiente no es perpendicular a la trinchera frente a las costas de Tehuantepec. Postulamos que esta disposición geométrica obedece a que la placa subducida bajo el istmo de Tehuantepec sigue la misma trayectoria que la subducción bajo el norte de Centroamérica.

SE08-4

UN TANQUE DE SUBDUCCIÓN PARA SIMULAR PROCESOS DE TECTÓNICOS EN LA ZONA DE SUBDUCCIÓN DE MESOAMÉRICA

Contreras Juan[1], Tolson Gustavo[2] y Vásquez Serrano Alberto[3]
[1]*Departamento de Geología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE*
[2]*Instituto de Geología, UNAM*
[3]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM*
juanc@cicese.mx

La tasa de convergencia a lo largo de la zona de subducción de Mesoamérica ha experimentado variaciones considerables desde al menos el Mioceno medio. Por ejemplo, la Placa de Rivera ha experimentado cambios en la tasa de subducción que van de 5 cm/año, hace 12 Ma, a velocidades de convergencia de ~1cm/año hace, 3 Ma. En contraste, la velocidad actual es del orden de 2 cm/año.

El mismo fenómeno, en diferentes tiempos también es observado en la Placa de Cocos.

Al mismo tiempo, la placa superior ha experimentado numerosos fenómenos geológicos que se correlacionan fuertemente con la variabilidad temporal en las tasas de subducción. Uno de los fenómenos mas intrigantes es la formación de un arreglo de fallas normales que disectan a la faja volcánica transmexicana a lo largo de su eje. La presencia de este sistema de fallas en una zona de subducción fuertemente acoplada (Cocos-NA y Rivera-NA) ha dado lugar a una voluminosa literatura y numerosas conjeturas acerca de su origen.

En este trabajo se presentan resultados preliminares de modelos experimentales realizados en un tanque de subducción construído en el Laboratorio de Modelado Analógico del Instituto de Geología de la UNAM. La idea es la entender el proceso de formación de los grabenes de Chapala y Nayarit. En el tanque, el manto se representa con jarabe de maíz, un fluido con reología viscosa newtoniana. La corteza continental de Norteamérica es simulada por un medio compuesto estratificado que consiste en una capa de silicon, una capa de poliuretano flexible y una capa de fécula de maíz. La primera aproxima la reología cristal-plástica de la corteza inferior, la segunda la reología elástica de la corteza superior y la última la naturaleza quebradiza de los primeros kilómetros de la corteza superior.

SE08-5

EL VOLCANISMO MIOCÉNICO DE LA FAJA VOLCÁNICA TRANSMEXICANA: MIGRACIÓN DEL ARCO Y VARIACIÓN EN LA CONTRIBUCIÓN DE COMPONENTES DE SUBDUCCIÓN

Orozco Esquivel Teresa[1], Ferrari Luca[1] y López Martínez Margarita[2]
[1]*Centro de Geociencias, UNAM*
[2]*Departamento de Geología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE*
torozco@geociencias.unam.mx

En el sector central de la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM) se concentra el mayor volumen de afloramientos de rocas volcánicas emplazadas en el Mioceno temprano a medio durante las etapas más tempranas de actividad de la FVTM. Estas rocas han sido muy escasamente estudiadas, por lo cual el conocimiento de las condiciones que dieron lugar al establecimiento y evolución inicial del arco magmático es aún muy limitado.

En este trabajo se reportan los resultados de estudios de campo, geoquímicos y geocronológicos en diversas localidades de la FVTM dentro de un transecto transversal entre las longitudes 101º15' y 98º45' W. Fechamientos Ar-Ar obtenidos, junto con datos compilados en la literatura, parecen apoyar un modelo de migración del volcanismo a posiciones más distales del frente volcánico actual entre ~22 y ~10 Ma, con un marcado ensanchamiento del arco entre ~16 y ~10 Ma.

En los afloramientos reconocidos dominan las lavas de composición intermedia, aunque también se han encontrado algunas lavas riolíticas. Sólo en las unidades más antiguas (> 16 Ma) se han reconocido tobas riolíticas e ignimbritas. Muestras analizadas varían en composición de andesita a dacita (SiO_2: 58.5-66.2 % en peso). Todas las muestras presentan una firma geoquímica de subducción, con enriquecimiento de elementos litófilos grandes respecto a los de alto potencial iónico, aunque es evidente una disminución en la contribución de componentes de subducción en las zonas más alejadas del frente volcánico actual.

Se ha considerado que el arco del Mioceno migró a posiciones más lejanas a la trinchera en respuesta a la disminución en el ángulo de subducción y que este proceso habría llevado durante el Mioceno tardío a la fusión de la placa subducida y la formación de magmas de tipo adakítico. En este estudio, rocas con características adakíticas como las reportadas para los volcanes La Joya, Palo Huérfano y Zamorano (ca. 12-10 Ma) de la parte norte de la FVTM, sólo se identificaron al norte de Zimapán a una latitud similar a la de los volcanes mencionados.

La migración y el ensanchamiento del arco, así como la disminución en la contribución de componentes de subducción son coherentes con el modelo de disminución del ángulo de subducción. Es de notar que el proceso que habría dado lugar a la fusión de la placa subducida y a la formación de rocas de tipo adakítico no fue un proceso gradual sino que ocurrió en un periodo de tiempo restringido y sólo en la porción más septentrional del arco.

SE08-6

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LOS VOLCANES DE LA SIERRA CHICHINAUTZIN: RELACIÓN ENTRE TECTONISMO, ESTILO ERUPTIVO Y COMPOSICIÓN DE MAGMAS

Martín Del Pozzo Ana Lillian[1], Jaimes Viera Carmen[2], Nieto Torres Amiel[2] y Espinasa Pereña Ramón[1]

[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*

[2]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM*

analil@geofisica.unam.mx

Los volcanes monogenéticos de la Sierra Chichinautzin están estrechamente ligados a la tectonica de extensión. La distribución espacial del magmatismo, tanto alcalino como calcoalcalino, está controlada por fallas en dirección E-W por las cuales asciende el magma y se refleja en el estilo eruptivo. La mayor parte de los volcanes se localizan entre 85 y 100 km sobre la placa subductante y el vulcanismo alcalino no muestra correlación con la profundidad de la placa. Los volcanes en el frente del arco volcánico se localizan a 50 km sobre la placa subductante y a 280 km de la trinchera. Los volcanes más antiguos (> 25 ka) presentan una composición más félsica (dacita-andesita) mientras que en los volcanes Holocénicos se observa un incremento en los magmas máficos, aunque presentan una variedad composicional.

Sesión Especial

REDES SÍSMICAS. 100 AÑOS DEL SERVICIO SISMOLÓGICO NACIONAL: LA IMPORTANCIA DE LAS REDES SÍSMICAS EN EL CONOCIMIENTO DE LOS SISMOS Y SU MITIGACIÓN

Organizadores:
Carlos Valdés González
Luis Quintanar Robles

SE09-1

SERVICIO SISMOLÓGICO NACIONAL, DIAGNÓSTICO Y VISIÓN A 100 AÑOS DE SU CREACIÓN

Valdés González Carlos, Jiménez Cruz Casiano, Estrada Castillo Jorge, Pérez Santana Jesús, Cruz Cervantes José Luis, Tan Yi Li, Cárdenas Ramírez Arturo, Cárdenas Monroy Caridad, Franco Sánchez Sara Ivonne, Pérez Campos Xyoli, Iglesias Mendoza Arturo, Rodríguez Abreu Luis Edgar, Rodríguez Rasilla Ivan, Yáñez Soto Alfredo, Navarro Estrada Fernando y Espíndola Castro Victor Hugo

Instituto de Geofísica, UNAM

carlosv@sismologico.unam.mx

México es un país sísmicamente activo, en los últimos 110 años, han ocurrido 160 temblores mayores de magnitud 6.5. Para entender cabalmente el fenómeno y poder aportar conocimientos suficientes para estudios de mitigación del riesgo sísmico, es necesario contar con una Red Sísmica adecuada. Las exigencias actuales de información sísmica en caso de eventos importantes, requieren de detección y procesamiento de datos en forma expedita, para la toma de decisiones.

Actualmente, el Servicio Sismológico Nacional (SSN), dependiente del Instituto de Geofísica de la UNAM, ha incrementado su cobertura sísmica en el país. El SSN, tiene instaladas 41 estaciones de banda ancha, que incluyen también acelerómetros triaxiales con transmisión en tiempo real a la UNAM. También, recientemente se ha instalado una Red Sísmica del Valle de México, con 12 estaciones sismológicas de banda ancha y en proceso de instalación una Red Delegacional de la Ciudad de México, con 16 estaciones de banda ancha. Ambas redes transmiten en tiempo real sus datos al SSN, y los datos son integrados mediante el sistema de adquisición y procesamiento "Earthworm".

En acuerdos con otras instituciones del país, que manejan estaciones sismológicas, como son la Universidad de Colima y el CICESE, se han enlazado algunas de sus estaciones, para recibirlas en tiempo real en el SSN, y ampliar la cobertura sísmica. Las acciones anteriores, han permitido una mayor cobertura sísmica, que se refleja en un incremento en la detección sísmica nacional, pasando, por ejemplo de 971 sismos detectados en el 2006 a 2128 sismos hasta julio del 2010. También hemos logrado generar un acervo importante de registros sísmicos de alta calidad, que están disponibles para la comunidad científica.

El financiamiento de una parte de estos equipamientos, se ha hecho mediante fondos provenientes del FOPREDEN (Fondo de Prevención de Desastres), de la Secretaría de Gobernación y también de fondos complementarios de la Secretaría de Protección Civil del Gobierno del Distrito Federal. El mantenimiento rutinario, la transmisión de datos, los equipos en general, y su personal, son financiados por la UNAM.

La visión de un SSN acorde a las necesidades del país, requiere de la instalación de una estación sismológica con las características antes mencionadas, en todos los estados de la República, además de redes sísmicas en los estados con mayor potencial sísmico, así como estaciones sismológicas en cada ciudad con más de 350,000 habitantes. Esto permitirá generar los siguientes productos: Catálogos sísmicos de México, bases de datos sísmicos, acceso a sismogramas y acelerogramas, mapas de localización e intensidades, cálculo de magnitudes, despliegue en tiempo real de trazas sísmicas seleccionas, boletines para sismos mayores de magnitud 4, y mecanismos focales, por citar algunos. Esto parámetros permitirán aumentar el conocimiento del fenómeno sísmico en México y proveer la información necesaria para mejorar la capacidad de mitigar el riesgo sísmico.

SE09-2

ESTADO ACTUAL Y APORTACIONES DE LA RED SISMOLÓGICA DE BANDA ANCHA (RESBAN) DEL GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO

Castro Escamilla Raúl, Pérez Vertti Ramírez Arturo, Mendoza Camberos Antonio y Inzunza Romero Luis

Departamento de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE

raul@cicese.mx

La Red Sísmologica de Banda Ancha (RESBAN) empezó a operar en 1995 con la instalación de las primeras dos estaciones, una en Bahía de los Ángeles (BAHB), Baja California y la otra en Guaymas (GUYB), Sonora (Rebollar et al., 2001). El principal objetivo de esta red es monitorear la actividad sísmica que ocurre en el Golfo de California y regiones aledañas de interés. Las estaciones de esta red consisten de sismómetros Streckeisen STS-2 y grabadoras Reftek DAS 130 (estaciones BAHB y GUYB) y de sismógrafos Guralp con sensores 3ESP y 40T (las demás estaciones). Actualmente RESBAN opera con once estaciones de registro autónomo, distribuidas en la Península de Baja California, Sonora y Sinaloa.

Entre 2002 y 2008 el CICESE, el Instituto Tecnológico de California (CALTECH) y la Universidad de Utrecht instalaron una red adicional de 14 sismógrafos de banda ancha de registro autónomo (red NARS-Baja). Esta red adicional estuvo equipada con sensores STS-2, grabadoras digitales de 24-bits, receptor de GPS y una laptop que controlaba la adquisición de datos y el tiempo (Trampert et al., 2003). Las estaciones de las dos redes, RESBAN y NARS-Baja, quedaron distribuidas alrededor del Golfo de California con un espaciamiento de entre 100 y 150 km. Durante este periodo se registraron una gran cantidad de eventos locales, regionales y telesísmicos importantes. Esto hizo posible que se iniciaran estudios más detallados del proceso de ruptura de sismos ocurridos en la región del Golfo de California, estudios de anisotropía sísmica y estudios de la estructura de la corteza y del manto superior.

En este trabajo describiremos algunas de las aportaciones generadas con la base de datos de estas redes de banda ancha y las perspectivas de la red RESBAN.

Agradecimientos: La instalación y operación de red RESBAN se ha realizado gracias al apoyo financiero del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) mediante los proyectos 37038-T y 48852. La red NARS-Baja fue parcialmente financiada por la Universidad de Utrecht y por CALTECH. Agradecemos la participación de Robert Clayton, Jeannot Trampert y Arie van Wettum durante la operación de la red NARS-Baja.

SE09-3

20 AÑOS DE RESCO

Reyes Dávila Gabriel[1], Jiménez Jiménez Zenón[2], Ramírez Vázquez Carlos A.[1] y Espíndola Castro Juan Manuel[2]

[1]*Centro Universitario de Estudios e Investigaciones de Vulcanología, Universidad de Colima*

[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*

gard@ucol.mx

En este trabajo se describe la evolución de la Red Sismológica Telemétrica del Estado de Colima (RESCO) desde su creación, así como sus retos y perspectivas.

A principios de 1989 iniciaron los trabajos para la instalación de 7 estaciones sísmicas remotas y a mediados de dicho año se puso en operación la red con el nombre oficial mencionado arriba. Inicialmente se instalaron en las estaciones remotas sismómetros Ranger con respuesta de 1 seg. y fueron telemetrizadas analógicamente vía radio a una estación central en el aquel entonces Centro Universitario de Investigación en Ciencias Básicas de la Universidad de Colima, donde para su registro se instalaron registradores Teledyne de tinta sobre papel además de digitalizarse la señal sísmica a 12 bits. En pocos años, se amplió y modernizó la red, atendiendo también la sismicidad de origen tectónico. Para inicios de este siglo, se empezaron a instalar modernas estaciones de banda ancha. El número de estaciones ha sido muy variable en el tiempo. En este momento la RESCO cuenta con 9 estaciones de período corto y 6 de banda ancha, principalmente dedicadas a la vigilancia de volcánica.

Al poco tiempo de haberse instalado RESCO, se hizo patente su utilidad y beneficio. A principios de 1991 se inició el período eruptivo del Volcán de Fuego, o de Colima, que aún persiste y los datos de la red han sido utilizados para evaluar situaciones de peligro volcánico. Así mismo, en la región han ocurrido varios sismos relevantes donde la RESCO ha contribuido para su estudio y análisis, entre otros: 9 de octubre de 1995, 21 de enero de 2003. Adicionalmente, la RESCO ha proporcionado los datos necesarios para que estudiantes realicen sus trabajos de tesis en los niveles educativos superiores y de posgrado. Actualmente RESCO es el la parte medular del sistema de vigilancia del Volcán de Colima y de la sismicidad del estado de Colima y la región .

SE09-4

PROPUESTA DE FORMACIÓN DE UNA BASE NACIONAL DE DATOS: CONTRIBUCIÓN DE LA RED SÍSMICA DEL NOROESTE DE MÉXICO

Vidal Villegas Antonio[1], Munguía Orozco Luis[1], Orozco León Luis[1], Gálvez Valdez Oscar[1], Díaz de Cossio Batani Guillermo[1], Arregui Ojeda Sergio[2], Méndez Figueroa Ignacio[1], Farfán Francisco[1], Vidal Juárez Teresa[1], Ramírez Ramos Erik[1] y García Arthur Miguel[1]

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

[2]*Departamento de Geofísica Aplicada, División de Ciencias de la Tierra, CICESE*

vidalv@cicese.mx

En el noroeste de México en años recientes han ocurrido sismos como el enjambre de febrero de 2008 (valores máximos de ML entre 5.0 y 5.4), el de diciembre de 2009 (ML 6.0) y el de abril de 2010 (Mw 7.2), que son importantes por la repercusión que han tenido en zonas urbanas densamente pobladas. Esta actividad sísmica ha sido registrada y reportada por la Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM), la cual a 32 años de funcionamiento, es un referente del historial sísmico de la región. Dos eventos han marcado un parte aguas para la red: el sismo de Victoria del 9 de junio de 1980 (M 6.1) marcó el inicio del registro de la sismicidad de la región en formato digital y recientemente, el sismo El Mayor-Cucapah del 4 de abril de 2010 (Mw 7.2), permitió establecer la colaboración con agencias nacionales e internacionales y puntualizó la necesidad de apoyar a RESNOM.

Con el reciente apoyo económico proporcionado por el CONACYT y el Gobierno de Baja California, podremos mejorar la cobertura geográfica del Noroeste de México y modernizar la instrumentación. Si bien este apoyo es un respiro,

es necesario buscar más para que la red pueda seguir cumpliendo con sus objetivos. Una de las características en RESNOM ha sido el realizar desarrollos propios tanto en instrumentación como en programación como complemento a equipo comercial y programas de amplio uso en sismología. Al presente tenemos ya en funcionamiento un proceso propio de localización automática de eventos; no obstante, estamos trabajando también en la implantación del programa Earthworm con el mismo propósito, lo cual nos permitirá mejorar éste y otros procesos. Con la instalación reciente (julio de 2010) de una estación en Isla de Cedros, Baja California, estamos mejorando la cobertura geográfica del Noroeste de México. En cuanto a acciones de cooperación con otras agencias, al presente intercambiamos en tiempo real (vía Earthworm) series de tiempo con el Servicio Sismológico Nacional (SSN) y la red del Sur de California, Estados Unidos.

A pesar de los avances mencionados, consideramos necesario incrementar la colaboración con diversas instituciones que operan redes sísmicas. Si bien actualmente intercambiamos información en tiempo real con el SSN, es recomendable seguir avanzando hacia la integración de información. Una vertiente sería formar una base nacional de datos formada por series de tiempo, tiempos de arribo, localizaciones hipocentrales y magnitudes. Otra vertiente sería, dada la ocurrencia de un sismo importante, poder brindar una respuesta oportuna y apropiada a la sociedad a nivel nacional. Los productos que se ofrecerían son información sobre la localización hipocentral en tiempo casi real, difundir mapas de intensidad, en caso de réplicas mostrar su evolución espacial y temporal y orientar a la población sobre medidas de prevención.

En caso de encontrar eco la presente propuesta, sería necesario definir los formatos de grabación e intercambio de datos, esquemas de transmisión de la información y alguna institución coordinadora de los trabajos inherentes. Para el noroeste de México, la Red Sísmica del Noroeste de México aportaría su información.

SE09-5

COMPARACIÓN DE CATÁLOGOS SÍSMICOS PÚBLICOS PARA SISMOS MEXICANOS

Noriega Manzanedo Fernanda[1] y Pérez Campos Xyoli[2]

[1]*División de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ingeniería, UNAM*

[2]*Departamento de Sismología, Instituto de Geofísica, UNAM*

noriega_fernanda@hotmail.com

La información más relevante de algunos sismos se difunde en catálogos públicos tales como el del United States Geological Service (USGS) y el del Global Centroid Moment Tensor (GCMT). Estas dos fuentes nos presentan catálogos en los cuales se publican los parámetros principales de fuente de la mayoría de los sismos globales. Por otro lado, el Servicio Sismológico Nacional (SSN) publica prácticamente todos los sismos de México. Sin embargo, existen algunas diferencias en la información presentada por estos tres catálogos. En este trabajo presentamos una comparación entre ellos para sismos ocurridos en México entre 1998 y 2008, cuya magnitud fuese mayor o igual a 5.5. Por ejemplo, determinamos la distribución en las diferencias en localizaciones. La finalidad de este estudio es determinar, cuantificar y explicar las diferencias entre la información publicada por los diferentes catálogos; así como comprobar la hipótesis de que las diferencias y falta de sismos en el catálogo público del SSN se debe a la distribución histórica de las estaciones sismológicas dentro del país.

SE09-6

ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE LA RED SISMICA EN EL EDIFICIO PCC1

Sánchez Rodríguez Julia, Núñez Leal Alejandra y Reyes Zamora Alfonso

CICESE

jsanchez@cicese.mx

Nos encontramos día a día en una vorágine de nuevos conocimientos. Que nos llevan a buscar siempre lo que esté de vanguardia para con ello poder desarrollar nuestro trabajo forma eficiente; para con esto, brindar un mejor desempeño laboral. Con los avances tecnológicos tan vertiginosos desarrollados tanto en el área de la electrónica, como en la de las telecomunicaciones; ha permitido al hombre contar con instrumentos altamente confiables.

Dentro de esos desarrollas lo concerniente a la aplicación sismológica, vemos que se han ido generando nuevos sistemas de adquisición con convertidores analógico-digitales de mayor resolución. Lo que conlleva a ver la necesidad de no quedar en el pasado con el sistema que se tiene.

ELa presentación consiste en exponer las mejoras que se obtuvieron con el nuevo sistema, haciendo una comparación entre el anterior vs nuevo.

Además de las aplicaciones en telecomunicaciones.

Comapración de porque es mejor un sistema 24 bits contra uno de 12 bits.

El sistema denuevo consta: Unidad de adquisición de datos y una computadora.

1. Unidad de Adquisición: Está constituida por 12 tarjetas analógico-digitales de 24 bits, GPS y Hub de USB. El sistema integra su hardware por medio de un software de trabajo que consiste:

o El programa de configuración.

o Utilerías de trabajo.

2. Computadora se interconecta vía USB con el sistema de Adquisición. En ella se tienen los programas de configuración y sirve de almacenamiento de los datos en forma continua, para convertirse en el Servidor de datos para los clientes

Toda la programación integrada en el sistema se debe de configurar a las necesidades y características de nuestra red sismológica.

Manejar el tipo de protocolos Servidor-Cliente y Cliente-Servidor.

Utilizar los diferentes formatos de conversión del formato grf a ascii, mini-sud, matlab, etc.

Se pueden realizar software, para integrarse al ya existente.

En lo que respecta a las telecomunicaciones se implementa, lo referente a la transmisión y manejo de datos. Nuestro sistema se encuentra a muchos km de distancia desde donde se opera la red, por lo tanto se encuentra aislada. Para ello se debe poner en práctica lo último en telecomunicaciones para de esa forma tener todo la información de la red en tiempo real.

Se crea una red virtual con las computadoras remotas y las computadoras locales, así como la de los usuarios (clientes) que necesiten de la información.

Se logra lo anterior con el uso del Internet.

Sesión Especial

AVANCES EN EL ESTUDIO DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Y SU RELACIÓN CON LAS CIENCIAS DE LA TIERRA

Organizadores:
Antonio Hernández Espriú
José Santos Jallath

SE10-1

POLARIZACIÓN INDUCIDA EN EL DOMINIO DEL TIEMPO APLICADA A PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN

Tejero Andrade Andres, López González Aide y Delgado Solorzano Cecilia
Facultad de Ingeniería, UNAM
tandre@cancun.fi-a.unam.mx

Las pruebas han mostrado que al realizar un levantamiento convencional de resistividad, no ha sido posible diferenciar zonas con comportamientos electroquímicos semejantes, tanto de origen orgánico como del inorgánico. Es por ello que, a partir de estudios mineros de los años 50's, se desarrolló el método de Polarización inducida, con bastante éxito en esta industria.

En años recientes el método de PI se ha aplicado a problemas de contaminación en suelos, con resultados bastante alentadores. Esta técnica ha sido puesta a prueba, trabajando en el dominio del tiempo, mediante dos perfiles de tomografía eléctrica con datos de resistividad y cargabilidad tomados simultáneamente. Cada uno de ellos fue realizado en un sitio contaminado por hidrocarburos y por cobre respectivamente en una zona ubicada al Norte de la Ciudad de México, en donde la estratigrafía y la distribución del contaminante eran complicadas.

En el primer caso, los hidrocarburos se encontraban en fase libre y fase disuelta en proceso de remediación, mismo que proporcionó las condiciones para la toma de muestras de suelo y agua que fueron enviadas a un laboratorio para analizarlas de manera analítica, con lo que se obtuvieron concentraciones de benceno en 4 pozos cercanos a la línea del perfil eléctrico.

Para el suelo contaminado por cobre, al igual que en el primer caso, se obtuvieron las respuestas eléctricas y de cargabilidad, donde se identifican anomalías de mayor concentración.

Los resultados obtenidos son alentadores, ya que se logra delimitar las zonas de mayor concentración de contaminantes y que muestran el potencial del método de polarización inducida en problemas de contaminación.

SE10-2

SUSCEPTIBILIDAD MAGNÉTICA Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA COMO INDICADORES INDIRECTOS DE LA CONTAMINACIÓN DE SUELOS CON ARSÉNICO, CADMIO Y PLOMO

Romero Francisco Martín[1], Pérez Martínez Isabel[2],
Zamora Martínez Olivia[1] y Gutiérrez Ruiz Margarita[3]
[1]*Instituto de Geología, UNAM*
[2]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
[3]*Facultad de Química, UNAM*
fmrch@geologia.unam.mx

La contaminación de los suelos con elementos potencialmente tóxicos (EPT) representa un riesgo para la salud humana y para el ambiente en general; por lo que determinar la distribución espacial de estos contaminantes del suelo es fundamental para la gestión ambiental y toma de decisiones.

Convencionalmente, para determinar la distribución espacial de EPT en suelos es necesario llevar a cabo estudios que tienen un alto costo y cuya realización requiere de mucho tiempo; sobre todo en grandes áreas, ya que se requiere de un gran número de muestras y sus respectivos análisis geoquímicos. Por lo tanto, en una primera etapa de un estudio de contaminación de suelos, la determinación de parámetros indirectos, que permitan la generación de información rápida y de bajo costo, puede ser útil para delimitar zonas con diferente grado de afectación y servir como indicadores de la contaminación con el fin de seleccionar, de manera racional y objetiva, los sitios de muestreo para análisis geoquímicos, en etapas posteriores del estudio.

Presentamos los resultados de un estudio donde se utilizaron la susceptibilidad magnética y la conductividad eléctrica para la identificación de la fuente de contaminación de EPT y la delimitación de las zonas donde los suelos presentan diferente grado de afectación, debido a las actividades de una industria metalúrgica.

Se colectaron y analizaron un total de 106 muestras de suelos y residuos. Se determinaron pH, conductividad eléctrica, susceptibilidad magnética y la concentración total de arsénico, cadmio, plomo, hierro.

El coeficiente de correlación entre la susceptibilidad magnética y las concentraciones totales de arsénico (r = 0.91), cadmio (r = 0.78), Pb (r = 0.89) y hierro (r = 0.60), es relativamente alto. En cambio, el coeficiente de correlación entre la conductividad eléctrica y las concentraciones totales de arsénico (r = 0.21), cadmio (r = 0.41), Pb (r = 0.30) y hierro (r = 0.43), es relativamente bajo. Sin embargo, los valores mayores de conductividad eléctrica se determinaron en las muestras que fueron identificadas como los residuos, que constituyen la fuente de contaminación de los suelos del sitio de estudio.

Nuestros resultados permiten concluir que la conductividad eléctrica puede servir como indicador indirecto de la fuente de contaminación de arsénico, plomo y cadmio; y que la susceptibilidad magnética puede ser utilizada para identificar zonas donde los suelos presentan diferente grado de contaminación, debido a la presencia de los EPT antes mencionados, en zonas afectadas por actividades metalúrgicas.

SE10-3

CARACTERIZACIÓN DE UN SITIO CONTAMINADO CON HIDROCARBUROS EN PUEBLA, MÉXICO

Acevedo Marruecos Diana, Iturbe Argüelles Rosario, Pérez Casimiro Guillermina y Castro Rodríguez Alejandrina
Instituto de Ingeniería, UNAM
dyana@iingen.unam.mx

El objetivo de la caracterización de los sitios contaminados por hidrocarburos, es recabar la mayor información posible sobre el lugar afectado de manera que logre delimitar por completo la pluma contaminante; así como identificar el tipo de hidrocarburo y la cantidad mezclada en el suelo.

El siguiente trabajo se realizó en el estado de Puebla, Puebla. El muestreo asistido fue realizado por el grupo de Saneamiento de Suelos y Acuíferos del Instituto de Ingeniería de la UNAM. El plan de muestreo fue realizado de acuerdo a lo establecido en la NOM-138-SEMARNAT-SS/2003. Para la obtención de las muestras se utilizó un equipo neumático Long Year, modelo 34 del año 2006, su motor diesel marca Perkings con sistema para evitar la formación de chispa durante el encendido.

En total se muestrearon 23 puntos a diferentes profundidades (entre la superficie y 3 m de profundidad en promedio), excepto en uno que fue a 5.20 m debido a la fuerte contaminación observada; logrando así un total de 42 muestras incluyendo cuatro duplicados.

El hidrocarburo identificado fue diesel, por lo que a las muestras se les realizó un análisis de hidrocarburos fracción media (HFM) e hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAP) con los métodos: EPA8015B y EPA 8310, respectivamente. De acuerdo a los resultados obtenidos para HFM, se tiene que 9 muestras de suelo, presentan valores por arriba de los 5 000 mg/kg. Los valores que exceden dicho límite oscilan entre 5 468 y 36 565 mg/kg. Para los resultados del análisis de HAPs, se tiene que hay presencia en 12 de las 20 muestras estudiadas y todas se encuentran dentro de los límites permisibles. El volumen total de suelo que sobrepasa la norma para HFM entre la superficie y 6 m de profundidad fue estimada de 1, 010m3.

Los cromatogramas de los 9 puntos de muestreo que exceden los límites máximos permisibles presentan similitud con el diesel intemperizado por lo que se considera que la contaminación del sitio proviene de las operaciones realizadas desde hace varios años y no de épocas recientes.

El volumen total de suelo que sobrepasa la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 para HFM entre la superficie y 6 m de profundidad es de 1 010 m3

Dadas las características del suelo que corresponde a un limo, con muy bajo contenido de materia orgánica, con un contenido de fósforo disponible alto y con un contenido de bacterias de 1 x 104 (UFC) se considera posible aplicar una técnica de biorremediación.

SE10-4

TOMOGRAFÍA DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA (ERT) EN LA CARACTERIZACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS POR HIDROCARBUROS

Arrubarrena Moreno Manuel[1], Arango Galván Claudia[1],
Iturbe Argüelles Rosario[2] y Pérez Casimiro Guillermina[2]
[1]*Departamento de Geomagnetismo y Exploración, Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Coordinación de Ingeniería Ambiental, Instituto de Ingeniería, UNAM*
marrmor@gmail.com

El presente trabajo trata sobre la caracterización de suelos contaminados por hidrocarburos por medio de la tomografía de resistividad eléctrica. Se evalúa la capacidad del método para detectar las perturbaciones en las propiedades eléctricas del medio debidas a la presencia del contaminante, ya que dependiendo del grado de degradación que tenga el hidrocarburo en el subsuelo, puede variar la respuesta al aplicar el método.

La zona de estudio se ubica al oriente de la ciudad de Puebla, en ella se encontraron hidrocarburos de fracción media (HFM) e hidrocarburos aromáticos polinucleares (HAP). La caracterización de la zona incluyó cinco puntos de muestreo con un equipo neumático a profundidades variables dependiendo de la apreciación visual y organoléptica, entre la superficie y 1.5 m de profundidad en promedio, las muestras fueron analizadas en un laboratorio certificado, basándose en la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT-SS-2003. Con los datos obtenidos de los muestreos se determinó que la zona contaminada se encontraba entre los 0 y 1.3 m de profundidad, con tres de las cinco muestras con una concentración por encima del límite permitido por la norma para suelo agrícola o residencial, una de éstas superó el límite permitido para suelo industrial.

El estudio geofísico consistió en 6 perfiles de tomografía eléctrica de 20 m de longitud cada uno, utilizando un arreglo dipolo-dipolo con separación entre electrodos de 0.5 m y 4 m entre cada perfil, de esta manera se cubrió una zona de 20x20 m, posteriormente se desarrollaron diferentes modelos utilizando dos programas de proceso diferentes en dos y tres dimensiones para determinar la posible pluma contaminante. Dado el contexto geológico de la zona, conformada esencialmente por materiales producto de eventos laháricos, se determinó que el valor de la resistividad del medio sin afectaciones se encontraba por debajo de los 50 ohm·m. Así, las anomalías de resistividad halladas se pudieron asociar a la presencia del contaminante. Una vez obtenidos los modelos tridimensionales se pudieron comparar con los mapas de isoconcentraciones, encontrando un marcado contraste de resistividad en las zonas con altas concentraciones de hidrocarburo, correspondiente a valores mayores a 500 ohm·m. Así mismo, en las zonas donde el muestreo estuvo por debajo del límite de detección los valores de resistividad fueron bajos.

SE10-5

PROCESOS DE CONTAMINACIÓN Y VULNERABILIDAD ACUÍFERA EN LOS VALLES CENTRALES DE ETLA, OAXACA

Ramos Leal José Alfredo[1], Sandoval Montes Ismael[2], Tapia Felipe Omar[3], Morán Ramírez Janete[1] y Barrón Romero Luis Ernesto[4]

[1]*IPICYT*

[2]*Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI*

[3]*Centro de Investigación en Geografía y Geomática "Ing. Jorge L. Tamayo" A.C.*

[4]*Instituto de Geofísica, UNAM*

jalfredo@ipicyt.edu.mx

Con el apoyo de un Sistema de Información Geográfica (SIG) se evaluó la vulnerabilidad del acuífero (SINTACS) y la calidad del agua en los Valles Centrales de Oaxaca (México). Las capas SINTACS se prepararon a partir de datos tales como el clima (lluvia y temperatura), profundidad del de agua, conductividad hidráulica, geología, tipo de suelo y gradiente topográfico. Mapas de índice calidad del agua (ICA) e índices de contaminación (CI), índice de fuentes de contaminación (IFC) también fueron obtenidos por este trabajo. Los valores altos de vulnerabilidad se encuentran en los valles en donde se encuentran los sedimentos granulares. Los valores bajos de vulnerabilidad se distribuyen en diversas zonas de la cuenca, en donde las rocas metamórficas se encuentran expuestas. Debido a que las zonas con valores altos de vulnerabilidad acuífera corresponden a zonas con mayores índices de IFC, este riesgo es asociado a factores exógenos y endógenos. Tres facies hidrogeoquímicas que corresponden al tipo Ca- HCO3, Ca-SO4.- HCO3 y Ca-SO4. Se identificaron principalmente mezcla de aguas y procesos de interacción agua roca e intercambio iónico. La calidad del agua subterránea en los Valles Centrales es afectada por dos factores, uno antropogénico y otro de origen natural.

SE10-6

EFICIENCIAS DE SISTEMAS DE REMEDIACIÓN ASISTIDOS CON SURFACTANTES: CASO- ESTUDIO APLICANDO LAS TÉCNICAS DE BIODEGRADACIÓN Y LAVADO DE SUELOS EN LA ZONA VADOSA

Sánchez León Eduardo Emilio[1], Hernández Espriú Antonio[1] y Torres Luis[2]

[1]*Grupo de Hidrogeología, Facultad de Ingeniería, UNAM*

[2]*Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología, Departamento de Bioprocesos, IPN*

eemiliosl@comunidad.unam.mx

Este trabajo se basa en el estudio de un sitio contaminado que fue afectado por la fuga de 600,000 litros de diesel de un ducto de 16" de diámetro. El hidrocarburo impactó la zona no saturada y un acuífero libre somero formado por depósitos de cenizas volcánicas y tobas litocristalinas del Cuaternario. Considerando la necesidad actual de implementar una remediación integral que permita atacar el problema en su totalidad se analizaron las posibles soluciones para remediar el suelo contaminado y el agua subterránea. Esta investigación se enfoca en el tratamiento de la zona vadosa. El objetivo de esta investigación fue examinar y comparar a nivel de laboratorio las eficiencias de remoción de hidrocarburos totales de petróleo (TPH-diesel) en el suelo contaminado, de dos técnicas de remediación diferentes: (a) lavado de suelos con surfactantes y (b) biodegradación asistida con un estudio de microcosmos. El suelo contaminado fue analizado con el método EPA 3540C (extracción Soxhlet) por triplicado y se determinó una concentración inicial de 32,000 mg/kg de TPH fracción diesel. Las eficiencias de los sistemas de remediación se midieron tomando como parámetro de control TPH-diesel. Para el lavado de suelos se prepararon 17 pruebas con un total de 16 surfactantes de diferente naturaleza: 6 iónicos, 5 no-iónicos, 1 zwitteriónico y 3 naturales, adicionalmente a una prueba se le adicionó exclusivamente agua destilada y fue llamada prueba de calibración alcanzando eficiencias de remoción de 40%. Los surfactantes no-iónicos obtuvieron eficiencias de 20-35% siendo descartados para futuros análisis. Los surfactantes iónicos Maranil-Lab y Salen-SDS removieron el 79 y 60% respectivamente. Los tres biosurfactantes alcanzaron tasas de remoción máximas de ~55%, concluyendo que para el proceso de lavado de suelos los surfactantes iónicos resultan ser mejores candidatos. En el proceso de biodegradación asistida se estudiaron 5 surfactantes a tres diferentes concentraciones (2, 20 y 200 mg/kg). Los surfactantes fueron Maranil-Lab, Salen-SDS, Brij-35, goma de guar y goma de algarrobo, siendo los dos últimos, naturales y muy poco estudiados en la literatura. Cada microcosmos se incubó por un periodo de tres meses a 28°C y se hicieron los análisis de TPH-diesel para determinar concentraciones finales. Las eficiencias de remoción alcanzadas por Maranil-Lab, Salen-SDS y Brij-35 fueron de 90%, 66% y 55% respectivamente a una concentración de 200 mg/kg. Los biosurfactantes tuvieron un comportamiento favorable, alcanzando remociones de hasta 85% con una dosis de 2 mg/kg. Los resultados obtenidos sugieren que el proceso biológico asistido por biosurfactantes es la mejor opción para remediar la zona vadosa a nivel de campo, alcanzando remociones del 85% en un periodo de tres meses con la ventaja de no afectar al medio físico por ser derivados de productos vegetales.

SE10-7

MODELO MATEMÁTICO DE DISTRIBUCIÓN Y RECUPERACIÓN DE UNA PLUMA DE HIDROCARBURO NO ACUOSO EN UN ACUÍFERO VOLCÁNICO CONTAMINADO POR DIESEL

Hernández Espriú Antonio y Sánchez León Eduardo Emilio

Grupo de Hidrogeología, Facultad de Ingeniería, UNAM

ahespriu@dictfi.unam.mx

Los hidrocarburos ligeros no acuosos (LNAPL) representan uno de los problemas ambientales más serios en acuíferos contaminados por hidrocarburos de petróleo líquidos, por lo que es esencial su entendimiento como antecedente prioritario para el diseño de la estrategia de remediación. Los objetivos de esta investigación se centran en: (1) caracterizar la saturación vertical de los fluidos en una pluma de LNAPL detectada en un acuífero volcánico de baja conductividad hidráulica (~0.4 m/día, de acuerdo a la interpretación de ensayos slug), (2) simular los procesos de recuperación del producto libre y (3) evaluar la eficiencia primaria de bombeo de las siguientes alternativas: pozo con skimmer, pozo con bombeo dual agua subterránea-LNAPL, pozo con bombeo dual aire en la zona vadosa-LNAPL (Bioslurping) y pozo con bombeo multifásico o de tres fases. En este sentido, se aplicó el modelo analítico API/Charbeneau, basado en las propiedades geológicas y condiciones hidrogeológicas del medio con un enfoque mulitfásico (aire, agua, LNAPL) de flujo y transporte en la zona vadosa.

El modelo de distribución de LNAPL en el subsuelo permitió establecer que la saturación de hidrocarburo (So) es del orden del 7% en la interfaz aire-LNAPL, con una máxima saturación del 70% que se alcanza justo en la franja capilar. El equilibrio entre las fases agua e hidrocarburo se logra a 1.80 m de profundidad desde la interfaz aire-LNAPL y a partir de esta profundidad, So disminuye en el poro de la ceniza volcánica, y en una proporción similar el contenido de agua aumenta.

El modelo de recuperación muestra un notable aumento en la extracción de producto libre cuando una o más fases se bombean de manera simultánea, además del bombeo en el lente del hidrocarburo. Las eficiencias de recuperación estimadas son del 27, 65, 65 y 66% para las alternativas skimming, Bioslurping, bombeo dual agua-LNAPL y bombeo multifásico, respectivamente. Durante los tres años simulados, los pozos con skimmers y el bombeo multfásico mostraron las tasas de recuperación más bajas y altas. El 75% de las tasas esperadas oscilan de 207 a 163, así como de 2,300 a 700 litros de LNAPL/día, respectivamente. En ninguno de los casos es sostenible prolongar la recuperación del producto libre por más de un año continuo.

A escala de campo, estamos proponiendo una distribución de siete pozos de recuperación, alternando un pozo Bioslurping y un pozo dual agua-LNAPL, que permitiría por un lado maximizar la recuperación de producto libre, y por otro, bombear la pluma disuelta en el acuífero y estimular la biodegradación in-situ del LNAPL residual en la zona vadosa, por la extracción de vacío, lo que ayudaría a remediar integralmente el sitio contaminado. Según la información de los autores de esta investigación, este tipo de arreglo no ha sido documentado previamente en los términos propuestos.

Un cálculo grueso de los costos del sistema de recuperación, incluyendo inversión inicial, equipamiento, operación y mantenimiento durante un año de operación, ha indicado que el costo unitario de recuperación podría oscilar de 6 a 10 usd/litro-LNAPL recuperado.

SE10-8

DISPERSIÓN DE RESIDUOS MINEROS Y SU INFLUENCIA EN EL RÍO MACONÍ, QUERÉTARO

Santos Jallath José Enrique[1], Coria Camarillo Jhonnatan[2] y Huezo Casillas José[1]

[1]*Facultad de Ingeniería, UNAM*

[2]*Goldcorp, Inc. Los Filos*

jesantos@dictfi.unam.mx

La mina La Negra se ubica en el estado de Querétaro, México y durante su operación ha generado residuos (jales) que se han almacenando en cinco presas construidas en las inmediaciones de la mina. En tres ocasiones se presentaron incidentes en la operación de las presas cuya consecuencia fue el derrame de jales sobre los cauces de aporte al río Maconí, el cual a su vez, desemboca sobre el río Moctezuma a 5 km aguas abajo. Las condiciones hidrológicas y topográficas del lugar permiten suponer que el derrame de jales, pudo ser atenuado por un fenómeno de dispersión física con el paso del tiempo, evitando la acumulación del residuo en los sedimentos del río. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la dispersión física de los jales derramados sobre el cauce del río Maconí e identificar la existencia de un fenómeno natural de dispersión.

De manera preliminar se hizo un análisis de las condiciones hidrológicas y topográficas del lugar y posteriormente se realizó un muestreo de sedimentos sobre los cauces en los que se ubican las presas de jales. El muestreo abarcó 5 km sobre el río Maconí y se incluyeron cuencas de aporte al río ubicados fuera del área de influencia de las presas. Se practicó un análisis granulométrico a las muestras, se midió el pH, se determinaron concentraciones totales de arsénico, plomo, cadmio, cobre y zinc, y se hicieron extracciones con agua y bicarbonato de sodio para determinar la fracción soluble de estos elementos. En muestras seleccionadas se hizo un análisis por microscopía óptica y difracción de rayos X.

El pH en lo sedimentos va de neutros a ligeramente básicos y en las muestras se determinaron especies minerales como arsenopirita, calcopirita, esfalerita y pirita, que son propias de los jales. Las concentraciones más elevadas de arsénico están cerca de las presas de jales y disminuyen gradualmente, en la presa 3 van de 8,681 a 622 mg/kg en una distancia de 780 m y en la presa 5 de 2,719 a 477 mg/kg en una distancia de 950 m. Sobre el río Maconí las concentraciones de arsénico disminuyen y van de 622 a 257 mg/kg. Estos valores, permitieron considerar que efectivamente se presenta un fenómeno de dispersión natural de los jales por arrastre hídrico. En las cuencas muestreados fuera de la influencia de las presas de jales, la concentración promedio de arsénico fue de 381 mg/kg, lo que sugiere que hay un aporte natural de este elemento en la zona.

La fracción soluble de arsénico en todas las muestras fue inferior a los valores normados para residuos mineros (5 mg/L). En las muestras cercanas a la presa 3 los valores fueron de <0.05 a 0.211 mg/L, mientras que en la presa 5 van de <0.05 a 1.546 mg/L. Sobre el río Maconí, la fracción soluble de arsénico es <0.05 mg/L, a excepción de dos muestras con 0.07 y 0.449 mg/L.

SE10-9

EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE DIFERENTES ROCAS, PARA EL CONTROL Y MANEJO DEL DRENAJE ÁCIDO, PRODUCIDO POR JALES DE UNA MINA DE HIERRO

Luna Celis Leonel[1] y Romero Francisco Martín[2]

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

[2]*Instituto de Geología, UNAM*

leonellunacelis@yahoo.com.mx

El presente estudio constituye la primera fase para el desarrollo de un tratamiento pasivo del drenaje ácido que se genera en la presa de jales de una mina de hierro localizada en Colima, México.

Se identificaron dos tipos de lixiviados en los jales de estudio (lixiviado 1 con pH = 2.6 y lixiviado 2 con pH = 2.9). En el lixiviado 1 se determinaron las mayores concentraciones (mg/L) de sulfatos = 2844, Ca = 634, Fe = 276, Al = 157, Mg = 93, Mn = 9.4, K = 10.9, Cu = 5.3, Na = 4.1 y Zn = 1.1. En el lixiviado 2 se determinaron las menores concentraciones (mg/L) de sulfatos = 2015, Ca = 520, Fe = 25, Al = 70, Mg = 49, Mn = 4.9, K = 0.5, Cu = 2.9, Na = 1.1 y Zn = 0.4. Ambos lixiviados se caracterizan por la ausencia de elementos tóxicos como As, Ba, Cd, Cr, Hg, Ag, Pb y Se.

Se caracterizaron cuatro tipos de rocas, de los alrededores de la presa de jales, para valorar si pueden ser utilizadas en el tratamiento pasivo del drenaje ácido de los jales estudiados.

El potencial de neutralización (PN) determinado en etas rocas es: PN Roca I = 387 kg CaCO3/ton, PN Roca II = 472 kg CaCO3/ton, PN Roca III = 335 kg CaCO3/ton y PN Roca IV = 166 kg CaCO3/ton.

Se realizaron pruebas en lotes para valorar la eficiencia de estas rocas para el tratamiento de los lixiviados ácidos de los jales de estudio. Se utilizó la relación 1:10 (100 ml de los lixiviados ácidos con 10 g de los diferentes tipos de rocas quebradas y homogenizadas) que se agitaron durante 25 días, siguiendo el protocolo estandarizado ASTM D3987-85.

Los resultados obtenidos indican que en lixiviado 1, tratado, a partir de 4 horas de interacción, las Rocas I, II y III logran neutralizar el lixiviado (pH = 5.5 – 7) durante los 25 días de la prueba. En cambio, la “Roca IV”, solamente logra neutralizar el drenaje ácido, a partir de 3 - 4 horas de interacción, en los primeros 15 días de la prueba, porque después pierde su capacidad de neutralización, probablemente porque se agotó, o fue inhibida.

En el lixiviado 2, a partir de 2 horas de interacción, los cuatro tipos de rocas logran neutralizar el pH de los lixiviados hasta valores entre 6 y 7 durante los 25 días de la prueba.

En los lixiviados tratados, con valores de pH cercano al neutro, las concentraciones de Fe, Al, Cu, Zn y Mn decrecen sustancialmente, lo que probablemente se deba a que, a valores de pH neutros, se favorece la precipitación de los óxidos e hidróxidos de estos metales.

Podemos concluir que las rocas I, II y II son las más eficientes para neutralizar el drenaje ácido y retener a los metales como el Fe, Al, Cu, Zn y Mn, cuya precipitación no parece no inhibir su potencial de neutralización.

SE10-10

ESTUDIO COMPARATIVO DE JALES EN MINAS DE NICARAGUA Y MÉXICO

Corrales Pérez Daniel[1] y Romero Francisco Martín[2]

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

[2]*Instituto de Geología, UNAM*

danielcorralesperez@yahoo.es

Las actividades mineras siguen generando gran cantidad de residuos (jales) en diferentes regiones del mundo. El principal problema ambiental asociado a los jales está relacionado con la generación de drenaje ácido, que son soluciones que se caracterizan por tener valores bajos de pH y altas concentraciones de sulfatos y elementos potencialmente tóxicos (EPTs) disueltos.

Se realizó un estudio geoquímico en jales de tres minas de Nicaragua (Bonanza, La Libertad y El Limón) y una mina de México (Taxco, Guerrero).

Nuestros resultados indican que las concentraciones totales (mg/kg) de los EPTs son relativamente bajas en los jales de Nicaragua (As = 16.1 - 35.2, Pb = 8.9 - 871, Zn = 21.5 - 1060, Cu = 30.9 - 125 y Cd < 5). En cambio en los jales de México se determinaron altas concentraciones totales (mg/kg) de EPTs (As = 1655 – 2377, Pb = 3739 - 4591, Zn = 654 – 3112, Cu = 107 - 157 y Cd = 5.4 - 44.8)

Así mismo, en los jales de Nicaragua, donde se determinaron bajas concentraciones totales de Fe (0.8% - 3.4%), los valores de pH indican que, actualmente, no hay generación de drenaje ácido (pH de los lixiviados = 8.0 - 9.4). Sin embargo, los jales de México, donde se determinaron altas concentraciones totales de Fe (9.6% y 12.7%), los valores de pH de los lixiviados son bajos (pH = 2.8 – 5.4) e indican que son generadores potenciales de drenaje ácido

Los lixiviados ácidos de los jales de México también se caracterizan por contener sulfatos y elementos tóxicos disueltos. Las concentraciones disueltas alcanzan valores máximos hasta de 1930 mg/L de sulfatos, 53.1 mg/L Zn, 16.1 mg/L Fe, 0.9 mg/L Cu, 0.6 mgL Cd y 0.05 mg/L As. El Pb no fue detectado.

Los resultados obtenidos nos permiten concluir que los jales de México son más peligrosos que los de Nicaragua, por su alto contenido de EPTs y la capacidad de generación de drenaje ácido con EPTs disueltos. Si no se toman medidas para controlar este drenaje ácido, su dispersión puede seguir contaminando los suelos y cuerpos de agua de los alrededores, atentando por ende contra la salud humana de los pobladores que habitan cerca de las presas de jales. Por lo tanto,a raiz de esta situación se procedió a evaluar la eficiencia de las rocas (lutitas calcáreas) que afloran en los alrededores de estos jales para su uso en el tratamiento pasivo de este drenaje ácido.

Datos obtenidos de pruebas en lotes de corto plazo (18 ± 0.25 h), indican que las lutitas calcáreas incrementaron el pH de los lixiviados tratados hasta valores entre 6.5 y 7.4; y también disminuyeron las concentraciones de Fe, Zn, Cu, Cd y As. Actualmente, estamos evaluando la eficiencia de estas rocas con pruebas a largo plazo con el fin de valorar su uso en la construcción de barreras geoquímicas como tratamineto pasivo, con el fin de minimizar el riesgo que representan estos jales para su entorno.

SE10-11

EVALUACIÓN DEL GRADO DE CONTAMINACIÓN DE LA ZONA NORESTE DEL ACUÍFERO SOMERO DEL VALLE DE SAN LUIS POTOSÍ, ASOCIADO AL RIEGO CON AGUA RESIDUAL

Salazar Ledesma Maricarmen[1], Domínguez Mariani Eloisa[2] y Escolero Fuentes Oscar[3]

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

[2]*Centro Interamericano de Recursos del Agua, Facultad de Ingeniería, UAEM*

[3]*Departamento de Geología Regional, Instituto de Geología, UNAM*

marsalled@yahoo.com.mx

En la actualidad, el crecimiento acelerado en las últimas décadas de las zonas urbanas, ha producido un incremento en la demanda de agua potable. Como resultado de este crecimiento, también se generan grandes volúmenes de aguas residuales provenientes de ciudades densamente pobladas, por lo que la disposición final de éstas se convirtió en un problema social que vino a ser resuelto por la reutilización de ésta como un recurso agrícola que fertiliza el suelo y aumenta su producción agrícola.

Uno de los principales problemas que enfrenta la zona conurbada de San Luis Potosí (SLP) – Soledad de Graciano Sánchez (SGS), es la degradación de los recursos hídricos. En esta región se ha desarrollado la práctica histórica desde 1959 de utilizar para la irrigación de los cultivos, el agua residual sin tratamiento generada en la zona urbana. Este efluente es conducido a las zonas agrícolas ubicadas principalmente en el municipio de Soledad de Graciano Sánchez a través de 18 colectores a cielo abierto y una red de canales secundarios que atraviesan las zonas de cultivo.

El presente estudio tiene la finalidad de determinar el grado de contaminación, de una porción del acuífero somero del Valle de San Luis Potosí, ubicada al noreste de la ciudad del mismo nombre, asociado a la influencia del riego en zonas agrícolas con agua residual proveniente de la zona urbana, así como evaluar la función del medio geológico como filtro de contaminantes. Para ello, en muestras de agua subterránea de norias, y de agua residual en canales de distribución de aguas residuales, se determinaron parámetros de campo como T, pH, CE y alcalinidad total y en el laboratorio parámetros como Ca2+, Na+, F-, NO3-, SO42-, Cd, Cr, Cu, Fe y Pb, así como la presencia de coliformes fecales y totales. También se analizaron perfiles de suelo, en donde se tomaron muestras para análisis de pH, CE, textura, cationes y aniones mayores, CIC, COT y DRX.

El estudio se enfocó en el acuífero somero del valle de San Luis Potosí, conformado por material de origen volcánico (tobas) y depósitos aluviales. Tiene una dirección de flujo subterráneo con orientación SW-NE. El tipo de suelo es xerosol háplico poco desarrollado, lo cual se corroboró con los análisis de laboratorio, que muestran contenidos bajos de materia orgánica y CIC con valores intermedios y bajos.

Las configuraciones correspondientes a los diferentes parámetros analizados, muestran que, para la mayoría de ellos, los valores de concentración más altos aumentan al SW de la zona de estudio, presentándose las máximas concentraciones en los alrededores de la zona urbana de Soledad.

En el caso de los iones NO3- y F-, en el agua subterránea presentan concentraciones que superan la NOM-127-SSA1-1994 para agua potable (62 mg/L y 4.15 mg/L respectivamente como valores promedio).

El modelo hidrogeológico e hidrogeoquímico conceptual y los procesos hidrogeoquímicos que actúan entre el agua residual-medio geológico-agua subterránea se comprobarán mediante el software Phreeqc (USGS, 2010).

SE10-12

IMPACTO DE LOS CAMBIOS DE USO DEL SUELO EN LA COMPOSICIÓN DEL AGUA DEL ACUÍFERO PROFUNDO EN EL VALLE DE SAN LUIS POTOSÍ

López Álvarez Briseida, Ramos Leal José Alfredo, Morán Ramírez Janete, Martínez Villegas Nadia y Reyes Gutiérrez Lázaro Raymundo

IPICYT

briseida.lopez@ipicyt.edu.mx

El agua subterránea representa un recurso indispensable y único en muchos lugares como son las zonas áridas, tal es el caso del Valle de San Luis Potosí (VSLP). El crecimiento social y económico (industria y agricultura) del la ciudad de SLP han dependido desde sus inicios de éste recurso, sin embargo, han generado efectos negativos en la cantidad y calidad del agua del acuífero (Hergt, 2009). El VSLP ha experimentado grandes cambios de uso de suelo desde su fundación en la zona urbana (Noyola et al., 2009).

El desarrollo y concentración de pozos en la zona urbana (centro del valle) y conurbada han generado un gran cono de abatimiento que ha crecido considerablemente, llegando hasta la zona industrial (sur del valle). Esta extracción intensiva de agua subterránea para sus diferentes usos, ha propiciado además, modificación en las direcciones de flujos subterráneos y cambios en la composición química del agua, reducción de las descargas naturales, subsidencia y fisuras del terreno.

La composición química del agua subterránea es controlada por factores naturales tales como el clima, su interacción con el medio geológico (interacción agua-roca) y el tiempo de residencia. Los factores antropogénicos involucran a las fuentes potenciales de contaminación como rellenos sanitarios, tiraderos a cielo abierto, descarga de aguas residuales, por mencionar algunos; tipo de uso de suelo; manejo y uso del agua.

Con datos hidrogeoquímicos se elaboraron secciones hidrogeoquímicas, diagramas de Piper, Durov expandido, de Dispersión y distribución espacial. Como parte de los resultados obtenidos, identificarse aguas cuya composición son controladas principalmente por factores naturales (interacción agua-roca) y otras cuya composición es afectada por actividades antropogénicas (uso de suelo). Parámetros como la temperatura, Li, F, Na y Mg se asocian directamente procesos naturales (acuífero profundo), mientras que Cl, pH, NO3 y CE principalmente, son asociados procesos antropogénicos (acuífero somero).

La calidad del acuífero somero no es apta para el consumo humano, como resultado de las actividades humanas. El acuífero fracturado tiene un impacto menor, sin embargo, debido a la presencia del cono de abatimiento en un tiempo no muy lejano, los contaminantes migraran a mayor velocidad y podrían estar presentes en esta reserva acuífera y por lo tanto se obtendrá una agua de menor calidad.

SE10-13

EL PAPEL DEL PERITO EN LOS CASOS DE CONTAMINACIÓN DEL SUELO Y AGUA SUBTERRÁNEA

Pablo Dorantes Jesús Enrique

Corporación Ambiental de México, S.A. de C.V.

jepablod@cam-mx.com

A partir de la tipificación de los delitos contra el ambiente y la gestión ambiental, en el Título Vigésimo Quinto del Código Penal Federal (CPF) de los Estados Unidos Mexicanos, y dado que en todo caso la valoración por parte del juez, se apoyará en dictámenes de peritos, cobra particular importancia el papel de dichos expertos en los casos de contaminación del suelo y del agua subterránea.

Por otro lado, la gran mayoría de los egresados de las diferentes carreras universitarias carecen de interés por afiliarse a los colegios de profesionistas, lo que resulta en una baja presencia de tales organizaciones en el quehacer nacional. Es lamentable que la conciencia social que muestra un estudiante universitario, se pierda o se olvide al momento de que el estudiante se titula y se convierte en un practicante de su ejercicio profesional.

Estos dos temas, brevemente reseñados, se combinan de forma desastrosa cuando se reconoce que la figura del Perito es apuntalada por la Ley Reglamentaria del Artículo 5° Constitucional, misma que en su artículo 50 señala que los colegios de profesionistas tendrán entre sus funciones la de formar listas de peritos profesionales, por especialidades, que serán las únicas que sirvan oficialmente. En consecuencia, es común que ante la poca afiliación que sufren tales agrupaciones, éstas no cuenten entre sus filas a los mejores expertos en el tema que nos atañe o bien, no difundan las listas de forma que sean conocidas a nivel nacional.

En este sentido, es común que ante la carencia de listas de peritos por especialidad, los jueces recurran a investiduras a título personal o bien acudan a recomendaciones de las dependencias gubernamentales vinculadas al tema ambiental. En algunos casos, tales investiduras pueden calificarse de inadecuadas.

Lo anterior pasa de ser anecdótico y se convierte en relevante, cuando se adquiere conciencia, por parte del experto consultado, de la diferencia de las penas corporales en la comisión de delitos culposos y dolosos. Existen casos en los que opiniones poco precisas, emitidas sin una base ética y legal, determinan un agravamiento de penas a los inculpados.

Conforme a lo anterior, es común que los expertos consultados no tengan conciencia de la responsabilidad que asumen al momento de emitir su opinión profesional, ya sea como un dictamen pericial o un informe pericial.

Finalmente, es necesario un mayor involucramiento de los expertos que realizan estudios de caracterización y/o restauración de sitios contaminados, y que son consultados en procesos judiciales, de tal forma que se tome conciencia sobre su papel social a través de los colegios de profesionistas; pues éstos, apoyados en la exigencia de capacitación y estricto apego a códigos de ética, obligan a todos sus afiliados a ejercer con un alto desempeño moral y profesional.

SE10-14

PROPUESTA DE ASPECTOS A MEJORAR DURANTE EL DESARROLLO DE UN PROYECTO DE BIORREMEDIACIÓN

Iturbe Argüelles Rosario, Corona Ramírez Lilia y López Olvera Jessica

Instituto de Ingeniería, UNAM

ria@pumas.iingen.unam.mx

En este trabajo se llevo a cabo el saneamiento de un sitio al norte de Tabasco, con 27 000 m3 de suelo contaminado con hidrocarburos fracción pesada (HFP).

Se aplicó una técnica de biorremediación con Biopilas, construyéndose 14 de éstas con un volumen de 1 600 m3 cada una, se monitorearon mensualmente entre 1 y 9 meses, en los que se obtuvieron niveles de HFP por debajo de lo establecido en la norma NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 para suelos de uso industrial.

Independientemente de los buenos resultados obtenidos, se considera que hubo aspectos administrativos que en ocasiones obstaculizaron el desarrollo del proyecto y aspectos técnicos y de investigación que no se realizaron y que habrían enriquecido el trabajo. A continuación se presentan ambos aspectos.

Administrataivos

- El tiempo designado para la aprobación del convenio es muy largo y restringe el tiempo para concluir en tiempo y forma el proyecto

- Complicado proceso administrativo para gestionar los pagos durante el proyecto

- El retraso para los muestreos de las biopilas, debido a la restricción de la normatividad que no permite que el remediador realice los muestreos

- Disminuir las restricciones establecidas por el patrocinador para facilitar el trabajo en el sitio

- Convenir una mejor distribución del presupuesto otorgado para el proyecto entre la UNAM, el Instituto de Ingeniería y el responsable del proyecto, lo que ocasiona mayores montos del presupuesto requerido y nos saca del mercado competitivo

- Hacer más eficientes los trámites administrativos relacionados a los concursos de licitación para la selección de proveedores, ya que consume mucho tiempo del total del proyecto.

Técnicos

- Realizar pruebas de biodegradabilidad del contaminante a lo largo del proyecto

- Obtener mayor información del acuífero y realización de pruebas de trazadores para conocer la dirección de flujo con precisión

- Realizar pruebas para determinar si hay contaminación en otros cuerpos de agua que tengan conexión con el acuífero contaminado

- Mayor protección superficial de las biopilas, por medio de una capa de grava, para evitar la erosión por lluvia

- Calcular la cinética de degradación bacteriana del contaminante durante todo el tratamiento

- Aplicación de biología molecular como método de identificación de bacterias en todo el tratamiento

- Medición de oxígeno in situ para determinar la actividad microbiana e indirectamente calcular la biodegradación

- Seguimiento a la par con los muestreos, de la actividad microbiana mediante pruebas de respirometría en el laboratorio

- Monitorear la degradación anaerobia, el pH y REDOX en las biopilas y en la zona saturada, para determinar su correlación con la biodegradación

- Llevar un registro controlado de documentación bajo un sistema de calidad

- Promover el ahorro de recursos en la entrega de informes de manera digital

- Utilizar sistemas de información geográfica para este tipo de proyectos.

Disminuir la burocracia administrativa y trabajar de manera lo más interdisciplinaria posible permitirá obtener resultados más completos que ayudarán a entender la forma de biorremediación en cada caso específico y a mejorar las técnicas de remediación en proyectos futuros.

SE10-15

GEOQUÍMICA DE LOS SEDIMENTOS SUPERFICIALES DE LA CUENCA DE SAN JUAN DE LOS PLANES Y DE LA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA DE LA BAHÍA LA VENTANA, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Posada Ayala Ivonne[1], Murillo Jiménez Janette[1], Nava Sánchez Enrique[1], Choumiline Euvgenio[1], Mirlean Nicolai[2] y Choumiline Konstantin[1]

[1]*Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN*

[2]*Laboratorio de Oceanografía Geológica, Instituto de Oceanografía, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Brasil*

ivonnehaide@gmail.com

El distrito minero El Triunfo-San Antonio, históricamente ha sido explotado desde hace aproximadamente 200 años por sus metales preciosos de oro y plata. Estos minerales se encuentran en vetas epitermales con alto contenido en sulfuros como la pirita (FeS2), arsenopirita (FeAsS), esfalerita (ZnS) y galena (PbS). Trabajos anteriores, realizados en sedimentos superficiales del distrito minero, reportan la presencia de un alto contenido de As, Cd, Pb y Zn, elementos que actualmente están sujetos a procesos de intemperismo, erosión y lixiviación, siendo transportados vía fluvial desde el parteaguas que divide la Cuenca de San Juan de los Planes (San Antonio) y la Cuenca El Carrizal (El Triunfo) hacia la zona costera aledaña a cada cuenca en el Golfo de California y el Océano Pacifico, respectivamente. El objetivo de este estudio es conocer la geoquímica de la Cuenca de San Juan de Los Planes evaluando los niveles de As, Cd, Cu, Hg, Pb y Zn, en sedimentos superficiales colectados en arroyos ubicados en áreas impactadas por la actividad minera y zonas adyacentes. Las concentraciones se determinaron por análisis de espectrofotometría de absorción atómica (EAA). Se determinó el índice de geoacumulación (Igeo) propuesto por Müller (1979) para determinar el grado de contaminación del área de estudio. Se determinaron los parámetros texturales del sedimento por las técnicas de tamizado y difracción de rayos laser. Los resultados muestran que las concentración promedio de elementos en sedimentos fluviales del arroyo principal (San Antonio) y arroyos adyacentes respectivamente son en mg kg-1: As (729 y 6303), Cd (1.2 y 1.7), Cu (20 y 30), Hg (8.4x10-3 y 1.4x10-2), Pb (87 y 220) y Zn (45 y 39). Las concentraciones de elementos en sedimentos marinos son en mg kg-1: As (1.7), Cd (1), Cu (3), Hg (7x10-3), Pb (7) y Zn (21). El Igeo para sedimento fluvial fue Pb > As > Cu > Zn > Hg > Cd. El Igeo para los sedimentos marinos, fue Zn > Pb > As > Cu > Cd > Hg. Se encontró concentraciones mayores a los de la corteza de As, Cu, Pb y Zn en los sedimentos fluviales y de Zn y Pb en sedimentos marinos. De acuerdo a la ubicación, en un diagrama ternario (gravas-arenas-limos), del tamaño medio de las distribuciones texturales de las muestras fluviales y marinas, se encuentra que en ambos ambientes, dominan los tamaños de arena con tendencia hacia las gravas.

SE10-16

MERCURIO TOTAL EN CULTIVOS AGRÍCOLAS DE TEMPORAL EN SAN JOAQUÍN, QRO.

Solís Valdez Sara, Hernández Silva Gilberto y Pérez Arvizu Ofelia

Centro de Geociencias, UNAM

sarasoli@geociencias.unam.mx

La zona minera de San Joaquín, Qro., posee una rica histórica minera, desde épocas prehispánicas hasta la actualidad, especialmente en lo que se refiere a la extracción de mercurio, esta actividad ha provocado la acumulación de desechos mineros expuestos al ambiente y de composición química variada. Sin embargo, no se conoce la concentración de mercurio en los distintos compartimentos del sistema terrestre de la zona, ni los procesos biogeoquímicos que se llevan a cabo y que puedan influir en la salud pública. Recientemente, Hernández et al., (2010) mostraron el mapa de distribución de mercurio en los suelos de la zona. En suelos con contenidos diversos de elementos químicos, los vegetales son capaces de absorberlos aún cuando no participen en una función metabólica específica, como el caso del mercurio, y pueden llegar a ser tóxicos cuando su concentración rebasa ciertos intervalos (Peralta et al., 2009). Asumiendo que el suelo de la región ha funcionado como sitio de almacenamiento y transferencia de mercurio hacia otros niveles del ecosistema se planteó como objetivo cuantificar el contenido de mercurio en cultivos agrícolas de consumo humano como el maíz. Para ello, se ubicaron las parcelas agrícolas de temporal en el área de estudio; se tomaron ejemplares completos de maíz que se fraccionaron, atendiendo a su estructura (raíz, tallo, hoja, fruto). Cada fracción fue lavada con ácido nítrico diluido, enjuagada con agua desionizada, secada a temperatura ambiente a la sombra, molida en mortero de ágata y tamizada hasta obtener un tamaño de partícula menor a 0.13 mm. El método analítico consistió en digestión ácida en horno de microondas y lectura de contenido de mercurio en ICP-MS. A los resultados obtenidos se le aplicó tratamiento estadístico simple. Se encontraron altos contenidos de mercurio total especialmente en raíces y granos. Se observo que los suelos de la zona presentan concentraciones variables de mercurio, por lo que el posible ingreso al maíz puede provenir de dos fuentes principales: a) el suelo, b) deposición atmosférica. En ausencia de exposiciones directas de metales pesados, los elementos tóxicos representan un peligro para la población humana debido a las conexiones de la cadena trófica como suelo y aire con los humanos. La acumulación de metales tóxicos en cultivos de cosecha representan la principal entrada de estos elementos para humanos y animales (Patra et al., 2004). Estudios de esta naturaleza deben continuarse a fin de establecer la relación entre el contenido de metales pesados tóxicos en el ambiente y su ingreso a la cadena alimenticia así como su incorporación por esta vía a la población humana circundante.

SE10-17

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA BIOACCESIBILIDAD DE ELEMENTOS TÓXICOS EN SUELOS CONTAMINADOS EN TRES DIFERENTES ZONAS DE MÉXICO: ZONA MINERA, ZONA METALÚRGICA Y ZONA URBANA

Miranda María Isadora[1] y Romero Francisco Martín[2]

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

[2]*Instituto de Geología, UNAM*

maria.isadora.miranda@gmail.com

Un suelo se considera contaminado con elementos tóxicos cuando las concentraciones totales superan las concentraciones de fondo o las concentraciones de referencia, dictadas por las autoridades ambientales. Sin embargo, cuando un suelo está contaminado no necesariamente implica

que exista un peligro para la salud humana; ya que se requiere que los contaminantes estén en formas minerales disponibles, lo que depende de su solubilidad, para ser absorbidos por los humanos (bioaccesibilidad).

Se estudiaron 30 muestras de suelos en una zona minera y una zona metalúrgica en San Luis Potosí, y una zona de la ciudad de México (zona urbana). Se determinaron las concentraciones total y bioaccesible de arsénico (As) y plomo (Pb). La concentración bioaccesible se determinó utilizando el método de la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004; que consiste en determinar la concentración del As y Pb extraídos en una fase que simula las condiciones estomacales (pH =1.5), con una solución preparada con HCl y glicina a 37°C.

En los suelos de la zona metalúrgica se determinaron los mayores valores de mediana de concentraciones totales de As (847 mg/kg) y Pb (1629 mg/kg) mientras que en la zona minera la mediana de las concentraciones totales (mg/kg) fueron: As = 88 y Pb = 749. En los suelos de la zona urbana no se detectó As, y la mediana de las concentraciones totales de Pb fue baja (227 mg/kg).

En la zona metalúrgica los suelos están afectados por polvos del proceso pirometalúrgico donde el Pb y el As están asociados a minerales como anglesita (PbSO4), galena (PbS), arsenolita (As2O3) y arseniatos de plomo (Pb3K2(AsO4)2(SO4). En la zona minera, los suelos están afectados por la dispersión de jales donde el Pb y As están asociados a los oxihidróxidos de Fe y en menor proporción a la anglesita (PbSO4), en el caso del plomo. Finalmente, se ha reportado que en la zona urbana los suelos han sido afectados por las emisiones de los vehículos que en el pasado utilizaban gasolina con plomo en forma de tetraetilo de plomo

(C 2H 5)4Pb).

Nuestros resultados indican que la bioaccesibilidad del Pb y As varía en un amplio intervalo en los suelos estudiados. En la zona metalúrgica la bioaccesibilidad del Pb varía entre 3% y 100%, en la zona minera entre 32% y 100% y en la zona urbana entre 0% y 100%. En cuanto al As, la bioaccesibilidad varía entre 16% y 67% en la zona metalúrgica y en la zona minera entre 0% y 53%.

Aunque es ampliamente aceptado que la bioaccesibilidad de los contaminantes depende de la solubilidad de los minerales a las que están asociados, la gran variabilidad de los valores de la bioaccesibilidad en los suelos de las tres zonas estudiadas (donde el Pb y As están asociados a minerales con diferente solubilidad) destaca la importancia de determinar este parámetro para la evaluación del riesgo a la salud y no inferirlo a través de las fases minerales que contienen a estos contaminantes como ha sido sugerido en guías ambientales de diferentes países.

SE10-18

ESTRATEGIA DE REMEDIACIÓN ÓPTIMA DEL AGUA SUBTERRÁNEA PARA UN ACUÍFERO CONTAMINADO CON CR(VI). EL ACUÍFERO DE BUENAVISTA, LEÓN GUANAJUATO, MÉXICO

Reyes Gutiérrez Lázaro Raymundo[1], Reyes Gutiérrez Lázaro Raymundo[1], Rodríguez Castillo Ramiro[2], Romero Guzmán Elizabeth T.[3] y Ramos Leal José Alfredo[1]

[1]*IPICYT*

[2]*IGF, UNAM*

[3]*ININ*

raymundo.reyes@ipicyt.edu.mx

El acuífero somero de Buenavista, en León (Guanajuato), esta contaminado con cromo hexavalente, Cr(VI). Las aproximaciones del tratamiento convencional del agua subterránea como el bombeo y el tratamiento ex situ se han usado para referirse a este problema. Se diseño un esquema de bombeo y tratamiento (ByT) para remediar éste problema seleccionando los sitios, número de pozos y caudales de bombeo más apropiados para el sistema. En este estudio, el sistema de ByT se ha diseñado mediante la aproximación matemática simulación-optimización (S/O), combinando la función respuesta con un algoritmo genético (AG), para un sólo periodo de planeación, que determine un diseño óptimo de remediación. El objetivo es capturar y reducir la concentración de Cr(VI) en el agua subterránea. Para la aproximación simulación-optimización, se emplearon los modelos MODFLOW y MT3D para simular el flujo del agua subterránea y el transporte de contaminantes, y el AG, se aplico para optimizar el número y sitios de pozos de bombeo para aplicar el método de ByT. El diseño optimo de remediación se determinó utilizando una función objetivo: minimizar el bombeo total para la estrategía de remediación incluyendo la variable binaria del estado de los pozos on/off. Los resultados revelan que cinco pozos son necesarios con un caudal de extracción total de 10,326 m3/d. Los resultados también indican que la pluma se ha contenido en el espacio optimizado, reviniendo la migración gradiente debajo de la fuente y reduciendo la concentraciones de Cr(VI) en el área afectada.

SE10-19

DISPERSIÓN DE SALES EFLORESCENTES A PARTIR DE JALES, SU IMPACTO EN SUELOS RESIDENCIALES DE NACOZARI, SONORA Y PROPUESTA PARA ESTABILIZACIÓN DEL PASIVO AMBIENTAL

Meza Figueroa Diana[1], De la O Villanueva Margarita[1], Moreno Zazueta Alan[2] y Rivera Castelo Jacinto[1]

[1]*Departamento de Geología, Universidad de Sonora*

[2]*Departamento de Ingeniería Civil y Minas, Universidad de Sonora*

dmeza@ciencias.uson.mx

La operación y explotación de la antigua mina Pilares y su posterior cese de actividades en 1945 dejó como pasivo ambiental cerca de 19 hectáreas de superficie de jales dentro de la ciudad de Nacozari, Sonora. Los jales carecen de vegetación y se forman sales eflorescentes estacionales. En este trabajo se presentan niveles de metales en jales, sales, suelos, polvo de calle, suelos residenciales y polvos suspendidos. Se presentan datos para discutir el efecto del clima en la dispersión de contaminantes en zonas semi-áridas. Análisis geoquímicos del sitio revelan que aunque el contenido total de metales en los jales es relativamente bajo (e.g. Cu=1000 mg kg-1), metales como Mn, Ba, Zn y Cu se encuentran en niveles significativamente elevados en las sales eflorescentes formadas después de la temporada de lluvias. Por ejemplo, los valores de cobre se incrementan hasta 68 000 mg kg-1. Estas sales con granulometrías finas son susceptibles de erosión eólica e hídrica. Se realizó un estudio de análisis de componentes principales, cluster y factorial para determinar la dispersión de las sales a los suelos residenciales. Estos resultados señalan la importancia de formación de sales y erosión eólica en la determinación de los niveles de riesgos asociados a la inhalación potencial o ingestión de partículas transportadas por viento a partir de jales. Aún en jales con bajos niveles de metales, en zonas áridas, la presencia de sales eflorescentes representa un riesgo a la salud y un reto para el establecimiento de cubiertas vegetativas. Adicionalmente, la erosión de los jales de Nacozari ha generado un problema de inestabilidad de taludes. En este trabajo se propone un diseño para estabilizar los jales que incluye medidas para reducir la erosión hídrica y fitoestabilización utilizando plantas nativas.

SE10-20

ESPECIACIÓN QUÍMICA Y PROCEDENCIA DE METALES TÓXICOS EN EL SEDIMENTO DEL LAGO DE CHAPALA, MÉXICO

Trujillo Cárdenas Juan Luis, Saucedo Torres Nereida P., Zárate del Valle Pedro F., Ríos Donato Nely, Gómez Salazar Sergio, Badillo Camacho Jessica y Mendizabal Mijares Eduardo

Universidad de Guadalajara

zavp.pvaz@gmail.com

La especiación química de Cd, Pb, Mn, Cr, Zn, Ni, Cu y Fe, fue estudiada en los sedimentos someros (0-10 cm = período 1960-2000; 210Pb) del lago de Chapala mediante la técnica analítica de extracción secuencial (ES), para evaluar así la movilidad de los metales potencialmente biotóxicos y para esclarecer su procedencia: natural o antrópogénica. La ES es un método analítico que permite determinar la distribución de los metales en ciertas fracciones geoquímicas (FGq) presentes en suelos y sedimentos. Estas FGq son CINCO: 1) Fracción intercambiable (Fi: con adsorción débil); 2) Fracción asociada a carbonatos (FCO3); 3) Fracción asociada a óxidos de Fe y Mn (Fox); 4) Fracción asociada a materia orgánica (Fmog); 5) Fracción residual (Fsial: asociada a la matriz silicoaluminatada).

El estudio del contenido de plomo total en la Cuenca Lerma-Chapala ha demostrado que los sedimentos en suspensión actúan como vectores de transporte de Cd, Cr, Ni, Cu, Pb, Zn a lo largo del río Lerma (> 500 km), teniendo al Lago de Chapala como el destino final para estos metales tóxicos. Los sedimentos del Lago de Chapala son de granulometría limosa y de tonalidad oscura, con una mediana granulométrica de 5 a 20 micrómetros de diámetro.

En este estudio para el período 1960-2000 (210Pb) se detectó un contenido de 268,8 mg/kg de plomo total distribuido en las siguientes fracciones geoquímicas del sedimento somero: ~43% estuvo presente tanto en la Fi como en la FCO3. Esto significa que 115,6 mg/kg de este metal son de origen antropogénico. Con el mismo criterio, en los casos del cromo y del cadmio, 20,9 mg/kg Cr (46,7% = Fi + FCO3; Cr total 44,7 mg/kg) y 12,3 mg/kg Cd (82% = Fi + FCO3; Cd total 14,98 mg/kg) se introdujeron en el lago como consecuencia también de actividades antropogénicas. El cadmio fue introducido en el lago principalmente a través del río Lerma, mientras que el plomo y el cromo se introdujeron a través de las descargas municipales e industriales de aguas residuales sin tratamiento de las ciudades situadas a lo largo de la ribera del lago.

La movilidad de los metales detectados en los sedimentos, se evaluó mediante la aplicación del Código de Evaluación de Riesgo (CER). Este código evalúa la capacidad de liberación o desprendimiento de un metal de la fracción geoquímica en la que se encuentra. Sin embargo, para que esta liberación se realice deberán de conjuntarse en el ecosistema cambios físicos y químicos como pH, temperatura, concentración, etc. De realizarse esta liberación, se contaminaría la columna de agua. Según este CER por estar del 39-63% del

plomo, 86-89% del cadmio y 47-62% de cromo presentes en las fracciones geoquímicas Fi y FCO3, estos metales representan un riesgo muy alto de liberación. Cu, Ni y Zn representan un riesgo bajo de liberación por estar presentes sobre todo en las fracciones Fox, Fmog y Fsial. Los resultados de la ES para el Cu, Ni, Zn y Fe indican principalmente una procedencia natural para estos metales.

SE10-21

CONEXIONES HIDRÁULICAS DE CUENCAS HIDROGEOLÓGICAS EN LA SIERRA MADRE ORIENTAL APLICANDO MODELOS HIDROGEOQUÍMICOS

Morán Ramírez Janete, Ramos Leal José Alfredo, López Álvarez Briseida, Martínez Villegas Nadia, Reyes Gutiérrez Lázaro Raymundo y Carranco Lozada Simón
IPICYT
janete.moran@ipicyt.edu.mx

La disponibilidad del agua subterránea; como todo recurso natural, depende de las condiciones climáticas y topográficas de la zona, y de las características físicas del subsuelo.

La zona de la Huasteca se encuentra en la parte central de la Sierra Madre Oriental, es formada principalmente por calizas plegadas con orientación norte-sur, formando valles-ínter móntanos. En general poco se conoce sobre el funcionamiento hidrodinámico del sistema cárstico, debido a que estos son difíciles de estudiar por las condiciones abruptas del terreno y la excesiva vegetación; así como, a la ausencia de pozos de extracción para su estudio. Esta región es considerada como parte de la zona de descarga de la Sierra Madre Oriental. A nivel regional el flujo va de las áreas de mayor elevación topográficas localizadas en la Sierra de Álvarez (2423 msnm) a las de menor elevación hacia el Golfo de México. Un perfil topográfico de Oeste a Este muestra un sistema montañoso escalonado en donde el primer escalón es denominado Altiplano Potosino, el segundo se conoce como Zona Media y el último corresponde a la Zona de la Huasteca.

En la zona del Altiplano el agua circula a través de rocas ígneas y clásticas del terciario; el basamento hidrogeológico es formado por calizas de cuenca y mar abierto con bajas conductividades hidráulicas. Sin embargo, debido a los cambios de facie de las rocas carbonatadas a partir de la Sierra de Álvarez el agua subterránea circula a través de calizas arrecifales hacia el Golfo de México. Esta zona de recarga con mayor elevación corresponde a tipo Ca-HCO3.

La zona media se encuentra en el segundo escalón comprende el Valle de Rioverde donde su geología predominan las calizas de plataforma y algunos depósitos evaporiticos que le dan las características de CaSO4 y Ca-HCO3-SO4.

La zona de la Huasteca se distribuye en el tercer escalón en donde prevalecen calizas arrecifales cubiertas por una secuencia de lutitas y areniscas finas, en donde, prevalecen familias de agua de tipo Ca-HCO3.

En este trabajo se realiza modelación hidrogeoquímica (balance de masas) para demostrar la conexión hidráulica, identificar los procesos físico-químicos que ocurren en la interacción agua-roca que definen la evolución química del agua subterránea. En el proceso evolutivo del agua subterránea ocurren procesos de: disolución y precipitación de minerales (calcita, yeso, halita, dolomita, hematita, pirita) procesos de oxido-reducción y dilución de estas aguas.

SE10-22

SIMULACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LAS PLAYAS DE ACAPULCO, GRO.

Ramírez Isabel[1], Morales Rubén[2], Vélez Héctor[3], Saldaña Pilar[2] y Izurieta Jorge[2]
[1]*CICESE*
[2]*IMTA*
[3]*UAM*
iramirez@cicese.mx

La Bahía de Acapulco es una zona turística relevante para México. La cantidad de habitantes temporales duplica en muchas ocasiones la población local. Esto nos lleva a un escenario de contaminación por aguas residuales lejos de ser un escenario estacionario, por lo contrario con una variación diaria y estacional marcadas. Para conocer la dinámica de la dispersión de aguas residuales vertidas en la bahía por dos plantas de tratamiento y su efecto sobre la bahía de Acapulco y zonas turísticas, se realizaron mediciones de los forzamientos ambientales y corrientes en la zona de Acapulco. Se selecciono el modelo hidrodinámico tridimensional ELCOM, el cual puede ser acoplado con el modelo de calidad del agua CAEDYM. El uso de estos dos modelos acoplados nos proporcionan los resultados de dispersión, que definen las aéreas contaminadas y sus fuentes.

Se presentan comparaciones de los resultados de la simulación y las mediciones mediciones realizadas para corrientes y calidad del agua. Finalmente se presentan escenarios de emergencia simulados de la distribución de contaminantes.

Se concluye que las aguas vertidas por las plantas de tratamiento, no llegan a la Bahía, sin embargo existe contaminación en la bahía por fuentes locales, posiblemente descargas clandestinas y afluentes de pequeños arroyos temporales.

SE10-23

EVALUACIÓN GEOQUÍMICA DE LOS SEDIMENTOS SUPERFICIALES CON INFLUENCIA HIDROTERMAL SOMERA EN MAPACHITOS, BAHÍA CONCEPCION, B.C.S.

Leal Acosta María Luisa[1], Choumiline Evgueni[1] y Mirlean Nicolai[2]
[1]*Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN*
[2]*Laboratorio de Oceanografía Geológica, Instituto de Oceanografía, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Brasil*
malulеal40@yahoo.com.mx

En la costa nor-occidental de Bahía Concepción frente a Mapachitos se reportó la existencia de las descargas de fluidos gaso-hidrotermales submarinos someros de baja temperatura con elevadas concentraciones de los elementos traza disueltos, tales como As, Ba, Cs, Hg, Fe y Mn. El propósito de nuestro estudio fue conocer la influencia de estas ventilas hidrotermales sobre la composición química de los sedimentos superficiales de la zona adyacente.

Mediante el buceo autónomo y con la draga de van Veen se tomaron 51 muestra de sedimentos en un polígono rectangular adyacente a las salidas gaso-hidrotermales. Estos fueron secados y homogenizados. Se determinaron las concentraciones de Al, Ba, Ca, Cd, Co, Cs, Cu, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Rb, Ti, U, V y Zn por la combinación de los métodos de ICP-AES y ICP-MS después de la digestión total de las submuestras de los sedimentos con la mezcla de los ácidos fuertes concentrados (HNO3, HCl, HClO4 y HF). El As y Hg se midieron por espectrofotometría de absorción atómica después de la generación de hidruros del arsénico o del mercurio elemental. Los contenidos del carbono inorgánico y carbono orgánico fueron medidos, aplicando la coulonometría y espectrofotometría infrarroja.

Los sedimentos, cercanos a las ventilas gaso-hidrotermales, se caracterizan por alto componente terrígeno (Al >7 %) y bajos valores de componente biogénico (CaCO3 <10 %). La concentración de CaCO3 aumenta hasta 90% hacia mayores profundidades. El contenido del Corg en los sedimentos, colectados cerca de las ventilas, es menor de 0.5 % y en general en los sedimentos estudiados es bastante bajo (<2%, con pocas excepciones). Los sedimentos de la zona de la descarga gaso-hidrotermal se encuentran con alta concentración de As (207.4 mg kg-1); y Hg (143062 µg kg-1) mucho por arriba del promedio de la corteza continental. Al, Ba, Co, Cs, Cu, Fe, Li, Mn, Ni, Rb, Ti, U, V y Zn se encuentra con valores menores a los de la corteza. Los factores de enriquecimiento (FE) promedios se calcularon usando Al como elemento normalizador, muestran a Ba, Co, Cs, Cu, Mn, Ni, Rb, Ti, V y Zn como elementos conservativos (FE < 2), Li, Mo y U como elementos enriquecidos (2 <FE <10), y As, Ca, Cd y Hg como elementos altamente enriquecidos (FE > 10).

Los resultados del análisis de los componentes principales (ACP) revelan que tres factores explican el 91% de la varianza de los datos. El primer factor muestra altas cargas positivas para los elementos de origen terrígeno y CaCO3 con carga alta negativa (diluyente del origen biogénico). El segundo factor revela altos cargos para los elementos redox sensibles. El tercer factor agrupa a As, Ba, Fe, Hg y otros probablemente aportados hacia el fondo desde las ventilas y plumas hidrotermales.

SE10-24

CLASIFICACIÓN LOCAL DE TIERRAS PARA LA CARTOGRAFÍA DE SUELOS SALINOS REGADOS CON AGUAS RESIDUALES EN TEOLOYUCAN, ESTADO DE MÉXICO

Reséndiz Paz María de la Luz[1], Gutiérrez Castorena María del Carmen[1], Ortíz Solorio Carlos[1], Aguirre Gómez Arturo[2], Gutiérrez Castorena Edgar V.[1] y Sánchez Guzmán Patricio[1]
[1]*Colegio de Postgraduados*
[2]*Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM*
mclrp@yahoo.com.mx

Teoloyucan es un municipio donde el 70% del territorio es agrícola; el principal cultivo son los forrajes y se utilizan para alimentar ganado vacuno. Los campesinos reportan que el principal problema en sus suelos es la presencia de sales, posiblemente debido al riego con aguas residuales. Las sales reducen la productividad de los forrajes y la emergencia de plántulas; sin embargo, se desconoce la superficie que ocupan los suelos con este problema en la zona. Los objetivos de esta investigación fueron: realizar un levantamiento de suelos con base en el conocimiento local, conocer la superficie y ubicación de los suelos salinos y analizar la calidad de las aguas residuales. Los suelos del área han sido clasificados como vertisoles; aunque los campesinos mencionan que muchos han sido rellenados con materiales de diversa naturaleza, en cuyo caso serían antrosoles. Se realizó un levantamiento de suelos con base en el conocimiento local con la metodología propuesta por Ortiz et al. (1990) y se

utilizó para ubicar los perfiles de suelo representativos con la finalidad de realizar su clasificación taxonómica. Se colectaron muestras del agua residual al final de la estación seca para evaluar su calidad. Las clases de tierra principales son lama y negra; dentro de ellas se encuentran diferentes fases caracterizadas por la textura y presencia de sales. Los suelos salinos representan 16 % de la zona agrícola y se ubican principalmente en la periferia de la Laguna de Zumpango. Todos los suelos son rellenos, algunos mayores a 50 cm (tierra negra, lama salina y lama), reuniendo las características de un epipedón plaggen. La taxonomía de suelos ubica a todos los suelos que tienen este epipedón en el orden inceptisoles y los clasifica temporalmente como Typic Plaggantrepts. Sin embargo, este orden le da prioridad a las condiciones ácuicas, por lo que la mejor clasificación de estos suelos se obtuvo por esta caracteristica. A diferencia de la Taxonomía de suelos, la WRB (2007) solo requiere de rellenos con un espesor de 20 cm por lo que todos los perfiles fueron clasificados como antrosoles. Así los suelos del área son antrosoles con influencia del riego (hidrágico), del tipo de relleno (térrico o plágico), actividad biológica por mesofauna (Hórtico) y con procesos de gleyzación y sodificación. El agua residual que se utiliza en la zona es de buena calidad en cuanto a salinidad por lo tanto no es responsable de la salinidad de los suelos. Aunque la clasificación de los suelos por WRB coincide con las clases de tierra identificadas en la localidad, no se cumplió con uno de los requisitos obligados para la determinación de un horizonte sálico, por lo tanto la clasificación de los suelos con base en el conocimiento local es más fina, ya que integra uno de los procesos más importantes en los suelos de la zona: la salinización.

SE10-25

REDUCCIÓN DE COMPUESTOS CANCERÍGENOS EN PARTÍCULAS ATMOSFÉRICAS PROVENIENTES DE LA COMBUSTIÓN DE AUTOMÓVILES A DIESEL MEDIANTE EL USO DE BIOCOMBUSTIBLES

Valle Hernández Brenda Líz, Amador Muñoz Omar, Jazcilevich Diamant Arón, Villalobos Pietrini Rafael, López Alfonso Enrique Hernández y Santos Medina Graciela
Universidad Nacional Autónoma de México
brendalizvh@comunidad.unam.mx

Introducción

Las megaciudades presentan problemas de contaminación atmosférica, generada en parte, por la quema de combustibles no renovables. Por ello, surge la necesidad de encontrar combustibles alternos que cumplan la demanda y mitiguen la contaminación. El biodiesel se produce a partir de aceites animales o vegetales mezclado con diesel (por ejemplo, una mezcla con 5% de aceite vegetal se denomina B5) y se ha observado que reduce las emisiones de ciertos contaminantes respecto a las del diesel (1). En los próximos 10 años se buscará incorporar el uso de biocombustibles en México (2).

Los vehículos a diesel son una fuente importante de emisiones de partículas (3), que contienen hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y nitro derivados (nitro-HAP), reportados como mutagénicos y carcinogénicos (4). Estas alcanzan la zona alveolar en los pulmones, lo que incrementa el riesgo de padecer cáncer y enfermedades cardio-respiratorias. Por lo que su análisis cualitativo y cuantitativo es fundamental para evaluar el impacto que tienen en la población (5). El objetivo del presente trabajo fue demostrar la reducción de HAP y nitro-HAP emitidos por la combustión incompleta de diesel al emplear biodiesel.

Metodología

Las partículas emitidas a la atmósfera se colectaron directamente del escape de un camión a diesel en filtros de fibra de vidrio recubiertos con teflón. Se emplearon diferentes ciclos de manejo, revoluciones por minuto, carga, tipos de combustibles (Diesel, B5, B10, B20 y DUBA), con y sin catalizador. Se analizaron 27 HAP y 26 nitro-HAP por cromatografía de gases-espectrometría de masas.

Resultados y discusión

Se detectaron 17 HAP. Siendo los de menor peso molecular (PM) los más abundantes. Fenantreno y pireno (marcadores de diesel) fueron los de mayor concentración, seguidos del fluoranteno, benzo[a]antraceno, criseno y benzo[a]pireno que son cancerígenos y teratogénicos. En el caso de los nitro-HAP, sólo se detectó el 1-Nitropireno en una muestra de diesel y en otra de B10. Este compuesto es un marcador de emisiones de diesel y un potente mutágeno directo (6). Las emisiones de los HAP en biodiesel y en DUBA respecto a las diesel disminuyeron entre el 79.8% (fluoranteno) en B10 y el 98.2% (Benzo[a]antraceno) en B5. Similarmente, la emisión del 1-Nitropireno en B10 fue 90% menor que la del diesel.

Conclusiones

Los resultados mostraron que las diferentes proporciones de biodiesel redujeron más del 75% las emisiones de los HAP y nitro-HAP respecto a las de diesel. Actualmente, se construye un túnel de dilución para controlar la emisión y las variables que intervienen en el proceso de combustión.

Agradecimientos

Proyecto de Dr. Aaron y PAPIIT IN116810-3, UNAM. Samuel Miguel y Hugo Barrera por su asistencia técnica. VHBL agradece al CONACYT y al Posgrado de Ciencias de la Tierra, UNAM, el financiamiento otorgado.

Referencias

1. Basha et al. (2009). Renew. Sust. Eng. Rev. 13:1628-34.
2. SENER (2008). PEMEX. Secretaría de Energía.
3. Lloyd y Cackette (2001). J. Air Waste & Management Association 51:809–47.
4. Adonis y Gil (1993). Mutat. Res. 292:51-61.
5. Karavalakis et al. (2009). Atmos. Environ. 43:1745-52.
6. IARC (1989). Int.l Agency Res. Cancer 46: 458pp.

SE10-26 CARTEL

ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE COMPOSTA COMO UNA MEDIDA PARA MEJORAR LA CALIDAD DE SUELOS IMPACTADOS POR JALES EN NACOZARI, SONORA

Dévora Figueroa Ana[1], Meza Figueroa Diana[2], Montijo González Alejandra[2], De la O Villanueva Margarita[2], Aguirre López Luz[2], López Ulloa Jorge[2], Macías Salgado Deyanira[2], Minjarez Montijo Ismael[2] y Saucedo Samaniego Julio[2]
[1]*Instituto Tecnológico de Cajeme (ITESCA)*
[2]*Departamento de Geología, Universidad de Sonora*
dmeza@ciencias.uson.mx

En Nacozari de García, Sonora, se localiza un apilamiento de jales mineros que cubre un área de 19 hectáreas. Este pasivo ambiental es resultado de actividades de explotación de la mina Pilares, la cual cesó operación en 1945. El Sistema para la Consulta de Información Censal 2000 (SCINCE, 2000) informa que el número de unidades de Área Geográfica Estadística Básica (AGEB) de Nacozari de García son 18, de las cuales, 10 unidades componen las zonas habitacionales adyacentes a los jales. En estas 10 unidades se concentra una población de 6,452 habitantes distribuidos en 1,521 viviendas particulares con un promedio de 4 habitantes por vivienda. La evaluación geoquímica en polvo, suelos residenciales, jales, sedimentos, agua y suelos, indica que aunque en términos de su toxicidad y capacidad para la generación de drenaje ácido, los jales no son peligrosos si existe una dispersión importante de metales (Cu, As) hacia la población por medio de la generación y transporte de polvo. Los niveles de arsénico en 40% de las muestras de suelos residenciales exceden el nivel máximo permisible (22 mg/Kg,) establecido en la legislación mexicana (NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004) lo que representa un riesgo potencial a la salud de la población.

En este trabajo se evalúa una medida a corto plazo que ayudaría a los residentes de las cercanías de los jales, para lo que se propone el desarrollo de pantallas cortaviento en sus patios. Estas pantallas cortaviento (plantas) reducirían significativamente la dispersión del polvo de los jales hacia el interior de las viviendas. En la mayoría de las casas de las laderas de los jales, los suelos de los patios están fuertemente impactados por material de los jales, lo que hace muy difícil que crezcan plantas y se desarrollen jardines.

Estudios realizados con plantas nativas indican que se requiere un porcentaje mínimo de 10% de composta agregada a los jales de Nacozari para que se desarrollen algunas plantas, e.g. Atriplex lentiformis y Buffalo grass .

En este trabajo se presentan adicionalmente los resultados del desarrollo de materiales y talleres para elaboración de composta, dirigido a residentes de Nacozari. Se trabajó con 16 familias voluntarias para mejorar jardines residenciales y se plantea la implementación del modelo Syracuse para un programa de participación comunitaria en la solución de un problema ambiental enfocado al mejoramiento de la calidad de suelos y aire.

SE10-27 CARTEL

INSTRUMENTOS REGULATORIOS PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DE LA INDUSTRIA MINERA

Briseño Olga y Milán Gabriela
Dirección de Minería, SEMARNAT
gabriela.milan@semarnat.gob.mx

En este escrito se presenta el marco jurídico ambiental que regula a las actividades mineras, con objeto de reorientar conductas y generar prácticas compatibles con el medio ambiente.

La minería contribuye de manera importante en el desarrollo económico de las regiones y de los países en donde se llevan a cabo las operaciones. También es conocida por los impactos que ocasiona al ambiente. Actualmente, las políticas internacionales incorporan criterios de sustentabilidad que involucran la participación responsable en el manejo de los recursos naturales y el ambiente, así como modificaciones en los procesos productivos para reducir los impactos ambientales.

En la segunda mitad del siglo pasado, el desarrollo económico generó una gran demanda en el uso de los recursos naturales, rebasando en algunos casos, la capacidad de absorción y regeneración natural de los ecosistemas, con daños y pérdida del capital natural. Con el fin de cuantificar ese daño y responsabilizar

a los que contaminan, la Organización de las Naciones Unidas en el marco de la “Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo”, presentó en junio de 1992, los 27 principios básicos de la política ambiental. Entre estos principios, destaca el 16, que señala:

“Las autoridades nacionales deberían procurar fomentar la internalización de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos, teniendo en cuenta el criterio de que el que contamina debe, en PRINCIPIO, cargar con los costos de la contaminación…”

A la fecha no existe suficiente información para estimar el costo del impacto ambiental de las actividades mineras en México, sin embargo se reconoce que ha sido significativo. En la minería, así como en otros sectores industriales, los agentes económicos deben asumir el costo de sus afectaciones y trabajar con prácticas compatibles con el ambiente que coadyuven al desarrollo sustentable de dicha actividad.

Al ser la minería una actividad de competencia federal, el gobierno federal a través de la SEMARNAT, promueve la elaboración de instrumentos normativos y de fomento para inducir conductas, reorientar los procesos productivos, facilitar la gestión ambiental y promover el desarrollo sustentable del sector.

La competencia federal en el uso o el aprovechamiento de los recursos minerales está definida en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que establece, entre otros, que los minerales son del dominio de la Nación y su explotación solo puede realizarse a través de concesiones otorgadas a particulares o empresas constituidas conforme a las leyes mexicanas.

La legislación minera señala la obligatoriedad para quienes beneficien minerales o substancias definidas en ella, de sujetarse a las disposiciones y normas aplicables al sector en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente.

Actualmente existen cinco instrumentos normativos en materia ambiental relacionados con actividades mineras: presas de jales, exploración minera directa, suelos contaminados con metales, muestreo de suelos y sistemas de lixiviación de oro y plata. Otras dos normas se encuentran en elaboración y se refieren a planes de manejo de residuos mineros y a sistemas de lixiviación de cobre.

SE10-28 CARTEL

ISÓTOPOS DE ESTRONCIO PARA EVALUAR INTRUSIÓN DE AGUA MARINA EN UN ACUÍFERO COSTERO EN ENSENADA, B.C., MÉXICO

Lara Valenzuela Karla y Weber Bodo
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada
klara@cicese.mx

El acuífero de Maneadero, ubicado en un valle 13 km al sur de la ciudad de Ensenada, es una importante fuente de agua fresca, tanto para sustentar la agricultura extensiva practicada en el valle, como para abastecer de agua potable a la ciudad y asentamientos urbanos circundantes; sin embargo, debido a décadas de sobreexplotación y pobres políticas de administración, la calidad del agua ha ido menguando con el tiempo, condición evidenciada por el incremento en la salinidad, que se expresa en términos de Sólidos Totales Disueltos (TDS). Como el acuífero de Maneadero es de tipo costero, se ha señalado a la intrusión de agua marina como la causa principal del aumento de los TDS.

Para evaluar la intrusión marina en el acuífero usamos isótopos de estroncio (Sr) bajo la siguiente premisa: la razón isotópica 87Sr/86Sr al día de hoy es constante (0.70918 # 0.00001) gracias a que el Sr en el mar tiene un tiempo de residencia de 5.0 × 10^6 años y tarda 1000 años en homogeneizarse por completo; considerando que la concentración de Sr en el agua de mar (7.74µg) es de 10 a 100 veces mayor que la concentración promedio de las aguas continentales y asumiendo que su razón isotópica será muy diferente de la del agua de mar, una intrusión marina causará una respuesta inmediata tanto en la concentración de Sr como en la razón 87Sr/86Sr.

La metodología consistió en la toma muestras de aportes naturales al acuífero y pozos de abastecimiento al final de las temporada de lluvias y seca (marzo y octubre 2009, marzo 2010), separación del Sr con Cromatografía de Extracción (EXC) y determinación de concentraciones de Sr y razones 87Sr/86Sr de las muestras con una técnica de laboratorio combinada llamada Espectrometría de Masas con Dilución Isotópica (ID-MS). Se utilizó la resina SrSpec de Eichrom® para la EXC, la solución COMBI-C3 como spike para la dilución isotópica y el espectrómetro de masas Finnigan MAT 262 equipado con multicolector, para determinación de razones isotópicas de Sr.

Como resultados, encontramos que el aporte NE presentó en ambas temporadas una razón 87Sr/86Sr de ~0.7076 (significativamente menor que la del agua de mar, ~0.7092), y el aporte SE una razón 87Sr/86Sr menor de ~0.7063, pero concentración mayor que la del aporte NE. Las razones 87Sr/86Sr de los pozos muestreados se encuentran en un intervalo entre la razón 87Sr/86Sr de NE y la del SE. Las muestras tomadas de los pozos cercanos a la costa mostraron las mayores salinidades y concentraciones de Sr, respectivamente, pero ninguna de ellas presentó una razón 87Sr/86Sr mayor que la del aporte NE. Los modelos de mezcla sugieren la presencia de un muy bajo porcentaje de agua de mar.

En base a lo anterior, la alta salinidad del acuífero no puede ser explicada por intrusión de agua marina únicamente por lo que sugerimos que procesos de evaporación y reciclaje de sales a causa del riego son más plausibles para justificar la alta salinidad en el acuífero.

Sesión Especial

MODELACIÓN MATEMÁTICA COMPUTACIONAL DE SISTEMAS TERRESTRES

Organizadores:
Guillermo Hernández García
Norberto Vera Guzmán
Agustín Alberto Rosas Medina

SE11-1

EFFICIENT SPLITTING METHOD FOR SOLVING THE DIFFUSION EQUATION ON A SPHERE

Skiba Yuri[1] y Filatov Denis[2]
[1]*Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM*
[2]*Centro de Investigaciones Computacionales, IPN*
skiba@servidor.unam.mx

A new method of constructing balanced finite-difference schemes for describing the diffusion dynamics on a sphere has been developed [1]. The main idea is the use of coordinate splitting of the original diffusion equation and the subsequent construction of one-dimensional balanced schemes [2]. The splitting is accompanied with the Crank-Nicolson or/and purely implicit approximation in time. Although the sphere is not a doubly periodic manifold, the approach allows to employ two coordinate maps for covering the sphere and thus to use periodic boundary conditions for solving the split one-dimensional problems in both directions [3-4]. This approach does not require imposing artificial boundary conditions at the poles, and allows increasing the spatial accuracy [3-6]. As an example, a fourth-order finite difference scheme for the linear diffusion equation is given. The schemes are computationally inexpensive and can be solved by direct band linear solvers. Numerical experiments have demonstrated that the approach allows adequate simulating both homogeneous and heterogeneous diffusion processes (that is, both with constant and variable diffusion coefficient) all over the sphere. Upon this, the properties of balance of the total amount of the substance and the substance dissipation in the L2-norm are properly satisfied.

In spite of the fact that the method is described for the linear diffusion equation, it can directly be applied to a nonlinear diffusion problem if one linearizes the original equation in each small time interval and uses the coordinate splitting. Indeed, then each split one-dimensional linearized problem will have the same form as in the case of linear diffusion provided that the diffusion coefficient depends now on the solution value taken from the previous time step.

The numerical experiments demonstrate a small gain of the Crank-Nicolson approximation over the purely implicit scheme for the linear model. However, for the nonlinear model both schemes provide almost indistinguishable results.

References:

1. Yu.N. Skiba and D.M. Filatov (2010), On an Efficient Splitting-Based Method for Solving the Diffusion Equation on a Sphere. Numer. Meth. PDE (in press).

2. Yu.N. Skiba (1995), Finite-Difference Mass and Total Energy Conserving Schemes for Shallow-Water Equations, Russian Meteor. & Hydrol., 2, 35-43.

3. Yu.N. Skiba and D.M. Filatov (2007), On Splitting-based Mass and Total Energy Conserving Arbitrary Order Shallow-Water Schemes, Numer. Meth. PDE, 23 (3), 534-552.

4. Yu.N. Skiba and D.M. Filatov (2008), Conservative Arbitrary Order Finite Difference Schemes for Shallow-Water Flows, J. Comp. Appl. Math., 218 (2), 579-591.

5. Yu.N. Skiba and D.M. Filatov (2009), Mass and Energy Conserving Fully Discrete Schemes for the Shallow-Water Equations, in: G. Spadoni (ed.), Energy Conservation: New Research, Nova Science Publishers, USA, 155-197.

6. Skiba Yu.N. and D.M. Filatov (2009), Simulation of Soliton-like Waves Generated by Topography with Conservative Fully Discrete Shallow-Water Arbitrary-Order Schemes. Intern. J. Numer. Meth. Heat & Fluid Flow, 19 (8), 982-1007.

SE11-2

ALGUNOS DESARROLLOS EN EL DISEÑO ÓPTIMO DE REDES DE MONITOREO DEL AGUA SUBTERRÁNEA UTILIZANDO MODELOS ESTOCÁSTICOS

Herrera Zamarrón Graciela[1], Briseño Ruiz Jessica Vanessa[2] y Simuta Champo Roel[2]
[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Posgrado del Instituto de Ingeniería, UNAM*
ghz@geofisica.unam.mx

Para reducir los costos de monitoreo de aguas subterráneas a largo plazo, Herrera (1998) desarrolló una metodología para el diseño óptimo de redes de monitoreo espacio-temporales. En ésta se seleccionan posiciones y tiempos de monitoreo de tal forma que no proporcionen información redundante en el espacio y el tiempo. La metodología utiliza un modelo de flujo y transporte estocástico para predecir la incertidumbre que tendrían las variables a monitorear y a través de un filtro de Kalman ensamblado espacio-temporal se evalúa la reducción en esta incertidumbre debida a la incorporación de datos obtenidos por la red de monitoreo. Para elegir las posiciones y los tiempos de monitoreo óptimos, se aplica un método de optimización de adiciones sucesivas.

La metodología se aplicó a un problema de campo en Herrera et al. (2001) y se presentaron algunos ejemplos de sus usos en Herrera y Pinder (2005). La aplicación del filtro de Kalman ensamblado requiere de simulación estocástica o monte Carlo, por lo que es necesario correr repetidas veces el modelo de flujo y transporte. Para reducir el número de simulaciones requeridas se probó la incorporación de un método de muestreo del tipo hipercubo latino en Zhang et al. (2005). En el mismo trabajo se probó un algoritmo genético para llevar a cabo la optimización. Algunos avances recientes en la metodología son: 1) la posibilidad de seleccionar las profundidades de muestreo en el diseño, y 2) el uso del filtro de Kalman espacio-tiempo para la estimación global de los parámetros del modelo estocástico. Una revisión del desarrollo de la metodología y los resultados más recientes se presentarán en esta plática.

Herrera, G. S. (1998), Cost effective groundwater quality sampling network design, Ph.D. thesis, Univ. of Vt., Burlington.

Herrera, G. S., and G. F. Pinder (2005), Space#time optimization of groundwater quality sampling networks, Water Resour. Res., 41, W12407, doi:10.1029/2004WR003626.

Herrera, G. S., J. Guarnaccia, G. F. Pinder, and R. Simuta-Champo (2001), Design of efficient space-time groundwater quality sampling networks, in the proceedings of the 3rd International Symposium on Environmental Hydraulics, held in Tempe, Arizona, December 5-8, 2001.

Zhang, Y., G. F. Pinder, and G. S. Herrera (2005), Least cost design of groundwater quality monitoring networks, Water Resour. Res., 41, W08412, doi:10.1029/2005WR003936.

SE11-3

NUMERICAL SIMULATION OF THE VADOSE ZONE: EFFECT ON SIMULATED FLUXES AT THE WATER TABLE DUE TO SELECTED BOUNDARY CONDITIONS AND VERTICAL DISCRETIZATION

Carrera Hernández Jaime J.[1], Mendoza Carl[2], Devito Kevin[2] y Smerdon Brian[3]
[1]*Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica*
[2]*University of Alberta*
[3]*CSIRO land and water*
jaime.carrera@ipicyt.edu.mx

The spatial and temporal variability of recharge is important in sub-humid, semi-arid and arid regions, where from a long-term analysis, evapotranspiration exceeds rainfall but where short, high intensity rainfall and snow melt events largely exceed evapotranspiration, thus enabling the recharge process to occur. Recharge can be classified as either actual recharge, which is the water that reaches the water table, or potential recharge, which is the water that might be available for recharge, but which due to specific situations (e.g., high water table) is transformed into run-off.

Because the unsaturated zone is a key element in hydrology, a large number of studies have recently used numerical models to investigate the factors that control recharge, because the unsaturated zone determines how precipitation is partitioned into runoff, infiltration, groundwater recharge and evapotranspiration. Accordingly, unsaturated flow modeling is increasingly being used to estimate potential aquifer recharge. A review of previous studies shows that unit-gradient and fixed water table lower boundary conditions have been applied to models of constant and variable spatial discretization.

In order to provide a general guidance, this work studies the effect of both discretization and boundary conditions on simulation times and estimated fluxes at the water table, using monolithic columns of different depths and textures. According to long-term numerical simulations (1919-2007) it can be concluded that a vertical discretization at both the top and bottom of the columns (varying from 0.1 to 10 cm) is recommended in order to improve simulation times. As will be illustrated, whenever the unsaturated flow modeling approach is used to estimate potential aquifer recharge, a fixed-head lower boundary condition should be used as it also allows upflux from the water table on dry years, a situation that is more physically-based than the unit-gradient boundary condition.

SE11-4

FLUJO EN MACROFRACTURAS UTILIZANDO DESCOMPOSICIÓN DE DOMINIO

Vera Guzmán Norberto
Instituto de Geofísica, UNAM
nrbrt@geofisica.unam.mx

En este trabajo se presenta una forma de simular el flujo de un fluido en un medio poroso fracturado, utilizando dos modelos macrohíbridos mixtos acoplados. Se utiliza descomposición de dominio para replantear el problema global como un conjunto de subproblemas locales, tanto para el medio poroso como para las fracturas. De acuerdo a este enfoque, se obtienen problemas locales (n)-dimensionales para el medio poroso, y problemas locales (n-1)-dimensionales para las fracturas.

La metodología que se aplica es la siguiente.

1. Se considera el dominio de definición del problema (medio poroso fracturado) Omega, como una región en 2D o en 3D.

2. El dominio Omega se divide en ER subdominios, y se asocian las interfases entre los subdominios con las fracturas del medio poroso. Las propias fracturas a su vez, se dividen en EF subfracturas.

3. Para cada subdominio y para cada subfractura se plantea un problema mixto de flujo.

4. Cuando se considera que Omega es una región 2D, se tienen ER subdominios en 2D y EF subfracturas en 1D. Si Omega es una región 3D, se tienen ER subdominios en 3D y EF subfracturas en 2D o 1D del espacio 3D.

5. Los problemas mixtos de flujo planteados en los ER subdominios y en las EF fracturas, se acoplan para resolver el problema global.

Para resolver estos problemas, se utiliza una formulación variacional, una aproximación de elemento finito mixto y algoritmos de punto próximo. Esta forma de plantear y resolver los problemas permite la aplicación del cómputo en paralelo.

Se presentan algunos experimentos numéricos realizados en 2D considerando cualquier geometría, tanto en los subdominios como en las fracturas.

SE11-5

DDM APPLIED TO SUBSURFACE FLOW AND TRANSPORT

Hernández García Guillermo
Instituto de Geofísica, UNAM
ghdez@geofisica.unam.mx

Introduction

Recently, parallel computing is the most effective means for increasing computational speed. In this work various mathematical and numerical methods were developed to apply the multipliers-free domain decomposition methods (Herrera, I, 2008; Herrera, I, and Yates, R, 2009). Applying this method and the finite element methods, to the flow and transport in porous media, it was possible to obtain efficient parallelization of the governing equations in reservoirs with dominant advection.

Methods

The domain decomposition method has been investigated recently by several authors for bi-dimensional and tri-dimensional elliptic and parabolic problems. This method is attractive because it permits parallel processing of finer meshes to approach the domain at transport problems.

We consider some simple iterative sub-structuring methods that rely on a partition non-overlapping sub-domain. At the global domain an internal boundary a local domains are defined. The Schur complement matrix, relative to the unknowns on the internal boundary is obtained. This matrix can be found by sub-assembling local contributions. In particular solving the Schur system for the unknowns at the internal boundary, the internal components can be found.

Results

A code was developed for the Domain Decomposition Method, DDM, applied to the Transport in porous media. The existing code (2D version) was modified to incorporate the DDM.

Conclusion

It has been shown that dual-primal DDMs can be formulated without recourse to Lagrange multipliers and a multipliers-free formulation of such methods has been developed. This approach yields simple unified matrix-expressions, in terms of a generalized Schur-complement matrix. Applying this method, to the flow and transport in porous media, permit to obtain efficient parallelization of the governing equations in reservoirs with dominant advection.

References

Herrera, I., “New Formulation of Iterative Substructuring Methods Without Lagrange Multipliers Neumann-Neumann and FETI”. Num. Meth. Part. Diff. Eq., 24(3) pp845-878, 2008.

Herrera, I. and Yates, R., “The Multipliers-Free Domain Descomposition Methods”, Numerical Methods For Partial Differenctial Equations, 2009 (Online DOI 10.1002/num. 20462).

Herrera, I. and Yates, R., “The Multipliers-Free Dual Primal Domain Decomposition Methods for nonsymmetrical Matrices”, Numerical Methods For Partial Differential Equations, 2009 (Submitted).

SE11-6

ASIMILACIÓN MULTIESCALA EN MEDIOS POROSOS MEDIANTE MÉTODOS DETERMINÍSTICOS Y ESTOCÁSTICOS

Martínez Morales Manuel
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
manuelm@tlaloc.imta.mx

En las últimas décadas el estudio del transporte de contaminantes en medios porosos ha sido objeto de una investigación intensa como resultado del creciente interés sobre la calidad del agua y los problemas de contaminación. Los primeros métodos cuantitativos que trataron de describir el transporte en sistemas de agua subterránea dependían completamente en un esquema determinístico, específicamente en la ecuación de advección – dispersión. Sin embargo, estudio recientes han señalado la importancia que tiene la heterogeneidad en el subsuelo en los mecanismos de transporte. Por ejemplo, se ha observado que el monitoreo de la distribución del soluto en espacio y tiempo requiere de un gran número de pozos de observación y una gran frecuencia de mediciones de la concentración del soluto. Además, el transporte en condiciones naturales es un proceso lento y la mancha de contaminación requiere de un monitoreo continuo durante un periodo de tiempo largo.

Los estudios de campo sugieren que los procesos depositacionales y diagenéticos controlan la estructura espacial de acuíferos sedimentarios. Dichos estudios muestran que la conductividad hidráulica puede predecirse relacionándola con el tipo de estratificación y los procesos depositacionales debido a los patrones espaciales en tamaño de partículas, cribado, orientación, y empacamiento. El control primario en el flujo del agua subterránea es la conductividad hidráulica, puesto que actúa de manera directa en el cambio de magnitud y dirección del transporte advectivo, mientras que la porosidad actúa solo en cambios de magnitud de la velocidad.

Se ha reconocido desde hace mucho tiempo que la incertidumbre estructural puede ser el factor dominante. Esto es especialmente importante en modelación de aguas subterráneas, donde la estructura geológica es dominante para el flujo del agua subterránea pero donde el conocimiento específico de la geología es limitado. La simulación del flujo a través de medios geológicos heterogéneos requiere que los modelos numéricos capturen los aspectos importantes de las estructuras dominantes del flujo. Solo una selección limitada de métodos operacionales han sido desarrollados para cuantificar las incertidumbres estructurales en los modelos geológicos.

Por otro lado, en las últimas tres décadas, los métodos estocásticos han sido las herramientas favoritas para generar imágenes de variables hidráulicas. Estas técnicas son capaces de producir la heterogeneidad observada en algunas escalas. Sin embargo, hay un gran potencial para hacer adaptaciones inteligentes de las herramientas de simulaciones estocásticas a los modelos tradicionales, por ejemplo el método basado en cadenas de Markov que genera campos de conductividad hidráulica para modelos de flujo, con el objetivo de representar realísticamente el nivel de heterogeneidad de las variables del subsuelo.

La investigación aquí propuesta proporcionará métodos nuevos de asimilación de conceptos geológicos en las simulaciones numéricas, expandiendo el conocimiento y la habilidad para visualizar en la geometría en tres dimensiones de las unidades sedimentarias, así como presentar un método que investigue los efectos de los caminos de los valores extremos de la conductividad hidráulica.

SE11-7

UN MÉTODO PARA RUTEAR EN EL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Parra Guevara David
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
pdavid@atmosfera.unam.mx

El sistema de recolección de residuos sólidos en zonas urbanas es de gran importancia, ya que la acumulación de desechos en sitios no adecuados dentro de la ciudad (calles, parques, etc.) o en sus inmediaciones (barrancas, bosques, etc.), origina diversos efectos nocivos en los ecosistemas, en la salud humana y en la infraestructura de la ciudad [3].

Un sistema eficaz para la recolección de los residuos sólidos urbanos requiere un plan de movimiento completo de las unidades recolectoras por las calles y avenidas (ruteo), lo cual necesita de un método para planificar los recorridos o trayectos. Un antecedente importante de este tipo de planeación se tiene en los procedimientos de la US-EPA [4], donde los recorridos se determinan por el reconocimiento de algunos patrones simples que forman las calles y avenidas, y que se repiten en cada municipio. Este tipo de procedimiento es posible cuando el trazo de la ciudad es regular, es decir, cuando las calles son paralelas o perpendiculares en su mayoría, con pocas variaciones. Sin embargo, cuando el trazo de la ciudad es irregular y contiene un gran número de vías el problema de planificar los recorridos no es trivial [3].

En este trabajo se analiza este problema de ruteo modelando un sistema complejo de calles y avenidas como un grafo no-dirigido, conexo con nodos de

grado par [1]. Se presenta un algoritmo para planificar el recorrido óptimo de las unidades recolectoras como un trayecto cerrado, completo y simple, es decir, como un circuito de Euler en el grafo [1]. El algoritmo determina el movimiento entre las aristas (calles) por descenso de máxima incidencia, siguiendo los nodos de mayor grado, es decir, en forma similar a la dispersión más eficiente dentro de una red libre de escalas [2]. Dicho algoritmo construye el circuito de Euler en un numero finito de etapas, las cuales dependen de la estructura del grafo (conexiones entre calles y avenidas) , pero nunca exceden al orden de éste (intersecciones de calles). En cada etapa el algoritmo determina un subgrafo con un circuito de Euler, lo cual genera una partición del grafo original. El encaje de tales circuitos en nodos de contacto constituye el trayecto cerrado, completo y simple de todo el sistema. Este algoritmo es rápido, ya que su tiempo de ejecución depende cuadráticamente del número de aristas, por lo que se puede aplicar a problemas de planificación de rutas en sistemas de gran tamaño. Al final del trabajo se presenta una estrategia para disminuir el numero de etapas y acelerar el algoritmo, así como una extensión del método a los sistemas con vías que presentan dirección.

Referencias

1. Chartrand, G. y P. Zhang, Introduction to graph theory. McGraw-Hill, 2005.

2. Pastor-Satorras R. y A. Vespignani, Epidemic spreading in scale-free networks. Physical Review Letters, 86, 3200-3203, 2001.

3. Pichtel, J., Waste management practices. Municipal, hazardous and industrial. CRC Press, 2005.

4. USEPA. EPA-530-R-95-023. Decision-Makers guide to solid waste management. Solid waste and emergency response. United States Environmental Protection Agency. Manual. Washington, DC., 2003.

SE11-8

A STUDY OF NONLINEAR FLOWS IN A BOUNDED DOMAIN WITH CONSERVATIVE FULLY DISCRETE SHALLOW-WATER SCHEMES

Filatov Denis[1] y Skiba Yuri[2]

[1]*Centro de Investigaciones Computacionales, IPN*

[2]*Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM*

denisfilatov@gmail.com

Abstract. Recently we have developed a conservative finite difference model for the simulation of shallow-water flows on a sphere [1, 2] that has a series of benefits over other modern schemes [3, 4]. The present study is an extension of the developed approach to the case of a bounded domain. Employing operator splitting of the original equation and carefully treating the boundary conditions, we construct mass- and energy-conserving finite difference schemes that can be used for modelling shallow-water flows in a sea gulf, in a bay, etc. Importance of correct splitting of the boundary conditions is discussed. Behaviours of solution's key integral characteristics in time are analysed. Several numerical tests, including those with purely nonlinear effects, are presented.

Keywords: Shallow-water equations, conservative finite difference schemes, nonlinear flows in a bounded domain.

References

1. Yu.N. SKIBA and D.M. FILATOV, Simulation of Soliton-like Waves Generated by Topography with Conservative Fully Discrete Shallow-Water Arbitrary-Order Schemes, Int. J. Numer. Meth. Heat & Fluid Flow, 19 (2009) 982-1007.

2. Yu.N. SKIBA and D.M. FILATOV, Mass and Energy Conserving Fully Discrete Schemes for the Shallow-Water Equations, in: G. Spadoni (ed.), Energy Conservation: New Research, Nova Science Publishers, USA, 2009, pp. 155-197.

3. T.D. RINGLER and D.A. RANDALL, A Potential Enstrophy and Energy Conserving Numerical Scheme for Solution of the Shallow-Water Equations on a Geodesic Grid, Mon. Wea. Rev., 130 (2002) 1397-1410.

4. R. SALMON, Poisson-Bracket Approach to the Construction of Energy- and Potential-Enstrophy-Conserving Algorithms for the Shallow-Water Equations, J. Atmosph. Sci., 61 (2004) 2016-2036.

SE11-9

PROGRAMACIÓN LINEAL PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

Parra Guevara David, Skiba Yuri y Pérez Sesma Arturo

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

pdavid@atmosfera.unam.mx

La contaminación del aire existe en todas las escalas desde lo extremadamente local hasta lo global. En cada escala los eventos de contaminación tienen diferentes características determinadas por la intensidad y la ubicación de las fuentes contaminantes, la reactividad de las sustancias emitidas y las condiciones de dispersión atmosférica (viento, turbulencia, etc.). Un elemento común en todos estos eventos es que la mezcla de los contaminantes ocasiona una amplia gama de efectos adversos en las personas y en los ecosistemas, los cuales van desde la irritación de las vías respiratorias y reacciones asmáticas en los seres humanos, hasta el deterioro de los bosques, la acidificación de los cuerpos de agua y el cambio climático global.

Desafortunadamente, este fenómeno persistirá en el mediano plazo debido a que el uso de los combustibles fósiles (principal fuente de la contaminación atmosférica) no tendrá un cambio sustancial en las próximas décadas (BP statistical review of world energy-2009). Por tal motivo, es necesario crear programas complementarios de control de emisiones a corto (CECP) y largo plazo (CELP).

En el CELP se planifica la reducción de las emisiones con base en un periodo anual y con el fin de acotar el número de días al año en que se violan algunas normas de la calidad del aire [1]. Por otra parte, en el CECP se establecen criterios cuantitativos y cualitativos para reducir las emisiones durante los episodios de mala dispersión atmosférica (inversiones térmicas) que favorecen la acumulación excesiva de los contaminantes durante algunas horas. Este tipo de programa se diseña para mantener la concentración promedio de cada contaminante por debajo de la norma ambiental respectiva hasta que existan mejores condiciones de dispersión [3].

En este trabajo se presenta un modelo de programación lineal (MPL) que define factores de amortiguamiento sobre las emisiones contaminantes en el contexto del CECP [2]. La función objetivo por minimizar representa el costo de la aplicación del control. Para determinar las restricciones del problema de optimización se considera un modelo de dispersión tridimensional para sustancias pasivas bien formulado y el correspondiente modelo adjunto. Las funciones de influencia (soluciones adjuntas) permiten establecer las restricciones ecológicas en forma integral a través del principio de dualidad para la concentración promedio de cada contaminante [2]. Se muestran algunas características del MPL (el cual se resuelve por el método simplex y un método de punto interior) y ejemplos sintéticos de su aplicación. Finalmente, se propone una generalización de esta técnica de control interpretando los coeficientes de la matriz de restricciones como coeficientes de transferencia, lo cual permite usar modelos de dispersión mas generales.

Referencias

1. Greenberg, H. J., Mathematical programming models for environmental quality control. Operations Research, 43 (4), 578-622, 1995.

2. Parra-Guevara, D., Yu. N. Skiba and A. Pérez-Sesma, A linear programming model for controlling air pollution. International Journal of Applied Mathematics, 23 (3), 549-569, 2010.

3. Skiba, Yu. N. and D. Parra-Guevara, Pollution level assessment and control of emission rates. In: Progress in Air Pollution Research. Nova Science Publishers, USA, 219-260, 2007.

SE11-10

MÉTODOS COMPUTACIONALES DE EOR: GALERKIN DISCONTINUO Y TÉCNICAS UPWINDING

Rosas Medina Alberto[1] y Herrera Revilla Ismael[2]

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

[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*

albertico@geofisica.unam.mx

Actualmente los modelos matemático-computacionales de yacimientos petroleros son ampliamente utilizados en la recuperación mejorada del petróleo (EOR) Además, la aparición de técnicas complejas de recuperación en el campo de la producción petrolera ha hecho hincapié en la necesidad de herramientas matemáticas y computacionales sofisticadas. Entre los métodos de discretización utilizados, Galerkin discontinuo debe mencionarse [Chen 1,2]. Una teoría verdaderamente general y sistemática de los métodos Galerkin discontinuo (dG) puede formularse utilizando funciones de base y de prueba, funciones definidas por partes, que pueden ser completamente discontinuas a través de la frontera interna que separa los elementos finitos entre sí.

Sin embargo, esto no se hace en las fórmulas habituales de los métodos dG, a pesar del hecho de que tal teoría está disponible [3] (el origen de esta teoría se remonta a [4,5]).

En esta charla se presenta en detalle esta teoría innovadora de los métodos dG, que trata funciones discontinuas definidas por tramos, sin recurrir a multiplicadores de Lagrange. Entonces como una ilustración, se aplican para obtener una interpretación nueva y más precisa de técnicas. de upwinding.

Palabras clave: Upwind, transporte dominado por advección, Galerkin discontinuo.

[1] Zhangxin Chen, Guanren Huan, Yuanle Ma. Computational Methods for multiphase flows in Porous Media. SIAM 2006.

[2] Hongsen Chen, Zhangxin. Chen, Guanren Huan, Zhongxiao Wang. Mixed discontinuous FE methods and Their Applications to Two-Phase Flow in Porous Media. Contemporary Mathematics, 295. 2002.

[3] I. Herrera, Theory of differential equations in discontinuous piecewise defined functions, Numerical methods for partial differential equations, 23 (2007), 597-639.

[4] I. Herrera, "Unified Approach to Numerical Methods. Part 1. Green\'s Formulas for Operators in Discontinuous Fields". Journal of Numerical Methods for Partial Differential Equations, 1(1), pp. 12-37, 1985.

[5] I. Herrera, Chargoy, L. y Alduncin, G. "Unified Approach to Numerical Methods. Part 3. Finite Differences and Ordinary Differential Equations". Journal of Numerical Methods for Partial Differrential Equations, 1, 241-258, 1985.

SE11-11

PROPIEDADES DE AUTO-SIMILARIDAD Y AUTO-AFINIDAD DE PATRONES DE FRACTURAS EN ROCAS GENERADOS CON UN MODELO ESTOCÁSTICO DE CRECIMIENTO LAPLACIANO

Aguilar Hernández Alejandra y Ramírez Santiago Guillermo
Universidad Nacional Autónoma de México
alec@fisica.unam.mx

En este trabajo se investigaron las propiedades de auto-similaridad de patrones bidimensionales obtenidos de imágenes binarias de contornos de fracturas en rocas de diferente origen geológico y diferentes escalas de longitud. También se estudiaron las propiedades de auto-similaridad y auto-afinidad de un Modelo Estocástico de Crecimiento Laplaciano (MECL) bidimensional que emula las propiedades estructurales de contornos de fracturas en rocas. El MECL se define en términos de un proceso de iteración de una transformación conforme, no lineal, de una solución elemental de la ecuación de Laplace. La transformación conforme no lineal depende explícitamente de dos parámetros, a y l. El parámetro a, varía continuamente en el intervalo (0, 1), y define la forma de una protuberancia que se añade en cada etapa de crecimiento del contorno, mientras que l representa el área de la protuberancia. Después de realizar n iteraciones el mapeo no lineal produce un patrón de fractura. La variación de a en el intervalo (0, 1) genera familias de patrones bidimensionales de fracturas con diferentes propiedades estructurales. Esto permite emular fracturas en rocas de escalas de longitud y origen geológico diferentes. Para caracterizar las propiedades estructurales de los patrones de fracturas tanto en rocas como los obtenidas con el modelo, se calcularon tres diferentes dimensiones fractales:(i) de capacidad, (ii) de información y (iii) de correlación. También se calculó el exponente de rugosidad asociado a los perfiles angulares de los patrones obtenidos con el MECL. De un análisis detallado de la estructura de estos patrones, se encontró que las dimensiones fractales de capacidad, información y correlación decrecen monótonamente conforme a aumenta. Cuando a toma valores muy cercanos a la unidad los valores de estas tres dimensiones fractales tienden a converger a un mismo valor, sugiriendo un carácter auto-similar de los patrones. Además, de un análisis de las correcciones al escalamiento del exponente de rugosidad de los patrones obtenidos con el MECL se concluye que la familia de patrones con a = 0.9 tiene propiedades auto-afines. Lo que es más importante, para este valor de a el valor del exponente de rugosidad está dentro del rango de valores reportados para fracturas en rocas. Un resultado notable de este trabajo es que las propiedades de auto-similaridad de los contornos de fracturas en rocas en las escalas de milímetros y metros coinciden con las de los patrones del MECL con a = 0.15 y 0.30, respectivamente. Así también, las propiedades estructurales de fracturas en rocas en la escala de kilómetros coinciden con las de los patrones del MECL con a = 0.90. Esto indica que diferentes familias de patrones obtenidos con el MECL representan bien la estructura auto-similar de los contornos de fracturas en rocas en estas escalas de longitud.

SE11-12

STABILITY AND CONVERGENCE CONSIDERATIONS ON THE NUMERICAL SOLUTION OF THE TRANSPORT EQUATION

Sánchez Vizuet Tonatiuh y Skiba Yuri
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
aber_leider@hotmail.com

Besides its intrinsic value on the mathematical modelling of non-diffusive transport phenomena, the transport equation constitutes an excellent dydactical tool with which to introduce the study of numerical methods for the solution of partial differential equations. The relative simplicity of its structure, as well as the availability of an analytical solution provide an easy way to compare the results predicted by different numerical schemes with the analytical solution of the problem, thus allowing a transparent view of the importance of fundamental aspects of numerical analysis such as the stability of a scheme and the convergence of the numerical solutions. In this work we study the Upwind, Lax-Wendorff and Box finite difference schemes for smooth and discontinuous initial conditions as well as for different values of the Courant parameter. The results are compared with the analytical solutions to obtain accuracy estimates for each in terms of mean square and maximum error.

References:

1.-Sánchez Vizuet, T. "Soluciones de la ecuación de transporte unidimensional: propiedades analíticas y numéricas". 2010.

2.-Skiba, Y.N "Métodos y Esquemas Numéicos. Un Análisis Computacional". 2005 Dirección General de Publicaciones y Fomento editorial,UNAM.

3.-Morton, K.W., Mayers, D. Numerical Solution of Partial Differential Equations. 2nd. Edition 2005 Cambridge University Press.

4.-Strikwerda, J. C. Finite Difference Schemes and Partial Differential Equations. 1989 Wadsworth & Brooks/Cole.

SE11-13

COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE LINEALIZACIÓN APLICADOS A UN MODELO DE FLUJO EN DOS FASES EN MEDIOS POROSOS

Zavala Sosa Emilio y De la Cruz Salas Luis Miguel
Instituto de Geofísica, UNAM
ezavalasosa@gmail.com

Una de las técnicas de recuperación secundaria de petróleo es la inyección de fluidos en medios porosos. Modelar este tipo de procesos requiere de la solución de un conjunto de ecuaciones diferenciales parciales no lineales y acopladas. Para resolver este tipo de problemas se requiere de algún método que permita linealizar dichas ecuaciones. En este trabajo se comparan tres métodos con los cuales es posible resolver la no linealidad: IMPES (Implicit Pressure, Explicit Saturation), IMPES mejorado y Newton-Raphson. Se resuelve un modelo en dos fases (agua-aceite) usando la formulación de la presión del aceite y la velocidad total. Las ecuaciones se discretizan usando el método de volumen finito en mallas cartesianas regulares.

El análisis de desempeño de los algoritmos implementados correspondientes a cada método, se realiza evaluando los siguientes aspectos: tiempo de ejecución del problema para diferentes configuraciones, uso de memoria y facilidad de paralelización del algoritmo de cada método.

SE11-14

DISEÑO ÓPTIMO DE REDES DE MONITOREO DEL AGUA SUBTERRÁNEA APLICANDO COMPUTO EN PARALELO

Leyva Suárez Esther, Herrera Zamarrón Graciela y De la Cruz Salas Luis Miguel
Instituto de Geofísica, UNAM
estherley@yahoo.com

El diseño óptimo de redes de monitoreo es un tema importante dentro de la hidrología, ya que en general, las redes de monitoreo tienen como objetivo cuantificar una variable que varía en el espacio y el tiempo utilizando un número limitado de estaciones de medición distribuidas de forma óptima en la región de observación.

Herrera (1998) propuso un método para el diseño óptimo de redes de monitoreo que utiliza un modelo de flujo y transporte estocástico. En éste, la simulación estocástica (también conocida como simulación Monte Carlo) se utiliza para evaluar diferentes momentos estadísticos del modelo. La forma en la que se aplica la simulación estocástica consiste en generar realizaciones repetidas de la variable aleatoria considerada (carga hidráulica o algún parámetro de calidad del agua subterránea) a través de un modelo de flujo y/o transporte. Sin embargo, con frecuencia se requieren un gran número de corridas de los modelos para que los momentos converjan, lo que en una computadora serial puede requerir muchas horas de uso continuo, dependiendo del problema del que se trate y de la capacidad de la computadora. Por este motivo se requiere paralelizar el proceso y lograr que éste se lleve a cabo en un tiempo razonable.

El proceso de la simulación estocástica es altamente paralelizable, ya que cada corrida del modelo se puede llevar a cabo en forma independiente. En este trabajo se presentan los resultados de algunas pruebas de paralelización del programa GWQMonitor (que aplica el método propuesto por Herrera), mediante el manejo de scripts en un sistema de alto rendimiento.

SE11-15

ESTABILIDAD DE FLUJOS ZONALES SOBRE UNA ESFERA

Hernández Rosales Arturo[1] y Skiba Yuri[2]
[1]*ESIA, Unidad de Ciencias de la Tierra, IPN*
[2]*Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM*
ahernandezr0100@ipn.mx

Se considera la estabilidad lineal de flujos zonales sobre una esfera en rotación. Se analizan tres condiciones necesarias para la inestabilidad de dichos flujos, las cuales son: a) condición de Rayleigh-Kuo, b) condición de Fjortoft, y c) condición de Skiba. Las dos primeras condiciones ponen restricciones al perfil del flujo zonal y se aplican a cualquier flujo. A diferencia de las dos primeras condiciones, la tercera condición restringe la estructura del modo inestable y se

aplica sólo a los polinómios de Legendre que representan las funciones basicas para formar cualquier flujo zonal. Las tres condiciones complementan uno a otro en el estudio de la estabilidad infinitesimal de flujos zonales sobre la esfera. Se presentan resultados numéricos y se discuten las aplicaciones de las tres condiciones de inestabilidad.

Referencias:

1. Rayleigh,L. (1879). On the stability or instability of certain fluid motions, Proc. London Math. Soc., s1-11, 57-72.

2. Kuo, H. L. (1949). Dynamic instability of two-dimensional nondivergent flow in barotropic atmosphere. J. Meteorol., 6: 105-122.

3. Fjortoft, R. (1950). Application of integral theorems in deriving criteria of stability of laminar flow and for baroclinic circular vortex, Geophys. Publ. Norske Vid.-Akad. Oslo, 17: 1-52.4.

4. Skiba, Yu. N. (2000). On the normal mode instability of harmonics waves on a sphere, Geophys. Astrophys. Fluid Dynamics, 92: 115-127.

SE11-16

DISEÑO ÓPTIMO DE REDES DE MONITOREO PARA LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA CON MUESTREO A DIFERENTES PROFUNDIDADES

Simuta Champo Roel[1] y Herrera Zamarrón Graciela[2]
[1]*Posgrado de la Facultad de Ingeniería, UNAM*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
simucharo@yahoo.com

Las redes de monitoreo de la calidad del agua subterránea son indispensables para el estudio y solución de los problemas de contaminación de acuíferos, pero también representan los componentes de dicho estudio de mayor costo, tanto por los gastos asociados con la operación de los pozos de monitoreo como los del análisis de las muestras. Por este motivo un problema relevante es cómo reducir los costos asociados con el monitoreo de la calidad del agua subterránea. Tal reducción se puede lograr a través del muestreo de menos pozos, o del muestreo de los mismos pozos pero menos veces, o por la combinación de ambas estrategias. G. Herrera (1998) propuso un método para la optimización espacio-temporal de redes de monitoreo de la calidad del agua subterránea que combina un filtro de Kalman ensamblado, un modelo de trasporte estocástico y un método de optimización de adiciones sucesivas. El filtro de Kalman se aplica en el dominio espacio y tiempo para evaluar cómo una muestra que se toma de un pozo dado y en un tiempo dado, reduce la varianza para todas las posiciones y tiempos en los que se buscan los estimados. Una de las entradas para el filtro de Kalman es la matriz de covarianza espacio-temporal de la concentración del contaminante en todas las posiciones y tiempo de muestreo posibles. G. Herrera deriva los elementos de esta matriz de covarianza de la ecuación de advección y dispersión que gobierna el transporte de masa numéricamente discretizada. Para optimizar la red, G. Herrera busca determinar dónde y cuando muestrear para minimizar una función de la varianza del error de la concentración estimada (obtenida del filtro de Kalman) en las posiciones y tiempos de interés. La determinación de un plan de muestreo óptimo se obtiene a través de un procedimiento secuencial que selecciona los puntos de muestreo en espacio-tiempo que minimizan la función en cada paso, y se detiene cuando la función alcanza un valor predeterminado. En esta plática se presenta la incorporación a la metodología propuesta por G. Herrera de la selección de la profundidad a la que se toma la muestra y se prueba en un caso controlado basado en un caso real en el acuífero de Toms River en Nueva Jersey.

SE11-17

APLICACIÓN DE CÓMPUTO PARALELO PARA LA SOLUCIÓN EFICIENTE DE UN PROBLEMA DE INYECCIÓN DE AGUA

Flores Vargas Ricardo y De la Cruz Salas Luis Miguel
Instituto de Geofísica, UNAM
hombredelespacio@hotmail.com

En la actualidad, la explotación petrolera en México requiere del desarrollo de metodologías de recuperación secundaria y terciaria que permitan un aprovechamiento óptimo de este recurso natural. Los modelos matemáticos y computacionales son una herramienta muy poderosa para estudiar y predecir el comportamiento de este tipo de fenómenos. En este trabajo se hace una formulación de un flujo bifásico en medios porosos basado en el modelo de petróleo negro. En esta formulación se resuelve una ecuación de presión para el aceite y una ecuación de saturación para el agua. Dichas ecuaciones son discretizadas mediante el método de volumen finito (MVF), en mallas Cartesianas regulares. El problema particular que se resueve en este trabajo es en un dominio cuadrado con cuatro pozos productores en las esquinas y un pozo inyector en el centro (five-spot configuration). Aprovechando la simetría del sistema se puede resolver un cuarto del área del dominio, con el tratamiento adecuado de las condiciones de frontera. Debido a que los yacimientos petroleros son muy extensos es interesante e importante aplicar la teoría descomposición de dominio de una forma óptima, para ello aplicamos algunos métodos de paralelización y comparamos su aceleración y eficiencia, en la solución del problema antes planteado.

SE11-18

ESTIMACIÓN DE LA RECARGA EN MODELOS ESTOCÁSTICOS DEL FLUJO SUBTERRÁNEO UTILIZANDO UN FILTRO DE KALMAN ENSAMBLADO

Kohn Ledesma Ingrid Alejandra[1] y Herrera Zamarrón Graciela[2]
[1]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
ingridkl@gmail.com

El principal objetivo de las redes de monitoreo del agua subterránea es llevar a cabo estimaciones de la carga hidráulica o de parámetros de la calidad del agua y su variación con el tiempo. Un método que involucra el espacio y el tiempo de forma combinada para el diseño óptimo de este tipo de redes fue propuesto por G. Herrera (1998). El método utiliza en forma combinada un filtro de Kalman espacio-temporal ensamblado, un modelo estocástico de flujo y transporte, y un método de optimización de adiciones sucesivas. Al aplicar este método, es importante que las características del modelo estocástico sean congruentes con los datos de campo. Por esta razón, Herrera y Briseño (2010) aplicaron un filtro de Kalman espacio-temporal ensamblado, para estimar la conductividad hidráulica, obteniéndose buenos resultados. En este trabajo, se propone una modificación de este método para la estimación del término de la recarga en el modelo estocástico.

SE11-19

UN FILTRO DE KALMAN ENSAMBLADO PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA EN MODELOS ESTOCÁSTICOS DEL FLUJO SUBTERRÁNEO

Briseño Ruiz Jessica Vanessa[1] y Herrera Zamarrón Graciela[2]
[1]*Posgrado de la Facultad de Ingeniería, UNAM*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
jevabrir@hotmail.com

Herrera (1998) propuso un método para el diseño óptimo de redes de monitoreo de la calidad del agua subterránea que involucra el espacio y el tiempo de forma combinada. Para obtener las estimaciones de la concentración del contaminante que se esté analizando, este método emplea un filtro de Kalman ensamblado en espacio y tiempo, con base en un modelo estocástico de flujo y transporte. Cuando el método se aplica es importante que las características del modelo estocástico sean congruentes con los datos del problema, pero en general es laborioso tener un buen ajuste entre ellos manualmente. Por esta razón el principal objetivo de este trabajo es extender el filtro de Kalman ensamblado en espacio y tiempo propuesto por Herrera, a la estimación de la conductividad hidráulica y aplicarlo en un ejemplo sintético. El método consiste de tres pasos; 1) Dada la media y el semivariograma del ln K, se obtienen realizaciones aleatorias de este parámetro. Para ello se emplean dos alternativas: la primera consiste en obtener realizaciones del ln K empleando simulación secuencial Gaussiana (SGSim) y la segunda consiste en obtener las realizaciones empleando el método Latin Hypercube Sampling (LHS). 2) Con las realizaciones de LnK obtenidas con SGSim o LHS, se emplea el modelo estocástico para producir el mismo número de realizaciones de la carga hidráulica (h) y del contaminante (C). Con estas realizaciones se obtienen las medias de h, de ln K y de C y también la matriz de covarianza cruzada h-lnK-C. La matriz de covarianza se obtiene mediante promedios de las realizaciones de h, ln K y C en los puntos de estimación y en las posiciones en las que se tienen datos de algunas de las variables. Los puntos de estimación están distribuidos en la zona afectada por la pluma del contaminante y son las posiciones en donde se desea obtener las estimaciones de ln K usando el filtro ensamblado de Kalman. 3) Finalmente se realiza la estimación de ln K, h y C empleando el filtro de Kalman ensamblado en espacio y tiempo. El filtro de Kalman requiere de una estimación espacio-temporal inicial y de la matriz de covarianza del error de esta estimación. La matriz de covarianza cruzada de h-lnK-C y la media de las realizaciones se emplearon con este fin. El caso de estudio sintético tiene un área de modelación de 700 x 700 metros, con 702 nodos y 1306 elementos. Se considera un solo pozo de bombeo, ubicado en la parte central de la zona de estudio. Para el modelo de transporte de contaminantes se considera un área de emanación de contaminante en la zona oeste de la zona de estudio. La malla de estimación es uniforme y está compuesta por 48 nodos dispersos en toda la zona de estudio y con una separación aproximada de 90 metros entre los nodos. Es en esta malla es en donde se realiza la estimación de parámetros. En esta plática se presentarán los resultados de este caso de estudio.

Sesión Especial

40 AÑOS DE EDUCACIÓN GEOFÍSICA

Organizadores:
David Escobedo Zenil
Martín Cárdenas Soto
Xyoli Pérez Campos

SE12-1

PROMOVIENDO LAS CIENCIAS DE LA TIERRA EN LA EDUCACIÓN BÁSICA DEL ESTADO DE QUERÉTARO

Alaniz Álvarez Susana Alicia[1], Gómez González Juan Martín[1], Nieto Samaniego Angel Francisco[1], Silva Corona Jesús[1], Muñoz Torres Carolina[1], Botero Santa Paola Andrea[2] y Loza Aguirre Isidro[2]
[1]*Centro de Geociencias, UNAM*
[2]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, Centro de Geociencias, UNAM*
alaniz@unam.mx

Entender la gravedad, la flotabilidad y la convección es indispensable para explicar fenómenos naturales muy complicados como el clima, la tectónica de placas, corrientes oceánicas, volcanismo, entre otros relacionados con las ciencias de la Tierra. Cómo estos conceptos son actualmente entendidos por maestros y alumnos de las escuelas primarias del estado de Querétaro fueron algunos de los objetivos del programa Cadena por la Ciencia. Los autores llevamos a cabo este programa para implementar los libros de la serie "Experimentos simples para entender una Tierra complicada" a las escuelas primarias públicas del Estado de Querétaro. Este programa consistió en que académicos del Cegeo pusimos los talleres a los maestros de la USEBEQ, los cuales después lo pusieron a sus alumnos. Primero se les pidió a los maestros contestar un cuestionario, el cual contiene, entre otras, preguntas relacionadas con los experimentos de la caída de los cuerpos de Galileo y el de la flotabilidad realizado por Arquímedes. En el mismo día se les pide hacer todos los experimentos de cada libro y posteriormente se contesta el mismo cuestionario en grupo. Tenemos las respuestas de 587 maestros de primaria de tres estados y de 22,000 estudiantes de escuelas primarias del estado de Querétaro. Las respuestas de los maestros y alumnos antes de hacer los experimentos ratifican algunos estudios previos que demuestran que la intuición va en contra de lo que se muestra en muchos de los experimentos propuestos en los libros "1. La presión atmosférica y la caída de los cuerpos y "3. ¡Eureka! Los continentes y los océanos flotan". El 52% de los niños y el 63% de los maestros contestaron que los cuerpos más pesados caerán más rápido que los más ligeros. El 56% de los maestros contestó que una balanza equilibrada con materiales de distinta densidad seguirá estando nivelada bajo el agua y sólo el 36% contestó correctamente que se inclinaría hacia el objeto más denso. En cuanto a la convección, sólo el 2% de los maestros la señaló como uno de los procesos involucrado en una vela prendida.

En el programa Cadena por la Ciencia se contempló una serie de pasos para tratar de corregir algunas percepciones erróneas observadas sobre la diferencia entre el peso y masa, aceleración y fuerza de gravedad, densidad y flotabilidad. El taller ofrece una explicación y una aplicación a la vida diaria de cada experimento y promueve la discusión en grupo de cómo se generan y evalúan las evidencias que sostienen una teoría científica. Los resultados del programa nos muestran que fue una experiencia educativa exitosa muy entretenida. Los libros de la serie "Experimentos simples para entender una Tierra complicada", los cuestionarios, y las instrucciones de los talleres se pueden descargar de la página:

http://www.geociencias.unam.mx/geociencias/experimentos/experimentos.html

SE12-2

GEOPHYSICS FIELD CLASSES OFFERED AT CALIFORNIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Stock Joann y Clayton Robert
California Institute of Technology
jstock@gps.caltech.edu

Caltech offers field classes in both marine and on-land geophysics. We have taught formal classes in marine geophysics three times: NBP0102 (17 days, South Atlantic); NBP0207 (25 days, California to New Zealand, including work in Mexican waters) and NBP0607C (14 days, New Zealand). The course comprises one hour per day of lecture; homework using the data collected; watchstanding; and daily ping editing. Each student is assigned reading ahead of time, and required to do a short presentation during the class. Each student writes a research report using cruise data for the major part of their grade. We generally had 12-15 students, both graduate and undergraduate. Geophysical systems used are: gravity, magnetics, swath bathymetry, 3 kHz echo sounder with subbottom penetration, XBTs/XSVs, and seismic reflection. For each cruise, a track is chosen to collect new data for geophysical problems of interest. Student participants came from nine US institutions and CICESE. Several students developed their reports into thesis papers. Undergraduates found that this class led to more shipboard experience and to employment or graduate studies in marine science. Although most US oceanographic institutions give student academic credits for cruise participation, there is not usually formal class instruction during such cruises, nor inclusion of students from non-oceanographic institutions.

We also teach field geophysics including one academic term of theory class, a week of field work, and analysis and report of the field observations. The theory class includes gravity, magnetics, seismic reflection, seismic refraction, ground-penetrating radar, resistivity, and RTK-GPS, because these methods are used during the field experiment. Our field equipment is shared with UCLA and includes: a gravimeter, two proton precession magnetometers, two RAS-24 seismic systems with 5 meter geophone spacing and a Betsy gun source, a ground-penetrating radar system with 2 m, 1 m, and 0.5 m antennas; and a 48-channel programmable resistivity system with 5 meter electrode spacing. Because these seismic, resistivity and GPR systems image near-surface targets, we design the field experiment to study active faults in California, complementing these studies with gravity and magnetics for addressing deeper structural questions. The students rotate field assignments so that each student performs each field technique. For the final reports, written after the field trip, each student is assigned a data set to analyze, with data from all the techniques. Each student writes his own report, which is graded individually. Participants are graduate and undergraduate students from geological sciences or engineering. We have also had students from UCLA and CICESE. This type of class requires considerable planning to organize, particularly with regards to access to suitable camp sites, table space, power sources (such as a generator) and laptop computers, but we find it to be a very good experience for training students and for studying accessible problems in geophysics.

Additional details of the curriculum of these classes can be found at: http://www.gps.caltech.edu/~jstock/Ge211.html and http://www.gps.caltech.edu/classes/ge111 .

SE12-3

ENFOQUE POR COMPETENCIAS, CONFORMA EL NUEVO PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA GEOFÍSICA EN EL IPN

Rocha de la Vega Francisco Rubén, Murillo Cruz Efrén y De los Santos Cano Gabriela
E.S.I.A. Ticomán, IPN
frochav@ipn.mx

La carrera de Ingeniería Geofísica fue fundada en México en el año de 1970. Su creación fue influenciada por la necesidad mundial de explorar hidrocarburos como el petróleo y otros recursos naturales. Desde entonces la carrera se impartió con un plan de estudios que fue de 8 semestres con 2 de ellos que formaron el tronco común. Desde su creación y hasta la década de los 80's, la Ingeniería Geofísica en México cumplió los propósitos planteados para la exploración de recursos naturales. Como resultado México vio fortalecida su producción petrolera y minera. La exploración y explotación de agua también fueron muy favorecidas, sobre todo en el abastecimiento a comunidades rurales de nuestro país.

Durante la década de los 80's, México sufrió dos fenómenos naturales de gran impacto socioeconómico, marcando el inicio de la intervención seria y directa del gobierno para mitigar los efectos de fenómenos naturales o desastres naturales; provocando así, la atención de la Geofísica en los problemas de esta índole. De ahí que en 1984 se realiza el primer rediseño del plan de estudios aumentando a 9 semestres sin tronco común, implantando el llamado Plan Facultativo, en donde los estudiantes elegían las asignaturas a tomar sin salirse de la normatividad de la Seriación.

Para inicios de los 90's, existieron varios indicadores para proponer una segunda reestructuración de la carrera de Ingeniería Geofísica que fue terminada en 1994. Ésta contemplaba la continuación y fortalecimiento en la exploración de recursos naturales y además, el estudio de fenómenos naturales. El plan de estudios se diseñó de 9 semestres y regresa el Plan Semestral y se omite la seriación.

Par inicios del nuevo siglo, la resolución de la instrumentación geofísica actual permitió determinar estructuras del subsuelo a diferentes escalas, esto facilitó aplicar métodos geofísicos a otras áreas, como la Ingeniería Civil, la Arqueología y para el Medio Ambiente. Estas últimas aplicaciones dan como resultado la tercera restructuración, la cual entró en el nuevo esquema institucional del Nuevo Modelo Educativo. La carrera continuó impartiéndose en 9 semestres agregando 2 asignaturas optativas para favorecer la titulación por Opción Curricular.

Es en 2009, cuando surge en México el Sistema Educativo basado en Competencias, dando como consecuencia la última reestructuración, la cual se imparte con 5 niveles en base a competencias básicas, formativas, específicas y profesionales, dentro de los niveles se incluyen materias elegibles y optativas, las cuales podrán ser cursadas de la propia carrera o de otras disciplinas, los estudiantes tendrán créditos para materias electivas, los cursos que elijan los decidirán los propios estudiantes. Por lo que los ingenieros geofísicos contaran con una sólida formación integral y tecnológica que le permitirán integrarse al ámbito profesional con las competencias adquiridas durante su desarrollo en el programa académico, con el objetivo de comprender mejor la dinámica, estructura y delimitación de las propiedades de los sistemas terrestres. Lo anterior con base en la participación activa de nuestros egresados en los campos profesionales y académicos reafirmando así su compromiso con el desarrollo del país y de la sociedad.

SE12-4

LA CARRERA DE INGENIERO GEOFÍSICO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN: UNA PERSPECTIVA A 26 AÑOS DE SU FUNDACIÓN

Montalvo Arrieta Juan Carlos, Méndez Delgado Sóstenes, Garza Rocha Daniel, García Peña Ángel y Medina Barrera Francisco
Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León
montalvo@fct.uanl.mx

La Facultad de Ciencias de la Tierra (FCT) fue creada por la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) en junio de 1983 cómo una dependencia orientada para la formación técnica y profesional con la finalidad de desarrollar y aplicar conocimiento de frontera en diversos campos de las Ciencias de la Tierra. La FCT se ubica en la región citrícola del sur del estado, en la ciudad de Linares, N. L., a 130 km al sureste de la ciudad de Monterrey y surge dentro del proceso de descentralización de la educación superior de la UANL del área urbana de Monterrey. La carrera de Ingeniero Geofísico (IG) forma parte de una de las cuatro ingenierías que ofrece la FCT. La carrera de IG actualmente cuenta con la re-acreditación del Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI) para el periodo febrero 2009 – febrero 2014. Por otro lado, se cuenta con la acreditación (nivel I) de los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES). En sus orígenes el programa de estudios consistió de un total de doce semestres, con un tronco común de cuatro semestres. A través de su historia, se han realizado tres reestructuraciones del plan de estudios llevadas a cabo en 1987, 1999 y 2005. En la primera se reduce el número de semestres de 12 a 10. Con la reestructuración de 1999 se toman en cuenta las sugerencias de los CIEES y la visión de la UANL para el 2006, dando como resultado una reducción del tronco común a tres semestres (en donde se cuentan con bloques de cursos básicos, de geociencias y complementarios) y la carrera se reduce a nueve semestres. La última reestructuración llevada a cabo en 2005 contempla las recomendaciones del CACEI y la actualización del programa visión 2012 de la UANL, en ésta se incluyen materias optativas en los últimos tres semestres con la finalidad de que los alumnos decidan el área de especialización de su interés. En la actualidad se trabaja en la reestructuración curricular con base en el Modelo Educativo de la UANL, con un enfoque en competencias. Entre los cambios contemplados está: (a) la escolarización del servicio social y las prácticas profesionales. (b) La estructura del programa contempla una duración total de diez semestres, con un tronco común de tres. (c) Las unidades de aprendizaje se clasifican en obligatorias, optativas y de libre elección, lo que permite la movilidad estudiantil y el intercambio académico, así como diversas formas de obtener experiencias académicas. En este trabajo se presenta: (i) el diagnóstico de la implementación de los diferentes planes de estudio y su impacto en la formación de los alumnos, (ii) la evolución del perfil de egreso, (iii) el seguimiento de los egresados en el mercado laboral y académico. Finalmente se discuten los retos y perspectivas de la carrera de IG cómo un polo de desarrollo educativo en el noreste de México.

SE12-5

INGENIERÍA GEOFÍSICA EN LA UNAM

Cárdenas Soto Martín[1], Escobedo Zenil David[1] y Pérez Campos Xyoli[2]
[1]*Facultad de Ingeniería, UNAM*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
martinc@servidor.unam.mx

La carrera de ingeniería geofísica en la UNAM se creó en el año de 1970 como una necesidad de contar con ingenieros preparados en la exploración de hidrocarburos. Durante las dos décadas siguientes, la exploración dejó de ser prioritaria y los egresados de la carrera empezaron a ejercer en otras áreas de la geofísica. Actualmente observamos que una contribución importante de los egresados es en temas de interés nacional como el agua, los recursos minerales, fuentes alternas de energía, problemas ambientales y desastres naturales.

El plan de estudios de la carrera ha sido modificado y actualizado en diez ocasiones; el plan vigente se puso en marcha en 2005. En los primeros 30 años de la creación de la carrera, el número promedio anual de ingreso y población fue de 70 y 250 alumnos, respectivamente. Observamos que en los últimos diez años, tanto la matrícula como el número de titulados se ha incrementado significativamente. Observamos que este incremento depende de: a) programas académicos dirigidos a fomentar la permanencia y titulación, b) la demanda de egresados dada la reactivación de la exploración de hidrocarburos, c) el interés que despierta en los alumnos los retos tecnológicos, y d) los fenómenos naturales que quejan el país.

El plan 2005 aún preserva la esencia académica y profesional del perfil del egresado que se planteó después de los años 90. Hoy en día, el nivel profesional y de competencia que exigen los empleadores es, por un lado, egresados que cuenten con fundamentos sólidos, y por otro lado, se aclama que estos profesionistas posean otras competencias que les permitan incursionar profesionalmente incluso a nivel internacional. En este trabajo se presenta el panorama general de lo que ha sido la carrera en los últimos 40 años, y casos de estudio que muestran hacia donde dirigir las modificaciones para la actualización del plan de estudios y el perfil del egresado.

SE12-6

PERSPECTIVA Y RETOS DEL ESTUDIANTE DE INGENIERÍA GEOFÍSICA DE LA BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA (BUAP)

García Amador Bernardo Ignacio
Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
apeironbiga@hotmail.com

La carrera de ingeniería geofísica, creada en el 2001 en la Facultad de Ingeniería de la BUAP, ha manifestado diversos retos durante su historia, dentro y fuera de la misma universidad; sin embargo, el paso firme e iniciativa de estudiantes, académicos y administrativos han logrado integrar y dar identidad poco a poco a la carrera.

La juventud de la geofísica en la BUAP representa un amplio margen de aprendizaje de grandes instituciones que ofertan ciencias de la tierra en el país. La participación de alumnos y maestros dentro de algunos programas de otras universidades, han permitido superar ciertas deficiencias que no habían sido tratadas desde adentro de la administración. Hoy en día el gran entusiasmo del alumnado por conocer y relacionarse más con las ciencias de la tierra en el país, impulsa un punto vital para el crecimiento de la geofísica en la BUAP.

Sesión Especial

THE LARGE AND DESTRUCTIVE EARTHQUAKES OF 2010

Organizadores:
Vala Hjorleifsdottir
Denis Legrand

SE13-1

EL SISMO DE HAITÍ 2010: UN AVISO DE CÓMO DEBEMOS PREPARARNOS EN EL CARIBE

Payero De Jesús Juan S.[1], Carbó Andrés[2], McNamara Daniel[3], Córdoba Diego[4] y Dávila Martín[5]
[1]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, IGEF, UNAM*
[2]*Departamento de Geodinámica, UCM*
[3]*USGS/ANSS/NEIC*
[4]*Departamento de Geofísica, UCM*
[5]*Real Observatorio de la Armada Española*
payero@ollin.igeofcu.unam.mx

El 12 de enero del 2010 a las 21:53 (GMT) ocurrió un terremoto M7.0, con epicentro en la zona de Puerto Príncipe, sur de Haití. Con 300,000 muertos y más de un millón de afectados, miles de edificios, viviendas, carreteras y puentes, la destrucción fue enorme. Pequeño tsunami fue reportado en Haití, Rep. Dominicana hasta Islas Vírgenes.

Haití y República Dominicana comparten la Isla Hispaniola o la Española, ésta tiene un historial sísmico amplio, siendo afectada por más de 50 grandes sismos en los últimos 500 años. En 1770 (Puerto Príncipe) y 1751 (Azua en RD), habían sido los últimos terremotos sobre esa falla; mientras que en el sismo de 1842, murieron aproximadamente 6,000 personas (norte Hispaniola) y en el sismo 1946 M8.1 (noreste de RD) fallecieron entre 350-1,500 personas, se reportó tsunami.

Con este sismo ha quedado evidenciado la falta de preparación instrumental, de investigación geofísica y la concientización de las personas. En la reciente década, proyectos importantes se realizaron en la Hispaniola y otros países del Caribe: Red de alerta temprana contra tsunamis en el Caribe (McNamara, 2005); Geoprico-Do (Carbó y Córdoba, 2005) y CARIBENORTE (Carbó y Córdoba, 2009) entre otros. Aquí presentamos una síntesis del proceso de estos proyectos y los beneficios obtenidos, como una iniciativa para la incorporación de Haití; la forma en que RD ha podido desarrollar su red y la colaboración con otros países.

On January 12, 2010 at 21:53 (GMT) M7.0 earthquake occurred with its epicenter in the area of Port au Prince, Haiti's south. With 300,000 dead and more than one million affected, thousands of buildings, homes, roads and bridges, the destruction was enormous. A small tsunami was reported both in the part of Haiti, the Dominican Republic to the Virgin Islands.

Dominican Republic and Haiti share the island of Hispaniola island or Española, it has a large seismic history, being affected by more than 50 large earthquakes in the last 500 years. In 1770 (Port au Prince) and 1751 (Azua, RD), had been the last earthquake on that fault, while in the earthquake of 1842 killed about 6,000 people (northern Hispaniola) and the 1946 M8.1 earthquake (Northeastern RD) died between 350 to 1.500 people, was reported tsunami.

This earthquake has been shown the lack of preparation instruments, geophysical research and awareness of people. In the recent decade, major projects were carry out in Hispaniola and other Caribbean countries: A network of tsunami early warning in the Caribbean (McNamara, 2005); Geoprico-Do (Carbó and Cordoba, 2005) and CARIBENORTE (Carbó and Cordoba 2009) among others. Here's a summary of the process of these projects and the profits, as an initiative for the integration of Haiti, the way in which RD was able to develop their networking and collaboration with other countries.

SE13-2

MISIÓN DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA A CHILE ASOCIADA AL TERREMOTO DEL 27 DE FEBRERO DE 2010, MW 8.8. EFECTOS DE SITIO

Rodríguez Miguel
Instituto de Ingeniería, UNAM
mrod@pumas.ii.unam.mx

La presentación trata sobre la misión del Instituto de Ingeniería de UNAM a Chile, asociada al terremoto del 27 de febrero de 2010, MW 8.8. En particular de las observaciones relacionadas a los posibles efectos de sitio observados en las ciudades de Santiago, Concepción y Viña del Mar.

Se consideró que el efecto de sitio fue significante cuando observamos que varias edificaciones en un área relativamente pequeña tuvieron daños severos. Adicionalmente a la inspección del edificio se intentó identificar las características básicas de los suelos que las sustentan, así como la estructura geológica en el entorno del sitio. En los sitios de interés se hicieron también mediciones de ruido sísmico ambiente para estimar la frecuencia predominante del sitio. Encontramos que la zona empresarial en la ciudad de Santiago, la zona plana de la ciudad de Viña del Mar y la ciudad de Concepción son sitios en los que probablemente la contribución del efecto de sitio al movimiento del terreno sentido es importante. También se presentan avances en la comparación de las prácticas chilenas y mexicanas en incluir la contribución de los efectos de sitio al cálculo de espectros de sitio.

SE13-3

IMPACTO GEOLÓGICO Y REGISTRO SEDIMENTARIO DEL TSUNAMI DEL 27 FEBRERO 2010: LEVANTAMIENTO POST-TSUNAMI, CHILE CENTRAL INTERNATIONAL TSUNAMI SURVEY TEAM – POST-TSUNAMI SURVEY RAPID RESPONSE

Ramírez María Teresa[1], Lagos Marcelo[2] y Arcas Diego[3]
[1]*Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM*
[2]*Laboratorio de Investigación de Tsunami, Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile*
[3]*National Oceanic and Atmospheric Administration*
mtramirez@ciga.unam.mx

El estudio realizado tras el tsunami generado por el terremoto del 27 de febrero del 2010 nos ha permitido evaluar y recopilar datos sobre los efectos geológicos y en la geomorfología de la costa central de Chile. El levantamiento de datos y la evaluación se realizó una semana después de ocurrido el tsunami como parte de la misión del grupo de Respuesta Rápida convocado por UNESCO-ITST (International Tsunami Survey Team – Post-tsunami Survey Rapid Response). El levantamiento realizado incluyó un vuelo aéreo de reconocimiento, así como el reconocimiento del terreno y su cartografía, mediciones de la altura de ola y runup, incluyendo transectos topográficos durante un periodo de 13 días, y posteriormente el análisis pre- y pos-evento mediante fotografías aéreas e imágenes satelitales.

Entrevistas a los testigos permitieron confirmar nuestras observaciones sobre los efectos producidos por el tsunami a lo largo de ~ 500 km de la costa central de Chile. En este trabajo analizamos los efectos del terremoto y tsunami en la morfología de la costa, las características de los depósitos del tsunami, las variaciones en la altura de las olas, runup y área de inundación, así como su relación con las características en la morfología de la costa.

SE13-4

¿SISMICIDAD DISPARADA EN MÉXICO POR EL TERREMOTO DE CHILE DE 2010?

Iglesias Mendoza Arturo[1], Pérez Campos Xyoli[1], Singh Shri K.[1] y Legrand Denis[2]
[1]*Departamento de Sismología, Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Departamento de Vulcanología, Instituto de Geofísica, UNAM*
arturo@geofisica.unam.mx

En un análisis de los registros de banda ancha de la red del Servicio Sismológico Nacional, correspondientes al sismo de Cauquenes, Chile, del 27 de febrero de 2010 (Mw=8.8), se observaron sismos locales (tiempo S-P < 5 s) en tres estaciones alejadas entre sí por más de 200 km. El más grande de ellos es muy cercano a la estación PNIG (Pinotepa Nacional, Oax.), con una magnitud estimada de 3.3. Al ser también observado en otras estaciones de la red, se pudo obtener una localización aproximada. Su registro comienza en el tren de ondas P del telesismo. Si bien las velocidades máximas del registro son dominadas por el telesismo, las aceleraciones máximas son provocadas por el sismo local.

Por otro lado, y de manera independiente al anterior, el registro telesísmico de la estación MMIG (Maruata, Mich.) contiene, nuevamente en el tren de ondas P, un evento local (más pequeño). Finalmente, en la estación CAIG (Cayaco, Gro.) se observa otro pequeño evento, en este caso montado al inicio del tren de ondas superficiales del registro telesísmico.

Si bien se ha reportado sismicidad disparada a distancias grandes después de sismos (p.ej Izmit,Turquia 1999, Hector Mine EU, 1999, etc.), dado que las estaciones donde fueron observados estos sismos locales se encuentran en zonas sísmicamente activas, existe alguna posibilidad de que se trate de una coincidencia temporal.

En este trabajo llevamos a cabo un análisis para determinar la probabilidad de que estos eventos hayan sido disparados o no por el sismo de Chile. Los resultados preliminares muestran que existe menos del 25% de probabilidad de que ocurra un sismo local de manera aleatoria en intervalos de una hora. De tal manera que la probabilidad conjunta de que existan tres sismos independientes en el mismo intervalo de una hora es menor que el 1.5%.

SE13-5

ENERGÍA SÍSMICA, TENSOR DE MOMENTOS Y VALORES MÁXIMOS DE VELOCIDAD Y ACELERACIÓN DE LOS SISMOS DE HAITÍ (MW=7.0), CHILE (MW=8.8) Y MÉXICO (MW=7.2) DE 2010

Pérez Campos Xyoli, Iglesias Mendoza Arturo y Singh Shri K.
Departamento de Sismología, Instituto de Geofísica, UNAM
xyoli@geofisica.unam.mx

En este año 2010 han habido tres sismos importantes, por sus magnitudes e impacto a la sociedad, en la región de Latinoamérica: Haití 12 enero, Chile 27 de febrero y México 4 de abril. Se llevaron a cabo estimaciones de energía

sísmica liberada para cada uno de ellos, y estos valores se compararon con los reportados por otros autrores. El primero liberó una energía sísmica equivalente a una magnitud 7.3 < Me < 7.5, en comparación con la magnitud Mw de 7.0 reportada por las diferentes agencias. A pesar de esta diferencia, este sismo no podría considerarse anómalo en estos términos, ya que los sismos de corrimiento lateral presentan consistentemente una diferencia positiva. El segundo liberó una energía sísmica equivalente a una magnitud 8.2 < Me < 8.6, menor a la magnitud Mw de 8.8 reportada. Nuevamente, esta diferencia no parece anómala, en este caso por tratarse de un sismo de mecanismo inverso. El tercer sismo liberó una energía sísmica proporcional a una magnitud Me de 7.4; la diferencia nuevamente es positiva con respecto a la magnitud reportada Mw de 7.2. En este caso la diferencia no es tan grande como para el sismo de Haití a pesar de haber tenido un mecanismo de corrimiento lateral. Además de estos análisis de energía sísmica, presentaremos las inversiones realizadas para el tensor de momentos sísmicos a partir de la fase W (fase de período largo entre la P y la S); así como la distribución de los valores máximos de velocidad y aceleración presentados por estos tres sismos, tanto a distancias telesísmicas como aquéllos registrados por el Servicio Sismológico Nacional.

SE13-6

COMPARISON OF MAINSHOCK AND AFTERSHOCK FOCAL MECHANISMS OF THE HAITI, CHILE AND MEXICO EARTHQUAKES OF 2010

Hjorleifsdottir Vala[1], Diehl Tobias[2] y Legrand Denis[3]
[1]*Departamento de Sismología, Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*LDEO, Columbia University*
[3]*Departamento de Vulcanología, Instituto de Geofísica, UNAM*
vala@geofisica.unam.mx

In a simple “textbook” earthquake sequence, the mainshock ruptures large patches of a fault plane and the aftershocks occur as a response to stress concentrations around the edges of the ruptured patches and to stress changes on other parts of the fault plane. More generally, aftershocks occur as a response to stress changes in a volume around the ruptured fault patches, on other fault planes, oriented sub-parallel or at angles to the main fault, as well as on the same fault(s) as the main shock.

Focal mechanisms provide information on the orientation of the fault planes ruptured in an earthquake. In this study we compare the mainshock focal mechanisms of three large earthquakes occurring in the first four months of 2010 to the focal mechanisms of their aftershocks. The mechanisms are obtained from the Global CMT catalog (globalcmt.org) and from “Nettles and Hjorleifsdottir (2010)” (for the Haiti earthquake).

The January 14, Mw 7.0 Haiti, predominantly strike-slip earthquake is remarkable for having only two events larger than Mw 4.5 detected, that have a similar focal mechanism as the mainshock, and 47 events detected with predominantly thrust motion (Nettles and Hjorleifsdottir 2010). Assuming that the mainshock ruptures one planar fault, the overwhelming majority of the aftershocks cannot occur on the same fault plane as the mainshock.

The February 27, Mw 8.8 Chile earthquake broke a large section of the subduction interface. The focal mechanism indicates a low angle thrust and many of the aftershocks have very similar focal mechanisms, pointing to slip on the megathrust. However, two of the largest aftershocks indicate normal faulting, one occurring in the outer rise and one in the hanging wall above the thrust interface.

We present preliminary double-difference locations of part of the aftershock sequence, supporting the evidence from focal mechanisms of multiple fault planes involved.

At the time of writing of this abstract, only the focal mechanisms for two aftershocks, with magnitudes larger than or equal to Mw 5.5, are available in the Global CMT catalog for the April 4, Mw 7.2 Mexico earthquake. The focal mechanisms of both of the aftershocks indicate predominantly strike-slip motion, similarly to the mainshock, indicating slip on the same fault or sub-parallel fault strands. The focal mechanisms for events with Mw 5.0-5.5 are expected to be available for analysis by the time of the meeting.

The three large events presented in this study show a large variety of faults involved in their aftershock sequences, highlighting the complex interaction between neighboring faults that can occur after a large earthquake.

SE13-7

COMPARACIÓN DE LAS DISTRIBUCIONES EN MAGNITUD, TIEMPO Y ESPACIO DE LAS REPLICAS DE LOS TERREMOTOS DE HAITÍ, CHILE Y MÉXICO, 2010

Legrand Denis[1], Rodríguez Miguel[2], Lermo Samaniego Javier[2], Hjorleifsdottir Vala[1], Suárez Gerardo[1] y Barrientos Sergio[3]
[1]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[2]*Instituto de Ingeniería, UNAM*
[3]*Servicio Sismológico, Universidad de Chile*
denis@geofisica.unam.mx

Comparamos las leyes de escalamiento en magnitud (Gutenberg-Richter), en tiempo (Omori) y en el espacio (geometría fractal) para los tres terremotos de 2010 en Haití, Chile y México. El factor b de la ley de Gutenberg-Richter es de 1.01, 1.18 and 1.09 respectivamente. El valor bastante grande para Chile muestra un déficit de grandes réplicas respecto al número de eventos más pequeños. El factor p de la ley de Omori es de 0.82, 1.07 and 0.81 respectivamente. Este valor bastante grande para Chile muestra que el número de réplicas disminuyo bastante rápido después del evento principal. Las dimensiones fractales D son de 1.9, 2.45 and 2.49 respectivamente. Los valores de Chile y México muestra una distribución de las replicas en un espacio casi en 3D, que puede ser atribuido al gatillo de otras fallas que están localizadas fuera del plano principal de ruptura del evento principal, como por ejemplo las replicas asociadas a la réplica la más grande de magnitud 6.9 que no ocurrió en el plano de ruptura del evento principal, sino en la corteza en el caso de Chile.

Se compara también cuales son las replicas las más grandes y cuando ocurren, alejándose de la ley de Bath (1965) que estipula que la réplica la más fuerte es de 1.2 menor que el shock principal. Para los terremotos de Chile y México del 2010 es de 1.9 y 1.8 respectivamente. Los valores bastante grandes del factor b para Chile y México son compatibles con este resultado. En el caso de Haití y México, estas replicas ocurren algunos minutos después del evento principal, mientras que para Chile la réplica la más grande ocurre 12 días después. Sabiendo que estos terremotos tienen mecanismos focales muy diferentes, eso se podría explicar por el hecho que una gran parte del plano de falla rompió durante el shock principal, independiente del tipo de mecanismo focal, lo que no favorece replicas grandes.

Sesión Especial

EXTENSIÓN Y MAGMATISMO DURANTE LA RUPTURA CONTINENTAL EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

Organizadores:

Luca Ferrari
Arturo Martín Barajas
Margarita López Martínez

SE14-1

MAGMA-TECTONIC FEEDBACK IN THE GULF OF CALIFORNIA RIFT

Ferrari Luca[1], Orozco Esquivel Teresa[1], López Martínez Margarita[2], Lonsdale Peter[3], Cerca Martínez Mariano[1] y Lino Escobedo Selene[2]

[1]*Centro de Geociencias, UNAM*

[2]*Departamento de Geología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE*

[3]*Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego*

luca@geociencias.unam.mx

The relative role of tectonics and magmatism in controlling each other is a classic chicken or egg causality dilemma. Whereas lithospheric extension promote decompression melting and localize magma ascent, magmatic intrusions thermally weaken the crust, helping to focus extension. In the case of western Mexico, this magma-tectonic feedback was further complicated by the presence of a retreating subduction zone, that induced crustal stretching in the upper plate but also a progressive westward (trenchward) relocalization of the magma generation zone in the mantle. Our present integration of the continental and offshore geology, backed by several tens of new U-Pb and Ar-Ar ages, indicate that the Gulf of California is only the last episode in a ~30-Ma-long history of a westward migrating magmatic and extensional pulses. During the last phases of subduction of the Farallon/Cocos plate, three episodes of arc magmatism developed in a progressively western position: a ~38-28 Ma and ~24-18 Ma ignimbrite dominated episodes in the southern Sierra Madre Occidental silicic large igneous province (SMO) and an episode of middle Miocene andesitic magmatism represented by the middle and upper part of the Comondú group in Baja California. The second episode is also well represented in the rifted continental blocks submerged in the southern Gulf of California (Orozco et al., this session). Extension began in Late Oligocene along N-S to NNW-SSE faults in the eastern part of the SMO. However, the most intense faulting occurred in early Miocene (~20-12 Ma) when a major system of N-S to NNW-SSE extensional faults rifted the western side of the SMO plateau concurrently with the development of the Comondú andesitic arc to the west (Ferrari et al., this session). This phase of orthogonal rifting, referred to as the Gulf Extensional Province, account for at least half of the crustal thinning in the Gulf. At ~12-10 Ma, shortly after the end of subduction, a bimodal suite made of basaltic dikes feeding flat lying lava flows and less abundant peralkaline ignimbrites was emplaced in western Sonora and along the Nayarit-Sinaloa coast and its corresponding offshore region, covering in unconformity the rifted continental blocks of the SMO. This bimodal pulse may be related to the detachment of the lower part of the subducted slab, allowing asthenosphere to flow into the portion of the mantle previously fluxed by the subduction fluids. The final rupturing of the lithosphere was accomplished by the formation of transtensional basins developed further to the west since ~9 Ma, that eventually evolved into small oceanic basins in the Pliocene. Three Plio-Quaternary mafic volcanic fields in Sinaloa (Choix, Perico, and Cacaxtla) developed within 150 to 200 km to the east of the these oceanic basins but show a distinctive enriched signature very different from the typical MORB of the Alarcon basin.

SE14-2

INTRUSIVOS DEL MIOCENO TEMPRANO EN BLOQUES CONTINENTALES SUMERGIDOS Y EN AMBAS MÁRGENES DE LA PORCIÓN SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Orozco Esquivel Teresa[1], López Martínez Margarita[2], Lonsdale Peter[3], Ferrari Luca[1], Cornejo Jiménez Candy[4], Piñero Lajas Doris[2] y Duque Trujillo José[1]

[1]*Centro de Geociencias, UNAM*

[2]*Departamento de Geología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE*

[3]*Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego*

[4]*Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, UAEH*

torozco@geociencias.unam.mx

Durante dos cruceros realizados en 2008 y 2009 se colectó un gran número de muestras de la corteza continental sumergida en la porción sur del Golfo de California, empleando un vehículo sumergible de operación remota o dragados. El estudio de dichas muestras y la integración de la geología de las márgenes conjugadas en Baja California Sur, Sinaloa y Nayarit ha permitido una mejor comprensión de la historia magmática previa a la apertura del Golfo.

En trabajos previos se había considerado que las rocas intrusivas que afloran en la parte sur de Baja California, en el bloque de Los Cabos y las islas Santa Catalina, San José, San Diego, Santa Cruz y Espíritu Santo, constituyen el basamento y son correlacionables con el batolito Peninsular del Cretácico tardío. A partir de nuevos datos geocronológicos, en este trabajo se documenta la presencia de intrusivos del Mioceno temprano, y sus equivalentes volcánicos, en bloques continentales sumergidos y en ambas márgenes de la porción sur del Golfo de California.

Para rocas intrusivas de zonas sumergidas del sur del Golfo de California se obtuvo una edad U-Pb de 19.9 Ma y cuatro edades Ar-Ar entre 17.4 y 18.5 Ma en muestras recuperadas del escarpe de la falla transformante Pescadero sur, de escarpes de fallas extensionales submarinas al SE de la cuenca Alarcón y del banco al este de la Isla Cerralvo. También se obtuvieron edades Ar-Ar de 19.9 a 18.1 Ma en rocas graníticas que forman la parte sur de la Isla Santa Catalina y de 18.6 Ma para un granito de Bahía Concepción. Estos intrusivos tienen gran semejanza a los cuerpos que afloran en los ríos Santiago y San Pedro en Nayarit, los cuales fueron fechados en ~19 a 20 Ma.

En el área también se ha identificado la contraparte volcánica de esas rocas intrusivas. Tobas riolíticas dragadas al E y NE de la Isla Espíritu Santo arrojaron edades U-Pb de 21.3 a 20.5 Ma, mientras que andesitas e ignimbritas de las Islas Danzante, Montserrat y Santa Catalina dieron edades Ar-Ar de 18.4 a 17.7 Ma. Las litologías y edades son similares a las reportadas para la parte inferior del Grupo Comondú alrededor de Bahía de La Paz y en otras localidades de Baja California Sur (e.g., Hausback, 1984; Drake, 2005) y para el último pulso ignimbrítico de la parte sur de la Sierra Madre Occidental (Ferrari et al., 2002 y datos nuestros no publicados).

Las rocas ignimbríticas del Mioceno temprano de Baja California Sur habían sido interpretadas como facies distales del volcanismo de la Sierra Madre Occidental; sin embargo, la distribución de los plutones silícicos en ambos lados del Golfo y en los bloques sumergidos es evidencia de que el arco silícico del Mioceno temprano se extendió a lo largo del área donde ahora se localiza la parte sur del Golfo de California y sus márgenes. Posteriormente, el arco fue desmembrado por el proceso de rifting, el cual pudo haber sido influido por el debilitamiento térmico de la corteza causado por este evento magmático.

SE14-3

EL VOLCANISMO DE ARCO DEL MIOCENO INFERIOR EN EL NORTE DE BAJA CALIFORNIA

López Martínez Margarita[1], Martín Barajas Arturo[1], Stock Joann[2], Lino Escobedo Selene[1] y Piñero Lajas Doris[1]

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

[2]*Caltech, USA*

marlopez@cicese.mx

Las ultimas manifestaciones del volcanismo de arco relacionado a la subducción de la placa Farallón y sus descendientes las microplacas Guadalupe y Magdalena ocurrieron a lo largo del margen occidental del Golfo de California. Las secuencias calco-alcalinas del arco en Baja California están compuestas de dacitas andesitas y andesitas basálticas principalmente asociadas a estratovolcanes. La compilación de edades disponibles muestra que el volcanismo de arco en la parte norte de la península ocurre en campos aislados entre el Mioceno medio e inferior (~ 14 a 20 Ma). En contraste en Baja California Sur el volcanismo es mas abundante, con una distribución continua, predominantemente de composición ácida (riolita-dacita), y el rango de edad es mayor (~ 12 a 22 Ma). Una diferencia importante es además la presencia de intrusivos Miocénicos que sugieren la exhumación de un espesor considerable de la corteza previamente a la subsidencia generalizada.

Las islas del Golfo de California también contienen un registro volcánico que documenta el cambio de régimen de subducción al régimen transtensivo del rift. El reconocimiento geológico de la mitad norte de Isla Ángel de la Guarda indica que una potente secuencia volcánica (~1000 m de espesor) sobreyace a un basamento granítico-metamórfico y arcosas prevolcánicas derivadas de éste. La secuencia incluye un complejo volcánico basal de 500-600 m de espesor de domos y brechas dacítico-andesiticas y flujos de lava basáltica subordinados. Este complejo comprende depósitos epiclásticos fuertemente basculados por la actividad de las fallas en el litoral noroeste de la isla. Hacia la cima la secuencia andesítica esta truncada y cubierta en discordancia por domos rioliticos y tobas intercaladas en una secuencia aluvial de conglomerado-arenisca. Las relaciones de contacto indican que las tobas de lapilli pumicítico son cogenéticas con los domos riolíticos.. Dos edades 40Ar/39Ar de 15.6 ± 0.2 y 13.3 ± 0.2 Ma, obtenidas en hornblenda, indican que la principal actividad volcánica andesítica corresponde a estratovolcanes del arco miocénico. Una edad de 11.8 ± 0.2 Ma en sanidino de una toba soldada intercalada en la cima de la secuencia sedimentaria sugiere que los domos rioliticos, tobas, flujos máficos y conos de escoria corresponden a una actividad volcánica distinta a la actividad andesitica-dacitica de arco. Resultados comparables han sido obtenidos para los campos volcánicos de San Luis Gonzaga, Bahía de los Ángeles, Puertecitos, Sierra Pinta y Sierra Las Tinajas en el norte de Baja California

Las diferencias en volumen y espesor de la secuencia de arco entre el norte y el sur de la península pueden atribuirse al cese progresivo de la subducción hacia el sur durante el Mioceno inferior. Dado el estado térmico de la litósfera bajo el arco Comondú el inicio del rift se ubicó a lo largo del eje de actividad volcánica del arco.

SE14-4

ORIGEN DEL GOLFO DE CALIFORNIA COMO UNA ZONA EXTENSIONAL RETROARCO DEL MIOCENO MEDIO

Ferrari Luca[1], López Martínez Margarita[2], Orozco Esquivel Teresa[1], Duque Trujillo José[1] y Cerca Martínez Mariano[1]
[1]*Centro de Geociencias, UNAM*
[2]*Departamento de Geología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE*
luca@geociencias.unam.mx

La fase inicial de rifting en el Golfo de California ha sido considerada como un proceso que ocurrió en el Miocene tardío donde la interacción entre las placa del Pacifico y la de Norteamerica fue acomodado por medio de una partición entre una deformación lateral derecha a lo largo del sistema de fallas Tosco-Abreojos al occidente de Baja California y una extensión ortogonal al este, en la llamada Provincia Extensional del Golfo (PEG) (Stock and Hodges, 1989). En este modelo la extension inicial en la región del Golfo ocurriría solo en el Mioceno Tardío, después del cese de la subduction afuera de Baja California a los ~12.5 Ma. Nuestro estudio de la geología del occidente de Nayarit y Sinaloa soportada por geocronología Ar-Ar y modelos físicos a escala apunta a un inicio mas temprano del proceso de rifting en la parte sur del Golfo. El limite oriental de la Provincia Extensional del Golfo en Nayarit y en Sinaloa esta conformado por una franja de hasta 50 km de fallas extensionales de alto angulo de dirección de N-S a NNO-SSE que afecta la parte Oeste del plateau ignimbritico de la Sierra Madre Occidental (SMO). Este sistema de fallas está segmentado en dominios de 130 a 190 km de largo con vergencia opuestas separados por zonas de transferencias perpendiculares. El basculamiento de bloques es hacia el ENE en el norte de Sinaloa y el norte de Nayarit, mientras que se vuelve ONO en el sur de Sinaloa, entre El Rosario y Piaxtla. La edad de esta franja extensional de dirección NNO está limitada por un pulso regional de volcanismo máfico geoquimicamente uniforme distribuido casi continuamente a lo largo de la parte oriental de la PEG desde Punta Mita, Nay., hasta Sonora. Este volcanismo está conformado por enjambres de diques de dirección NNO y coladas de lava horizontales que yacen en discordancia angular sobre los bloques basculados de la SMO. La edad de este volcanismo ha sido claramente establecida por un gran número de edades K-Ar y Ar-Ar entre ~12 y 10 Ma. Las lavas basalticas están emplazadas casi a nivel del mar, lo que indica un desplazamiento vertical mínimo de 2.2 km de las ignimbritas de la SMO, cuyas edades Ar-Ar mas recientes son de 18.7 Ma. Estos resultados son consistentes con el inicio de la actividad de la falla extensional de Los Cabos en la parte mas meridional de Baja California, donde las rocas del bloque de piso indican un enfriamiento rapido por exhumación antes de ~10 Ma (Fletcher et al., 2000) y los sedimentos mas antiguos en la cuenca asociada tienen una edad paleontologica del Mioceno medio. El establecimiento de una edad Mioceno medio para el inicio de la extensión en la PEG implica que este evento tectónico coincidió con el desarrollo del arco andesitico Comondú mas al oeste. En este caso el inicio del proceso de rifting habría ocurrido en un ambiente de retroarco durante el estadio final de la subducción de la placa Farallón.

SE14-5

VISCOUS DISSIPATION AS A REGIONAL THERMAL ANOMALY-GENERATOR PROCESS: IMPLICATIONS ON THE EVOLUTION OF BAJA CALIFORNIA POST-SUBDUCTION VOLCANISM

Negrete Aranda Raquel y Contreras Juan
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
rnegrete@cicese.mx

An intriguing feature of the Baja California peninsula is that volcanic activity thrived and continued along the axis of the peninsula even after the cessation of subduction 10 Ma ago. Post-subduction volcanism in Baja California occurred mainly in monogenetic volcanic fields comprising a variety of compositions, most of them associated with high-temperature regimes and marked by a “slab” signature (i.e., adakites, Niobium-enriched basalts and high-magnesium andesites).

Several attempts have been made to explain the origin and compositional diversity of such post-subduction volcanism. Many of them rely on the assumption that anomalous magmas are formed in direct response to tectonic events such as slab window formation or slab-tearing processes. However, none of them can offer a satisfactory explanation as to why volcanism as young as 1 Ma can be found along the Baja California peninsula. Observations elsewhere and in numerical simulations have shown that the slab tearing process is a fast one lasting only a few million years. By contrast the post-subduction volcanism in Baja California has lasted more than 10-million years.

Here, we present a physical model that shed light into the origin of this controversial phenomenon. The model calls upon viscous dissipation or shear heating as the process responsible for the generation of a regional heat flow anomaly with a maximum amplitude of 40 mW/m2 clearly observed in deep boreholes drilled in the area. We hypothesize that at moderate depths it may have caused partial melting after the cessation of subduction along the Baja California. Our results show that indeed is possible for rocks to increase their temperatures substantially in this way. Preliminary numerical experimentation shows that the melt fraction could reach up to 10% and the maximum amount of shear heating could lead to a temperature increase close to 200 °C at 35 km depth. Moreover, the rise of magmas and/or hot fluids in the shear zone will enhance the temperature increase in shallower parts, further promoting the production of melt.

SE14-6

ANALOGUE MODELS OF OBLIQUE RIFTING EVOLUTION OF THE GULF OF CALIFORNIA

Cerca Martínez Mariano[1], Corti Giacomo[2], Ferrari Luca[3] y Portillo Pineda Rodrigo[4]
[1]*Laboratorio de Mecánica Multiescalar de Geosistemas, Centro de Geociencias, UNAM*
[2]*CNR-IGG, Sezione di Firenze, La Pira, 4 – 50121 Firenze, Italy*
[3]*Centro de Geociencias, UNAM*
[4]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, Centro de Geociencias, UNAM*
mcerca@geociencias.unam.mx

The complex fault kinematics resulting from the phase of high oblique rifting (ca. 70°) of the Gulf of California, before the rupture and establishment of spreading segments and after a continued history of extension beginning in the Late Oligocene (see Ferrari et al., this session), were investigated through lithosphere-scale physical models of two types: a) models in a large-capacity centrifuge were performed at the Tectonic Modeling Lab in Florence (scale 1cm=40 km); and b) “normal” gravity models were made in the Laboratorio de Mecánica Multiescalar de Geosistemas (scale 1cm=25 km). In both cases, we simulated the upper brittle crust, lower ductile crust, and upper lithospheric mantle of the continental lithosphere (50 km) floating above a low viscosity fluid simulating the asthenosphere. The area rifted was simulated alternatively with a band or a plate of relatively weaker materials. The contact between strong and weak materials is characterized by a trace oriented at an angle of 70° with respect to the direction of extension, and its geometry simulated an interpreted en-echelon pattern of bordering faults. Deformation of the models was driven by displacement of the strong plate simulating the Baja California Block resulting in asymmetric rifting and strong localization of the deformation at the western Gulf border. The model results show the development of faults with dip-slip and/or oblique-slip kinematics forming depressions where the crust is highly attenuated. Dip-slip faults predominate in an en-echelon pattern slightly oblique with respect to the extension direction and strike-slip faults have a high angle with respect to the extension direction. The first order results for centrifuge and normal gravity models are similar in spite of differences in the lenght and quantity of the faults formed. The comparison of the experimental results with the faults patterns observed in the southern Gulf of California suggest a similar evolution. These findings might indicate that the geometry of the spreading segments was inherited from the initial segmentation of the border faults and emphasize the role of extension in localizing magma ascent at the more attenuated basins.

SE14-7

RUPTURA CONTINENTAL CONTROLADA POR FALLAS NORMALES DE BAJO ÁNGULO EN EL NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA; ANÁLISIS DE PERFILES SÍSMICOS DE REFLEXIÓN

Martín Barajas Arturo[1], González Escobar Mario[1], Fletcher John[1], Pacheco Romero Martín[1] y Mar Hernández Eduardo[2]
[1]*CICESE*
[2]*Instituto Tecnológico de Ciudad Madero*
amartin@cicese.mx

La transición entre extensión continental y ruptura de la litosfera en el norte del Golfo de California se observa a través de las cuencas conjugadas Tiburón y Delfín. La interpretación de una malla sísmica de 5 a 20 km de separación propiedad de PEMEX permitió identificar y correlacionar las fallas principales y los patrones de fallas secundarias. Nuestra interpretación indica que gran parte de la extensión oblicua se acomoda en fallas normales lístricas de orientación NNE que convergen a profundidad a una superficie de despegue que llamamos detachment Angel de la Guarda (DAG). La falla lístrica principal del sistema de detachment es ~60 km de largo, es cóncava hacia el sureste y se vuelve subhorizontal por debajo de los 3 segundos (TWTT). El detachment yuxtapone la secuencia marina del Mioceno-Plioceno sobre el basamento acústico que interpretamos como corteza continental adelgazada. En sus dos extremos el detachment Ángel de la Guarda está unido a la falla De Mar al oriente y a la falla Tiburón al occidente, dos fallas destrales de orientación NW que cortan la corteza continental de ambas margenes con orientación subparalela al transporte tectónico. La interpretación sísmica también indica que parte de la cizalla derecha a través del rift ocurrió en una franja de ~30 a 40 km de ancho en el margen de Sonora ahora inactivo. El DAG está cortado por un patrón de fallas de orientación NE con caída al NW hacia las cuencas Delfín Inferior y Delfín Superior separadas de la cuenca Tiburón por un alto estructural formado por el levantamiento del bloque de piso de DAG. En las cuencas Delfín numerosas intrusiones volcánicas en la zona axial indican la ruptura incipiente de la litosfera continental y la formación de una corteza hibrida de origen

volcanosedimentario. Especulamos que el levantamiento del alto estructural que forma el bloque de piso de AGD ocurrió debido a la ruptura de la corteza en las cuencas Delfín. El detachment fue abandonado posiblemente a fines del Plioceno, cuando la cizalla derecha se concentró en la zona de falla del Canal de Ballenas al oeste abriendo la cuenca Delfín Inferior. Nuestros resultados demuestran que el adelgazamiento extremo de la corteza en rifts oblicuos ocurre en fallas normales de bajo ángulo ligadas en ambos extremos a zonas de cizalla lateral con gradientes de deformación disminuyendo hacia afuera del eje del rift.

SE14-8

EVOLUCIÓN ESTRUCTURAL Y ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LAS CUENCAS WAGNER Y CONSAG EN BASE A EXPERIMENTOS FÍSICOS DE EXTENSIÓN

Portillo Pineda Rodrigo[1], Cerca Martínez Mariano[1], González Escobar Mario[2], Martín Barajas Arturo[2] y López Martínez Margarita[3]
[1]*Centro de Geociencias, UNAM*
[2]*CICESE*
[3]*CICECE*
rportillo@geociencias.unam.mx

Una deformación transtensiva compleja y tasas de sedimentación altas desde el Mioceno medio caracterizan la zona central del Norte del Golfo de Baja California. Para entender y analizar la influencia de estos procesos en la evolución geológica de la zona (sedimentación, formación de depocentros y abandono de estructuras) se proponen modelos físicos, los cuales fueron construidos a partir de interpretación de las secciones sísmicas disponibles para las cuencas Consag y Wagner. Se construyeron modelos de escala cortical con materiales que simulan el comportamiento mecánico de dos capas: corteza quebradiza y corteza dúctil. El arreglo experimental inicial considera la geometría romboidal que forman las fallas principales de la zona de estudio: Consag, Wagner y Cerro Prieto. Los resultados se pueden resumir en cuatro etapas: 1) A pesar de que la extensión general en los modelos es oblicua (70°), inicialmente el arreglo estructural es controlado por cuatro fallas con cinematica predominantemente extensional con dirección N-S que a su vez forman dos cuencas que localizan los depocentros y controlan la deformación, 2) La influencia de la sedimentación sepulta y detiene la propagación de una de las fallas preexistentes provocando que la deformación migre hacia el NW formando una zona de relevo de la deformación (relay ramp) en dirección NW, 3) Se comienzan a ligar y propagar las estructuras de relevo, así como también se aprecia la formación de fallas en los sedimentos con orientación N-S que concentran la deformación en la zona centro-oriente, 4) Se activa la falla con desplazamiento de rumbo y dirección NNW que representa la falla de Cerro Prieto y cuando interactúa con las fallas N-S se forman geometrías curvas vistas en planta, de manera similar a lo que se observa en la falla Consag, la deformación migra hacia poniente de tal manera que la sedimentación sepulta estructuras que disminuyen su actividad en el oriente. Al analizar las estructuras, se compara la distancia de propagación (con respecto a una línea fija en el extremo derecho del modelo) contra el porcentaje de extensión oblicua y se aprecia que las fallas principales se mantienen a lo largo de la evolución. Por último en los cortes transversales de los modelos que involucran la deformación final, se corrobora la migración de los depocentros y el abandono de estructuras. Finalmente los resultados se comparan con secciones sísmicas, donde se puede interpretar la actividad de las fallas en relación a los niveles estratigráficos que afectan.

SE14-9

SALTON SEISMIC IMAGING PROJECT: ESTUDIOS DE LA FOSA DE SALTON POR MEDIO DE SÍSMICA ACTIVA

Stock Joann[1], González Fernández Antonio[2], Fuis Gary[3], Hole John[4] y Rymer Michael[3]
[1]*Caltech, USA*
[2]*CICESE*
[3]*USGS*
[4]*Virginia Tech, USA*
jstock@gps.caltech.edu

Se programa un estudio de los valles Coachella, Imperial y Mexicali con sísmica activa en febrero del 2011. El plan consiste en más de 150 explosiones en pozos someros (< 60 m de profundidad) registrados por 2700 sismómetros tipo Texan de los programas de Earthscope y IRIS-Passcal de la US National Science Foundation, con 300 sismómetros de 3 componentes. Las explosiones están programadas para California y Arizona pero los sismómetros se desplegaran en ambos paises. Hay dos objetivos complementarios: primero, entender la estructura de la corteza en esta zona de distensión oblicua donde se produce corteza nueva debido al movimiento de las placas Pacífico y Norte América; segundo, mejorar el entendimiento del riesgo sísmico de la zona viendo su comportamiento y transmisión de las ondas sísmicas con mucho detalle. Se considera que la parte sur de la falla de San Andrés tiene muy alto riesgo de un sismo grande porque han pasado más de 3 siglos desde el más reciente. Contamos con financiamiento del US – NSF y del USGS (Servicio Geológico de los Estados Unidos).

Las líneas de estudio incluyen: línea 1, una línea larga pasando paralela a la dirección de movimiento relativo de las placas, al oeste de la falla de San Andrés, al norte y al sur del mar de Salton, terminando en el extremo SW del estado de Arizona; línea 2, otra línea larga de San Diego al Rio Colorado; y 4 líneas más cortas perpendiculares a los ejes de los valles dentro del estado de California. Se programan sismómetros en Baja California en una parte de la línea 2 (cerca de Tecate) y la parte SE de la línea 1.

Hay dos proyectos complementarios ya programados. Sismólogos de Scripps Institution of Oceanography piensan colocar sismómetros submarinos en el Mar de Salton para ocupar la parte central de la línea 1. También como parte de su proyecto harán sísmica de reflexión multicanal dentro del mismo mar, cuyos disparos se registrarán por los sismómetros terrestres Texan bordeando el mar. Sismólogos de Stanford University harán un estudio de plazo largo con sismómetros de banda ancha en un perfil abarcando la linea 2.

Hasta el momento en este proyecto tramitamos los permisos para las perforaciones, en terrenos del gobierno estadounidense y en terrenos particulares (canteras, zonas agrícolas, caminos, etc). Se espera empezar a perforar en otoño del 2010. Realizamos unas explosiones de prueba en junio del 2009 para evaluar efectos en tuberías y acueductos de los campos agrícolas y así establecer límites de proximidad de las explosiones con respecto a la infraestructura ("setback distances"). El éxito del proyecto depende de la participación de muchos científicos y mucha gente en el campo a los dos lados de la frontera. Aunque las explosiones se harán al norte de la frontera, sería una interesante oportunidad para registrar datos en otros sismómetros en Baja California. Solicitamos su cooperación y sus sugerencias.

SE14-10 CARTEL

HEAT FLOW IN THE GULF OF CALIFORNIA: EFFECTS OF RECENT MAGATISM AND HYDROTHERMAL CIRCULATION

Hasterok Derrick, Kluesner Jared, Lonsdale Peter y Sclater John
Scripps Institution of Oceanography
dhasterok@ucsd.edu

Heat flow is a valuable surface constraint used to understand hydrothermal circulation and active magmatic processes operating within the oceanic crust. More than 500 heat flow measurements have been collected in the Gulf of California since the first measurement in 1962. Using several recently collected, high-quality and high-resolution seismic data, we re-evaluate the patterns of heat flow in terms of fluid and magmatic processes.

SE14-11 CARTEL

PETROGRAFÍA Y GEOCRONOLOGÍA U-PB DE CORTEZA CONTINENTAL SUMERGIDA EN EL SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Cornejo Jiménez Candy[1], Ferrari Luca[1], Orozco Esquivel Teresa[1] y Lonsdale Peter[2]
[1]*Centro de Geociencias, UNAM*
[2]*Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego*
candycj@live.com

Durante un par de cruceros realizados en 2008 y 2009 se muestrearon numerosos sitios en los bloques riftados y sumergidos de la parte sur del Golfo de California. En el crucero ROCA 2008, se ha logrado recolectar en secuencia estratigráfica por medio del vehículo de control remoto JASON (http://www.whoi.edu/page.do?pid=8423), mientras que en el crucero GEOFORM 2009 (www.geoform2009.com/), la obtención de las muestras fue por medio de dragados en zonas con escarpes.

En el marco de un proyecto de grupo de CONACyT se ha realizado el análisis petrográfico y geocronológico (U-Pb) de muestras silícicas volcánicas obtenidas en algunos de estos sitios: 1) en el lado oeste del Rift, al oriente de las islas Espíritu Santo y Santa Catalina; 2) en la zona central, en proximidad de las cuencas Farallón, Pescadero y Alarcón; 3) en el lado este del Rift, cerca de la costa de Sinaloa, donde fue colectada la única muestra no sumergida analizada, en el Farallón de San Ignacio. La mayoría de las rocas estudiadas son ignimbritas o tobas silícicas, así como lavas riolíticas y una arenisca muestreada en el lado oeste del Golfo.

El estudio petrográfico muestra que en las ignimbritas los fenocristales abundantes consisten en cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, y como accesorios se presentan hornblenda, biotita, apatito, circón y titanita, en una matriz afectada por desvitrificación. Algunas de ellas son ricas en cristales, líticos y pómez, con textura eutaxítica y fiammes desvitrificados (Sitio 9D, 24D y 24J-9), ligeramente soldadas con vidrio predominante (Sitio 3J), y otras con textura seriada (Sitio 25D); contienen líticos fuertemente alterados, de tamaño y composición variable, donde se reconocen granitos, tobas, vitrófiros, riolitas y andesitas. Otras presentan texturas glomeroporfídicas, fenocristales de gran tamaño y matriz con fuertes variaciones texturales desde criptocristalina (Sitio 20D-1, 23D-2 y F6) hasta traquítica con estructuras de flujo (Sitio

21J-13 y 24J-16) y hialoclastitas (Sitio 22D-1). Además de texturas eutaxíticas en ignimbritas densamente soldadas sin líticos (Sitio 18D), algunas exhiben una foliación de pómez relicto, formando texturas granofíricas en una fina matriz micropoikilítica sericitizada (Sitio 7D, 7J y 23D-1). Otras tienen texturas volcanoclásticas ricas en cristales subangulosos (Sitio 20-4 y 21D-3). Lucen formación de clorita, zeolita, óxidos y sericita como productos de alteración.

Mediante la técnica LA-ICP-MS se obtuvieron edades de cristalización en circones en el Laboratorio de Estudios Isotópico del Centro de Geociencias, UNAM. Para las ignimbritas se obtuvieron edades del Mioceno temprano (21.3 a 20.5 Ma), Mioceno medio (13.9 Ma), Mioceno tardío (9.7 Ma) y Plioceno temprano (~4.6 Ma). Los circones detríticos de la arenisca volcánica tienen picos a ~100, ~85, ~75, ~70 Ma y los cristales más jóvenes tienen ~34 Ma. Los resultados obtenidos pueden ser correlacionados con los datos reportados para los batolitos peninsulares, los pulsos ignimbríticos de la Sierra Madre Occidental, el Grupo Comondú y el volcanismo post-subducción de Baja California.

Sesión Especial

CLIMAS Y OCÉANOS DEL PASADO

Organizador:
Juan Carlos Herguera

SE15-1

CAMBIOS EN LA OXIGENACIÓN DEL AGUA DE FONDO EN LA CUENCA DE LA PAZ, DETERMINADOS POR LAS ASOCIACIONES DE FORAMINÍFEROS Y SU RELACIÓN CON EL COLAPSO DE LA CIVILIZACIÓN MAYA

Machain Castillo María Luisa[1], Caballero Rodríguez Dayenari[2], Pérez Cruz Ligia[3], Gómez Lizárraga Laura Elena[4] y Gío Argáez Raúl[1]

[1]*Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM*
[2]*Facultad de Ciencias, UNAM*
[3]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[4]*Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM*
machain@cmarl.unam.mx

Las microfaunas de foraminíferos planctónicos y bentónicos registran los cambios climáticos ocurridos durante los últimos 2000 años en un núcleo de sedimentos laminados colectado a 830 m de profundidad en la Cuenca de La Paz y datado con 210Pb.

Los resultados de un análisis de factores modo-Q en foraminíferos bentónicos, indican la presencia de dos asociaciones: La asociación Epistominella exigua-Takayanagia delicata (Factor 1) domina de ~ 800AD al presente y la asociación Bolivina seminuda-B. subadvena -Buliminella tenuata (Factor 2) característica de 120 a ~ 800 AD. Aunque ambas asociaciones reflejan condiciones de agua de fondo hipóxicas, las especies del Factor 2 se han encontrado a concentraciones menores de oxígeno que las especies del Factor 1.

La secuencia sedimentaria representada por el Factor 2 abarca el tiempo que en la Cuenca de Cariaco (Venezuela) y en registros históricos de la Península de Yucatán sugieren condiciones de poca precipitación, incluyendo sequías extremas alrededor de los AD 200's y AD 800's. Durante dicho período se ha sugerido por algunos autores que la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) se encontraba en su posición más sureña, presentándose fuertes vientos y surgencias estacionales, las cuáles inducen un incremento en la productividad orgánica y la intensificación de la zona de oxígeno mínimo (ZOM). Estudios recientes indican que la productividad orgánica puede tener un mayor efecto en la oxigenación del agua de fondo que cambios en los patrones de circulación profunda.

La drástica reducción de foraminíferos planctónicos en esta zona concuerda con el escenario propuesto de una intensa ZOM y alta productividad biológica. Más aún, las faunas en esta parte de la secuencia están dominadas por la especie Globigerina bulloides, indicativa de zonas de alta productividad y surgencias.

El cambio en la oxigenación de la Cuenca de la Paz coincide con el final de la serie de sequías extremas hacia el final del Período Clásico Maya y el inicio del Período Medieval Cálido, así como con el aumento de precipitación tanto en la Cuenca de Cariaco como en la Península de Yucatán. La posición hacia el norte de la ZCIT y la consecuente disminución y/o ausencia de surgencias, aumentarían ligeramente la cantidad de oxígeno disuelto en el agua de fondo, permitiendo la colonización de las especies características del Factor 1. Sin embargo, al cambiar nuevamente las condiciones durante la Pequeña Edad del Hielo no hay un cambio en las asociaciones de foraminíferos bentónicos, lo cual puede deberse a que la disminución de oxígeno en el agua de fondo no fue tan severa y/o tan abrupta como durante el primer milenio de nuestra era, o a que las especies se adaptaron a estas menores concentraciones de oxígeno.

SE15-2

ARSÉNICO Y URANIO EN LA MATERIA PARTICULADA EN HUNDIMIENTO Y SEDIMENTOS DE LA CUENCA ALFONSO, BAHÍA DE LA PAZ

Choumiline Konstantin[1], Rodríguez Castañeda Ana Patricia[1], Silverberg Norman[1], Shumilin Evgueni[1], Aguirre Bahena Fernando[1], Sapozhnikov Dmitri[2] y Pérez Cruz Ligia[3]

[1]*Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN*
[2]*Instituto de Geoquímica y Química Analítica de V.I. Vernadski, Academia de Ciencias de Rusia*
[3]*Instituto de Geofísica, UNAM*
constan_ayanami@hotmail.com

Los enriquecimientos de arsénico y uranio en diversas partes del ecosistema marino en muchos casos se deben a la actividad antropogénica. Sin embargo elevados valores de estos elementos puedan ser originados por procesos naturales, como es el caso del presente estudio. Se describen los contenidos de arsénico y uranio en sedimentos superficiales de la Bahía de La Paz, en un núcleo sedimentario y en materia particulada en hundimiento colectados en la Cuenca Alfonso. El arsénico es principalmente enriquecido en sedimentos de la parte sudoccidental de la bahía, probablemente asociada a aporte terrígeno. El uranio se acumula en sedimentos de la parte más profunda de este cuerpo de agua. El perfil de uranio en el núcleo es caracterizado por las concentraciones más altas cerca de la superficie y menores concentraciones debajo de los 40 mm. El máximo de concentraciones de uranio a los 35 mm probablemente se deba a bajos valores de oxigeno disuelto en la columna de agua en el momento de la depositación. Los mayores contenidos de As y U en partículas en hundimiento desde 2002 a 2008 se registraron para primavera-inicios de verano (mayo-julio de 2002, 2007 y 2008). El tiempo de acumulación corresponde con la intrusión hacia el Golfo de California de aguas del Océano Pacifico Ecuatorial, pobres en oxigeno. Los contenidos máximos de uranio y arsénico en las partículas en hundimiento coinciden con el evento de "El Niño" moderado de 2002-2003.

SE15-3

PERIODICITIES OF SOLAR FORCING IN A CENTURY SCALE HIGH RESOLUTION SEDIMENTARY REGISTER FROM CHIHUAHUA DESERT, MEXICO

Roy Priyadarsi[1], Pérez Cruz Ligia[2], Chávez Lara Claudia[3], Salas de León David Alberto[4], Martín Romero Francisco[1] y Sánchez María del Mar[5]

[1]*Instituto de Geología, UNAM*
[2]*Instituto de Geofísica, UNAM*
[3]*Facultad de Ingeniería, UNAM*
[4]*Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM*
[5]*Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM*
roy@geologia.unam.mx

High resolution XRF multi-elemental analysis and magnetic susceptibility of sediments deposited in the paleo-lake Babicora exhibit the proxy record of aeolian activity, salinity and precipitation of the last 50 cal kyr BP in the western Chihuahua Desert. Both Ca and Sr are associated with authigenic calcite precipitated in the sediments and their variations suggest fluctuating conditions of salinity. Ti, Fe and K are present in the clastic minerals such as biotite, amphibole and kaolinite and their enriched values along the depth profile is indicative of higher inflow into the basin and hence more precipitation in the surroundings. Higher values of magnetic susceptibility in carbonate-rich sediments suggest that magnetic minerals were transported into the basin by aeolian activities during arid intervals. Comparison with Greenland ice core record (North Greenland Ice Core Project (NGRIP)) suggests that cold events are associated with higher precipitation at Chihuahua Desert and warm events are in phase with higher salinity and aeolian activity suggesting drought conditions. Both the Last Glacial Maximum and Younger Dryas were periods of higher humidity. Spectral analysis reveals statistically significant periodicities of 535, 374, 288, 250, 220, 197, 170, 144 and 121 year for aeolian activities. Salinity register show periodicities of 624, 416, 340, 288, 249, 208, 187, 163-150 and 113 year, whereas register of precipitation and inflow show periodicities of 624, 416, 340, 234, 197, 178, 156, 139, 129 and 117 year. Periodicities of 400, 200, 130 and 100 years are observed in the Mg/Ca ratio of ostracode valves of Lake Rice (Northern Great Plains, Z. Yu and E. Ito, 2010). Oxygen isotope data of speleothem from southwestern USA show that Holocene rainfall has peridocities of 444, 170 and 144-150 year (Asmerom et al., 2010). Drought of central Mexico show a periodicity of 179 year (Mendoza et al., 2005) and pollen abundance of pine dominated forest in central western Mexico show periodicities of 800, 666, 250, 154 and 133 year (Figueroa-Rangel et al., 2008). These periodicities are also similar to the Gleissberg (90-100) and Suess (220) cycles and solar oscillations of 487, 250 and 126 year as inferred from direct solar data and proxies (Ogurtsov et al., 2002).

SE15-4

LINKS BETWEEN SOUTHERN CALIFORNIA CURRENT VARIABILITY AND NORTHERN HEMISPHERE TEMPERATURES: THE PAST MILLENNIUM

Herguera García Juan Carlos[1], Mortyn Graham[2] y Martínez Botí Miguel Angel[2]

[1]*CICESE*
[2]*Institut de Ciencies i Tecnologia Ambientales, UAB, Barcelona, España*
herguera@cicese.mx

Instrumental sea surface temperature (SST) variability of the California Current System (CCS) for the last century is thought to be modulated by interannual to interdecadal oscillations superimposed on a background warming trend. However, our understanding of the amplitude of multidecadal SST changes over the last millennium, its persistence through time, and drivers before the instrumental record are still not well characterized. Here we present an absolutely -dated and decadally- resolved planktic foraminiferal Mg/Ca reconstruction of summer SSTs in the southern dynamic boundary of the CCS for the past millennium to explore the links between this eastern boundary current, Northern Hemisphere (NH) temperatures end equatorial ocean dynamics. Summer SST variability is inversely linked with continental NH temperatures on multidecadal timescales and directly linked with the Equatorial Pacific (EP) ocean dynamics until the 19th-20th century, when continental NH temperatures become the dominant driver. This inverse pattern is best explained by the seasonal ocean-land temperature contrast during the spring to early summer warming process that enhances the ocean-continent pressure gradient and drives the persistent alongshore winds, and upwelling processes on multidecadal timescales. However, this pattern seems to reverse during the last third of the 20th century with a trend towards warmer SSTs, probably associated

with a cloud cover reduction over the North East Pacific (NEP), that leads to increased SSTs, a weaker subtropical high and a lessening of the trade winds as a positive feedback for further warming in response to increased atmospheric greenhouse gases.

SE15-5

INTERMEDIATE AND DEEP-WATER MASS DISTRIBUTION IN THE PACIFIC DURING THE LAST GLACIAL MAXIMUM INFERRED FROM OXYGEN AND CARBON STABLE ISOTOPES

Herguera García Juan Carlos[1], Herbert Tim[2] y Charles Chris[3]
[1]*CICESE*
[2]*Department of Geological Sciences, Brown University, RI, USA*
[3]*Scripps Institution of Oceanography, California, USA*
herguera@cicese.mx

Intermediate ocean circulation changes during the last Glacial Maximum (LGM) in the North Pacific have been linked with Northern Hemisphere climate through air-sea interactions, although the extent and the source of the variability of the processes forcing these changes are still not well resolved. Modern ventilated volumes and ages in the upper wind driven layer are related to the wind stress curl and surface buoyancy fluxes at mid to high latitudes in the North Pacific. In contrast, the deeper thermohaline layers are more effectively ventilated by direct atmosphere-sea exchange during convective formation of Subantarctic Mode Waters (SAMW) and Antarctic Intermediate Waters (AAIW) in the Southern Ocean, the precursors of Pacific Intermediate Waters (PIW) in the North Pacific. Recent results show a fundamental change in the carbon isotopic gradient between intermediate and deep waters during the LGM in the eastern North Pacific indicating a deepening of nutrient and carbon rich waters. These observations suggest changes in the source and nature of intermediate waters of Southern Ocean origin that feed PIW and enhanced ventilation processes in the North Pacific, further affecting paleoproductivity and –export patters in this basin. Furthermore, oxygen isotopic results indicate these changes may have been accomplished in part by changes in circulation affecting the intermediate depths during the LGM.

Sesión Especial

50 AÑOS DE ESTUDIOS GEOFÍSICOS EN MÉXICO: EL TRABAJO DEL DR. IGNACIO GALINDO

Organizadores:
Edgar Gerardo Pavía
Tonatiuh Domínguez

SE16-1

CONTRIBUCIONES A LA GEOFÍSICA EN MÉXICO POR IGNACIO GALINDO

Graef Ziehl Federico
CICESE
fgraef@cicese.mx

El Dr. Ignacio Galindo Estrada es un destacado científico mexicano que a lo largo de 50 años de carrera como investigador ha hecho importantes contribuciones en varias ramas de la geofísica: radiación solar, volcanología, meteorología, cambio climático, incendios forestales, biometeorología y oceanografía. Además tiene trabajos en biomedicina y en química cuántica.

La obra completa del Dr. Galindo se encuentra diseminada en cerca de 200 trabajos publicados con más de 6000 citas de otros autores. Desde 1992 se establece en la Universidad de Colima donde ha dirigido 20 tesis de licenciatura, 5 de maestría y tiene en proceso 4 de licenciatura, 7 de maestría y 3 de doctorado.

SE16-2

UN MODELO 2 ¾ D DE LA ANOMALÍA AEROMAGNÉTICA DEL VOLCÁN DE COLIMA. OESTE DE MÉXICO

López Loera Héctor
División de Geociencias Aplicadas, IPICYT
hlopezl@titan.ipicyt.edu.mx

Se reportan los resultados de realizar un modelo aeromagnético 2 ¾ D de la porción Sur del Complejo Volcánico de Colima que cubre al Volcán de Colima y al Nevado de Colima, y que apoya el hecho de la migración del magmatismo de Norte a Sur que existe en el Cinturón Volcánico Mexicano. El modelo generado da por resultado la existencia de una cámara magmática de forma alargada con una longitud del orden de los 20 km y que se extiende al Sur del Volcán de Colima por más de 9 km.

SE16-3

EVOLUCIÓN DE LA ISLA DE CALOR EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

Brito Muñoz Elizabeth[1], Sánchez Gómez Rubén[1], Calderon Flores Héctor Humberto[2], Rujano Silva Martha Leticia[3] y Sánchez Díaz Silvia[1]
[1]*CUValles, Universidad de Guadalajara*
[2]*CUCEI, Universidad de Guadalajara*
[3]*CUSur, Universidad de Guadalajara*
elizabeth.brito@profesores.valles.udg.mx

La transformación antropogénica de uso de suelos afecta de modo especial las condiciones climáticas, sobretodo los cambios locales en los flujos energéticos que experimenta la naturaleza

entre atmósfera – superficie por este efecto poblacional. Aunado a esto, las actividades cotidianas de sus habitantes se convierten en una fuente de contaminación ambiental atmosférica (Sarrata et al., 2006), hídrica y lumínica, entre otras. Esta transformación ambiental se traduce, entre otros factores negativos, en un incremento de la temperatura registrada en el interior de la metrópoli, en contraste con la temperatura observada en su periferia, que puede incluso en casos graves superar los 5ºC. Bajo este escenario y en condiciones atmosféricas desfavorables, la mayor cantidad de enfermedades y muertes inducidas por temperaturas altas puede alcanzar un nivel alto días después de que se registren los valores máximos del índice de calor (Kinney et al. 2000).

En este trabajo se establece una metodología para identificar regiones peligrosamente cálidas en la Zona Metropolitana de Guadalajara y su tendencia temporal. Se implementa una variación del método kriging para determinar las zonas de la Región que presentan valores elevados de temperatura y se compara con condiciones de radiación y humedad relativa.

La Zona Metropolitana de Guadalajara presenta regiones más cálidas en su interior y éstas muestran una tendencia creciente en su tamaño, cubriendo un 25% de superficie y con temperaturas superiores a los 35ºC.

Existe evidencia de zonas más cálidas en la Zona Metropolitana de Guadalajara y su tamaño ha presentado un incremento significativo desde 1996 a la fecha, por lo que es urgente implementar proyectos que permitan reducir la intensidad del calor en la ciudad de estudio, en virtud de que la contaminación térmica es latente y puede repercutir gravemente en la salud de la población, además de favorecer concentraciones elevadas de contaminantes del aire.

SE16-4

EL SISTEMA DE MANEJO DE DATOS CLIMATOLÓGICOS COMO APOYO AL PLAN ESTATAL DE ACCIÓN CLIMÁTICA DE BAJA CALIFORNIA (PEAC-BC)

Graef Ziehl Federico, Cavazos Pérez Tereza,
Pavia López Edgar y Villanueva Miranda Ismael
CICESE
fgraef@cicese.mx

En este trabajo se describe el sistema de manejo de datos climatológicos (precipitación y temperatura superficial del aire) de Baja California, el cual fue implementado como apoyo al PEAC-BC. Además de la base de datos disponible, este sistema permite consultar una climatología base en línea:

http://peac-bc.cicese.mx/datosclim/index.php

Se presentan algunos ejemplos de productos elaborados a partir de este sistema (series de tiempo, mapas climatológicos, etc.).

SE16-5

CAMBIOS EN LA RADIACIÓN NETA EN EL TOPE DE LA ATMÓSFERA POR RETROALIMENTACIÓN CON LAS TRES FASES DEL AGUA

Garduño López René, Mendoza Castro Víctor Manuel y Adem Chain Julián
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
rene@atmosfera.unam.mx

Usando el Modelo Termodinámico del Clima, se calculan los cambios anuales en el hemisferio norte de la radiación neta en el tope de la troposfera, debidos a procesos de retroalimentación en los intervienen las tres fases del agua y la temperatura de la superficie. El forzamiento externo considerado es el incremento anual de la concentración atmosférica del CO2 antropógeno, a lo largo del siglo XXI conforme a dos escenarios de emisiones del IPPC (2007): el A1T y el A1F1. El requisito de equilibrio termodinámico permite determinar el incremento anual de temperatura superficial, con el cual se calculan los cambios de la radiación en el tope de la troposfera, el factor de retroalimentación y la razón de ganancia por el retroalimentador.

SE16-6

RADIACIÓN SOLAR COMO VARIABLE REPRESENTATIVA DE LA EVAPORACIÓN NATURAL

Pavia López Edgar y Velázquez Mendoza Ismael
CICESE
epavia@cicese.mx

En este trabajo se analizan las condiciones bajo las cuales las observaciones de radiación solar, R, pueden ser consideradas como representativas de las estimaciones de la evaporación natural. En particular se analizan los casos de capas delgadas de agua y arena húmeda expuestas al medio ambiente, cuyas tasas de evaporación, Ei, y R presentan altos niveles de correlación r(Ei,R) > 0.9. Al ser la radiación solar una variable sinóptica, la posibilidad de que ésta sea utilizada como variable representativa (“proxy”) de la evaporación natural tendría muchas aplicaciones, desde recarga de acuíferos, demanda hídrica de cultivos, hasta procesos de interacción suelo-atmósfera

SE16-7

HISTORIA E IMPORTANCIA DE LAS MEDICIONES E INVESTIGACIONES SOBRE LA RADIACIÓN SOLAR Y ATMOSFÉRICA EN MÉXICO

Galindo Estrada Ignacio
Centro Universitario de Investigaciones en Ciencias del Ambiente, Universidad de Colima
galindo@ucol.mx

En este trabajo se hace un resumen histórico de un siglo (1912-2010) de mediciones de radiación solar en México así como de la importancia de la investigación resultante de éstas. La investigación cubre diversos aspectos, entre los que destacan: aplicaciones en medicina, volcanología, energía, instrumentación, agricultura e incendios forestales, desarrollo urbano y contaminación atmosférica.

Sesión Especial

OCEANOGRAFÍA DEL BANCO DE CAMPECHE Y SU ZONA LITORAL

Organizadores:
Gilberto Jerónimo Moreno
Paulo Salles

SE17-1

ESTACIONALIDAD DE LA SURGENCIA DE YUCATÁN

Zavala Hidalgo Jorge, Mateos Jasso Adriana y Romero Centeno Rosario
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
jzavala@atmosfera.unam.mx

La estacionalidad de la surgencia de Yucatán es estudiada mediante el análisis de imágenes de satélite de concentración de clorofila a del SeaWIFS y mediante simulaciones numéricas.

La existencia de una señal estacional en la surgencia de Yucatán es analizada con base en pruebas de hipótesis.

Con el propósito de determinar la estacionalidad de la surgencia y el posible influencia del forzamiento por viento se usan simulaciones numéricas multianuales, forzadas con vientos climatológicos y sin forzamiento por viento. En la simulación forzada por viento se reproduce satisfactoriamente la estacionalidad pero no así en la simualación forzada sin viento. Se propone que la estacionalidad de la surgencia de Yucatán está asociada con ondas costeras generadas por el cambio estacional de los vientos. Se muestra también que la surgencia es episódica, con varios eventos a lo largo del año que son más intensos entre mayo y agosto.

SE17-2

ANÁLISIS DE LA CIRCULACIÓN SUPERFICIAL DE MESOESCALA EN LA BAHÍA DE CAMPECHE MEDIANTE SENSORES ACTIVOS Y PASIVOS

Sánchez Lindoro Fernando de Jesús, Gámez Soto Diego, Guevara Guillén Cristóbal, Shirasago Germán Bernardo y Obeso Nieblas Maclovio
CICIMAR, IPN
fsanchezl0901@ipn.mx

La circulación del Golfo de México es compleja en las cual destacan el sistemas de corrientes de Yucatán/Lazo/ Florida. La variabilidad es una parte importante en la circulación general del golfo, lo que la instrucción de este sistema en el Golfo provoca la formación de anillos anticiclónicos. Dichos fenómenos influyen sobre la Bahía de Campeche. Por lo que las técnicas de percepción remota, son de utilidad, para la identificación y evaluación de dichos fenómenos de mesoescala. En México los estudios sobre aspectos oceanográficos y los realizados en el sur del Golfo de México (Bahía de Campeche), han aportado información sobre la variabilidad espacio temporal de la hidrográfica y la circulación marina. Sin embargo no son suficientes, dada la importancia económica y pesquera de esta región, principalmente porque en esta zona se ubica la región petrolera más importante de México (la sonda de Campeche). Con este trabajo se pretende contribuir a la determinación de la circulación marina y a la detección de fenómenos de mesoescala durante septiembre y octubre de 1999, época de fuertes lluvias y descargas de los principales ríos de la región, a través de imágenes de temperatura superficial del mar, de pigmentos de clorofila “a” y de Radar de Apertura Sintética proporcionadas por la Agencia Espacial Europea. Debido a que en nuestro país existe escaso conocimiento de este sensor activo (SAR), por lo que será de gran utilidad el análisis de este tipo de datos de satélite. Este trabajo pretende contribuir al análisis de la dinámica de la zona proveniente del sensor NOAA-AVHRR, así con información de imágenes de pigmentos de clorofila “a” provenientes del sensor SeaWifs. Así como la determinación de los fenómenos marinos con las imágenes SAR comparándolos con los registrados con sensores convencionales, evaluando la utilidad de este sensor en la detección de fenómenos marinos.

SE17-3

DISTRIBUCIÓN DEL OLEAJE REGISTRADO POR LA BOYA MARINA “BAHÍA DE CAMPECHE” AL PASO DE LA TRAYECTORIA DEL CICLÓN TROPICAL “ALEX” POR EL GOLFO DE MÉXICO EN 2010

Gómez Ramírez Mario[1] y Álvarez Román Karina Eileen[2]
[1]*Licenciatura en Geografía, Facultad de Economía, Universidad Veracruzana*
[2]*Posgrado en Geografía, UNAM*
mariogomez@uv.mx

Los ciclones tropicales son fenómenos marinos de gran fuerza que se forman en aguas cálidas de por lo menos 27° C. Durante su trayectoria por el entorno del océano, propician variaciones en la dinámica de las aguas marinas como son en la salinidad, oxígeno, corrientes, temperatura superficial, oleaje, entre otros, a pesar de la tecnología existente resulta aún difícil poder medir. Sin embargo, los satélites son una herramienta muy útil emplearla, así como los sensores que contienen las boyas marinas.

En este trabajo se aborda la altura de oleaje que genero el primer ciclón tropical de la temporada 2010 en la cuenca del Atlántico Norte de nombre “Alex” al pasar muy cercano a la “Boya de Campeche”.

El huracán “Alex” se formo el 25 de junio en el Mar de Las Antillas, penetró por la parte Noreste de Belice, pasó al territorio nacional a través del extremo Sur de Quintana Roo, avanzó por el Sur-Sureste de Campeche ligeramente debilitado como depresión tropical y salió por la parte central de la entidad campechana a la Sonda de Campeche fortalecido nuevamente como tormenta tropical. Prosiguió su trayectoria al Norte por aguas cálidas del Golfo de México y al pasar por el Este del sitio donde se encuentra la boya marina “Bahía de Campeche”, generó un oleaje que fue de 4.6 m de altura a las 9:50 y 11:50 horas de la mañana del día 30 de junio de 2010, cuando “Alex” se localizó en la parte septentrional de la boya como huracán.

Para este estudio, se utilizaron como base los registros de la altura de las olas obtenidos de la “Boya de Campeche”, que se localiza en 22.017° latitud Norte y 94.046° longitud oeste en aguas del Golfo de México, a cargo del Centro Nacional de Datos de Boya de la NOAA.

Palabras clave: altura de la ola, boya marina, ciclón tropical, sensores y trayectoria.

SE17-4

ESTUDIO SOBRE LOS PROCESOS DE INTERCAMBIO DE FLUJOS ENTRE EL GOLFO DE MÉXICO Y LA LAGUNA DE TÉRMINOS CAMPECHE

Contreras Ruiz Esparza Adolfo[1 y 2], Douillet Pascal[2 y 3] y Zavala Hidalgo Jorge[1]
[1]*Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM*
[2]*Institut de Recherche pour lé Developpement, France*
[3]*UAM Iztapalapa*
adolfo.contreras@atmosfera.unam.mx

En este artículo se muestran los primeros resultados de mediciones parámetros físicos del proyecto Joint Environment Study of Terminos Lagoon. La parte física de esté proyecto se enfoca a comprender los procesos de intercambios de masa, momento y energía del sistema estuario conformado por la Laguna de Términos (Campeche), la atmósfera y el Golfo de México, con miras a poder predecir su comportamiento ante el forzamiento generado por varios escenarios de eventos atmosféricos como lo son nortes intensos, ciclones tropicales o sequias intensas. La información del comportamiento físico de la laguna servirá para el modelado del comportamiento bioquímico de diferentes compuestos y así poder comprender los efectos de las actividades antropogénicas.

Aún cuando existen varios estudios previos del intercambio de masa en la laguna de Términos (David, 1997)(Oczkowski,2005)(Salles, 2002), este es el primer estudio en el cual se incluyen a detalle los procesos de interacción atmósfera-laguna-océano utilizando para ello una red de termistores ubicados en 6 diferentes puntos de la Laguna, 2 ADCP’s anclados en las dos principales bocas de la misma (Ciudad del Carmen y Puerto Real), campañas bimestrales en 35 puntos de CTD, oxigeno disuelto y fluorometría, así como el uso de 4 estaciones meteorológicas en la zona (incluyendo una instalada en la estación El Carmen del ICMyL de la UNAM). El proyecto contempla el modelado atmosférico de las condiciones en la zona de la laguna (incluyendo la Bahía de Campeche), para lo cual se ha anidado el modelo WRF. La información generada con el modelo WRF se utiliza para forzar el modelo NCOM para todo el GoM, anidado en la bahía de Campeche y para la región de la laguna de Términos se utiliza el modelo MARS3D, el cual utiliza como condiciones de frontera la circulación en la bahía generadas con el NCOM, las descargas de 4 ríos en la laguna y las condiciones atmosféricas de alta resolución generadas con el WRF.

En esta parte del estudio, se muestran los primeros resultados del análisis de la variación del nivel de la superficie de la laguna obtenida con la red de termistores, los dos ADCP’s y la red de estaciones meteorológicas en la región.

SE17-5

CARACTERIZACIÓN DE LA CAPA LÍMITE ATMOSFÉRICA EN LA ZONA COSTERA EN EL NOROESTE DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

Figueroa Espinoza Bernardo[1], Salles Paulo[1] y Zavala Hidalgo Jorge[2]
[1]*Laboratorio de Ingeniería y Procesos Costeros, Instituto de Ingeniería, Campus Yucatán, UNAM*
[2]*Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM*
bfigueroae@ii.unam.mx

El impacto negativo de las actividades humanas en la calidad del aire es un motivo frecuente de preocupacion en la comunidad cientifica. Gran parte de esta contaminacion proviene del uso de combustibles fosiles para proveer una demanda creciente de energia. Este estudio forma parte de un conjunto de esfuerzos encaminados a determinar el potencial de generacion eólica en el Noroeste de la Península de Yucatan; una zona costera donde estudios previos han encontrado vientos promedio superiores a la media nacional, cuyo potencial debe ser evaluado de manera sistematica y objetiva.

Actualmente se esta realizando un estudio de los primeros 50 metros de la capa límite atmosférica a 100 metros de la linea de costa por medio de una torre instrumentada con cinco anemometros ultrasónicos. La medicion de los perfiles de velocidad y su variabilidad con la estabilidad y otras condiciones

climáticas, por medio del método de covarianza de remolinos permite conocer balances de momentum y energia cinetica turbulenta. Estos datos se usarán para el cálculo de parámetros de selección de aerogeneradores. El esquema de adquisición de datos permite guardar la información y publicarla en tiempo real en un servidor en internet de manera automática, de modo que el sistema puede ser monitoreado de manera remota. Se propuso un esquema de base de datos de software libre para el manejo de la (gran cantidad) de informacion de alta frecuenca. Esto facilitara colaboraciones futuras con fines tanto de academicos como industriales. Se cuenta actualmente con datos preliminares que indican una fuerte influencia del ambiente marino contiguo a la torre, lo que se traduce en rugosidades superficiales del mismo orden de magnitud que un perfil de viento sobre el mar, y rapidez de viento importantes a alturas superiores a la capa limite interna que se forma durante la brisa marina.

SE17-6

VARIACIÓN DEL OLEAJE Y EL TRANSPORTE DE SEDIMENTOS A LO LARGO DE LA COSTA DE YUCATÁN

Appendini Christian M., Salles Paulo, Mendoza Ponce E. Tonatiuh y López González José
Laboratorio de Ingeniería y Procesos Costeros, Instituto de Ingeniería, UNAM
cappendinia@iingen.unam.mx

El estudio de las características de oleaje y el transporte de sedimentos es fundamental para el adecuado manejo de las zonas costeras y su desarrollo sustentable, sin embargo en México es común la falta de ésta información, la cual permitiría una adecuada toma de decisiones en la zona costera. Yucatán no es la excepción, a pesar de los graves problemas de erosión que existen y afectan la infraestructura humana. De esta manera, el presente trabajo tiene por objetivo caracterizar el clima medio de oleaje a lo largo de la costa Yucateca y evaluar los gradientes de transporte de sedimentos, para así generar información útil al manejo costero. Para caracterizar el oleaje en la costa se propagó el clima de oleaje en aguas profundas, obtenido de datos de oleaje del WAVEWATCH III (NOAA) de 1997 a 2009, utilizando un modelo espectral de oleaje (MIKE 21 SW). El modelo fue calibrado con mediciones de oleaje a 10m de profundidad frente a Telchac, reproduciendo satisfactoriamente las series de tiempo de Hs, Tp y dirección de oleaje en la boya. Posteriormente, se extrajo la información de oleaje a lo largo de la costa de Yucatán para calcular el transporte longitudinal con el modelo numérico LITDRIFT, sobre un perfil de playa característico. El clima medio de oleaje obtenido muestra ligeras variaciones a lo largo de la costa, sin embargo su repercusión sobre el transporte litoral conlleva a variaciones importantes. De esta manera, el modelo de transporte fue aplicado al perfil de playa utilizando el clima medio de oleaje correspondiente a la zona en la costa y variando la orientación del perfil de playa con respecto al norte, para obtener la variación del transporte de acuerdo a la orientación del perfil. Se utilizaron los gradientes en las tasas de transporte para establecer zonas probables de erosión/sedimentación y para la zona de Progreso, se generaron gráficas alpha-Q (orientación del perfil vs transporte), como ejemplo para la aplicación de esta técnica en la toma de decisiones para el manejo de la erosión costera. En este trabajo solo se consideraron corrientes generadas por oleaje, aunque se sabe que existe una corriente importante de E-W, por lo cual se realizó una prueba incluyendo una corriente de 20 cm/s, obteniendo tasas de transporte mucho mayores y a profundidades de hasta 10m, lo cual explica la formación de dunas submarinas a gran distancia de la costa. Este trabajo establece que el oleaje dominante es del sector NE con el oleaje más intenso proveniente del N. Debido a la orientación de la costa (N ligeramente inclinada hacia el W) y las condiciones de oleaje, el transporte de sedimentos es de E-W, con valores muy altos, siendo una costa muy sensible a cualquier intervención, por lo que es crítico considerar el transporte de sedimentos para un adecuado desarrollo y manejo costero.

SE17-7

OSCILACIONES MAREALES Y SUBMAREALES EN LA RÍA DE CELESTÚN: OBSERVACIONES Y MODELACIÓN HIDRODINÁMICA

Salles Paulo[1], Torres Mota Rogelio[1], Mariño Tapia Ismael[2] y Enriquez Ortiz Cecilia[2]
[1]*Laboratorio de Ingeniería y Procesos Costeros, Instituto de Ingeniería, Campus Yucatán, UNAM*
[2]*Laboratorio de Oceanografía Física, CINVESTAV, Mérida*
psallesa@ii.unam.mx

Comprender la dinámica lagunar es de suma importancia tanto desde el punto de vista ecológica y de calidad ambiental, como desde el punto de vista morfológico y de estabilidad de dichos sistemas costeros.

La Ría de Celestún, localizada en la costa noroccidental de la Península de Yucatán es un sistema somero (0.5-2.5 m de profundidad) y alargado (27 km de longitud y 0.5-2 km de ancho, comunicado con el mar con una sola boca. Dicho sistema es actualemten el sitio de un estudio para determinar los efectos del aumento del nivel del mar y del incremento de la energía del oleaje y corrientes en la morfología del sistema. El régimen de energía es bajo, con una amplitud de marea relativamente pequeña (0.5-1 m), y un clima de oleaje de baja energía (Hs= 0.5-1.5 m).

El análisis de la variación de la superficie libre del agua en tres estaciones (zona marina, zona central y cabeza) muestran que la marea es responsable de únicamente una fracción de dichas oscilaciones, sugiriendo que la respuesta del viento es un factor importante en la dinámica lagunar.

Este estudio es abordado tanto por medio del análisis de los datos como a través de modelación numérica con distintos escenarios de forzamiento.

SE17-8

MODELACIÓN HIDRODINÁMICA DE LA RÍA DE CELESTÚN, YUCATÁN, FASE II: ESCENARIOS DE AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR

Torres Mota Rogelio[1], Salles Paulo[1], Mariño Tapia Ismael[2] y Enriquez Ortiz Cecilia[2]
[1]*Laboratorio de Ingeniería y Procesos Costeros, Instituto de Ingeniería, Campus Yucatán, UNAM*
[2]*Laboratorio de Oceanografía Física, CINVESTAV, Mérida*
rtorresm@ii.unam.mx

La actual presentación corresponde a la segunda entrega del proyecto de investigación científica que tiene como meta final la evaluación del cambio climático en la Ría de Celestún, Yucatán, y sus repercusiones en la morfología del sistema. Dicho proyecto está siendo desarrollado en el Laboratorio de Ingeniería y Procesos Costeros del el Instituto de Ingeniería de la UNAM, en conjunto con el CINVESTAV- Mérida. En la primera fase, presentada en la Reunión Anual de la UGM, 2009, fue mostrada la metodología y las variables ambientales implicadas, sobre las cuales puede ser medido el efecto del cambio climático: intensificación del oleaje, marea, viento, y corrientes, y el análisis de las series de tiempo medidas en campo y de las series de tiempo obtenidas como resultados de retroanálisis históricos.

En esta segunda fase, se presenta la caracterización hidrodinámica del cuerpo de agua, por medio de la implementación de un modelo numérico hidrodinámico con simulaciones que comprendan la batimetría y topografía del cuerpo lagunar y la zona marina adyacente. Las simulaciones hidrodinámicas que se presentan corresponden a las obtenidas como resultado de la calibración del modelo en el área de estudio, utilizando para ello las series de tiempo de marea medidas de en tres sitios de la Ría: Zona Marina, central y norte, así como los efectos de la aplicación de campos de viento medidos en la estación meteorológica local. Una vez habiendo implementado el modelo, se procedió a la aplicación de escenarios emitidos por el IPCC para estudiar la respuesta de la Ría de Celestún, a través de un rango de valores probables como una estimación del aumento del nivel del mar para escenarios futuros, agrupados a su vez en cuatro familias (A1, A2, B1, B2) basadas en una serie de fuerzas originantes demográficas, económicas y tecnológicas en conjunto con los escenarios de emisiones. Las principales aportaciones de este proyecto son: Cartas estadísticas climatológicas, caracterización actual y a futuro del cuerpo lagunar en términos hidro y morfodinámicos y sentar las bases para la implementación de una metodología que permita evaluar el riesgo de la zona costera ante los efectos del cambio climático.

SE17-9

VARIACIÓN ESTACIONAL DE TEMPERATURA Y SALINIDAD EN “LA BOCA DE LA CARBONERA”, YUCATÁN, 2009-2010

Jerónimo Moreno Gilberto[1], Gómez Valdés José[2], Arroyo Pedraza Laura[1] y Chiappa Carrara Xavier[1]
[1]*Facultad de Ciencias, UNAM*
[2]*División de Oceanología, CICESE*
gjeronim@ciencias.unam.mx

En este trabajo se estudia la variabilidad de la temperatura y de la salinidad en el sistema lagunar de “La Boca de la Carbonera”, la que se ubica en la región noreste de la costa del estado de Yucatán. Fueron analizados datos mensuales de la columna de agua, determinados con un instrumento multiparámetro YSI en 12 estaciones para el periodo comprendido entre abril de 2009 y febrero de 2010. En cada estación fueron calculados los campos medios y las señales estacionales de cada variable mediante la técnica de análisis armónico. Se encontró que en la laguna se establecen cuatro zonas de diferente variabilidad. 1) La zona de conexión con la boca de la laguna, la que exhibió una variabilidad intermedia y estuvo controlada por los intercambios de agua con el mar. 2) La zona de mezcla, la que se encontró al oeste de la boca, sus propiedades termodinámicas mostraron que está es una región entre el dominio de las aguas océanicas y el dominio de agua subterránea. 3) La zona de dominio de agua dulce, ubicada en la parte más austral del plan de estaciones, en donde se encontraron los valores más bajos de temperatura y salinidad; además de ser el área de menor variabilidad, la salinidad reveló que la presencia de agua dulce es permanente. 4) La zona de valores más altos de temperatura y la salinidad, ubicada al este de la boca, esta región es controlada por la circulación de las aguas en la boca.

SE17-10

SOBRE EL ROL DE LA ONDA INFRAGRAVITATORIA EN LA INUNDACIÓN DE PLAYAS EN PUERTO MORELOS, QR.

Torres Freyermuth Alec[1], Salles Paulo[1] y Mariño Tapia Ismael[2]
[1]*Instituto de Ingeniería, UNAM*
[2]*Laboratorio de Oceanografía Física, CINVESTAV, Mérida*
atorresf@ii.unam.mx

Las barreras arrecifales están ubicadas en zonas tropicales alrededor del mundo. Además de constituir un ecosistema rico y diverso, estas ofrecen una protección natural de la zona costera ante eventos extremos. Esto se debe a que gran parte de la energía del oleaje del mar de viento y fondo es disipada por rotura en la cresta del arrecife. Sin embargo, la geometría del arrecife puede excitar la resonancia de ondas de baja frecuencia que no son disipadas por rotura. En estas condiciones se forma un antinodo en la línea de costa que incrementa el riesgo de inundación de la zona costera.

El presente trabajo se enfoca al estudio de la hidrodinámica en la barrera arrecifal de Puerto Morelos durante eventos extremos. Con este propósito se emplea un modelo de propagación no-lineal del oleaje en dos dimensiones vertical (V2D) que resuelve las ecuaciones promediadas de Navier-Stokes (RANS) con un modelo de cierre para la turbulencia k-epsilon. Primero, el modelo es validado con mediciones existentes de un modelo físico del arrecife de Wam [Demirbilek 2007]. Una vez validado, el modelo se utiliza para investigar la hidrodinámica durante eventos extremos en una geometría idealizada del arrecife de Puerto Morelos. Finalmente, a partir de los resultados numéricos se evaluará el rol de la energía infragravitatoria en la inundación de playas detrás del arrecife.

ÍNDICE DE AUTORES

Acevedo Marruecos Diana SE10-3 168
Aceves Campos Héctor FE-12 CARTEL 23
Acosta Alejandro Manuel SE06-8 149
Acosta Chang José SE05-5 145
Acosta Ochoa Guillermo SE06-20 152
Acosta Ochoa Guillermo SE06-22 CARTEL 152
Adem Chain Julián CCA-3 2
Adem Chain Julián CCA-30 CARTEL 8
Adem Chain Julián FE-7 22
Adem Chain Julián SE16-5 202
Aerosmith Ramon SE05-3 144
Aguayo Ríos Alejandra GGA-4 48
Aguilar Duarte Yameli SE01-3 112
Aguilar Duarte Yameli SE01-10 114
Aguilar Duarte Yameli SE01-14 CARTEL 115
Aguilar Duarte Yameli SE01-15 CARTEL 116
Aguilar Franco Manuel SE07-6 157
Aguilar Hernández Alejandra SE11-11 181
Aguilar Reyes Bertha GEOPAL-1 52
Aguilar Reyes Bertha GEOPAL-5 53
Aguilar Reyes Bertha GEOPAL-12 54
Aguilar Reyes Bertha GEOPAL-14 CARTEL 54
Aguilar Reyes Bertha GEOPAL-16 CARTEL 55
Aguilar Reyes Bertha GEOPAL-18 CARTEL 55
Aguilar Reyes Bertha GEOPAL-24 CARTEL 57
Aguilar Reyes Bertha SE01-9 114
Aguilar Reyes Bertha SE01-12 115
Aguilar Reyes Bertha SE06-15 151
Aguilar Reyes Bertha SE06-16 151
Aguilar Reyes Bertha SE06-21 CARTEL 152
Aguilar Villegas Juan Martín GEOD-7 27
Aguilar Villegas Juan Martín GEOD-9 CARTEL 27
Aguilar Villegas Juan Martín GEOD-10 CARTEL 27
Aguilar Villegas Juan Martín GEOD-13 CARTEL 28
Aguillón Robles Alfredo VUL-11 105
Aguiñiga García Sergio OCE-37 CARTEL 74
Aguiñiga García Sergio OCE-38 CARTEL 75
Aguirre Bahena Fernando SE15-2 198
Aguirre Díaz Gerardo SIS-3 88
Aguirre Díaz Gerardo VUL-6 103
Aguirre Gómez Arturo SE10-24 174
Aguirre López Luz SE10-26 CARTEL 175
Aguirre Trejo Manuel EG-26 CARTEL 17
Akciz Sinan SE05-1 144
Alamilla Pérez Yarabet Guadalupe EG-13 14
Alanis Alcantara Alfredo EG-14 14
Alanis Alcantara Alfredo SIS-31 95
Alaniz Álvarez Susana Alicia GET-3 40
Alaniz Álvarez Susana Alicia GET-6 41
Alaniz Álvarez Susana Alicia GET-21 CARTEL 45
Alaniz Álvarez Susana Alicia SE12-1 184
Alatorre Chávez Eliseo VUL-32 CARTEL 110
Alatorre Zamora Miguel Angel EG-8 13
Alatorre Zamora Miguel Angel GGA-10 CARTEL 50
Alatorre Zamora Miguel Angel SE04-47 CARTEL 141
Alatorre Zamora Miguel Angel SE04-49 CARTEL 142
Alatorre Zamora Miguel Angel SE06-17 151
Alba Morales Gerardo GP-6 37
Alcalá Martínez René SE01-17 CARTEL 116
Alemán Gallardo Eduardo Alejandro EG-27 CARTEL 17
Allen Charlotte VUL-3 102
Allende Arandía Ma. Eugenia OCE-27 72
Allende Arandía Ma. Eugenia OCE-28 73
Almaguer Gómez Citlalli CCA-16 5
Alva Valdivia Luis GEOH-17 CARTEL 34
Alva Valdivia Luis GEOPAL-3 52
Alva Valdivia Luis GEOPAL-7 53
Alva Valdivia Luis GEOPAL-11 54
Alva Valdivia Luis GEOPAL-13 54
Alva Valdivia Luis GEOPAL-21 CARTEL 56
Alva Valdivia Luis GEOPAL-22 CARTEL 56
Alva Valdivia Luis VUL-17 106
Alvarado Molina Juan Baudilio SE02-3 120
Álvarez Arriaga Oscar CCA-9 3
Álvarez Béjar Román EG-7 13
Álvarez Béjar Román GET-13 43
Álvarez Béjar Román GET-14 43
Álvarez Borrego Josué OCE-31 73
Álvarez Castillo Jesús FE-2 22
Álvarez Gasca Oscar CCA-17 5
Álvarez Gasca Oscar CCA-18 5
Álvarez Palacios José Luis SE04-2 130
Álvarez Palacios José Luis SE04-23 135
Álvarez Quiñones Miraldelly GEOPAL-7 53
Álvarez Román Karina Eileen SE17-3 204
Alzaga Ruíz Humberto SED-2 84
Amador B. A. OCE-4 68
Amador Muñoz Omar SE10-25 175
Amaro Martínez Raymundo Eric SE04-25 136
Andrade Canto Fernando OCE-24 72
Angeles Villanueva Efrain GGA-11 CARTEL 50
Anicua Sánchez Rosa SE01-8 114
Antonio Carpio Ricardo G. EG-22 16
Antonio Nakamura Yadhira Akemi SE04-17 134
Apango Figueroa Ethel SE03-13 CARTEL 126
Appendini Christian M. SE17-6 205
Arámbula Mendoza Raúl VUL-33 CARTEL 110
Arana Medina Aníbal GEOD-7 27
Arana Medina Aníbal GEOD-9 CARTEL 27
Arana Medina Aníbal GEOD-10 CARTEL 27
Arana Medina Aníbal GEOD-11 CARTEL 27
Arana Medina Aníbal GEOD-13 CARTEL 28
Aranda Gómez José Jorge GET-4 40
Aranda Gómez José Jorge PALEO-8 79
Aranda Gómez José Jorge PALEO-10 80
Arango Galván Claudia SE10-4 168
Araujo Pradere Eduardo FE-5 22
Arcas Diego SE13-3 188
Arciniega Ceballos Alejandra VUL-14 105
Arellano Pérez María de los Angeles VUL-16 106
Arellano Zepeda Gustavo SE05-5 145
Argote Espino Denisse SE06-6 149
Argote Espino Denisse SE06-10 149
Armienta Hernández María Aurora GGA-4 48
Armijo Torres Ricardo SE06-8 149
Arregui Ojeda Sergio EG-4 12
Arregui Ojeda Sergio EG-5 12
Arregui Ojeda Sergio SE04-13 133
Arregui Ojeda Sergio SE05-4 144
Arregui Ojeda Sergio SE09-4 164
Arreola Manzano Jonatán SIS-9 89
Arreola Manzano Jonatán SIS-12 90
Arroyo Pedraza Laura SE17-9 205
Arrubarrena Moreno Manuel SE10-4 168
Arzate Flores Jorge EG-7 13
Arzate Flores Jorge GET-13 43
Asorey Hernán FE-2 22
Ávalos Antonia GEOPAL-12 54
Ávila Campuzano Gabriela Rebeca GGA-11 CARTEL 50
Avilez Serrano Porfirio GET-20 CARTEL 45
Avilez Serrano Porfirio GEOQP-1 60
Avilez Serrano Porfirio GEOQP-2 60
Azpra Romero Enrique CCA-19 6
Badillo Camacho Jessica SE10-20 173
Báez López Javier GET-3 40
Balderas Gabriel CCA-33 CARTEL 8
Balderrama Corral Rigoberto GEOD-4 26
Balderrama Corral Rigoberto GEOD-6 27
Balderrama Corral Rigoberto GEOD-8 CARTEL 27
Balderrama Corral Rigoberto GEOD-11 CARTEL 27
Balderrama Corral Rigoberto GEOD-12 CARTEL 28
Ballinas Oseguera Mónica CCA-26 7
Ballinas Oseguera Mónica CCA-31 CARTEL 8
Bandy William EG-31 CARTEL 18
Bandy William EG-32 CARTEL 18
Bandy William EG-33 CARTEL 18
Bandy William SE08-1 160
Bandy William SE08-2 160
Barajas Alcalá Alma CCA-9 3
Barba Pingarrón Luis SE06-1 148
Barba Pingarrón Luis SE07-2 156
Barbosa García Oracio SE06-2 148
Barbosa García Oracio SE06-24 CARTEL 153
Barca Donatella SE06-1 148
Barco Bazan Ivan Omar EG-13 14
Barillas Díaz José Luis SE04-34 138
Barona Díaz Edgar SE04-26 136
Barradas Miranda Víctor L. CCA-6 3
Barradas Miranda Víctor L. CCA-26 7
Barradas Miranda Víctor L. CCA-31 CARTEL 8
Barradas Miranda Víctor L. CCA-33 CARTEL 8
Barragán Manzo Ricardo SED-5 CARTEL 85
Barrera Guerrero Santa GET-15 43
Barrientos Sergio SE13-7 189
Barrios Ruiz Alba Azucena SE06-3 148
Barron Noriega Moisés GEOD-3 26
Barrón Romero Luis Ernesto SE10-5 169
Bartali Roberto VUL-25 108
Barth Andrew P. GET-5 41
Bartha András SE06-18 152
Barton Penny EG-1 12
Barton Penny FE-15 CARTEL 24
Batista Rodríguez José A. EG-1 12
Batista Rodríguez José A. FE-15 CARTEL 24
Batista Rodríguez José A. GP-11 38
Battu Julie SE01-9 114
Bautista González Luis EG-24 CARTEL 16
Bautista Hernández Dorian Antonio CCA-9 3
Bautista Zúñiga Francisco CCA-9 3
Bautista Zúñiga Francisco GEOPAL-12 54
Bautista Zúñiga Francisco SE01-1 112
Bautista Zúñiga Francisco SE01-3 112
Bautista Zúñiga Francisco SE01-4 112
Bautista Zúñiga Francisco SE01-9 114
Bautista Zúñiga Francisco SE01-10 114
Bautista Zúñiga Francisco SE01-12 115
Bautista Zúñiga Francisco SE01-13 115
Bautista Zúñiga Francisco SE01-14 CARTEL 115
Bautista Zúñiga Francisco SE01-15 CARTEL 116
Bautista Zúñiga Francisco SE01-16 CARTEL 116
Becerra Godínez Juan Alexis CCA-35 CARTEL 9
Beier Emilio SE03-4 124
Beier Emilio SE03-5 125
Beier Emilio SE03-6 125

Beier Emilio	SE03-7	125
Beier Emilio	SE03-8	125
Beier Emilio	SE03-9	126
Beier Emilio	SE03-10	126
Beier Emilio	SE03-11	126
Beier Emilio	SE03-12	126
Bello Yáñez Xóchitl Virginia	VUL-16	106
Bello Yáñez Xóchitl Virginia	SE04-39 CARTEL	139
Bellon Hervé	VUL-11	105
Belmonte Jiménez Salvador Isidro	GEOH-12 CARTEL	32
Belmonte Jiménez Salvador Isidro	GEOH-14 CARTEL	33
Belmonte Jiménez Salvador Isidro	GEOH-19 CARTEL	34
Benavides Montoya Alejandro	GEOH-9	32
Beramendi Orosco Laura	SE07-3	156
Bertou Xavier	FE-2	22
Betancourt Sigmonin José	SE02-2	120
Blancas Vázquez Jorge	SE06-1	148
Blancas Vázquez Jorge	SE07-2	156
Blanco Betancourt Rafael	OCE-14	70
Blanco Betancourt Rafael	OCE-35 CARTEL	74
Blanco Mendoza Joel Arturo	EG-34 CARTEL	18
Blanco Moreno Jesús A.	GP-11	38
Bluhm Gutiérrez Jorge	SE04-4	130
Bluhm Gutiérrez Jorge	SE04-6	131
Bock Yehuda	SIS-26	94
Bógalo María Felicidad	GEOPAL-15 CARTEL	55
Böhnel Harald	GET-4	40
Böhnel Harald	GEOPAL-2	52
Böhnel Harald	GEOPAL-10	54
Böhnel Harald	GEOPAL-17 CARTEL	55
Bollo Manent Manuel	SE01-14 CARTEL	115
Bonasia Rosanna	VUL-21	107
Borraz Santiago María Alejandra	SE04-12	133
Borselli Lorenzo	VUL-31 CARTEL	109
Botero Santa Paola Andrea	GET-3	40
Botero Santa Paola Andrea	GET-6	41
Botero Santa Paola Andrea	GET-21 CARTEL	45
Botero Santa Paola Andrea	SE12-1	184
Brassea Ochoa Jesús María	EG-29 CARTEL	17
Brassea Ochoa Jesús María	EG-30 CARTEL	18
Bravo Cabrera José Luis	CCA-19	6
Bravo Cabrera José Luis	SE04-37 CARTEL	139
Bravo Cuevas Victor Manuel	PALEO-9	80
Brenes Marín Jorge	VUL-15	106
Bretón González Mauricio	VUL-13	105
Bretón González Mauricio	SE04-42 CARTEL	140
Briones Gallardo Roberto	GEOH-10	32
Briseño Olga	SE10-27 CARTEL	175
Briseño Ruiz Jessica Vanessa	SE11-2	178
Briseño Ruiz Jessica Vanessa	SE11-19	182
Brito Castillo Luis	CCA-5	2
Brito Muñoz Elizabeth	SE16-3	202
Bryan Scott	VUL-3	102
Bulychev Andrey	EG-10	13
Burillo Montúfar Juan Carlos	GEOH-9	32
Burlak Gennadiy	FE-9	23
Burlak Gennadiy	FE-10	23
Cabadas Báez Héctor	SE01-11	115
Cabadas Báez Héctor	SE01-17 CARTEL	116
Caballero García Lizeth	VUL-26	108
Caballero Miranda Cecilia I.	GEOPAL-7	53
Caballero Miranda Cecilia I.	SE06-23 CARTEL	153
Caballero Miranda Margarita	GEOPAL-9	53
Caballero Miranda Margarita	SED-4 CARTEL	84
Caballero Rodríguez Dayenari	SE15-1	198
Cabrera Estupiñan Erick	GEOH-19 CARTEL	34
Cabrera Pérez Lucía	PALEO-11 CARTEL	80
Caccavari Garza Ana	GEOPAL-14 CARTEL	54
Cadena Ramírez José Luis	OCE-36 CARTEL	74
Calderon Aguilera Luis Eduardo	OCE-36 CARTEL	74
Calderón Armando	EG-19	16
Calderon Flores Héctor Humberto	SE16-3	202
Calderón Paul	EG-8	13
Calmus Thierry	GET-2	40
Calmus Thierry	GEOPAL-3	52
Calva Hernández David	GEOH-11	32
Calvo Calvo Rodrigo	SE02-2	120
Calvo Irabién Luz María	SE01-3	112
Calvo Irabién Luz María	SE01-15 CARTEL	116
Calvo Rathert Manuel	GEOPAL-14 CARTEL	54
Calvo Rathert Manuel	GEOPAL-15 CARTEL	55
Calvo Rathert Manuel	SE06-15	151
Camacho Ramírez Erick	SE02-1	120
Camargo Guzmán David	EG-13	14
Campillo Michel	SIS-5	89
Campillo Michel	SIS-14	91
Campillo Michel	SIS-30	95
Campos Cajero Edgar	GEOH-13 CARTEL	33
Campos Camacho Mario A.	PALEO-11 CARTEL	80
Campos Castan Juan	EG-13	14
Campos Chávez Arnoldo	SE04-42 CARTEL	140
Campos Chávez Arnoldo	SE04-45 CARTEL	141
Campos Enríquez José Oscar	GEOH-14 CARTEL	33
Campos Enríquez José Oscar	GEOH-19 CARTEL	34
Campos G. Arnoldo	VUL-32 CARTEL	110
Camprubi Cano Antoni	GET-12	43
Camprubi Cano Antoni	VUL-3	102
Camps Pierre	GEOPAL-4	52
Canche Fernández Diego	SE04-39 CARTEL	139
Candela Pérez Julio	OCE-2	68
Candela Pérez Julio	OCE-15	70
Candela Pérez Julio	OCE-23	71
Candela Pérez Julio	OCE-24	72
Candela Pérez Julio	OCE-30	73
Canipa Morales Nora	GP-6	37
Cañón Tapia Edgardo	GEOPAL-3	52
Cañón Tapia Edgardo	GEOPAL-23 CARTEL	56
Capra Pedol Lucia	VUL-19	106
Capra Pedol Lucia	VUL-20	107
Capra Pedol Lucia	VUL-21	107
Carbajal Pérez Noel	OCE-5	68
Carbajal Pérez Noel	OCE-33 CARTEL	74
Carbó Andrés	SE13-1	188
Cárdenas González Lucio	VUL-24	108
Cárdenas Monroy Caridad	SE09-1	164
Cárdenas Ramírez Arturo	SE09-1	164
Cárdenas Soto Martín	EG-14	14
Cárdenas Soto Martín	SIS-24	93
Cárdenas Soto Martín	SIS-31	95
Cárdenas Soto Martín	SE12-5	185
Carderon Vila Erick	SE02-2	120
Cardona Antonio	GEOH-11	32
Cardona Molina Agustin	GEOQP-10	62
Carlos Valerio Victor	SE04-10	132
Carramiñana Alonso Alberto	FE-1	22
Carrancho Ángel	GEOPAL-15 CARTEL	55
Carranco Lozada Simón	SE10-21	174
Carranza Castañeda Oscar	PALEO-5	79
Carranza Castañeda Oscar	PALEO-7	79
Carranza Castañeda Oscar	PALEO-8	79
Carrasco Núñez Gerardo	VUL-7	103
Carrasco Núñez Gerardo	VUL-9	104
Carrasco Núñez Gerardo	VUL-10	104
Carreón Freyre Dora	SIS-3	88
Carrera Hernández Jaime J.	SE11-3	178
Carrera Muñoz Mariela	SE04-29	137
Carvallo Claire	GEOPAL-12	54
Carvallo Claire	GEOPAL-24 CARTEL	57
Carvallo Claire	SE01-9	114
Carvallo Claire	SE06-21 CARTEL	152
Castañeda Bastida Elizabeth	VUL-14	105
Castañeda Leonides Fausto	SE04-10	132
Castañeda Leonides Fausto	SE04-39 CARTEL	139
Castellano Solís Angel Vinicio	GP-6	37
Castellanos Nava Paulina	GEOH-18 CARTEL	34
Castillo Aja Maria del Rocio	SE04-27	136
Castillo Aldana Jorge	SE02-5	121
Castro Artola Oscar Alberto	SIS-2	88
Castro Escamilla Raúl	SIS-29	95
Castro Escamilla Raúl	SIS-38 CARTEL	97
Castro Escamilla Raúl	SIS-39 CARTEL	97
Castro Escamilla Raúl	SE05-5	145
Castro Escamilla Raúl	SE09-2	164
Castro Mora Jesús	GEOQP-18 CARTEL	65
Castro Rodríguez Alejandrina	SE10-3	168
Castro Rubén	CCA-37 CARTEL	9
Castro Rubén	OCE-35 CARTEL	74
Castro Rubén	SE03-3	124
Castro Rubén	SE03-4	124
Castro Rubén	SE03-12	126
Cavazos Pérez Tereza	SE16-4	202
Cázares Zurita Paola Edith	GP-7	37
Ceniceros Bombela Nora Elia	GGA-4	48
Cepeda Morales Jushiro	SE03-7	125
Cerca Martínez Mariano	GP-2	36
Cerca Martínez Mariano	GET-4	40
Cerca Martínez Mariano	SIS-3	88
Cerca Martínez Mariano	SIS-47 CARTEL	99
Cerca Martínez Mariano	SE14-1	192
Cerca Martínez Mariano	SE14-4	193
Cerca Martínez Mariano	SE14-6	193
Cerca Martínez Mariano	SE14-8	194
Cervantes Núñez Sandro	FE-7	22
Cervantes Pérez Juan	CCA-6	3
Cervantes Pérez Juan	CCA-26	7
Cervantes Pérez Juan	CCA-31 CARTEL	8
Cervantes Pérez Juan	CCA-33 CARTEL	8
Cervantes Solano Miguel	GEOPAL-6	53
Chacón B. Elizabeth	PALEO-10	80
Chacón B. Elizabeth	PALEO-12 CARTEL	81
Chacón B. Elizabeth	PALEO-14 CARTEL	81
Chadha R. K.	SIS-27	94
Champion Duane	GEOPAL-2	52
Chan Chin Alfredo	SIS-12	90
Chapa Arce Rosbell Ivan	SE04-7	131
Chapa Arce Rosbell Ivan	SE04-24	136
Chapa Arce Rosbell Ivan	SE04-30	137
Chapa Guerrero José Rosbel	EG-37 CARTEL	19
Chapa Guerrero José Rosbel	SE04-7	131
Chapa Guerrero José Rosbel	SE04-24	136
Chapa Guerrero José Rosbel	SE04-30	137
Charles Chris	SE15-5	199
Charles Polo Marcela	PALEO-10	80
Chavacan Avila Marcos Roberto	EG-13	14

Chávez Aguirre Rafael GEOH-17 CARTEL 34
Chávez Cabello Gabriel GET-1 40
Chávez Cabello Gabriel GET-4 40
Chávez Cabello Gabriel GET-19 CARTEL 44
Chávez Cabello Gabriel GEOQP-12 CARTEL 63
Chávez Cabello Gabriel SE04-40 CARTEL 140
Chávez Cruz Susana SE06-8 149
Chávez Lara Claudia SE15-3 198
Chávez Pérez Víctor Manuel CCA-16 5
Chávez Pérez Víctor Manuel OCE-32 73
Chávez Pérez Víctor Manuel OCE-34 CARTEL 74
Chávez Segura René EG-12 14
Chávez Segura René GGA-7 CARTEL 49
Chiappa Carrara Xavier SE17-9 205
Choumiline Euvgenio SE10-15 172
Choumiline Evgueni SE10-23 174
Choumiline Konstantin SE10-15 172
Choumiline Konstantin SE15-2 198
Chung Ling-ho SE05-1 144
Cid Villegas Gonzalo GEOH-15 CARTEL 33
Cienfuegos Alvarado Edith SE07-8 157
Cienfuegos Alvarado Edith SE07-10 157
Cifuentes Nava Gerardo EG-12 14
Cifuentes Nava Gerardo GGA-7 CARTEL 49
Clayton Robert SE12-2 184
Coconi Morales Enrique EG-11 14
Coconi Morales Enrique GP-4 36
Coconi Morales Enrique SE02-1 120
Coconi Morales Enrique SE02-4 121
Coconi Morales Enrique SE02-7 121
Colín Rodríguez Azucena GP-6 37
Colmenero Sujo Luis H. GEOH-17 CARTEL 34
Conde Álvarez Cecilia CCA-2 2
Conde Álvarez Cecilia CCA-8 3
Conde Álvarez Cecilia CCA-10 3
Constantino Rodríguez Luciano Daniel EG-12 14
Contreras Catala Fernando SE03-1 124
Contreras Hernández Ana Delia CCA-17 5
Contreras Hernández Ana Delia CCA-18 5
Contreras Juan GET-11 42
Contreras Juan GET-18 CARTEL 44
Contreras Juan SE08-4 160
Contreras Juan SE14-5 193
Contreras Ruiz Esparza Adolfo SE17-4 204
Corbo Camargo Fernando EG-7 13
Corbo Camargo Fernando GET-13 43
Cordero Chávez Mijail GEOD-12 CARTEL 28
Córdoba Diego SE13-1 188
Coria Camarillo Jhonnatan SE10-8 170
Cornejo Jiménez Candy SE14-2 192
Cornejo Jiménez Candy SE14-11 CARTEL 194
Corona Chávez Pedro SE06-3 148
Corona Morales Néstor SE04-28 137
Corona Ramírez Lilia SE10-14 171
Coronado Mendez César OCE-15 70
Corrales Pérez Daniel SE10-10 170
Correa Tello Juan Carlos GEOQP-4 60
Correa Tello Juan Carlos GEOQP-11 CARTEL 63
Cortés Arroyo Olaf Josafat SE05-10 146
Cortés Cortés Abel GEOPAL-5 53
Cortés Cortés Abel VUL-18 106
Cortés Ortíz Eduardo SIS-23 93
Cortés Ortíz Eduardo SIS-46 CARTEL 99
Corti Giacomo SE14-6 193
Cossio Torres Tomás PALEO-12 CARTEL 81
Cossio Torres Tomás SE04-7 131
Cossio Torres Tomás SE04-30 137
Cotte Nathalie SIS-14 91
Crespo Villalba Manuel B. SE01-16 CARTEL 116
Crisci Gino SE06-1 148
Cruz Atienza Víctor M. SIS-5 89
Cruz Atienza Víctor M. SIS-6 89
Cruz Atienza Víctor M. SIS-15 91
Cruz Atienza Víctor M. SIS-20 92
Cruz Atienza Víctor M. SIS-41 CARTEL 98
Cruz Castañeda Lenin Fernando GEOD-5 26
Cruz Cervantes José Luis SE09-1 164
Cruz Cruz Tamara SE01-17 CARTEL 116
Cruz López Salvador GET-9 42
Cruz López Salvador VUL-27 108
Cruz Ronquillo Olivia GGA-4 48
Cruz Sarmiento Leydi CCA-35 CARTEL 9
Cuanalo Campos Oscar Andrés SE04-41 CARTEL 140
Cuanalo de la Cerda Heriberto Emilio SE01-2 112
Cuéllar Cárdenas Mario Andrés GET-6 41
Cuéllar Cárdenas Mario Andrés GET-21 CARTEL 45
Cuéllar Hernández Leticia CCA-20 6
Cuevas Castellanos Paulina EG-27 CARTEL 17
Cuevas Castellanos Paulina GGA-7 CARTEL 49
Cuevas Contreras José Armando CCA-29 8
Cuevas Ruíz Gloria Ericka PALEO-9 80
Daessle Walter GGA-3 48
Dávalos Sotelo Raymundo SE04-2 130
Dávalos Sotelo Raymundo SE04-23 135
Dávila Harris Pablo VUL-7 103
Dávila Martín SE13-1 188
Dávila Pórcel René Alberto GGA-1 48
De Basabe Delgado Jonas de Dios SIS-17 92
De Grau Amaya Pamela OCE-16 70
De León García María Cristina SE04-40 CARTEL 140
De León Gómez Héctor GGA-1 48
De León González Fernando SE01-5 113
De la Cruz Reyna Servando VUL-22 107
De la Cruz Reyna Servando SE04-15 133
De la Cruz Salas Luis Miguel SE11-13 181
De la Cruz Salas Luis Miguel SE11-14 181
De la Cruz Salas Luis Miguel SE11-17 182
De la Fuente Acosta Eduardo FE-1 22
De la Garza Aguilar Rodrigo GEOH-17 CARTEL 34
De la O Villanueva Margarita SE10-19 173
De la O Villanueva Margarita SE10-26 CARTEL 175
De la Rosa Diego CCA-9 3
De la Rosa Sarmiento Isela Coral GEOH-12 CARTEL 32
De los Santos Cano Gabriela SE12-3 184
DeMets Chuck GEOD-2 26
Dekkers Mark GEOPAL-2 52
Del Moral Dorantes Ariza SE04-2 130
Del Moral Dorantes Ariza SE04-23 135
Del Rio Salas Rafael GEOQP-16 CARTEL 64
Del Valle García Raúl GP-9 38
Del Valle García Raúl SE02-6 121
Delgado Argote Luis A. GET-20 CARTEL 45
Delgado Argote Luis A. GEOQP-1 60
Delgado Argote Luis A. GEOQP-2 60
Delgado Carranza Carmen SE01-3 112
Delgado Carranza Carmen SE01-4 112
Delgado Carranza Carmen SE01-15 CARTEL 116
Delgado Granados Hugo CCA-11 4
Delgado Granados Hugo CCA-12 4
Delgado Granados Hugo VUL-23 107
Delgado Granados Hugo VUL-24 108
Delgado Rodríguez Omar GEOH-13 CARTEL 33
Delgado Solorzano Cecilia SE10-1 168
Devito Kevin SE11-3 178
Dévora Figueroa Ana SE10-26 CARTEL 175
Díaz Gama César Javier GGA-5 CARTEL 49
Díaz Mojica John J. SIS-15 91
Díaz Ortega Jaime SE01-17 CARTEL 116
Díaz Viera Martín EG-20 16
Díaz Viera Martín GP-3 36
Díaz de Cossio Batani Guillermo SE05-8 145
Díaz de Cossio Batani Guillermo SE09-4 164
Diego Ortíz Gonzalo GP-12 CARTEL 38
Diehl Tobias SE13-6 189
Doménech Carbó Antonio SE07-5 156
Doménech Carbó María Teresa SE07-5 156
Domínguez Mariani Eloisa GEOH-18 CARTEL 34
Domínguez Mariani Eloisa SE10-11 171
Domínguez Reyes Tonatiuh SIS-34 CARTEL 96
Domínguez Salazar Francisco Félix SE04-9 132
Douillet Pascal SE17-4 204
Duque Trujillo José GET-3 40
Duque Trujillo José GEOQP-10 62
Duque Trujillo José SE14-2 192
Duque Trujillo José SE14-4 193
Durand Manterola Héctor FE-6 22
Dworak Robinson Juan Adolfo OCE-5 68
Elliot Austin SE05-3 144
Enriquez Barajas Isabel CCA-34 CARTEL 9
Enriquez Ortiz Cecilia SE17-7 205
Enriquez Ortiz Cecilia SE17-8 205
Erdely Ruiz Arturo EG-20 16
Escalante González Jorge Antonio CCA-28 7
Escalona Alcázar Felipe de Jesús VUL-12 105
Escalona Alcázar Felipe de Jesús SE04-4 130
Escalona Alcázar Felipe de Jesús SE04-6 131
Escamilla Casas José Cruz GET-9 42
Escamilla Casas José Cruz VUL-27 108
Escobar Briones Elva EG-32 CARTEL 18
Escobedo Zenil David SIS-9 89
Escobedo Zenil David SE12-5 185
Escolero Fuentes Oscar GEOH-1 30
Escolero Fuentes Oscar GET-8 42
Escolero Fuentes Oscar SE10-11 171
Escutia Saucedo Noemí GEOPAL-5 53
España Bernardino José Mauricio GP-7 37
Esparza Hernández Francisco EG-19 16
Esparza Hernández Francisco EG-28 CARTEL 17
Esparza López Rodrigo SE06-9 149
Esparza López Rodrigo SE06-16 151
Esparza López Rodrigo SE06-17 151
Espinasa Pereña Ramón SE08-6 161
Espindola Castro Juan Manuel VUL-29 CARTEL 109
Espíndola Castro Juan Manuel SE04-16 134
Espíndola Castro Juan Manuel SE04-37 CARTEL 139
Espíndola Castro Juan Manuel SE09-3 164
Espíndola Castro Victor Hugo SE09-1 164
Espino Valdés María Socorro GEOH-9 32
Espino Valdés María Socorro GEOH-17 CARTEL 34
Espinosa Campos Omar de Jesús SE04-50 CARTEL 142
Espinosa Cardeña Juan Manuel GEOD-5 26
Espinosa Cardeña Juan Mauel GEOQP-1 60
Espinosa Villalpando Luis Angel SIS-28 94
Espinoza Ojeda Orlando Miguel EG-16 15

Esponda Ortiz David GEOQP-18 CARTEL 65
Esquivel Ramírez Rubén GEOD-1 26
Esteller Alberich María Vicenta GEOH-18 CARTEL 34
Estrada Carmona Juliana GEOQP-8 62
Estrada Castillo Jorge SIS-12 90
Estrada Castillo Jorge SE09-1 164
Estrada Godoy Francisco GEOH-3 30
Estrada Porrúa Francisco CCA-2 2
Estrada Porrúa Francisco CCA-4 2
Estrada Porrúa Francisco CCA-10 3
Estrada Porrúa Francisco CCA-19 6
Estrada Trejo Mariana SE04-27 136
Etchevers Barra Jorge D. SE01-5 113
Etienne Vincent SIS-20 92
Expósito Castillo José Luis GEOH-18 CARTEL 34
Ezra Gorge SE06-7 149
Faneros Geoff SE05-1 144
Fanjat Gregory GEOPAL-4 52
Farber Lorda Jaime SE03-5 125
Farfán Francisco SE05-4 144
Farfán Francisco SE05-8 145
Farfán Francisco SE09-4 164
Faust Betty SE01-12 115
Félix Uraga Roberto OCE-19 71
Fernández Heredia Avelina Idalmis SIS-29 95
Fernández Martínez Alejandra SIS-1 88
Fernández Souza Lília SE06-11 150
Ferrari Luca GEOQP-10 62
Ferrari Luca VUL-3 102
Ferrari Luca SE08-5 160
Ferrari Luca SE14-1 192
Ferrari Luca SE14-2 192
Ferrari Luca SE14-4 193
Ferrari Luca SE14-6 193
Ferrari Luca SE14-11 CARTEL 194
Ferrarra Guerrero María de Jesús SE01-5 113
Figueroa Espinoza Bernardo SE17-5 204
Figueroa Miranda Socrates SE04-22 135
Figueroa R. J.M. OCE-4 68
Figueroa Soto Angel SIS-10 90
Filatov Denis SE11-1 178
Filatov Denis SE11-8 180
Fitz Diaz Elisa GET-12 43
Fletcher John SE05-1 144
Fletcher John SE05-3 144
Fletcher John SE14-7 193
Flores Ana Laura OCE-7 69
Flores Ana Laura OCE-21 71
Flores Castillo Cesio Menahén PALEO-15 CARTEL 81
Flores Luna Carlos EG-15 14
Flores Martínez Joab EG-38 CARTEL 19
Flores Vargas Ricardo SE11-17 182
Fournier García Patricia SE06-6 149
Fragoso Irineo Anaid EG-36 CARTEL 19
Franco Sánchez Sara Ivonne SIS-35 CARTEL 96
Franco Sánchez Sara Ivonne SE09-1 164
Frausto Martínez Oscar SE01-14 CARTEL 115
Fregoso Becerra Emilia SE05-9 146
Fregoso Irineo Anaid GET-15 43
Fregoso Urrutia Daniela Julia SE06-22 CARTEL 152
Frez Cárdenas José SE05-7 145
Fuentes Ponce Mariela SE01-5 113
Fuentes Ponce Mariela SE01-6 113
Fuis Gary SE14-9 194
Galetzka John SE05-1 144
Galindo Domínguez Roberto Enrique EG-31 CARTEL 18
Galindo Estrada Ignacio SE16-7 202
Gallegos Gómora Miriam Judith SE06-8 149
Gálvez Valdez Oscar SE09-4 164
Gama Castro Jorge E. SE01-17 CARTEL 116
Gamez Balmaceda Ena del Carmen SE04-13 133
Gámez Soto Diego OCE-9 69
Gámez Soto Diego SE17-2 204
García Abdeslem Juan SE05-9 146
García Amador Bernardo Ignacio GEOPAL-8 53
García Amador Bernardo Ignacio SE12-6 185
García Arthur Miguel SE09-4 164
García Concepción Faustino Omar CCA-27 7
García García Edith Xio Mara PALEO-1 78
García Jerez Antonio SIS-30 95
García López Janet EG-26 CARTEL 17
García López Ramón Victorino GEOD-4 26
García López Ramón Victorino GEOD-5 26
García López Ramón Victorino GEOD-6 27
García López Ramón Victorino GEOD-8 CARTEL 27
García López Ramón Victorino GEOD-11 CARTEL 27
García Martínez David GET-10 42
García Martínez Rocío CCA-28 7
García Martínez Rocío GGA-8 CARTEL 49
García Martínez Rocío SE06-18 152
García Morales Gisela OCE-8 69
García Morales Gisela OCE-10 69
García Morales Gisela OCE-19 71
García Morales Ricardo OCE-9 69
García Morales Ricardo OCE-10 69
García Morales Ricardo OCE-19 71
García Moreno Luis Manuel SIS-12 90
García Peña Ángel SE12-4 185
García Reyes Miguel Cayetano SE04-46 CARTEL 141
García Rocío CCA-8 3
García Ruíz Eva María SE04-48 CARTEL 142
García Ruíz Martha GET-14 43
García Soria César CCA-35 CARTEL 9
García Tenorio Felipe GET-9 42
García Tenorio Felipe VUL-27 108
García Tenorio Felipe SE04-43 CARTEL 140
García Tovar Gloria P. GEOQP-4 60
García Tovar Gloria P. GEOQP-11 CARTEL 63
García Yee José CCA-29 8
Garduño López René SE16-5 202
Garduño Monroy Víctor H. GEOPAL-1 52
Garduño Monroy Víctor H. GEOPAL-24 CARTEL 57
Garduño Monroy Víctor H. SED-6 CARTEL 85
Garduño Monroy Víctor H. SIS-43 CARTEL 98
Garduño Monroy Víctor H. VUL-28 CARTEL 109
Garduño Monroy Víctor H. VUL-30 CARTEL 109
Garduño Monroy Víctor H. SE04-29 137
Garduño Monroy Víctor H. SE06-21 CARTEL 152
Garduño René CCA-30 CARTEL 8
Garduño René FE-7 22
Garza Rocha Daniel EG-37 CARTEL 19
Garza Rocha Daniel SE12-4 185
Gasca Galván Felipe OCE-36 CARTEL 74
Gasca Herrera Ángel Eduardo CCA-20 6
Gavilanes Ruíz Juan Carlos VUL-20 107
Gaviño Rodríguez Juan Heberto OCE-8 69
Gaviño Rodríguez Juan Heberto OCE-10 69
Gaxiola Castro Gilberto SE03-7 125
Gay García Carlos CCA-2 2
Gay García Carlos CCA-4 2
Gay García Carlos CCA-7 3
Gazzola Julie SE06-23 CARTEL 153
Gil Venegas Laura Elizabeth GEOH-4 30
Gío Argáez Raúl SE15-1 198
Girón García Patricia GGA-4 48
Glowacka Ewa SIS-45 CARTEL 99
Glowacka Ewa SE05-2 144
Glowacka Ewa SE05-8 145
Godínez Calderón María de Lourdes VUL-29 CARTEL 109
Godínez Calderón María de Lourdes SE04-16 134
Godínez Calderón María de Lourdes SE04-37 CARTEL 139
Godínez Orta L. GGA-2 48
Godínez Orta L. OCE-11 69
Godínez Víctor SE03-4 124
Godínez Víctor SE03-7 125
Godínez Víctor SE03-10 126
Godínez Víctor SE03-12 126
Gogichaishvili Avto GEOPAL-1 52
Gogichaishvili Avto GEOPAL-5 53
Gogichaishvili Avto GEOPAL-6 53
Gogichaishvili Avto GEOPAL-12 54
Gogichaishvili Avto GEOPAL-14 CARTEL 54
Gogichaishvili Avto GEOPAL-15 CARTEL 55
Gogichaishvili Avto GEOPAL-16 CARTEL 55
Gogichaishvili Avto GEOPAL-18 CARTEL 55
Gogichaishvili Avto GEOPAL-24 CARTEL 57
Gogichaishvili Avto GEOPAL-25 CARTEL 57
Gogichaishvili Avto SED-3 CARTEL 84
Gogichaishvili Avto SE01-9 114
Gogichaishvili Avto SE01-12 115
Gogichaishvili Avto SE06-14 151
Gogichaishvili Avto SE06-15 151
Gogichaishvili Avto SE06-21 CARTEL 152
Gogichaishvili Avto SE06-22 CARTEL 152
Gold Peter SE05-3 144
Gómez Álvarez Karina SE04-33 138
Gómez González Juan Martín SIS-36 CARTEL 96
Gómez González Juan Martín SIS-38 CARTEL 97
Gómez González Juan Martín SIS-44 CARTEL 98
Gómez González Juan Martín SE12-1 184
Gómez Hernández Adán SIS-13 91
Gómez Hernández Adán SIS-24 93
Gómez Lizárraga Laura Elena SE15-1 198
Gómez Ochoa Daniel VUL-23 107
Gómez Ramírez Mario CCA-15 5
Gómez Ramírez Mario SE17-3 204
Gómez Reyes María de los Angeles SE02-7 121
Gómez Salazar Sergio SE10-20 173
Gómez Sergio SE06-23 CARTEL 153
Gómez Treviño Enrique EG-19 16
Gómez Treviño Enrique EG-29 CARTEL 17
Gómez Valdés José OCE-18 70
Gómez Valdés José SE17-9 205
Gómez Valdivia Felipe OCE-3 68
Gómez Valdivia Felipe OCE-7 69
Gómez Valdivia Felipe OCE-13 70
Gómez Valencia Alejandra Marisela VUL-4 103
Gómez Vasconcelos Martha Gabriela VUL-28 CARTEL 109
González Alejandro SE05-1 144
González Barba Gerardo PALEO-2 78
González Bretón Mauricio SE04-45 CARTEL 141
González Chavez María del Carmen SE01-5 113
González Escobar Mario EG-4 12
González Escobar Mario EG-5 12

González Escobar Mario SE14-7 193
González Escobar Mario SE14-8 194
González Fernández Antonio EG-6 12
González Fernández Antonio SE14-9 194
González Flores Ernesto SE02-1 120
González Guerrero Edith CCA-34 CARTEL 9
González Hernández Galia SE07-3 156
González Herrera Raúl SE04-9 132
González Herrera Raúl SE04-12 133
González Herrera Raúl SE04-29 137
González Herrera Raúl SE04-44 CARTEL 141
González Javier SE05-1 144
González León Carlos Manuel PALEO-14 CARTEL 81
González Méndez Luis Xavier FE-3 22
González Montaño María del Rosario CCA-35 CARTEL 9
González Naranjo Gildardo GET-4 40
González Naranjo Gildardo PALEO-10 80
González Navarro Juan Ignacio OCE-30 73
González Partida Eduardo VUL-6 103
González Rangel José Antonio GEOH-17 CARTEL 34
González Rangel José Antonio GEOPAL-21 CARTEL 56
González Vázquez Luis Antonio CCA-32 CARTEL 8
González Viveros Pohema CCA-26 7
Gracia Gasca Adolfo OCE-17 70
Gracia Marroquín Diego GP-2 36
Gracia Marroquín Diego GET-19 CARTEL 44
Gradilla Martínez Luis Carlos GEOPAL-23 CARTEL 56
Graef Ziehl Federico SE16-1 202
Graef Ziehl Federico SE16-4 202
Graham Shannon GEOD-2 26
Granados Hernández Orlando SE04-13 133
Grand Stephen P. SIS-38 CARTEL 97
Greco Catriel SE06-14 151
Grijalva Ortiz Nicolas SE04-25 136
Grimalsky Vladimir FE-8 23
Guerrero Arenas Rosalía GGA-6 CARTEL 49
Guerrero Arenas Rosalía PALEO-11 CARTEL 80
Guerrero Arenas Rosalía PALEO-13 CARTEL 81
Guerrero Moreno Lorena OCE-23 71
Guevara Caudillo Fernando GP-7 37
Guevara Guillén Cristóbal OCE-9 69
Guevara Guillén Cristóbal OCE-19 71
Guevara Guillén Cristóbal SE17-2 204
Guilbaud Marie-Noëlle GEOPAL-1 52
Guiot Joel CCA-13 4
Gutiérrez Alejandro Alejandra Guadalupe PALEO-3 78
Gutiérrez Alejandro Blanca Azucena CCA-32 CARTEL 8
Gutiérrez Armendariz Eric GEOH-17 CARTEL 34
Gutiérrez Castañón Liliana Jazmín VUL-12 105
Gutiérrez Castorena Edgar V. SE01-6 113
Gutiérrez Castorena Edgar V. SE01-7 113
Gutiérrez Castorena Edgar V. SE01-8 114
Gutiérrez Castorena Edgar V. SE10-24 174
Gutiérrez Castorena María del Carmen GGA-11 CARTEL 50
Gutiérrez Castorena María del Carmen SE01-5 113
Gutiérrez Castorena María del Carmen SE01-6 113
Gutiérrez Castorena María del Carmen SE01-7 113
Gutiérrez Castorena María del Carmen SE01-8 114
Gutiérrez Castorena María del Carmen SE10-24 174
Gutiérrez García Brenda de Jesús CCA-32 CARTEL 8
Gutiérrez Guevara Marytere GP-6 37
Gutiérrez Jiménez Aarón Joseph SIS-11 90
Gutiérrez Jiménez Aarón Joseph SIS-12 90
Gutiérrez Mendiola Uriel VUL-16 106
Gutiérrez Navarro Rodrigo GEOH-1 30
Gutiérrez Navarro Rodrigo GET-8 42
Gutiérrez Ojeda Carlos GEOH-2 30
Gutiérrez Palomares Isaac VUL-6 103
Gutiérrez Peña Quiriat Jearim SE06-17 151
Gutiérrez Ruiz Margarita SE10-2 168
Guzmán Galindo Tiojari Dagoberto GEOD-4 26
Guzmán Galindo Tiojari Dagoberto GEOD-6 27
Guzmán Galindo Tiojari Dagoberto GEOD-8 CARTEL 27
Guzmán Miguel SIS-45 CARTEL 99
Guzmán Spezialé Marco SIS-38 CARTEL 97
Guzmán Speziale Marco SE08-3 160
Hagstrum Jonathan GEOPAL-2 52
Hasterok Derrick SE14-10 CARTEL 194
Helenes Escamilla Javier PALEO-4 78
Helenes Escamilla Javier PALEO-6 79
Henry Bernard GEOPAL-5 53
Herbert Tim SE15-5 199
Herguera García Juan Carlos SE15-4 198
Herguera García Juan Carlos SE15-5 199
Hernández Álvarez Héctor SE06-11 150
Hernández Bernal María del Sol SE06-3 148
Hernández Caridad GET-18 CARTEL 44
Hernández Espriú Antonio SE10-6 169
Hernández Espriú Antonio SE10-7 169
Hernández Flores Edilberto EG-10 13
Hernández García Guillermo SE11-5 179
Hernández Gutiérrez Carlos Iván SIS-45 CARTEL 99
Hernández H. R. VUL-10 104
Hernández Hernández Edilma SE02-4 121
Hernández Madrigal Víctor SE04-29 137
Hernández Maldonado Victor EG-20 16
Hernández Maya Karina EG-6 12
Hernández Quintero Esteban EG-12 14
Hernández Quintero Esteban GGA-7 CARTEL 49
Hernández Rivera Israel SE04-39 CARTEL 139
Hernández Rosales Arturo SIS-16 92
Hernández Rosales Arturo SE11-15 181
Hernández Silva Gilberto CCA-28 7
Hernández Silva Gilberto SE06-18 152
Hernández Silva Gilberto SE10-16 172
Hernández Treviño Teodoro GET-18 CARTEL 44
Hernández Treviño Teodoro GET-23 CARTEL 45
Hernández Treviño Teodoro GEOQP-5 61
Hernández Treviño Teodoro GEOQP-6 61
Hernández Treviño Teodoro GEOQP-7 61
Hernández Treviño Teodoro SE07-9 157
Hernández Walls Rafael CCA-37 CARTEL 9
Hernández Zúñiga Alejandra SE04-19 134
Herrera Aztegui Luis Eduardo CCA-21 6
Herrera Hernández Dimitris GEOPAL-9 53
Herrera Hernández Dimitris SED-4 CARTEL 84
Herrera Juárez Viridiana CCA-36 CARTEL 9
Herrera Juárez Viridiana GEOQP-17 CARTEL 65
Herrera Muñoz Alberto SE06-18 152
Herrera Revilla Ismael SE11-10 180
Herrera Urbina Saúl GEOQP-3 60
Herrera Zamarrón Graciela GEOH-5 31
Herrera Zamarrón Graciela GEOH-6 31
Herrera Zamarrón Graciela GEOH-12 CARTEL 32
Herrera Zamarrón Graciela SE11-2 178
Herrera Zamarrón Graciela SE11-14 181
Herrera Zamarrón Graciela SE11-16 182
Herrera Zamarrón Graciela SE11-18 182
Herrera Zamarrón Graciela SE11-19 182
Herrero Bervera Emilio GEOPAL-2 52
Herrs Andrew J. SE05-3 144
Hidalgo Moreno Claudia SE01-5 113
Hill Kevin OCE-19 71
Hinojosa Corona Alejandro SE04-3 130
Hinojosa Corona Alejandro SE05-3 144
Hjorleifsdottir Vala SE13-6 189
Hjorleifsdottir Vala SE13-7 189
Hoffman Ken GEOPAL-4 52
Hogan Patrick OCE-1 68
Hole John SE14-9 194
Hoppe Andreas GGA-1 48
Hudnut Ken SE05-1 144
Huerta López Carlos Isidro SIS-29 95
Huezo Casillas José SE10-8 170
Husker Allen SIS-14 91
Ibañez Mauricio GEOQP-8 62
Ibarra Martínez Sergio Eduardo SE04-40 CARTEL 140
Iglesias Mendoza Arturo SIS-2 88
Iglesias Mendoza Arturo SIS-21 93
Iglesias Mendoza Arturo SIS-25 94
Iglesias Mendoza Arturo SIS-35 CARTEL 96
Iglesias Mendoza Arturo SE09-1 164
Iglesias Mendoza Arturo SE13-4 188
Iglesias Mendoza Arturo SE13-5 188
Ihl Thomas SE01-14 CARTEL 115
Inguaggiato Salvatore VUL-24 108
Inzunza Romero Luis SE05-5 145
Inzunza Romero Luis SE09-2 164
Israde Alcantara Isabel GEOQP-13 CARTEL 63
Iturbe Argüelles Rosario SE10-3 168
Iturbe Argüelles Rosario SE10-4 168
Iturbe Argüelles Rosario SE10-14 171
Iturrarán Viveros Ursula SIS-30 95
Izurieta Jorge SE10-22 174
Jacobson Carl E. GET-5 41
Jácome Paz Mariana Patricia VUL-24 108
Jacques Ayala César GET-5 41
Jaimes Viera Carmen SE08-6 161
Jasso Castañeda Carolina SE01-17 CARTEL 116
Jazcilevich Diamant Arón SE10-25 175
Jenchen Uwe PALEO-3 78
Jerónimo Moreno Gilberto OCE-18 70
Jerónimo Moreno Gilberto SE17-9 205
Jiménez Badillo Diego SE06-12 150
Jiménez Badillo Diego SE06-13 150
Jiménez Cruz Casiano SIS-9 89
Jiménez Cruz Casiano SE09-1 164
Jiménez Franco Ma. Abigail GEOQP-18 CARTEL 65
Jiménez Gerardo SE07-10 157
Jiménez González Carlos SIS-46 CARTEL 99
Jiménez Guerrero Martín GP-8 37
Jiménez Hernández Sergio OCE-20 71
Jiménez Hidalgo Eduardo GGA-6 CARTEL 49
Jiménez Hidalgo Eduardo PALEO-11 CARTEL 80
Jiménez Hidalgo Eduardo PALEO-13 CARTEL 81
Jiménez Jiménez Zenón SE09-3 164
Jiménez López Maria Esther SE04-13 133
Jiménez Reyes Melania SE06-9 149
Jiménez Suárez Gabriel GEOH-7 31
Juárez Hernández Argelia Esperanza VUL-16 106
Júnez Ferreira Hugo Enrique GEOH-6 31
Karlovich Yuri FE-9 23
Karlovich Yuri FE-10 23
Keppie Moorhouse John Duncan GET-22 CARTEL 45

Kerdan Kurdaliova Tatiana GP-9 38
Kerdan Kurdaliova Tatiana SE02-6 121
Kleinfeld Avila Gloria Natalia SIS-16 92
Kluesner Jared SE14-10 CARTEL 194
Kobs-Nawotniak Shannon E. VUL-29 CARTEL 109
Kohn Ledesma Ingrid Alejandra SE11-18 182
Koshevaya Svetlana FE-8 23
Kostoglodov Vladimir SIS-5 89
Kostoglodov Vladimir SIS-14 91
Kotsarenko Anatoliy FE-8 23
Kotsarenko Anatoliy FE-13 CARTEL 23
Kotsarenko Anatoliy GGA-8 CARTEL 49
Koukharsky Magdalena SED-3 CARTEL 84
Krivosheya Konstantin EG-10 13
Krivosheya Konstantin EG-35 CARTEL 19
Kurczyn Robledo Jorge Alejandro SE03-11 126
Labarthe Hernández Guillermo VUL-6 103
Labarthe Hernández Guillermo VUL-11 105
Labastida Núñez Israel GGA-4 48
Ladino Álvarez Ricardo Arturo EG-23 CARTEL 16
Ladron de Guevara Torres María de los Ángeles GEOH-14 CARTEL 33
Lagos Marcelo SE13-3 188
Lailson Becket SE07-9 157
Lailson Becket SE07-10 157
Lara Valenzuela Karla SE10-28 CARTEL 176
Larrazábal Galaviz Kerygma SE04-19 134
Lavín Miguel OCE-4 68
Lavín Miguel SE03-1 124
Lavín Miguel SE03-2 124
Lavín Miguel SE03-4 124
Lavín Miguel SE03-5 125
Lavín Miguel SE03-7 125
Lavín Miguel SE03-10 126
Lavín Miguel SE03-11 126
Lavín Miguel SE03-12 126
Lavín Miguel SE03-13 CARTEL 126
Leal Acosta María Luisa SE10-23 174
Ledesma Herrera karina SE04-43 CARTEL 140
Legrand Denis VUL-33 CARTEL 110
Legrand Denis SE13-4 188
Legrand Denis SE13-6 189
Legrand Denis SE13-7 189
Leirana Alcocer Jorge SE01-4 112
Leirana Alcocer Jorge SE01-16 CARTEL 116
Lemus Alarcón Oscar Roberto SE04-7 131
Lemus Alarcón Oscar Roberto SE04-24 136
Lemus Alarcón Oscar Roberto SE04-30 137
Lemus Rodríguez Alfonso EG-9 13
León Chávez Cristina Alicia SE03-9 126
León Loya Rodrigo Alejandro SIS-36 CARTEL 96
León Loya Rodrigo Alejandro SIS-44 CARTEL 98
León Paz Zoraida Soledad SE04-42 CARTEL 140
León Paz Zoraida Soledad SE04-45 CARTEL 141
León Ramírez Concepción Alejandra GP-9 38
León Ramírez Concepción Alejandra SE02-6 121
Leonardo Suárez Miguel SE04-2 130
Leonardo Suárez Miguel SE04-23 135
Lermo Samaniego Javier SIS-4 88
Lermo Samaniego Javier SIS-18 92
Lermo Samaniego Javier SIS-28 94
Lermo Samaniego Javier SIS-32 95
Lermo Samaniego Javier SE04-19 134
Lermo Samaniego Javier SE05-4 144
Lermo Samaniego Javier SE13-7 189
Lesage Phillipe VUL-33 CARTEL 110
Levresse Gilles PALEO-10 80
Leyva Suárez Esther SE11-14 181
Lino Escobedo Selene SE14-1 192
Lino Escobedo Selene SE14-3 192
Lira Chávez Jorge SE06-6 149
Lluch Belda Daniel SE03-6 125
Lluch Cota Salvador SE03-6 125
Lonsdale Peter EG-6 12
Lonsdale Peter SE14-1 192
Lonsdale Peter SE14-2 192
Lonsdale Peter SE14-10 CARTEL 194
Lonsdale Peter SE14-11 CARTEL 194
López Aguilar Fernando SE01-17 CARTEL 116
López Alfonso Enrique Hernández SE10-25 175
López Álvarez Briseida SE10-12 171
López Álvarez Briseida SE10-21 174
López Arredondo Liliana Marisol EG-37 CARTEL 19
López Briceño Ernesto SIS-3 88
López Briceño Ernesto SIS-42 CARTEL 98
López Cruz Abeyro José FE-8 23
López Cruz Abeyro José FE-13 CARTEL 23
López Cruz Abeyro José GGA-8 CARTEL 49
López Delgado Verónica SE06-16 151
López Doncel Rubén SE04-11 132
López Durán Wilebaldo CCA-35 CARTEL 9
López García Pedro SE06-6 149
López García Pedro SE06-10 149
López González Aide SE10-1 168
López González José SE17-6 205
López Juárez Julieta SE07-6 157
López Loera Héctor VUL-17 106
López Loera Héctor SE16-2 202
López López Abraham SE04-6 131
López López Luís GP-6 37
López Lujan Leonardo SE06-1 148
López Mariscal Manuel OCE-2 68
López Mariscal Manuel OCE-4 68
López Mariscal Manuel OCE-15 70
López Mariscal Manuel OCE-30 73
López Martínez Margarita GET-2 40
López Martínez Margarita GEOPAL-16 CARTEL 55
López Martínez Margarita GEOQP-10 62
López Martínez Margarita VUL-3 102
López Martínez Margarita SE08-5 160
López Martínez Margarita SE14-1 192
López Martínez Margarita SE14-2 192
López Martínez Margarita SE14-3 192
López Martínez Margarita SE14-4 193
López Martínez Margarita SE14-8 194
López Montes Rebeca FE-5 22
López Montes Rebeca FE-13 CARTEL 23
López Moreno Manuel GEOD-3 26
López Moreno Manuel GEOD-4 26
López Moreno Manuel GEOD-6 27
López Moreno Manuel GEOD-8 CARTEL 27
López Moreno Manuel GEOD-11 CARTEL 27
López Oliva José Guadalupe PALEO-1 78
López Oliva José Guadalupe PALEO-3 78
López Olvera Jessica SE10-14 171
López Ortíz B. Estela OCE-37 CARTEL 74
López Ortíz B. Estela OCE-38 CARTEL 75
López Rodríguez Luis Marcel EG-38 CARTEL 19
López Rodríguez Luis Marcel SE04-32 138
López Ulloa Jorge SE10-26 CARTEL 175
López Valencia Marco Antonio SE04-32 138
López Zúñiga Pedro Alejandro SED-5 CARTEL 85
Loza Aguirre Isidro GET-3 40
Loza Aguirre Isidro SE12-1 184
Loza Santos Irene GEOD-4 26
Lozano García Socorro GEOPAL-9 53
Lozano García Socorro SED-4 CARTEL 84
Lozano Santacruz Rufino GEOQP-13 CARTEL 63
Lugo López Armando SE02-5 121
Luna Celis Leonel SE10-9 170
Luna Díaz Peón Antonio CCA-14 5
Luna Munguía Manuel SE05-6 145
Luyando López Elda CCA-25 7
Luzón Francisco SIS-30 95
Machain Castillo María Luisa SE15-1 198
Macías José Luis GEOPAL-5 53
Macías Salgado Deyanira SE10-26 CARTEL 175
Macías Vázquez José Luis VUL-10 104
Macías Vázquez José Luis VUL-18 106
Macías Vázquez José Luis SE04-38 CARTEL 139
Maciel Flores Roberto GGA-10 CARTEL 50
Maciel Flores Roberto SE04-47 CARTEL 141
Maciel Flores Roberto SE04-49 CARTEL 142
Maciel Peña Rafael GEOPAL-1 52
Maciel Roberto GEOPAL-16 CARTEL 55
Madariaga Raúl SIS-15 91
Magallanes Ordóñez Víctor René GEOQP-15 CARTEL 64
Magaña Rueda Víctor CCA-21 6
Magaña Rueda Víctor CCA-23 6
Magaña Rueda Víctor CCA-34 CARTEL 9
Magaña Rueda Víctor CCA-35 CARTEL 9
Magaña Rueda Victor SE04-31 137
Maldonado Cruz Daniel EG-13 14
Maldonado Rivera José Luis SE06-2 148
Maldonado Rivera José Luis SE06-24 CARTEL 153
Mandujano Velázquez Jaime de Jesús GP-6 37
Manteción G. Alejandro E. EG-22 16
Manzanilla Naim Linda R. SE07-1 156
Manzanilla Naim Linda R. SE07-5 156
Manzanilla Naim Linda R. SE07-8 157
Manzanilla Naim Linda R. SE07-9 157
Manzanilla Naim Linda R. SE07-10 157
Manzano Armas Samantha Saray GGA-10 CARTEL 50
Manzano Armas Samantha Saray SE04-47 CARTEL 141
Mar Hernández Eduardo SE14-7 193
Marcos Girón Roberto Yelil PALEO-4 78
Margerin Ludovic SIS-30 95
Marín García José Manuel GP-6 37
Marín Hernández Mark OCE-26 72
Mariño Tapia Ismael SE17-7 205
Mariño Tapia Ismael SE17-8 205
Mariño Tapia Ismael SE17-10 206
Marinone Silvio G. SE03-2 124
Marmolejo Rodríguez Ana Judith GEOQP-15 CARTEL 64
Marquez Azua Bertha GEOD-2 26
Márquez Ramírez Víctor H. SIS-7 89
Márquez Ramírez Víctor H. SIS-8 89
Martí Mollist Joan VUL-6 103
Martín Atienza Beatríz OCE-31 73
Martín Barajas Arturo SE14-3 192
Martín Barajas Arturo SE14-7 193
Martín Barajas Arturo SE14-8 194
Martín Del Pozzo Ana Lillian EG-12 14
Martín Del Pozzo Ana Lillian SE08-6 161
Martin R. OCE-39 CARTEL 75

Martín Romero Francisco SE15-3 198
Martínez Antonio SE03-3 124
Martínez Botí Miguel Angel SE15-4 198
Martínez Bringas Alicia SIS-11 90
Martínez Carrada Roberto EG-14 14
Martínez Cruz Juan GEOPAL-12 54
Martínez De Veloz Alejandro SE06-16 151
Martínez Díaz de León Asdrubal OCE-35 CARTEL 74
Martínez García Claudia Cristina SE07-4 156
Martínez González José Antonio SIS-28 94
Martínez González José Antonio SIS-32 95
Martínez Jiménez Jessica CCA-33 CARTEL 8
Martínez Leyva Pedro GEOH-17 CARTEL 34
Martínez López Benjamín CCA-2 2
Martínez López Benjamín CCA-4 2
Martínez López Benjamín CCA-7 3
Martínez Miranda Vicente SE06-22 CARTEL 152
Martínez Morales Manuel SE11-6 179
Martínez Muñoz María de Jesús CCA-35 CARTEL 9
Martínez Olivos Fabiola EG-11 14
Martínez Pérez Paola EG-11 14
Martínez Retama Silvia EG-36 CARTEL 19
Martínez Retama Silvia GET-15 43
Martínez Reyes Juventino GEOH-16 CARTEL 33
Martínez Ruíz Gerardo SE04-26 136
Martínez Serrano Raymundo G. GEOQP-4 60
Martínez Serrano Raymundo G. GEOQP-11 CARTEL 63
Martínez Téllez Yazmín SE01-3 112
Martínez Téllez Yazmín SE01-15 CARTEL 116
Martínez Villar Julia Rafaela SE04-9 132
Martínez Villegas Nadia GEOH-10 32
Martínez Villegas Nadia SE10-12 171
Martínez Villegas Nadia SE10-21 174
Martínez Zatarain Alejandro OCE-25 72
Masana Eulalia SE05-1 144
Mata Segura José Luis SE04-11 132
Mateos Jasso Adriana OCE-27 72
Mateos Jasso Adriana OCE-28 73
Mateos Jasso Adriana SE17-1 204
Mauvois Guitteaud Anatole Roger EG-38 CARTEL 19
Maya Pérez Mario SE04-34 138
McNamara Daniel SE13-1 188
Medina Barrera Francisco SE12-4 185
Medina García Genaro SE06-12 150
Medina Pérez Luis FE-8 23
Meillón Menchaca Octavio SE04-3 130
Mejía Appel Gabriela Inés SE07-7 157
Mejía Appel Gabriela Inés SE07-10 157
Mejía Cisneros Nohemi SE04-10 132
Mejía Pérez-Campos Elizabeth SE06-18 152
Meléndez González Jorge SIS-31 95
Melgar Moctezuma Diego SIS-26 94
Mellors Robert SIS-45 CARTEL 99
Membrillo Abad Alejandra Selene GGA-9 CARTEL 50
Mena Mabel GEOPAL-6 53
Méndez Delgado Sóstenes EG-37 CARTEL 19
Méndez Delgado Sóstenes SE04-7 131
Méndez Delgado Sóstenes SE04-24 136
Méndez Delgado Sóstenes SE04-30 137
Méndez Delgado Sóstenes SE12-4 185
Méndez Figueroa Ignacio SE05-4 144
Méndez Figueroa Ignacio SE09-4 164
Méndez Pérez Irving R. CCA-25 7
Méndez Pérez Juan Matías CCA-23 6
Méndez Ramos Citlalli OCE-12 70
Méndez Torres Enrique SE06-7 149
Mendez Venegas Javier GP-3 36
Mendizabal Mijares Eduardo SE10-20 173
Mendoza Anaya Demetrio SE06-8 149
Mendoza Borunda Ramón GEOPAL-23 CARTEL 56
Mendoza Borunda Ramón SE05-2 144
Mendoza Camberos Antonio SE05-5 145
Mendoza Camberos Antonio SE09-2 164
Mendoza Cantu Manuel SE01-14 CARTEL 115
Mendoza Carl SE11-3 178
Mendoza Castro Víctor Manuel SE16-5 202
Mendoza Cázares Edgar Yuri SE04-1 130
Mendoza Garcilazo Luis SE04-13 133
Mendoza Garcilazo Luis SE05-2 144
Mendoza Ponce Avith SIS-3 88
Mendoza Ponce Avith SIS-47 CARTEL 99
Mendoza Ponce E. Tonatiuh SE17-6 205
Mendoza Rosales Claudia GEOPAL-8 53
Mendoza Rosas Ana Teresa VUL-22 107
Mendoza Víctor CCA-3 2
Mendoza Víctor CCA-30 CARTEL 8
Mendoza Víctor FE-7 22
Meneses Nava Marco Antonio SE06-2 148
Meneses Nava Marco Antonio SE06-24 CARTEL 153
Mercado Martínez Sandra Inés SIS-38 CARTEL 97
Mesa Cárdenas Alexandra Isabel SE02-5 121
Metzger Joseph OCE-1 68
Meulenert Peña Angel Reinaldo CCA-27 7
Meza Figueroa Diana SE10-19 173
Meza Figueroa Diana SE10-26 CARTEL 175
Meza García Vianney Berenice GET-23 CARTEL 45
Meza García Vianney Berenice GEOQP-5 61
Milán Gabriela SE10-27 CARTEL 175
Minjarez Montijo Ismael SE10-26 CARTEL 175
Miranda María Isadora SE10-17 172
Miranda Tobías Julio Cesar SE04-2 130
Miriello Domenico SE06-1 148
Mirlean Nicolai SE10-15 172
Mirlean Nicolai SE10-23 174
Mitre Salazar Luis Miguel GEOH-16 CARTEL 33
Moctezuma Martínez Martina GEOH-16 CARTEL 33
Mojarro José SE05-8 145
Molina Garza Roberto Stanley GET-4 40
Molina Sauceda Edgardo GEOD-11 CARTEL 27
Moncayo Estrada Rodrigo GEOH-3 30
Mondragón Guzmán Rodrigo SE04-32 138
Mondragón Guzmán Rodrigo SE04-39 CARTEL 139
Mondragón Guzmán Rodrigo SE04-46 CARTEL 141
Monjardin Armenta Sergio Alberto GEOD-9 CARTEL 27
Monjardin Armenta Sergio Alberto GEOD-10 CARTEL 27
Monreal Gómez María Adela OCE-6 68
Monreal Gómez María Adela OCE-17 70
Monroy Salazar Silvia Flor de Azalia SE04-18 134
Monroy Salazar Silvia Flor de Azalia SE04-19 134
Montalvo Arrieta Juan Carlos GET-19 CARTEL 44
Montalvo Arrieta Juan Carlos SIS-33 96
Montalvo Arrieta Juan Carlos SIS-38 CARTEL 97
Montalvo Arrieta Juan Carlos SIS-42 CARTEL 98
Montalvo Arrieta Juan Carlos SIS-44 CARTEL 98
Montalvo Arrieta Juan Carlos SE12-4 185
Montero Cabrera María Elena GEOH-9 32
Montero Martín CCA-5 2
Monterroso Alejandro CCA-8 3
Montes Osvaldo GEOPAL-3 52
Montijo González Alejandra SE10-26 CARTEL 175
Moore Andrew OCE-23 71
Mora Chaparro Juan Carlos SE04-5 131
Mora Chaparro Juan Carlos SE04-12 133
Mora Chaparro Juan Carlos SE04-29 137
Mora Chaparro Juan Carlos SE04-36 CARTEL 139
Mora Chaparro Juan Carlos SE04-44 CARTEL 141
Mora Fernández Mauricio VUL-15 106
Mora González Ignacio SE04-2 130
Mora González Ignacio SE04-8 131
Mora González Ignacio SE04-23 135
Moraila Valenzuela Carlos GEOD-3 26
Morales Barrera Wendy Vanesa GEOPAL-7 53
Morales Barrera Wendy Vanesa VUL-8 104
Morales Barrera Wendy Vanesa SE04-8 131
Morales Juan GEOPAL-1 52
Morales Juan GEOPAL-5 53
Morales Juan GEOPAL-18 CARTEL 55
Morales Juan GEOPAL-25 CARTEL 57
Morales Juan SE06-14 151
Morales Juan SE06-15 151
Morales Juan SE06-21 CARTEL 152
Morales Luis René GEOH-1 30
Morales Luis René GET-8 42
Morales Monroy Juan Jorge SE06-4 148
Morales Ortega Priscila PALEO-2 78
Morales Pedro SE07-8 157
Morales Pedro SE07-10 157
Morales Rubén SE10-22 174
Morales de la Garza Julio Eduardo SE04-46 CARTEL 141
Morán Ramírez Janete GEOH-10 32
Morán Ramírez Janete SE10-5 169
Morán Ramírez Janete SE10-12 171
Morán Ramírez Janete SE10-21 174
Moreno Espíndola Iván Pável SE01-5 113
Moreno Espino Agustín GP-6 37
Moreno Perales Gloria Azucena SE04-19 134
Moreno Perales Gloria Azucena SE04-20 135
Moreno Rivera Víctor Manuel OCE-36 CARTEL 74
Moreno Zazueta Alan SE10-19 173
Morgan Joanna EG-1 12
Morgan Joanna FE-15 CARTEL 24
Morquecho Zamarripa Cesar SIS-12 90
Mortera Gutiérrez Carlos EG-31 CARTEL 18
Mortera Gutiérrez Carlos EG-32 CARTEL 18
Mortera Gutiérrez Carlos EG-33 CARTEL 18
Mortera Gutiérrez Carlos SE08-1 160
Mortera Gutiérrez Carlos SE08-2 160
Mortyn Graham SE15-4 198
Mueller Karl SE05-1 144
Munguía Orozco Luis SE04-3 130
Munguía Orozco Luis SE05-4 144
Munguía Orozco Luis SE05-6 145
Munguía Orozco Luis SE09-4 164
Muñiz Yunuhen EG-19 16
Muñoz Torres Carolina CCA-28 7
Muñoz Torres Carolina SE12-1 184
Murillo Cruz Efrén SE12-3 184
Murillo Gallegos Alberto SE04-6 131
Murillo Jiménez J.M. OCE-11 69
Murillo Jiménez Janette SE10-15 172
Nahmad Molinari Yuri VUL-25 108
Nájera Garza Jesús GEOH-8 31
Naranjo Díaz Lino Rafael CCA-27 7
Nava Flores M. OCE-39 CARTEL 75

Nava Flores Mauricio	EG-3	12
Nava Flores Mauricio	EG-21	16
Nava Pichardo F. Alejandro	SIS-7	89
Nava Pichardo F. Alejandro	SIS-8	89
Nava Sánchez Enrique	GGA-2	48
Nava Sánchez Enrique	OCE-11	69
Nava Sánchez Enrique	SE10-15	172
Nava Velázquez Jaime	GEOH-3	30
Navarro De León Ignacio	GET-19 CARTEL	44
Navarro Estrada Fernando	SE09-1	164
Navarro Lozano J.O.	OCE-11	69
Navarro Lozano José O.	GGA-2	48
Navarro Ochoa Carlos	VUL-13	105
Navarro Sánchez Miguel	SE05-6	145
Negrete Aranda Raquel	SE14-5	193
Negrón Mendoza Alicia	PALEO-10	80
Neri Vidaurri Carolina	SE04-31	137
Nevárez Ronquillo Diana Pamela	GEOH-9	32
Nieto Aguilar Luis Hugo	CCA-34 CARTEL	9
Nieto Obregón Jorge	VUL-6	103
Nieto Samaniego Angel Francisco	GET-3	40
Nieto Samaniego Angel Francisco	GET-6	41
Nieto Samaniego Angel Francisco	GET-21 CARTEL	45
Nieto Samaniego Angel Francisco	SE12-1	184
Nieto Torres Amiel	SE08-6	161
Niño Olivo Isidro	SE02-1	120
Noriega Manzanedo Fernanda	SE09-5	165
Novelo Casanova David Alberto	SE04-14	133
Novelo Casanova David Alberto	SE04-17	134
Novelo Casanova David Alberto	SE04-18	134
Novelo Casanova David Alberto	SE04-19	134
Novelo Casanova David Alberto	SE04-20	135
Novelo Casanova David Alberto	SE04-38 CARTEL	139
Novelo Casanova David Alberto	SE04-44 CARTEL	141
Novelo Casanova David Alberto	SE04-48 CARTEL	142
Novelo Casanova David Alberto	SE04-50 CARTEL	142
Novo Rodrogo	SED-3 CARTEL	84
Núñez Castillo Elizabet Y.	GEOQP-4	60
Núñez Cornu Francisco Javier	SIS-13	91
Núñez Cornu Francisco Javier	SIS-24	93
Núñez Hernández Elsa Yolanda	GEOH-5	31
Núñez Leal Alejandra	SIS-37 CARTEL	97
Núñez Leal Alejandra	SE09-6	165
Núñez Peña Ernesto	VUL-12	105
Núñez Peña Ernesto	SE04-4	130
Núñez Peña Ernesto	SE04-6	131
Obeso Huerta Hipolyto	OCE-10	69
Obeso Huerta Maclovio	OCE-8	69
Obeso Nieblas Maclovio	OCE-8	69
Obeso Nieblas Maclovio	OCE-9	69
Obeso Nieblas Maclovio	OCE-10	69
Obeso Nieblas Maclovio	OCE-19	71
Obeso Nieblas Maclovio	SE17-2	204
Ocampo Ríos Brenda Grisset	SED-1	84
Ocampo Torres Francisco J.	OCE-22	71
Ochoa Estrada Salvador	GEOH-3	30
Ochoa Estrada Salvador	SE01-7	113
Ochoa Landín Lucas	GET-2	40
Ochoa Landín Lucas	GEOQP-16 CARTEL	64
Ochoa Martínez Carolina Andrea	CCA-1	2
Ochoa Martínez Carolina Andrea	CCA-10	3
Ochoa de la Torre José Luis	OCE-30	73
Oda Berta	CCA-30 CARTEL	8
Ohlmaier Salcido Martín Guillermo	EG-36 CARTEL	19
Olguín Villa Angel Enrique	VUL-2	102
Olivarez Miranda Ivonne Lourdes	GEOQP-16 CARTEL	64
Olsen Kim B.	SIS-6	89
Ordaz Schroeder Mario	SIS-25	94
Orea Cabrera Celso	SE04-41 CARTEL	140
Oros Pantoja Ulises	VUL-30 CARTEL	109
Orozco Esquivel Teresa	GEOQP-10	62
Orozco Esquivel Teresa	SE08-5	160
Orozco Esquivel Teresa	SE14-1	192
Orozco Esquivel Teresa	SE14-2	192
Orozco Esquivel Teresa	SE14-4	193
Orozco Esquivel Teresa	SE14-11 CARTEL	194
Orozco León Luis	SE09-4	164
Ortega García Sofía	SE03-8	125
Ortega Guerrero Beatriz	GEOPAL-8	53
Ortega Guerrero Beatriz	GEOPAL-9	53
Ortega Guerrero Beatriz	SED-4 CARTEL	84
Ortega Obregón Carlos	GET-22 CARTEL	45
Ortega Ramírez José	SE08-1	160
Ortega Rivera Amabel	GET-7	41
Ortega Rosas Carmen I.	CCA-13	4
Ortiz Alemán C.	OCE-39 CARTEL	75
Ortiz Alemán Carlos	EG-3	12
Ortiz Alemán Carlos	EG-21	16
Ortiz Bueno Candelario	GEOD-13 CARTEL	28
Ortiz Butron Agustin	SE06-1	148
Ortiz Butron Agustin	SE07-2	156
Ortiz Figueroa Modesto	OCE-16	70
Ortiz Flores Gerardo	GEOH-2	30
Ortiz Ramis Ramón	SE04-15	133
Ortíz Solorio Carlos	GGA-11 CARTEL	50
Ortíz Solorio Carlos	SE01-1	112
Ortíz Solorio Carlos	SE01-7	113
Ortíz Solorio Carlos	SE10-24	174
Ortiz Zamora Glicinia	SE08-1	160
Ortuño Candela María	SIS-3	88
Osete Cortina Laura	SE07-5	156
Oskin Michael	SE05-3	144
Ostrooumov Fink Mikhail	SED-6 CARTEL	85
Otero Trujano Francisco Javier	SE07-8	157
Ovando Shelley Efraín	SIS-28	94
Pablo Dorantes Jesús Enrique	SE10-13	171
Pacheco Alvarado Javier Francisco	VUL-15	106
Pacheco Castro Adolfo	PALEO-7	79
Pacheco Hoyos Jaime Gabriel	VUL-1	102
Pacheco Martínez Jesús	PALEO-10	80
Pacheco Martínez Jesús	SE04-11	132
Pacheco Romero Martín	SE14-7	193
Pacheco Ruíz Isai	OCE-35 CARTEL	74
Padilla Hernández Roberto	OCE-20	71
Padilla de los Santos Magaly Atzin	SE02-4	121
Palacios Hernández Emilio	CCA-16	5
Palacios Hernández Emilio	OCE-34 CARTEL	74
Palacios Silva Rodolfo José	SE04-12	133
Palma Beatriz	CCA-8	3
Pares Sierra Alejandro	OCE-3	68
Pares Sierra Alejandro	OCE-7	69
Pares Sierra Alejandro	OCE-13	70
Pares Sierra Alejandro	OCE-21	71
Parra Guevara David	SE11-7	179
Parra Guevara David	SE11-9	180
Pastrana Alejandro	SE06-23 CARTEL	153
Patiño Martínez Paulina	CCA-28	7
Pavia López Edgar	SE16-4	202
Pavia López Edgar	SE16-6	202
Payán Zelaya Fidel Adolfo	SE01-5	113
Payero De Jesús Juan S.	SIS-14	91
Payero De Jesús Juan S.	SE13-1	188
Paz Ortiz Alejandro Iván	CCA-7	3
Paz Tenorio Jorge Antonio	SE04-9	132
Pecci Alessandra	SE06-1	148
Pech Pérez Andrés	SIS-23	93
Pech Pérez Andrés	SIS-46 CARTEL	99
Peguero Icaza Martha	SE03-2	124
Peña Alonso Tomás A.	GET-20 CARTEL	45
Peña Alonso Tomás A.	GEOQP-2	60
Peña García Laura Elizabeth	GGA-10 CARTEL	50
Peña García Laura Elizabeth	SE04-47 CARTEL	141
Peña García Laura Elizabeth	SE04-49 CARTEL	142
Peñalba Garmendia Cristina	CCA-13	4
Peral Lozano Juan José	VUL-13	105
Pérez Arvizu Ofelia	GET-23 CARTEL	45
Pérez Arvizu Ofelia	GEOQP-5	61
Pérez Arvizu Ofelia	SE10-16	172
Pérez Brunius Paula	OCE-15	70
Pérez Brunius Paula	OCE-30	73
Pérez Calderón Daniel	EG-31 CARTEL	18
Pérez Calderón Daniel	EG-32 CARTEL	18
Pérez Calderón Daniel	EG-33 CARTEL	18
Pérez Calderón Daniel	SE08-1	160
Pérez Campos Xyoli	SIS-1	88
Pérez Campos Xyoli	SIS-21	93
Pérez Campos Xyoli	SIS-25	94
Pérez Campos Xyoli	SIS-33	96
Pérez Campos Xyoli	SE09-1	164
Pérez Campos Xyoli	SE09-5	165
Pérez Campos Xyoli	SE12-5	185
Pérez Campos Xyoli	SE13-4	188
Pérez Campos Xyoli	SE13-5	188
Pérez Casimiro Guillermina	SE10-3	168
Pérez Casimiro Guillermina	SE10-4	168
Pérez Cruz Ligia	SE15-1	198
Pérez Cruz Ligia	SE15-2	198
Pérez Cruz Ligia	SE15-3	198
Pérez Enríquez Román	FE-5	22
Pérez Enríquez Román	FE-8	23
Pérez Enríquez Román	FE-13 CARTEL	23
Pérez Enríquez Román	GGA-8 CARTEL	49
Pérez Flores Eduardo	EG-34 CARTEL	18
Pérez Flores Marco Antonio	EG-1	12
Pérez Flores Marco Antonio	EG-18	15
Pérez Flores Marco Antonio	FE-15 CARTEL	24
Pérez Flores Marco Antonio	GP-11	38
Pérez Flores Marco Antonio	GGA-3	48
Pérez García Ismael	CCA-24	7
Pérez Gutiérrez Rosalva	GET-23 CARTEL	45
Pérez Martínez Isabel	SE10-2	168
Pérez Ortíz José Antonio	GP-6	37
Pérez Peraza Jorge	FE-4	22
Pérez Peraza Jorge	FE-14 CARTEL	23
Pérez Ramírez Silvia	SE01-13	115
Pérez Rodríguez Aura	CCA-11	4
Pérez Rodríguez Aura	CCA-12	4
Pérez Santana Jesús	SE09-1	164
Pérez Sesma Arturo	SE11-9	180
Pérez Tinajero Carlos	SE02-2	120
Pérez Venzor José Antonio	PALEO-8	79
Pérez Vertti Ramírez Arturo	SE05-5	145
Pérez Vertti Ramírez Arturo	SE09-2	164
Pérez de Tejada Héctor	FE-6	22

Pérez de Tejada Héctor FE-12 CARTEL 23
Perrin Mireille GEOPAL-4 52
Pi Puig Teresa GEOQP-13 CARTEL 63
Pi Puig Teresa SE01-17 CARTEL 116
Pinales Munguía Adán GEOH-17 CARTEL 34
Pineda Marín Luis SE01-6 113
Pineda Marín Luis SE01-7 113
Pineda Marín Luis SE01-8 114
Pineda Modesto SE06-15 151
Pineda Modesto SE06-21 CARTEL 152
Piñero Lajas Doris SE14-2 192
Piñero Lajas Doris SE14-3 192
Pinet Plasencia René CCA-37 CARTEL 9
Poidras Thierry GEOPAL-4 52
Pompa Mera Valerie GEOQP-7 61
Ponce Núñez Francisco EG-31 CARTEL 18
Ponce Núñez Francisco EG-32 CARTEL 18
Ponce Núñez Francisco EG-33 CARTEL 18
Ponce Núñez Francisco SE08-1 160
Portillo Pineda Rodrigo SE14-6 193
Portillo Pineda Rodrigo SE14-8 194
Posada Ayala Ivonne SE10-15 172
Pósada Sánchez Ana Elena GEOH-7 31
Pretelin Canela Jacinto Enrique CCA-20 6
Punzo Díaz José Luis SE06-5 149
Quintana Patricia SE01-12 115
Quintanar Robles Luis SIS-25 94
Quintanar Robles Luis SIS-40 CARTEL 97
Ramírez Aguilar Isabel OCE-14 70
Ramírez Fernández Juan Alonso PALEO-1 78
Ramírez Gerardo OCE-14 70
Ramírez González Magaly SE04-39 CARTEL 139
Ramírez Hernández Jorge SE05-2 144
Ramírez Hernández Roberto SE02-7 121
Ramírez Herrera Teresa GEOPAL-18 CARTEL 55
Ramírez Herrera Teresa SE04-28 137
Ramírez Isabel SE10-22 174
Ramírez María Teresa SE13-3 188
Ramírez Ramírez María Isabel SE01-13 115
Ramírez Ramos Erik SE09-4 164
Ramírez Ruíz Juan José VUL-13 105
Ramírez Ruíz Juan José VUL-32 CARTEL 110
Ramírez Ruíz Juan José SE04-42 CARTEL 140
Ramírez Ruíz Juan José SE04-45 CARTEL 141
Ramírez Santiago Guillermo SE11-11 181
Ramírez Vázquez Carlos A. SIS-8 89
Ramírez Vázquez Carlos A. SE09-3 164
Ramos Arias Mario GET-22 CARTEL 45
Ramos Barreto Ana Lucía SIS-35 CARTEL 96
Ramos Hernández Silvia SIS-11 90
Ramos Hernández Silvia SIS-12 90
Ramos Jiménez Esteban SE04-15 133
Ramos Jiménez Esteban SE04-35 CARTEL 138
Ramos Leal José Alfredo GEOH-10 32
Ramos Leal José Alfredo PALEO-10 80
Ramos Leal José Alfredo SE10-5 169
Ramos Leal José Alfredo SE10-12 171
Ramos Leal José Alfredo SE10-18 173
Ramos Leal José Alfredo SE10-21 174
Ramos Ledezma Andrés PALEO-1 78
Ramos Ledezma Andrés PALEO-3 78
Ramos Ortiz Gabriel SE06-2 148
Ramos Ortiz Gabriel SE06-24 CARTEL 153
Ramos Rosique Aldo VUL-3 102
Ramos Zuñiga Luis Gerardo SIS-33 96
Rangel Velarde Violeta GEOPAL-18 CARTEL 55
Rankin Andy VUL-3 102
Razo Flores Elías GEOH-10 32
Real Jorge SIS-14 91
Reglero Crespo Alan Benjamin CCA-35 CARTEL 9
Reiners Peter VUL-3 102
Reséndiz Paz María de la Luz SE10-24 174
Reyes Antonio SE06-12 150
Reyes Benítez Samuel Santos GEOH-13 CARTEL 33
Reyes Cortés Ignacio GEOH-9 32
Reyes Cortés Manuel GEOH-9 32
Reyes Dávila Gabriel SIS-8 89
Reyes Dávila Gabriel VUL-14 105
Reyes Dávila Gabriel VUL-33 CARTEL 110
Reyes Dávila Gabriel SE09-3 164
Reyes Gutiérrez Lázaro Raymundo SE10-12 171
Reyes Gutiérrez Lázaro Raymundo SE10-18 173
Reyes Gutiérrez Lázaro Raymundo SE10-18 173
Reyes Gutiérrez Lázaro Raymundo SE10-21 174
Reyes Moreno Jessica GEOPAL-17 CARTEL 55
Reyes Pimentel Alfonso EG-14 14
Reyes Pimentel Thalía A. EG-14 14
Reyes Pimentel Thalía A. SIS-31 95
Reyes Ruiz Mauricio FE-12 CARTEL 23
Reyes Serrano José Rafael SE04-1 130
Reyes Serrano Rogelio SE05-5 145
Reyes Zamora Alfonso SIS-37 CARTEL 97
Reyes Zamora Alfonso SE09-6 165
Riggs Nancy VUL-9 104
Ríos Donato Nely SE10-20 173
Rivas Hilda SE01-12 115
Rivas Ortiz Jorge GEOPAL-20 CARTEL 56
Rivas Ortiz Jorge SE01-18 CARTEL 116
Rivas Rodríguez Reinaldo Rafael SIS-16 92
Rivas Sánchez M. Luz GEOPAL-11 54
Rivas Sánchez M. Luz GEOPAL-21 CARTEL 56
Rivas Sánchez M. Luz GEOPAL-22 CARTEL 56
Rivera Becerril Facundo SE01-5 113
Rivera Castelo Jacinto SE10-19 173
Rivera González Irán Irais SE06-7 149
Rivera Luis SIS-21 93
Rivera Recillas David SE02-4 121
Rivera Silva Daniela CCA-14 5
Riverón Enzástiga Mayra Lorena OCE-6 68
Riverón Enzástiga Mayra Lorena OCE-33 CARTEL 74
Rivet Diane SIS-5 89
Rivet Diane SIS-41 CARTEL 98
Robles Berumen Hermes VUL-12 105
Robles Berumen Hermes SE04-4 130
Robles Braulio SIS-45 CARTEL 99
Robles Braulio SE05-8 145
Robles Camacho Jasinto SE06-2 148
Robles Camacho Jasinto SE06-3 148
Robles Camacho Jasinto SE06-24 CARTEL 153
Robles Pacheco José María OCE-15 70
Robles Rivera Christopher PALEO-5 79
Rocha Macario GEOPAL-16 CARTEL 55
Rocha de la Vega Francisco Rubén GP-7 37
Rocha de la Vega Francisco Rubén GP-10 38
Rocha de la Vega Francisco Rubén SE12-3 184
Rocher Maliachi Ana SIS-41 CARTEL 98
Rockwell Tom SE05-1 144
Rodríguez Abreu Luis Edgar SIS-12 90
Rodríguez Abreu Luis Edgar SE09-1 164
Rodríguez Acevedo Cecilia EG-11 14
Rodríguez Castañeda Ana Patricia SE15-2 198
Rodríguez Castañeda José Luis GET-7 41
Rodríguez Castañeda José Luis GET-17 44
Rodríguez Castellanos Alejandro OCE-39 CARTEL 75
Rodríguez Castellanos Alejandro SIS-30 95
Rodríguez Castillo Ramiro SE10-18 173
Rodríguez Chacón Mario EG-9 13
Rodríguez Contreras Perla SE04-34 138
Rodríguez Díaz Augusto Antonio PALEO-12 CARTEL 81
Rodríguez Díaz Augusto Antonio PALEO-14 CARTEL 81
Rodríguez Elizarrarás Sergio GEOPAL-7 53
Rodríguez Elizarrarás Sergio VUL-8 104
Rodríguez Elizarrarás Sergio SE04-8 131
Rodríguez Flores Héctor SIS-18 92
Rodríguez Galicia Bernardo SE07-8 157
Rodríguez Miguel SIS-22 93
Rodríguez Miguel SIS-30 95
Rodríguez Miguel SIS-34 CARTEL 96
Rodríguez Miguel SE13-2 188
Rodríguez Miguel SE13-7 189
Rodríguez Moreno Victor SE04-3 130
Rodríguez Ramírez Alejandro SED-6 CARTEL 85
Rodríguez Ramírez Ricardo PALEO-14 CARTEL 81
Rodríguez Rasilla Ivan SE09-1 164
Rodríguez Ríos Rodolfo VUL-11 105
Rodríguez SuiQui Judith GEOQP-15 CARTEL 64
Rodríguez Trejo Alejandro GEOPAL-3 52
Rodríguez Uribe Carolina SIS-13 91
Rodríguez Uribe Carolina SIS-24 93
Rodríguez Vega Pablo Baruch VUL-16 106
Rodríguez Vega Pablo Baruch SE04-32 138
Rojas Ledezma Armando SIS-36 CARTEL 96
Rojas Ledezma Armando SIS-44 CARTEL 98
Rojas Ledezma Armando SIS-47 CARTEL 99
Roldán Quintana Jaime GET-5 41
Roldán Quintana Jaime GET-7 41
Romero Centeno Rosario CCA-22 6
Romero Centeno Rosario OCE-12 70
Romero Centeno Rosario OCE-27 72
Romero Centeno Rosario OCE-28 73
Romero Centeno Rosario SE17-1 204
Romero Espejel Hector SE04-10 132
Romero Espejel Hector SE04-39 CARTEL 139
Romero Francisco Martín SE10-2 168
Romero Francisco Martín SE10-9 170
Romero Francisco Martín SE10-10 170
Romero Francisco Martín SE10-17 172
Romero Guadarrama Juan Armando GEOQP-15 CARTEL 64
Romero Guzmán Elizabeth T. SE10-18 173
Romero Ignacio SE03-5 125
Romero Pérez Blanca Iris SE04-21 135
Romo Jones José Manuel EG-15 14
Romo Jones José Manuel EG-17 15
Romo Jones José Manuel EG-29 CARTEL 17
Romo Jones José Manuel GEOQP-1 60
Romo Jones José Manuel SIS-29 95
Romo Jones José Manuel SE05-10 146
Ronquillo Jarillo Gerardo GP-4 36
Ronquillo Jarillo Gerardo SE02-7 121
Rosales Guillermo CCA-8 3
Rosas Elguera José GGA-10 CARTEL 50
Rosas Elguera José GEOPAL-16 CARTEL 55
Rosas Elguera José SE04-47 CARTEL 141
Rosas Elguera José SE04-49 CARTEL 142

Rosas Elguera José SE06-17 151
Rosas Medina Alberto SE11-10 180
Rosas Toledo José Inés GP-6 37
Roure Francois SED-2 84
Roverato De Cesero Matteo VUL-19 106
Roy Priyadarsi GEOQP-13 CARTEL 63
Roy Priyadarsi SED-1 84
Roy Priyadarsi SE15-3 198
Royo León Miguel GEOH-17 CARTEL 34
Royo Ochoa Miguel GEOH-17 CARTEL 34
Royo Ochoa Miguel GEOPAL-7 53
Rueda Gaxiola Jaime GP-1 36
Ruíz Correa Salvador SE06-12 150
Ruíz Correa Salvador SE06-13 150
Ruíz Cruz Euclides SE05-5 145
Ruíz Ramírez Agustín CCA-35 CARTEL 9
Ruíz Tapia Sergio A. SIS-15 91
Ruíz Torres Alejandro GP-8 37
Rujano Silva Martha Leticia SE16-3 202
Ruvalcaba Sil José Luis SE07-6 157
Rymer Michael SE14-9 194
Sabina Federico SIS-19 92
Sáchez Martínez Alejandra Ixchel GEOQP-17 CARTEL 65
Salas Contreras Pedro EG-26 CARTEL 17
Salas Monreal David OCE-6 68
Salas Monreal David OCE-26 72
Salas Monreal David OCE-29 73
Salas Monreal David OCE-33 CARTEL 74
Salas Pérez José de Jesús OCE-29 73
Salas de León David Alberto OCE-6 68
Salas de León David Alberto OCE-17 70
Salas de León David Alberto SE15-3 198
Salazar Juárez Josué GEOQP-6 61
Salazar Juárez Josué GEOQP-7 61
Salazar Ledesma Maricarmen SE10-11 171
Salazar Peña Leobardo EG-34 CARTEL 18
Salazar Peña Leobardo EG-38 CARTEL 19
Salazar Peña Leobardo GEOH-13 CARTEL 33
Salazar Peña Leobardo VUL-16 106
Salazar Peña Leobardo SE04-21 135
Salazar Peña Leobardo SE04-32 138
Salazar Peña Leobardo SE04-33 138
Salazar Peña Leobardo SE04-34 138
Saldaña Pilar SE10-22 174
Salgado Soto Zacarias GET-23 CARTEL 45
Salguero Hernández Eduardo EG-2 12
Salinas Prieto José Antonio CCA-5 2
Salinas Prieto José Antonio CCA-21 6
Salles Paulo SE17-5 204
Salles Paulo SE17-6 205
Salles Paulo SE17-7 205
Salles Paulo SE17-8 205
Salles Paulo SE17-10 206
Salvadeo Christian SE03-6 125
Samaniego Ibarra José Jesús GGA-5 CARTEL 49
Sámano Tirado Alma Patricia GET-16 44
Sámano Tirado Alma Patricia GGA-5 CARTEL 49
Sánchez Aguilar John SIS-13 91
Sánchez Aguilar John SIS-24 93
Sánchez Alberto OCE-37 CARTEL 74
Sánchez Alberto OCE-38 CARTEL 75
Sánchez Bettucci Leda SED-3 CARTEL 84
Sánchez Córdova María del Mar GEOQP-13 CARTEL 63
Sánchez Díaz Silvia SE16-3 202
Sánchez Federico FE-3 22
Sánchez García Ana Cristina EG-4 12
Sánchez Gómez Rubén CCA-27 7
Sánchez Gómez Rubén SE16-3 202
Sánchez González Alberto GEOQP-15 CARTEL 64
Sánchez Guzmán Patricio GGA-11 CARTEL 50
Sánchez Guzmán Patricio SE10-24 174
Sánchez Hernández Ricardo SE06-2 148
Sánchez León Eduardo Emilio SE10-6 169
Sánchez León Eduardo Emilio SE10-7 169
Sánchez Lindoro Fernando de Jesús SE17-2 204
Sánchez María del Mar SE15-3 198
Sánchez Martínez Alejandra Ixchel CCA-36 CARTEL 9
Sánchez Martínez Martha Alicia GEOQP-15 CARTEL 64
Sánchez Núñez Juan Manuel SE04-38 CARTEL 139
Sánchez Osvaldo GEOD-2 26
Sánchez Pérez Luis Alberto EG-4 12
Sánchez Pérez Serafín SE01-17 CARTEL 116
Sánchez Rodríguez Julia SIS-37 CARTEL 97
Sánchez Rodríguez Julia SE09-6 165
Sánchez Serafín SE06-6 149
Sánchez Serrano Sandra SE04-46 CARTEL 141
Sánchez Sesma F. J. OCE-39 CARTEL 75
Sánchez Sesma Francisco José SIS-20 92
Sánchez Sesma Francisco José SIS-30 95
Sánchez Vargas Lilia Ines OCE-37 CARTEL 74
Sánchez Vargas Lilia Ines OCE-38 CARTEL 75
Sánchez Velasco Laura SE03-1 124
Sánchez Velasco Laura SE03-2 124
Sánchez Velasco Laura SE03-9 126
Sánchez Velasco Laura SE03-13 CARTEL 126
Sánchez Vizuet Tonatiuh SE11-12 181
Sandoval Montes Ismael SE10-5 169
Sandoval Mora Cindy Cristina SE06-5 149
Santamaria del Angel Eduardo OCE-35 CARTEL 74
Santana Hernández Heriberto SE03-8 125
Santana Salas Laura Alejandra PALEO-1 78
Santiago Cruz Nayeli GET-14 43
Santiago Jiménez Hydyn VUL-13 105
Santiago Jiménez Hydyn VUL-32 CARTEL 110
Santiago Romero Héctor GGA-6 CARTEL 49
Santiago Romero Héctor PALEO-11 CARTEL 80
Santiago Villafañe Raquel GP-6 37
Santos Jallath José Enrique SE10-8 170
Santos Medina Graciela SE10-25 175
Santoyo Miguel Angel SIS-30 95
Sapozhnikov Dmitri SE15-2 198
Saravia Ascencio Carmen Belem GP-10 38
Sarocchi Damiano VUL-10 104
Sarocchi Damiano VUL-20 107
Sarocchi Damiano VUL-25 108
Sarocchi Damiano VUL-26 108
Sarocchi Damiano VUL-31 CARTEL 109
Sarychikhina Olga SIS-45 CARTEL 99
Sarychikhina Olga SE05-8 145
Sauceda Rivera Juan Sergio GEOD-9 CARTEL 27
Sauceda Rivera Juan Sergio GEOD-10 CARTEL 27
Saucedo Giron Ricardo VUL-10 104
Saucedo Giron Ricardo VUL-20 107
Saucedo Giron Ricardo VUL-21 107
Saucedo Giron Ricardo SE04-38 CARTEL 139
Saucedo Samaniego Julio SE10-26 CARTEL 175
Saucedo Torres Nereida P. SE10-20 173
Schaaf Peter GEOQP-5 61
Schaaf Peter GEOQP-6 61
Schaaf Peter GEOQP-7 61
Schaaf Peter SE07-9 157
Schaaf Peter SE07-10 157
Scharek Péter SE06-18 152
Scharer Kate SE05-1 144
Schoereder Bejarano Herbert SIS-12 90
Schüth Christoph GGA-1 48
Sclater John SE14-10 CARTEL 194
Sedov Sergey SE06-19 152
Segura Rojas José Luis SE04-35 CARTEL 138
Serrano Ortiz José GGA-3 48
Shapiro Nikolai SIS-5 89
Shapiro Nikolai SIS-14 91
Sheinbaum Pardo Julio OCE-23 71
Sheinbaum Pardo Julio OCE-24 72
Sheinbaum Pardo Julio OCE-30 73
Shirasago Germán Bernardo OCE-8 69
Shirasago Germán Bernardo OCE-9 69
Shirasago Germán Bernardo OCE-10 69
Shirasago Germán Bernardo OCE-19 71
Shirasago Germán Bernardo SE17-2 204
Shumilin Evgueni SE15-2 198
Sicardi Segade Analia SE06-2 148
Sicardi Segade Analia SE06-24 CARTEL 153
Siebe Claus GEOPAL-1 52
Siebe Claus VUL-11 105
Siebert Lee VUL-9 104
Sierra Romero Lilia OCE-34 CARTEL 74
Silis Esquivel Jhoanna VUL-27 108
Silva Corona Jesús SE12-1 184
Silva García José Teodoro GEOH-3 30
Silverberg Norman SE15-2 198
Simón Callejas Fredy CCA-20 6
Simuta Champo Roel SE11-2 178
Simuta Champo Roel SE11-16 182
Singh Shri K. SIS-21 93
Singh Shri K. SIS-25 94
Singh Shri K. SIS-27 94
Singh Shri K. SE13-4 188
Singh Shri K. SE13-5 188
Skiba Yuri CCA-24 7
Skiba Yuri OCE-25 72
Skiba Yuri SE11-1 178
Skiba Yuri SE11-8 180
Skiba Yuri SE11-9 180
Skiba Yuri SE11-12 181
Skiba Yuri SE11-15 181
Smerdon Brian SE11-3 178
Solari Luigi GEOQP-5 61
Solari Luigi GEOQP-9 62
Solari Luigi GEOQP-10 62
Solari Luigi GEOQP-14 CARTEL 64
Solé Jesús GEOQP-9 62
Solé Jesús GEOQP-14 CARTEL 64
Solé Jesús SE06-10 149
Soler Arechalde Ana María EG-2 12
Soler Arechalde Ana María SE06-16 151
Soler Arechalde Ana María SE06-22 CARTEL 152
Soler Arechalde Ana María SE06-23 CARTEL 153
Soler Arechalde Ana María SE07-3 156
Soler Vicente GEOPAL-14 CARTEL 54
Solís Pichardo Gabriela GET-23 CARTEL 45
Solís Pichardo Gabriela GEOQP-4 60
Solís Pichardo Gabriela GEOQP-5 61
Solís Pichardo Gabriela GEOQP-6 61

Solís Pichardo Gabriela GEOQP-7 61
Solís Pichardo Gabriela GEOQP-11 CARTEL 63
Solís Pichardo Gabriela SE07-9 157
Solís Pichardo Gabriela SE07-10 157
Solís Valdez Sara CCA-28 7
Solís Valdez Sara SE06-18 152
Solís Valdez Sara SE10-16 172
Solleiro Rebolledo Elizabeth SE01-11 115
Solleiro Rebolledo Elizabeth SE06-19 152
Sologashvili Jemal GEOPAL-15 CARTEL 55
Solorio Munguía Gregorio SE06-18 152
Soria Caballero Diana Cinthia SED-6 CARTEL 85
Sosa León Jesús Porfirio GGA-5 CARTEL 49
Sosa Valdés Rogelio GET-1 40
Sosa Valdés Rogelio GEOQP-12 CARTEL 63
Soto Roberto SIS-42 CARTEL 98
Spelz Ronald SE05-1 144
Srinagesh D. SIS-27 94
Sterpone Osvaldo SE06-23 CARTEL 153
Stock Joann GEOD-2 26
Stock Joann VUL-1 102
Stock Joann VUL-2 102
Stock Joann VUL-5 103
Stock Joann SE05-1 144
Stock Joann SE12-2 184
Stock Joann SE14-3 192
Stock Joann SE14-9 194
Suárez Gerardo SE13-7 189
Suárez Martha SIS-30 95
Suárez Martínez Raúl SE04-32 138
Suárez Vidal Francisco GEOPAL-23 CARTEL 56
Suárez Vidal Francisco SE05-2 144
Suárez Vidal Francisco SE05-8 145
Suástegui Méndez Enrique SE01-6 113
Suástegui Méndez Enrique SE01-7 113
Suástegui Méndez Enrique SE01-8 114
Sulpizio Roberto VUL-20 107
Tadeo Guadarrama Karina CCA-34 CARTEL 9
Tago Pacheco Josué SIS-20 92
Tamez Ponce Antonio EG-10 13
Tamez Ponce Antonio EG-35 CARTEL 19
Tamez Ponce Cuahutemoc EG-10 13
Tan Yi Li SE09-1 164
Tapia Felipe Omar SE10-5 169
Taylor Espinosa Nidia Elena CCA-22 6
Taylor Michael SE05-3 144
Tejeda Martínez Adalberto CCA-25 7
Tejero Andrade Andres SE10-1 168
Téllez Ugalde Eric Benjamín CCA-12 4
Tenorio Castilleros Dolores SE06-9 149
Teran Guerrero Anuar Gabriel SE06-23 CARTEL 153
Teran Orlando SE05-1 144
Teutli León Ma Maura Margarita CCA-36 CARTEL 9
Teutli León Ma Maura Margarita GEOH-7 31
Teutli León Ma Maura Margarita GEOQP-17 CARTEL 65
Toledo Pineda Luís Raúl GP-6 37
Tolson Gustavo GEOH-1 30
Tolson Gustavo GET-8 42
Tolson Gustavo GET-12 43
Tolson Gustavo GET-18 CARTEL 44
Tolson Gustavo SE08-4 160
Torres Carrillo Xóchitl G. GET-20 CARTEL 45
Torres Carrillo Xóchitl G. GEOQP-1 60
Torres Carrillo Xóchitl G. GEOQP-2 60
Torres De La Cruz Felipe PALEO-12 CARTEL 81
Torres De León Rafael GET-23 CARTEL 45
Torres De León Rafael GEOQP-9 62
Torres De León Rafael GEOQP-14 CARTEL 64
Torres Freyermuth Alec SE17-10 206
Torres Guerrero Carlos SE01-6 113
Torres Guerrero Carlos SE01-7 113
Torres Guerrero Carlos SE01-8 114
Torres Hernández José Ramón VUL-10 104
Torres Hernández José Ramón VUL-11 105
Torres Hernández José Ramón SE04-38 CARTEL 139
Torres Jardón Ricardo CCA-29 8
Torres Luis SE10-6 169
Torres Morales Gilbert Francisco SE04-2 130
Torres Morales Gilbert Francisco SE04-23 135
Torres Mota Rogelio SE17-7 205
Torres Mota Rogelio SE17-8 205
Trejo Gómez Elizabeth SIS-13 91
Trejo Gómez Elizabeth SIS-24 93
Trejo Soto Manuel GEOD-5 26
Trejo Soto Manuel GEOD-7 27
Trejo Soto Manuel GEOD-11 CARTEL 27
Trejo Soto Manuel GEOD-13 CARTEL 28
Trindade Ricardo SED-3 CARTEL 84
Tristán González Margarito VUL-6 103
Troncoso Altamirano Hilda PALEO-8 79
Trujillo Cárdenas Juan Luis SE10-20 173
Ubicab Covoh Rafael Alejandro SE01-2 112
Urban Rascón Edgar SIS-4 88
Urbieta Gómez Javier EG-25 CARTEL 17
Urbina Carpio Alexi SE04-39 CARTEL 139
Uribe Cervantes Eduardo VUL-16 106
Uribe Cervantes Eduardo SE04-21 135
Urquijo Torres Pedro Sergio SE04-28 137
Urrutia Fucugauchi Jaime EG-1 12
Urrutia Fucugauchi Jaime EG-2 12
Urrutia Fucugauchi Jaime FE-15 CARTEL 24
Urrutia Fucugauchi Jaime GEOH-17 CARTEL 34
Urrutia Fucugauchi Jaime GEOPAL-19 CARTEL 56
Urrutia Fucugauchi Jaime VUL-17 106
Valadez Azúa Raúl SE07-8 157
Valdés Galicia José Francisco FE-2 22
Valdés Galicia José Francisco FE-3 22
Valdés Galicia José Francisco FE-11 CARTEL 23
Valdés González Carlos SIS-9 89
Valdés González Carlos SIS-11 90
Valdés González Carlos SIS-12 90
Valdés González Carlos SIS-33 96
Valdés González Carlos VUL-33 CARTEL 110
Valdés González Carlos SE04-44 CARTEL 141
Valdés González Carlos SE09-1 164
Valdez Flores Juan Javier SE03-8 125
Valdez López Tito SE05-6 145
Valdez Pérez Verónica SE04-14 133
Valdivia Ornelas Luis SE04-27 136
Valencia Islas Juan José GP-4 36
Valencia Moreno Martín GET-1 40
Valencia Moreno Martín GET-2 40
Valencia Moreno Martín GEOQP-12 CARTEL 63
Valencia Moreno Martín GEOQP-16 CARTEL 64
Valencia Victor GEOQP-10 62
Valencio Daniel GEOPAL-6 53
Valle Hernández Brenda Líz SE10-25 175
Valle Hernández Sandra EG-31 CARTEL 18
Valle Hernández Sandra EG-32 CARTEL 18
Valle Hernández Sandra EG-33 CARTEL 18
Vargas Cárdenas Bernardo FE-11 CARTEL 23
Vargas Magaña María Elena SE02-5 121
Vargas Magaña Yoana de Jesús EG-5 12
Varley Nick R. VUL-20 107
Vásquez Contreras Jorge Alberto OCE-26 72
Vásquez Serrano Alberto GEOH-1 30
Vásquez Serrano Alberto GET-8 42
Vásquez Serrano Alberto GET-18 CARTEL 44
Vásquez Serrano Alberto SE08-4 160
Vázquez Becerra Esteban GEOD-3 26
Vázquez Becerra Esteban GEOD-4 26
Vázquez Becerra Esteban GEOD-6 27
Vázquez Becerra Esteban GEOD-8 CARTEL 27
Vázquez Becerra Esteban GEOD-12 CARTEL 28
Vázquez Contreras Adolfo EG-9 13
Vázquez Contreras Adolfo EG-24 CARTEL 16
Vázquez Córdoba Alejandro CCA-20 6
Vázquez González Rogelio GEOH-4 30
Vázquez González Rogelio OCE-14 70
Vázquez González Rogelio OCE-36 CARTEL 74
Vázquez González Rogelio SE05-8 145
Vázquez Hernández Sergio SE05-2 144
Vázquez de Ágredos Pascual María Luisa SE07-5 156
Vázquez de la Cerda Alberto M. OCE-26 72
Vega Aguilar Mario Esteban EG-15 14
Vega Granillo Ricardo GEOQP-3 60
Vegas Nestor GEOPAL-14 CARTEL 54
Vegas Nestor GEOPAL-15 CARTEL 55
Vela Correa Gilberto SE01-5 113
Velasco Herrera Victor FE-14 CARTEL 23
Velasco Tapia Fernando GET-1 40
Velasco Tapia Fernando GET-19 CARTEL 44
Velasco Tapia Fernando GEOQP-12 CARTEL 63
Velasco Tapia Fernando SIS-42 CARTEL 98
Velasco Villarreal Miriam GEOPAL-19 CARTEL 56
Velázquez Bucio Magdalena SIS-43 CARTEL 98
Velázquez Mendoza Ismael SE16-6 202
Velázquez Rodríguez Enrique FE-1 22
Velázquez Rodríguez Enrique OCE-32 73
Vélez Héctor SE10-22 174
Venegas Luévanos Sinuhé Quetzalcóatl SE04-27 136
Vera Guzmán Norberto SE11-4 178
Vera Sánchez Pedro SE04-21 135
Vera Sánchez Pedro SE04-33 138
Vera Sánchez Pedro SE04-34 138
Vidal Juárez Teresa SE09-4 164
Vidal Solano Jesús GEOPAL-3 52
Vidal Solano Jesús Roberto GET-15 43
Vidal Solano Jesús Roberto GEOQP-3 60
Vidal Solano Jesús Roberto VUL-1 102
Vidal Solano Jesús Roberto VUL-2 102
Vidal Solano Jesús Roberto VUL-4 103
Vidal Solano Jesús Roberto VUL-5 103
Vidal Vega Ana Isela GEOD-13 CARTEL 28
Vidal Villegas Antonio SE05-4 144
Vidal Villegas Antonio SE09-4 164
Vilanova de Allende Rodrigo SE01-17 CARTEL 116
Vilas Juan Francisco GEOPAL-6 53
Villacis Carlos SE04-13 133
Villalba Ma. Lourdes GEOH-17 CARTEL 34
Villalobos Escobar Gina SIS-39 CARTEL 97
Villalobos Pietrini Rafael SE10-25 175
Villanueva Lascurain Daniel GEOQP-6 61
Villanueva Lascurain Daniel GEOQP-7 61

Villanueva Miranda Ismael	SE16-4	202
Villanueva Urrutia Elba E.	CCA-3	2
Villanueva Urrutia Elba E.	CCA-30 CARTEL	8
Villarreal Hernández Diana Rocio	GEOH-14 CARTEL	33
Villarreal Uribe Carlos Alejandro	EG-37 CARTEL	19
Villaseñor Rojas Pedro Ernesto	GP-5	37
Villaseñor Rojas Pedro Ernesto	GP-6	37
Villela y Mendoza Almendra	EG-17	15
Virieux Jean	SIS-20	92
Vogler Santos Rodolfo Edward	SE03-8	125
Wang Xiaoming	PALEO-8	79
Weber Bodo	GET-1	40
Weber Bodo	GEOQP-1	60
Weber Bodo	GEOQP-2	60
Weber Bodo	GEOQP-7	61
Weber Bodo	GEOQP-8	62
Weber Bodo	GEOQP-12 CARTEL	63
Weber Bodo	SE10-28 CARTEL	176
Weigand Moore Phil	SE06-9	149
Welsh Rodríguez Carlos Manuel	CCA-1	2
Welsh Rodríguez Carlos Manuel	CCA-10	3
West Michael	SIS-34 CARTEL	96
Winsor Christopher R.	GET-17	44
Wogau Chong Kurt	GET-4	40
Wogau Chong Kurt	GEOPAL-10	54
Wong Ortega Victor	SE05-4	144
Yáñez Soto Alfredo	SE09-1	164
Yepiz Velázquez Raúl	CCA-37 CARTEL	9
Yutsis Vsevolod	EG-10	13
Yutsis Vsevolod	EG-35 CARTEL	19
Yutsis Vsevolod	GET-14	43
Yutsis Vsevolod	GEOPAL-17 CARTEL	55
Yutsis von Brinken Visvaldis	FE-8	23
Zamora Camacho Araceli	SE04-16	134
Zamora Camacho Araceli	SE04-37 CARTEL	139
Zamora Martínez Olivia	SE10-2	168
Zamorano Orozco José Juan	SE04-38 CARTEL	139
Zamudio Luis	OCE-1	68
Zapotitla Roman Julian	FE-14 CARTEL	23
Zárate del Valle Pedro F.	SE10-20	173
Zarraluqui Such Victor	CCA-19	6
Zavala Hidalgo Jorge	CCA-22	6
Zavala Hidalgo Jorge	OCE-12	70
Zavala Hidalgo Jorge	OCE-27	72
Zavala Hidalgo Jorge	OCE-28	73
Zavala Hidalgo Jorge	SE17-1	204
Zavala Hidalgo Jorge	SE17-4	204
Zavala Hidalgo Jorge	SE17-5	204
Zavala Paredes José Giovanni	GP-7	37
Zavala Sansón Luis	OCE-24	72
Zavala Sosa Emilio	SE11-13	181
Zavaleta Ramos Ana Belem	SIS-40 CARTEL	97
Zegarra Restrepo Monica	PALEO-6	79
Zenteno Gómez Dení	FE-6	22
Zigone Dimitri	SIS-14	91
Zimmermann Mario	SE06-11	150
Zobin Peremanova Vyacheslav	VUL-13	105
Zobin Peremanova Vyacheslav	VUL-14	105
Zúñiga Dávila Madrid F. Ramón	SIS-3	88
Zúñiga Dávila Madrid F. Ramón	SIS-10	90
Zúñiga Dávila Madrid F. Ramón	SIS-42 CARTEL	98
Zúñiga Dávila Madrid F. Ramón	SIS-47 CARTEL	99
Zuñiga Hernández Luis Gustavo	GET-16	44
Zúñiga Lara Rocio	GGA-7 CARTEL	49

Recordamos a todos los miembros de la Unión Geofísica Mexicana, A.C.
que la cuota es de $400.00 para investigadores
y $300.00 para estudiantes.

página internet: www.ugm.org.mx

Con un cordial saludo **Luis A. Delgado Argote y Claudia Arango Galván**
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

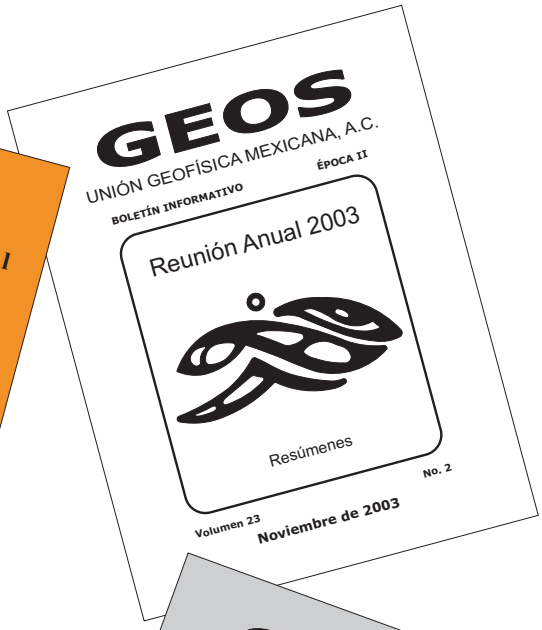
Información con:

Ivonne Pedrín Morales
División de Ciencias de la Tierra
Tel: 01(646)174-5050
Ext: 26004
Correo electrónico: ipedrin@cicese.mx

Este boletín se terminó de imprimir en noviembre de 2010, en la ciudad de Ensenada, B.C., México, con un tiraje de 650 ejemplares

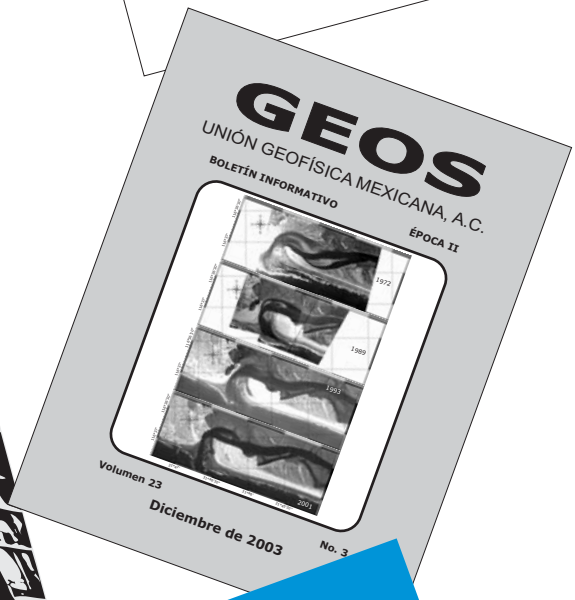




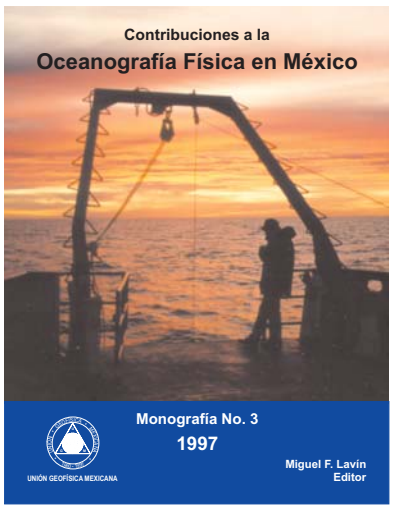


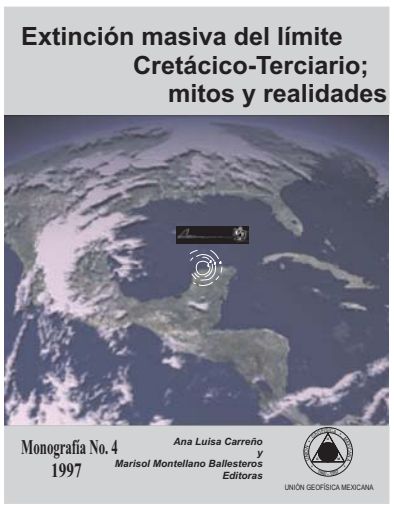












Tus trabajos de investigación y divulgación tienen cabida en estos foros de la Unión Geofísica Mexicana, A.C.