

GEOS

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA

BOLETÍN INFORMATIVO

ÉPOCA II

REUNIÓN ANUAL 1998
PUERTO VALLARTA, JAL. MÉXICO



Resúmenes y Programa

Volumen 18

No. 4

Noviembre de 1998

GEOS

**BOLETÍN INFORMATIVO
DE LA
UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.
(ISSN 0186-1891)**

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.
Mesa Directiva 98-99

Dr. José Gómez Valdés
Presidente

Dr. Fernando García García
Vicepresidente

Dr. Edgar Pavía López
Secretario General

Dr. Josué Álvarez Borrego
Tesorero

Dr. Sóstenes Méndez Delgado
Secretario de Investigación

M.C. Luis Alberto Delgado Argote
Secretario de Difusión

Dr. Miguel Rodríguez González
Secretario de Educación

Dr. Julián Adem Chaim
Presidente Honorario

GEOS, Boletín Informativo de la Unión Geofísica Mexicana, A.C. ISSN 0186-1891 (La Unión Geofísica Mexicana, UGM, es la Sociedad Civil no lucrativa de los profesionales de la Geofísica y Ciencias de la Tierra). **GEOS** es una publicación trimestral apoyada por el CICESE (División de Ciencias de la Tierra y División de Oceanología), UNAM (Coordinación de la Investigación Científica; Institutos de Geofísica, Geología, Geografía, Ciencias del Mar y Limnología e Ingeniería; Centro de Ciencias de la Atmósfera; y Facultad de Ingeniería), Instituto de Investigaciones Eléctricas, Comisión Federal de Electricidad, Consejo de Recursos Minerales y el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

GEOS, Boletín Informativo de la UGM publica artículos y notas de investigación, divulgación, comentarios, noticias, opiniones, anuncios y aspectos relevantes para la vinculación y difusión de la actividad científica y docente de las Ciencias de la Tierra. Los trabajos de investigación y divulgación enviados para publicación no deben de exceder 20 páginas (número de palabras por página 1050) en el formato de la revista. Los primeros serán arbitrados por duplicado, mientras que los de divulgación serán arbitrados por un especialista. Las figuras deben de ser en blanco y negro y de buena calidad.

En el caso de noticias, comentarios u otro tipo de escritos, los manuscritos no deben de exceder cuatro cuartillas. Todos los trabajos deberán ser enviados a los editores, quienes turnarán los documentos a los editores de área para su arbitraje.

Toda correspondencia dirigirla a:

Luis A. Delgado Argote
Depto. de Geología, División de Ciencias de la Tierra
Km. 107 Carretera Tijuana-Ensenada,
Ensenada, 22860, Baja California, México
Tel. (61) 745-050, Ext. 26060
E-mail: ldelgado@cicese.mx

Luis A. Delgado Argote
y
Juan García Abdeslem
Editores

COMITE EDITORIAL

Harald Böhm, Paleomagnetismo, Instituto de Geofísica, UNAM
Silvia Bravo, Estudios Espaciales, Instituto de Geofísica, UNAM
Noel Carbajal Pérez, Oceanografía Física, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
Oscar Campos, Geofísica de Exploración, Instituto de Geofísica, UNAM
Gerardo Carrasco, Vulcanología, Instituto de Geología, UNAM
Ana Luisa Carreño, Paleontología, Instituto de Geología, UNAM
Carlos Flores, Métodos Eléctricos y Electromagnéticos, CICESE
José Luis Frías Salazar, Cartografía, INEGI
Juan García Abdeslem, Gravimetría y Magnetometría, CICESE
René Garduño, Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Manuel Grajales N., Estratigrafía, IMP
Margarita López Martínez, Geoquímica, CICESE
Alejandro Hinojosa Corona, Sistemas de Información Geográfica, CICESE
Miguel Lavín, Oceanografía, División de Oceanología, CICESE
Luis Munguía Orozco, Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Jorge Ledesma Vázquez, Sedimentología, Facultad de Ciencias Marinas, UABC
Guillermo Pérez, Exploración Petrolera, PEMEX
Domitilo Pereyra, Meteorología, Universidad Veracruz-Jalapa
Francisco José Sánchez Sesma, Ingeniería Sísmica, UNAM
Miguel Téllez, Sedimentología, UABC
Gustavo Tolson, Geología Estructural, Instituto de Geología, UNAM
Carlos Suárez Plascencia, Riesgo Geológico, Universidad de Guadalajara
Héctor Pérez de Tejada, Estudios Espaciales, Instituto de Geofísica, UNAM

Victor Manuel Frías Camacho
María Cristina Álvarez Astorga
APOYO TÉCNICO EDITORIAL

EDITORIAL

La Reunión Anual 1998 tiene algunas características que la distinguen. Es la tercera en número de participaciones después de las de 1994 y 1995, a esta reunión se sumó la Asociación Mexicana de Geotermia y, además de las tradicionales sesiones especializadas de Oceanografía, se organizaron las sesiones especiales sobre Oceanografía Pesquera, Óptica Aplicada a la Oceanografía, Aspectos Ecológicos de Mares Mexicanos y se nota un crecimiento importante en el área de la ingeniería sísmica. También, atendiendo a dos fenómenos naturales relevantes, se organizaron las sesiones sobre "Volcanes Activos de México: monitoreo y mitigación de desastres" a través de la Academia Mexicana de Ciencias y "El Niño 1997-1998: impactos y aplicaciones de los pronósticos climáticos". De esta forma la UGM ha podido reunir a otras organizaciones y ha ampliado su cobertura temática. No obstante lo anterior, hay otras áreas en donde la participación ha decrecido, posiblemente por razones económicas.

Con respecto a los reconocimientos que la UGM hace a la gente cuya trayectoria académica ha sido importante para el desarrollo de las Geociencias en México, este año se les otorgará una distinción especial a tres profesores pioneros de la Geofísica que han encauzado a generaciones de estudiantes hacia labores de investigación.

Este número de GEOS es el último del año y, a través del crecimiento de nuestro directorio, observamos que en el periodo de marzo a septiembre el número de miembros se incrementó en un 23%, lo que se refleja en parte en el alto número de participantes a esta reunión.

Queremos aprovechar para invitar a los participantes a la reunión a que nos ayuden a hacer un diagnóstico de la UGM a través de un cuestionario para que los resultados de éste puedan ser comentados durante la Asamblea General. Esperamos que sus comentarios nos sirvan para definir políticas económicas, editoriales y de otras actividades que la UGM realiza.

En espera de que esta reunión sea tan cordial y productiva como las anteriores, la Mesa Directiva les da la bienvenida a todos.

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Puebla, Pue., México	México
CALTECH, CA., USA	EUA
Carnegie Institution of Washington, Department of Terrestrial Magnetism	EUA
CENAM, Municipio de El Marques, Querétaro, Qro., México	México
CENAPRED, México, D.F.	México
Centro de Investigación Sísmica, Fundación Javier Barros Sierra, A.C., México, D.F.	México
CFE, Depto. de Sismotectónica	México
CFE, Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos, Depto. de Exploración, Morelia, Mich., México	México
CIAD, Unidad Mazatlán	México
CIBNOR, La Paz, B.C.S., México	México
CIBNOR, Unidad Guaymas, Guaymas, Son., México	México
CICESE, División de Ciencias de la Tierra, Depto. de Geofísica Aplicada, Ensenada, B.C., México	México
CICESE, División de Ciencias de la Tierra, Depto. de Geología, México	México
CICESE, División de Ciencias de la Tierra, Depto. de Sismología, B.C., México	México
CICESE, División de Física Aplicada, Depto. de Ciencias Computacionales, Ensenada, B.C., México	México
CICESE, División de Física Aplicada, Depto. de Óptica, Ensenada, B.C., México	México
CICESE, División de Oceanología, Depto. de Ecología Marina, Ensenada, B.C., México	México
CICESE, División de Oceanología, Depto. de Oceanografía Física, Ensenada, B.C., México	México
CIDIPOET, UAT	México
Comisión Nacional del Agua, Culiacán Sin., México	México
Department of Geological Sciences, Queen's University, Kingston, Ontario, Canada	Canadá
Department of Geophysics, Stanford, CA, USA	EUA
Department of Physical Oceanography, Woods Hole Oceanographic Institution	EUA
Dept. Geology & Geophysics, MA, USA	EUA
Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S.A.	México
Franklin and Marshall College, Geosciences Department, Lancaster, PA, USA	EUA
Geological Survey of Canada, Ottawa, Ontario, Canada	Canadá
IIE, CENIDET, Cuernavaca, Mor., México	México
IIE, Unidad de Geotermia, Cuernavaca, Mor., México	México
IIE, Unidad de Materiales y Procesos Químicos	México
IMP, Gerencia de Geociencias	México
INFRATEC, México, D.F.	México
ININ, Salazar, Edo. de México	México
INP, Centro Regional de Investigación Pesquera, Guaymas, Son., México	México
INP, Estación de Biología Marina y Pesquera, La Cruz de Huanacastle, Nayarit	México
Institut für Geophysik der Westfälischen Wilhelms-Universität, Münster, Alemania	Alemania
Institute of Geological and Nuclear Sciences, Lower Hutt, New Zealand	Nueva Zelanda
Instituto de Ciencias de la Tierra "Jaume Almera", CSIC, Barcelona, España	España
Instituto de Geoquímica y Química Analítica de V.I. Vernadsky de Academia de Ciencias de Rusia	Rusia
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Subcoordinación de Hidrometeorología, Jiutepec, Mor.	México
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, Puebla, México	México
Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos	Rep. Dominicana
Instituto Oceanográfico del Pacífico, DGON, S.M.	México
Instituto Sismológico Universitario	Rep. Dominicana
Instituto Tecnológico de Ensenada	México
Instituto Tecnológico del Mar 03, Guaymas, Son., México	México
Instruments Div., Indian Meteorological Department, Shivajinagar, Pune, India	India
IPN, Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Digital, Tijuana, B.C., México	México
IPN, CICIMAR, Depto. de Oceanología, La Paz, B.C.S., México	México
IPN, CHIDIR, Depto. Medio Ambiente, Unidad Sinaloa, Guasave, Sin., México	México
IPN, ESIA, Ciencias de la Tierra, Unidad Ticomán, México, D.F.	México
IPN, UPIICSA, Ciencias Básicas, México, D.F.	México
IZMIRAN, Troitsk, Moscow Region, Russia	Rusia
Laboratorios Verduzco, Guasave, Sin., México	México
Municipio de Colima, Col., México	México
National Geophysical Research Institute, Hyderabad, India	India
Observatoire Océanologique de Villefranche, Villefranche sur Mer, Francia	Francia
Ocean Drilling Program Directorate, National Science Foundation, Washington, D.C., USA	EUA
Old Dominion University, Center for Coastal Physical Oceanography, Norfolk, Virginia, USA	EUA
ORSTOM, Villefranche sur Mer, Francia	Francia
PEMEX, Refinación	México

PEP, Región Norte, R. Tampico	México
Polar Geophysical Institute, Apatity, Murmansk Region, Russia	Rusia
Salt Micromechanics, Inc.	EUA
San Diego State University, Center for Hydro-Optics & Remote Sensing, San Diego, CA., USA	EUA
San Diego State University, Department of Geological Sciences, San Diego, CA., USA	EUA
SEP, Instituto Tecnológico de Zacatepec, COSNET	México
Smithsonian Institution, Dept. Mineral Sci., Washington, D.C., USA	EUA
St. Louis University, Earth & Atm. Sci., St. Louis, MO, USA.	EUA
Stanford University, Stanford, California, EUA	EUA
SUNY at Buffalo, Geology Department, NY., USA	EUA
Texas A&M University	EUA
UABC, Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada, B.C., México	México
UABC, Instituto de Ingeniería, Mexicali, B.C. México	México
UABC, Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Ensenada, B.C., México	México
UABC, Red Nacional de Corrosión, Mexicali, B.C., México	México
UACH, División de Investigación y Posgrado, Facultad de Ingeniería, Chihuahua, Chih., México	México
UAM, Depto. de Matemáticas, México D.F.	México
UAM, División de Ciencias Básicas e Ingeniería, México, D.F.	México
UANL, Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL, Linares, N.L.	México
UANM, Instituto de Geografía, Depto. de Geografía Física, México, D.F.	México
UAS, Facultad de Ciencias del Mar, Mazatlán, Sin., México	México
UCSD, Department of Applied Mechanics and Engineering Science	EUA
UCSD, SCRIPPS Institution of Oceanography, USA.	EUA
UMSNH, Facultad de Ingeniería Civil, Laboratorio de Materiales	México
UMSNH, Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, Depto. de Geología y Mineralogía, Michoacán, México	México
UNAM, Centro de Ciencias de la Atmósfera, México, D.F.	México
UNAM, Depto. de Contaminación del Aire, Centro de Ciencias de la Atmósfera	México
UNAM, Facultad de Ingeniería, Mexico, D.F.	México
UNAM, Facultad de Química, México, D.F.	México
UNAM, IIMAS, México, D.F.	México
UNAM, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Estación Mazatlán, Mazatlán, Sin., México	México
UNAM, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, México, D.F.	México
UNAM, Instituto de Geofísica, Depto. de Paleomagnetismo y Geofísica Nuclear, México, D.F.	México
UNAM, Instituto de Geofísica, Ensenada, B.C., México	México
UNAM, Instituto de Geofísica, México, D.F.	México
UNAM, Instituto de Geofísica, Programa de Posgrado en Ciencias de la Tierra, México, D.F.	México
UNAM, Instituto de Geofísica, UNICIT, Juriquilla, Qro., México	México
UNAM, Instituto de Geografía, UNAM, México, D.F.	México
UNAM, Instituto de Geología, ERNO, Hermosillo, Son., México	México
UNAM, Instituto de Geología, México, D.F.	México
UNAM, Instituto de Geología, UNICIT, Juriquilla, Qro., México	México
UNAM, Instituto de Ingeniería, México, D.F.	México
UNAM, Posgrado en Ciencias de la Tierra, México, D.F.	México
UNAM, Centro de Ciencias de la Atmósfera, México, D.F.	México
Universidad Autónoma de Guerrero, Escuela Regional de Ciencias de la Tierra	México
Universidad Autónoma de Madrid, Depto. de Química Agrícola y Geología, Madrid, España	España
Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Ciencias Marinas	México
Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Centro de Investigaciones en Ingeniería, Cuernavaca, Mor.	México
Universidad Complutense de Madrid, Depto. de Geodinámica, Facultad de Ciencias Geológicas, Madrid, España	España
Universidad Complutense de Madrid, Depto. de Geofísica y Meteorología, Facultad de Ciencias Físicas, Madrid	España
Universidad Complutense de Madrid, Depto. de Geofísica, Madrid, España	España
Universidad de Colima, Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas, Manzanillo, Col., México	México
Universidad de Colima, CICBAS, RESCO, Colima, Col., México	México
Universidad de Colima, Facultad de Ciencias Marinas	México
Universidad de Colima, Facultad de Ingeniería Civil, Coquimatlán, Col., México	México
Universidad de Colima, Observatorio Vulcanológico, Colima, Col., México	México
Universidad de Guadalajara, Centro de Ciencias de la Tierra, Guadalajara, Jal., México	México
Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa, Puerto Vallarta, Jal., México	México
Universidad de Guadalajara, CUCEI, Depto. de Física, Guadalajara, Jal., México	México
Universidad de Guadalajara, CUCS, Centro de Ecología Costera	México
Universidad de Guadalajara, CUCSH, Depto. de Geografía y Ordenación Territorial,	México
Universidad de Guadalajara, Facultad de Física, Guadalajara, Jal., México	México
Universidad de Guadalajara, Facultad de Geografía, Guadalajara, Jal., México	México

Universidad de Guadalajara, Instituto de Astronomía y Meteorología	México
Universidad de Guadalajara, LabTOA, Centro Universitario de la Costa, Puerto Vallarta, Jal., México	México
Universidad de Guanajuato, Instituto de Ciencias Agrícolas, Depto. de Agronomía, Irapuato, Gto., México	México
Universidad de Los Andes, Laboratorio de Geofísica, Mérida, Venezuela	Venezuela
Universidad de Los Andes, Unidad de Investigación y Educación Sismológica del CRIHES, NURR, Trujillo	Venezuela
Universidad de Morelos, Cuernavaca, Mor., México	México
Universidad de Sonora, DICTUS	México
Universidad de Zaragoza, Depto. de Geología, España	España
Universidad Estatal de Moscú, Moscú, Rusia	Rusia
Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze della Terra, Italia	Italia
Universität für Bodenkultur, Geotechnical Institute, Vienna, Austria	Austria
Université Joseph Fourier, Grenoble, France	Francia
University of California, Department of Earth & Space Sciences, Los Angeles, USA	EUA
University of Iceland, Reykjavik, Iceland	Islandia
University of Miami, Miami, FL, USA	EUA
University of Muenster, Institut für Geophysik, Germany	Alemania
University of Nevada, Seismological Laboratory, Reno	EUA
University of New Hampshire, USA	EUA
University of Southern California, Los Angeles, CA, USA	EUA
University of Stanford, Centro de Instrumentación IRIS/PASSCAL, Stanford CA., USA.	EUA
University of Texas, Department of Civil Engineering, Austin, Texas, USA.	EUA
University of Texas, Department of Electrical and Computer Engineering, Austin, Texas, USA.	EUA
University of Texas, Pan American	EUA
University of Wisconsin	EUA
University Texas, Dept. Geol. Sci., Austin, TX, USA	EUA
Washington State University	EUA
Washington University, Department of Earth and Planetary Sc., St. Louis, MO, USA.	EUA

ÍNDICE GENERAL

	PÁGINA
EDITORIAL	i
INSTITUCIONES PARTICIPANTES	ii

SESIONES REGULARES

CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA	242
EXPLORACIÓN GEOFÍSICA	246
FÍSICA ESPACIAL	256
GEOHIDROLOGÍA	258
INGENIERÍA SÍSMICA	263
OCEANOGRAFÍA	
ESTUDIOS BÁSICOS	270
ESTUARIOS, LAGUNAS COSTERAS Y BAHÍAS	273
MARES MARGINALES	276
OLEAJE	278
PLATAFORMA CONTINENTAL	279
PALEOCEANOGRAFÍA Y PALEOCLIMATOLOGÍA	280
SISMOLOGÍA	282
TECTÓNICA	292
TECTÓNICA Y GEOLOGÍA	299
VOLCANOLOGÍA	309

SESIONES ESPECIALES

ASPECTOS ECOLÓGICOS DE MARES MEXICANOS	313
GEOTERMIA	317
EL NIÑO 1997-1998: IMPACTOS Y APLICACIONES DE LOS PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS	326
OCEANOGRAFÍA PESQUERA	329
ÓPTICA APLICADA	333
VOLCANES ACTIVOS DE MÉXICO: MONITOREO Y MITIGACIÓN DE DESASTRES	336
CARTELES	341
ÍNDICE DE AUTORES	347
HORARIO DE SESIONES	354
PROGRAMA GENERAL	372

CAT-01

MODELO ESTOCÁSTICO PARA PRONOSTICAR LA CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE OZONO EN LA CIUDAD DE MÉXICO

José Luis Bravo y María Magdalena Nava

Depto. de Contaminación del Aire, Centro de Ciencias de la
Atmósfera, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510 México, D.F.

El objetivo de este trabajo es la predicción, con unas horas de anticipación, de la concentración máxima diaria de ozono en el área metropolitana de la Ciudad de México, usando un modelo estocástico lineal y un ajuste de regresión múltiple. Se calcula el riesgo de sobrepasar algún límite, como el establecido por las autoridades ambientales. Este pronóstico permite la toma oportuna de decisiones para disminuir la emisión de precursores de ozono a la atmósfera.

Se ajusta un modelo autoregresivo, integrado y de promedios móviles (ARIMA) a los valores máximos diarios de ozono, a un año de datos de 10 estaciones de la red automática de monitoreo atmosférico en la Ciudad de México. Con el ajuste de este modelo se toma en cuenta la información histórica del comportamiento de las series. Una vez ajustado este modelo se calculan los residuales y a éstos se les ajusta un modelo regresivo múltiple lineal en el cual las variables independientes son la velocidad promedio del viento, la concentración de óxidos de nitrógeno y la cantidad total de radiación solar global. La velocidad del viento se ha incluido como una variable subrogada de la actividad atmosférica, la concentración de óxidos de nitrógeno se consideró debido a que, junto con la concentración de hidrocarburos, son los principales precursores del ozono troposférico y finalmente la radiación solar porque es la fuente de energía que disocia la molécula de dióxido de nitrógeno y de este modo se forma ozono.

Para pronosticar se emplea primero el modelo ARIMA y se hace un pronóstico de la concentración máxima de ozono para el día siguiente, dicho pronóstico toma en consideración la información histórica del proceso. El siguiente paso consiste en actualizar el pronóstico, mediante el modelo regresivo multilíneal, empleando la información meteorológica mediante los parámetros mencionados. La información meteorológica se suspende hasta las 13 hrs y el procedimiento es un verdadero pronóstico ya que la concentración máxima suele presentarse después de las 13 hrs.

Se hacen análisis de residuales y con ellos se calculan las incertidumbres de los pronósticos, asimismo se evalúa el modelo pronosticando durante un mes y comparando los pronósticos con las observaciones. Con el análisis de residuales se calcula también el riesgo de sobrepasar el nivel de ozono establecido por las autoridades ambientales para iniciar la segunda parte del programa de contingencias ambientales.

CAT-02

DISTRIBUCIÓN DE MINERALES EN LAS PARTICULAS SUSPENDIDAS EN LA ATMÓSFERA DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Bazán N.G.¹, Arroyave R.F.¹, Cruz G.L.¹, Flores J.H.², Olguin F.L.², Cisniega R.M.² y Urrutia J.F.³

¹ Pemex-Refinación

² Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares

E-mail: jfr@nuclear.inin.mx

³ Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

E-mail: juf@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

Como parte de los estudios de impacto ambiental en la atmósfera del valle de México, se caracterizaron las cenizas volcánicas emitidas por las erupciones del Popocatepetl en 1997 y las partículas emitidas por las fuentes fijas y móviles. De los análisis efectuados por microscopía electrónica y difracción de rayos X, se encontró que las cenizas volcánicas colectadas en el área del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México contienen principalmente los minerales plagioclásico, que van desde la Albite ($\text{Na Al}_2\text{Si}_2\text{O}_6$), hasta Anortita ($\text{Ca Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$), Silicio (SiO_2) y Ilmenita (Fe TiO_3). Y para las fuentes fijas y móviles encontramos los siguientes minerales: Ortoclasa ($\text{K Al Si}_3\text{O}_8$), Carbonato de Calcio (Ca CO_3), Carbonato de Hierro (Fe CO_3) o Siderita, Carbonato de Silicio (Si CO_3), Carbonato de Magnesio (Mg CO_3) y Carbonato de Zinc (Zn CO_3)... caracterizados hasta la fecha. La génesis de estos minerales particulados son debido a que tienen un origen común a través del mineral líquido fósil llamado «Petróleo». Que se encuentra generalmente en nuestro país en las rocas «almacenadoras y generadoras» de carbonato de calcio y en las rocas impermeables o sello que son las arcillas, que evitan que migren los hidrocarburos del yacimiento.

Sabemos que los minerales arcillosos son predominantemente silicatos de aluminio y/o hierro y magnesio. Algunos de ellos contienen álcalis y/o tierras alcalinas como componente esencial y son generalmente menores a 2 micrones, y es por esta razón que no existe una barrera física (filtro) para detener estas partículas minerales que se encuentran en la atmósfera de México.

CAT-03

ASPECTOS DE LA VARIABILIDAD DEL CLIMA DE LA CUENCA DE MÉXICO DURANTE EL SIGLO XX

Ernesto Jáuregui

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

Los eventos extremos de la temperatura y precipitación tienden a agruparse en años adyacentes: por ejemplo la serie de inviernos severos en Europa (1939-42) y Norteamérica (1977-79). Al analizar las dos únicas series largas disponibles de precipitación y temperatura (Tacubaya y Pachuca) de la cuenca de México que comprende más de un siglo, se detecta una fluctuación climática ocurrida entre 1940-1960 cuando la temperatura descendió y la precipitación fue escasa en la cuenca. Esta fluctuación se ha delimitado utilizando las series de temperaturas mínimas extremas y precipitación máxima en 24 horas. Dicha fluctuación coincide con el período en que la longitud del ciclo solar comenzó a crecer reduciéndose entonces la irradiancia del sol lo que se propone como

una posible hipótesis para explicar el origen del cambio climático. Aún cuando es difícil que el cambio local pueda ser representativo de los cambios que ocurren a mayor escala, la variación climática que se observa en la cuenca de México coincide en el tiempo con cambios documentados por otros autores a escala regional. (e.g. Sánchez y Kutzbach, 1974) y hemisférica (Lamb, 1967). Los autores mencionados sugieren que dicho cambio climático estuvo asociado a un corrimiento hacia el sur de los grandes sistemas atmosféricos del Hemisferio Norte.

Palabras claves: Cambio climáticocuenca de México.

CAT-04

UNAS PRUEBAS CON EL MODELO BAROTROPICO ESPECTRAL ATMOSFERICO

Ismael Pérez García y Yuri N. Skiba

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

Se prueba la habilidad de un modelo numérico espectral de la atmósfera barotrópica, se enfatiza en preservar los invariantes integrales principales de movimiento (energía cinética y enstrofia) y la estructura geométrica de las soluciones analíticas de la ecuación de vorticidad barotrópica en una esfera en rotación (flujos zonales, polinomios homogéneos esféricos, ondas de Rossby-Haurwitz, soluciones de Wu-Verkley (1993), y modones bipolar de Verkley (1984)). Los cálculos realizados muestran que las soluciones numéricas del modelo espectral están en razonable buena concordancia con las soluciones analíticas de la ecuación de vorticidad barotrópica, por lo menos hasta tres días. Los mas grandes errores se obtienen para modones, esto debido a la suavidad limitada de tales funciones sobre la esfera.

CAT-05

ESTUDIO DE CASO DE UNA ONDA DEL ESTE EN EL CARIBE Y GOLFO DE MÉXICO

José A. Salinas, Saúl Miranda A. y René Lobato

Subcoordinación de Hidrometeorología
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
Paseo Cuauhnahuac No. 8532, Col. Progreso, Jiutepec, Mor.

Se presenta una simulación numérica de la Onda del Este proveniente del Atlántico registrada del 26 al 28 de junio de 1998 mediante imágenes de satélite.

Se analizó la evolución de la perturbación mediante un modelo numérico de mesoescala (MM5) a través de líneas de corriente a 700 mb, convección asociada, divergencia superficial y vorticidad relativa.

Los patrones convectivos se localizan al oeste de la cresta de la onda, región donde existe una alta correlación con convergencias superficiales originadas en el Golfo de México y Mar Caribe, indicándonos flujos ascendentes, en analogía a los modelos y teorías existentes acerca de la relación convección y Ondas del Este.

Las simulaciones incluyen el efecto orográfico de la Sierra Madre y el Istmo de Tehuantepec al paso de esta perturbación, originando circulaciones ciclónicas en el Pacífico Oriental, sugiriendo que éste es un mecanismo generador de ciclones tropicales en la región.

CAT-06

MODELACIÓN NUMÉRICA DE MESOESCALA EN UNA COMPUTADORA PERSONAL

José Luis Pérez López

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

Los trabajos en el área de dinámica de fluidos geofísicos, el veloz desarrollo en el campo de la computación y los programas mundiales de observaciones meteorológicas ha permitido contar con análisis globales y continuos de los fenómenos que ocurren en la atmósfera en diversas escalas de espacio y tiempo. Lo anterior ha resultado en rápidos avances en la modelación numérica de la atmósfera y en el establecimiento de sólidos esquemas de pronóstico operativo del tiempo. Dentro del campo de la Meteorología, los modelos numéricos constituyen «el laboratorio» donde los científicos atmosféricos realizan experimentos para entender el papel que juegan los diversos componentes del sistema Tierra en la circulación atmosférica. Los éxitos alcanzados en materia de predicción numérica del tiempo durante la última década se deben en gran medida, al desarrollo de modelos de mesoescala (103-105 m). Las simulaciones y predicciones regionales requieren de alta resolución espacial, así como de la inclusión de parametrizaciones de procesos físicos, para realmente ser útiles. La filosofía detrás de la modelación de mesoescala es que estas circulaciones son el resultado de la interacción entre la topografía y del uso de suelo, campos de los que se dispone con alta resolución espacial.

El grupo de Meteorología Tropical del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Nacional Autónoma de México, ha trabajado implementando la operación del Modelo de Mesoescala MM5 (Anthes y Warner 1978, en la Universidad Estatal de Pennsylvania), que permite simulaciones de gran variedad de procesos atmosféricos observados sobre la República Mexicana. El potencial uso que de este tipo de modelos incluye por supuesto la predicción numérica del tiempo, pero además considera estudios de contaminación atmosférica o incluso clima regional. En la actualidad, el sistema MM5 es utilizado tanto para investigación como para trabajo operacional en grandes centros de pronóstico. En la mayoría de los casos, el MM5 funciona en ambientes de supercomputo, aunque existen algunos desarrollos para estación de trabajo. Presentamos la opción de que el sistema MM5 completo pueda ser utilizado en una computadora personal de alta capacidad. Considerando por su puesto los tiempos que le toman a el modelo llevar a cabo las simulaciones estos serán proporcionales a la capacidad de procesamiento del equipo.

CAT-07

UNA ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE PRECIPITACIÓN DEL HURACAN PAULINA POR MEDIO DE IMAGENES DE SATELITE

Alejandro Aguilar Sierra e Ismael Pérez García

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

Se presentan algunos resultados iniciales de procesamiento digital de imágenes de satélite geostacionario, de la familia GOES8 y GOES9, durante el paso del huracán Paulina en las costas mexicanas. Hay una considerable complejidad en estimar variables meteorológicas a partir de imágenes de satélite geostacionario.

Primero es necesario comprender los elementos orbitales o bien el sistema de navegación del satélite y después extraer la información de cada pixel de datos.

Se hace un análisis geométrico de imágenes para obtener un estimación de la cantidad de precipitación del huracán Paulina. Se muestran las zonas de tormentas o bandas de forma espiralada de algunos huracanes comparándolas con las del huracán paulina. Se realiza un análisis de frecuencias de estas imágenes y se identifican las regiones más comunes de formación de nubes en los estados de Guerrero y Oaxaca. Se estiman las zonas de tormentas en la cubierta de nubes del huracán Paulina del 9 de octubre de 1997. Se discuten algunos aspectos de la circulación atmosférica para ver si la trayectoria del huracán paulina fue timoneada por un vórtice de gran escala de los niveles superiores de la troposfera.

CAT-08

TRANSPORTE DE HUMEDAD TROPICAL SOBRE EL GOLFO DE CALIFORNIA DURANTE EL MONZÓN MEXICANO

Juan Carlos Leal Lupercio y María Luisa Argote Espinosa
División de Oceanología, CICESE
Km. 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

En este trabajo se describen los mecanismos de transporte de la humedad tropical sobre el Golfo de California durante el monzón Mexicano, con base en la información meteorológica de superficie y de sondeos atmosféricos que se obtuvo por diferentes programas de observación en costas e islas alrededor del Golfo. Durante el verano, el transporte de humedad medio hacia la región noroeste de México ocurre principalmente a través de la capa superficial (por debajo de ~1500 m). La humedad que se transporta a lo largo del Golfo es por varios mecanismos, el más singular de ellos son las súbitas intrusiones de una masa de aire más húmeda y más fresca a manera de pulsos de humedad, su contribución al transporte de humedad total es significativo. El flujo de humedad que proviene del Pacífico Tropical Oriental no es continuo, muestra además de una marcada variación diurna, una marcada variabilidad sinóptica, asociada fuertemente con la ocurrencia de los pulsos de humedad. La dinámica de una masa de aire más densa que se mueve por los niveles bajos de la atmósfera en interacción con la topografía, tiene diferentes interpretaciones físicas tales como una onda de Kelvin, una corriente de gravedad o un flujo ageostrofico, lo cual también se investiga.

CAT-09

COMPARACIÓN DE LOS VALORES ESTIMADOS Y MEDIDOS DE LA EVAPORACIÓN EN EL VALLE DE MEXICALI, B. C.

Fernando Miranda Reyes¹ y Rogelio Vázquez González²

¹ Depto. de Oceanografía Física, CICESE

² Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

La evaporación es uno de los fenómenos físicos de mayor importancia del conjunto de procesos que forman el llamado ciclo hidrológico. La estimación de la evaporación en regiones de completa aridez, como es el caso de la porción noreste de Baja California y particularmente el Valle de Mexicali, es complicada

debido, entre otros factores, a que la relación entre las mediciones en evaporímetros y los valores calculados con fórmulas como la de Penman no es lineal. Esto da como resultado que los valores estimados de la tasa de evaporación en condiciones climáticas extremas, presentan mayor incertidumbre que en regiones donde la evaporación es menor.

En este trabajo, se recopilaron datos meteorológicos y climatológicos de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), Comisión Nacional del Agua (CNA), UABC, y otras instituciones que tienen a su cargo algún tipo de información meteorológica en la región del Valle de Mexicali. La información obtenida consiste en mediciones de temperatura, evaporación, dirección y velocidad del viento, presión atmosférica, radiación, etc. Después de un proceso de homogeneización de los datos en cuanto a formato y escala temporal, se realizaron los análisis de estadísticas básicas al conjunto de datos y se procedió a calcular la evaporación mediante los métodos de Penman y Thornthwaite. El método de Thornthwaite fue utilizado con conjuntos de datos de diferentes estaciones meteorológicas, para establecer la variabilidad en las estimaciones. Los valores medidos, corresponden a mediciones en evaporímetros de charola, del tipo *US Class-A*, los cuales para poder ser comparados con las estimaciones anteriores, fueron corregidos por un coeficiente que depende de las características climáticas del sitio. Los resultados muestran diferencias significativas entre los distintos métodos para la estimación, de la evaporación. Los valores extremos obtenidos fueron de 2254.8 mm/año a 2417.7 mm/año. Sobre la causa de estas diferencias podemos decir que la estimación de la evaporación está influenciada por la forma de calcularla, ya que los distintos métodos no consideran las mismas variables atmosféricas. Estas incertidumbres deben tenerse en cuenta en los estudios de balance de agua en cuencas hidrológicas o bien en cuerpos de agua superficial.

CAT-10

IMPLANTACIÓN DE UN CENTRO DE GESTIÓN AMBIENTAL EN LA REFINERÍA GRAL. LÁZARO CÁRDENAS EN MINATITLÁN, VER.

A. Salcido y R. Saldaña.

Instituto de Investigaciones Eléctricas. Unidad de Materiales y Procesos Químicos

El Centro de Gestión Ambiental (CGA) de la refinería Gral. Lázaro Cárdenas de Minatitlán, Ver., fue concebido como instancia del Departamento de Ecología que tiene como misión sustentar las iniciativas de Petróleos Mexicanos (PEMEX) sobre la protección y mejoramiento del medio ambiente, proporcionando a las autoridades información veraz y oportuna relativa al impacto de las emisiones de la refinería sobre la calidad del aire en sus alrededores. Para ello, el CGA de la refinería de Minatitlán cuenta con los recursos materiales necesarios para adquirir y analizar la información meteorológica de la zona y los datos de las emisiones de las principales chimeneas de la refinería, permitiendo al personal del Departamento de Ecología la realización periódica de estudios para evaluar el impacto de estas emisiones mediante la simulación de la dispersión atmosférica de contaminantes.

Para realizar sus funciones el CGA está equipado con una estación micrometeorológica (EMM), un sistema para la recuperación de los datos de emisiones (SRDE) y una plataforma de trabajo computarizada (SEPIA) que permite la organización e

integración de toda la información necesaria para alimentar a un modelo de dispersión de contaminantes, así como para la visualización e interpretación de los resultados de la modelación.

El EMM del CGA está dotada con la capacidad para proporcionar en forma horaria los datos meteorológicos convencionales, tales como la velocidad y la dirección del viento, la temperatura ambiente, la humedad relativa, la presión atmosférica y la precipitación pluvial, así como los datos micrometeorológicos indispensables para la caracterización del estado de la turbulencia en la capa superficial de la atmósfera, los cuales determinan su capacidad para la dispersión de los contaminantes.

El SEPIA es un sistema integrado por aplicaciones y equipos de cómputo que permiten la gestión (organización, depuración, almacenamiento, análisis y visualización) de las bases de datos meteorológicos y de emisiones, así como la realización de simulaciones de la dispersión de los contaminantes atmosféricos y de emisiones, la estimación del impacto de las emisiones sobre la calidad del aire en los alrededores y la interpretación, visualización y reporte de los resultados de las simulaciones.

CAT-11

OBRAS COMPLETAS DE JULIÁN ADEM

René Garduño L.

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

Con motivo de su 50 aniversario, en 1993, El Colegio Nacional emprendió la publicación de las obras completas de sus miembros. A mí me fueron encargadas las del Dr. Julián Adem. Mi trabajo consistió en la recopilación, edición y notas de sus publicaciones acumuladas hasta fines de 1993. Son 104 artículos, organizados en 15 capítulos comprendidos en dos tomos. Adicionalmente, preparé un pequeño volumen de Bibliografía, que incluye cuatro semblanzas y una entrevista hechas por otros autores, además del curriculum vitae y el índice general de ambos tomos de la obra. El tomo I y la Bibliografía están ya publicados, y el tomo II se encuentra en revisión final. En esta plática se presenta este trabajo que estuvo a mi cargo.

CAT-12

COLECCIÓN ARTIFICIAL DE AGUA DE NIEBLA PARA CONSUMO HUMANO: ¿SUEÑO O REALIDAD?

Fernando García-García

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

El conocimiento de los fenómenos involucrados en la colección de agua de niebla por métodos naturales y artificiales ha sido un tema de interés en todo el mundo durante los últimos cien años. Los estudios relacionados con el tema incluyen, entre otros, la evaluación de flujos netos de humedad en bosques, desiertos y otros ecosistemas; el entendimiento del impacto de la deposición de contaminantes; y, más recientemente, la colección artificial de agua de niebla para consumo humano, agrícola y de reforestación. En este trabajo se hace una breve revisión de la importancia de estos estudios y de cómo es que se enmarcan en el ámbito del llamado "desarrollo sustentable". Para ello, se presenta un resumen de dos casos de estudio de factibilidad, desde el punto de vista de los aspectos meteorológico y de la microfísica de niebla, que se han realizado en dos regiones de México. Finalmente, se hace una breve evaluación de posibles alternativas para proveer de agua potable a comunidades rurales dependiendo de sus muy particulares condiciones meteorológicas y socio-económicas.

CAT-13

LA TEMPORADA DE HURACANES DEL AÑO DE 1998 Y LAS ANOMALIAS ABRUPTAS DE LA PRECIPITACION EN CHIAPAS, MEXICO

Enrique Buendía, Francisco Villicaña Cruz, Enrique Azpra
Romero y Orlando Delgado Delgado
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Haciéndose uso del modelo de pronóstico de la trayectoria de huracanes y tormentas tropicales del CCA, se dará lo más sobresaliente de este evento geofísico y se proporcionarán los elementos del desastre que ha existido en el estado de Chiapas por el desplazamiento hacia el Norte de la zona intertropical de convergencia, sus desprendimientos y convergencia con ondas del este que produjeron precipitaciones altamente anómalas en esa región.

EG-01

SONDEOS CON RADAR A TRAVÉS DE LAS LAVAS DEL XITLI, EN LA ZONA ARQUEOLÓGICA DE CUICUILCO

Ibáñez Garduño D.¹ y Álvarez Béjar R.²¹ Instituto de Geofísica, UNAM
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

E-mail: lolitai@quetzalcoatl.igeofcu.unam.mx

² Instituto de Geografía, UNAM
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

E-mail: rab@igiris.igeograf.unam.mx

La zona arqueológica de Cuicuilco, localizada al sur de la Ciudad de México, corresponde a un asentamiento de las culturas más antiguas de América, considerada de la época arcaica. Los vestigios de esta civilización quedaron cubiertos por espesores de 4 a 15 m de lava, producto de la actividad del volcán Xitli hace 2000 años. En Cuicuilco sobresalen los restos de una construcción cónica, que presenta tres etapas constructivas. En la base tiene un diámetro de 132 m y una altura de 25 m y está edificado con fragmentos de roca volcánica sin mortero. En esta zona se realizaron algunos sondeos con el Radar de Penetración Terrestre, con el objeto de identificar la respuesta de posibles elementos arqueológicos, como construcciones o monumentos hechos por el hombre y para delimitar zonas para futuras excavaciones. El trabajo en la zona consistió de 5 perfiles formando una malla; tres de ellos, tienen dirección NW-SE y los dos restantes, con dirección SW-NE interceptan a los tres anteriores. La interpretación de los datos se apoyó con un sexto sondeo, realizado paralelo a un corte y perpendicular a una cavidad. La estratigrafía de la zona estuvo controlada mediante un pozo exploratorio. Se efectuó además, un sondeo de velocidades (CMP), para determinar la velocidad de propagación del impulso electromagnético en la zona de estudio. Los resultados permiten identificar anomalías que se interpretaron como elementos de interés arqueológico, como construcciones o monumentos. Esta interpretación, además de apoyarse con una columna litológica de la zona, un corte en donde se define la estratigrafía en un espesor de 7 m y un sondeo CMP, también incluyó un modelado bidimensional realizado en base al sistema de trazado de rayos, que hizo posible justificar la interpretación de las observaciones principales de los sondeos. La información obtenida nos sirvió para dar localizaciones al sur de la pirámide para realizar excavaciones en zonas específicas.

EG-02

MODELADO DE ANOMALÍAS GRAVIMÉTRICAS EN 2-D

Beatriz Martín-Atienza¹ y Juan García-Abdeslem²¹ Depto. de Geofísica y Meteorología, Facultad de Ciencias
Físicas, Universidad Complutense de Madrid
28040 Madrid, España

Dirección actual: Depto. de Geología, CICESE

² Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

Se presentan las expresiones matemáticas necesarias para realizar el modelado directo de las anomalías gravimétricas producidas por fuentes anómalas bidimensionales. La metodología seguida, para calcular estas expresiones, comprende el uso de

métodos de integración analíticos y del método de integración numérico de la Cuadratura de Gauss-Legendre.

Las fronteras de las fuentes anómalas están descritas por funciones polinómicas. El contraste de densidad que caracteriza a estas fuentes está descrito mediante un polinomio de segundo grado que depende de las variables x y z , donde x varía en la dirección del perfil y z varía en dirección de la profundidad.

Este método es útil para modelar una amplia variedad de estructuras geológicas como, por ejemplo, pliegues, fallas y cuencas sedimentarias.

EG-03

DETECCIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA EN FRACTURAS UTILIZANDO MÉTODOS ELECTROMAGNÉTICOS EN LAS CERCANÍAS A LINARES, N.L.

Sóstenes Méndez-Delgado y Daniel Garza-Rocha

Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL

Hacienda de Guadalupe, Carret. Cerro Prieto, Km 8, Linares,
N.L.

El aumento en la demanda de agua para uso doméstico, agrícola, ganadero e industrial hace necesaria la extracción y el almacenamiento de grandes cantidades de agua. La limitada precipitación anual y las altas temperaturas hacen insuficiente el abasto de agua dado por las Presas, siendo la extracción de agua subterránea una alternativa, sobre todo en las zonas rurales.

En las cercanías a Linares, N.L., se sabe que el agua subterránea puede estar almacenada en canales de gravas, zonas cársticas y en grietas o fracturas. La mayoría de los pozos de donde se extrae agua subterránea en la región están relacionados con grietas o fracturas, por lo que la localización de éstas es muy importante.

Hace años, en la Facultad de Ciencias de la Tierra (Linares, N.L.), se desarrolló un método geológico para encontrar agua subterránea, el cual tiene que ver con la localización de grietas rellenas de calca dentro de las lutitas de la Formación Méndez, el problema que existe es cómo asegurar que dicha grieta contiene agua. Utilizando esta metodología se han perforado infinidad de pozos, con una efectividad aproximada del 70%.

Para aumentar la efectividad de dicha técnica geológica se pueden aplicar varios métodos geofísicos capaces de identificar cuáles fracturas de las localizadas en superficie contienen agua, así como la localización de fracturas que no se observan en superficie y que contienen agua.

En particular se utilizó el método electromagnético en el límite resistivo por varias razones: a) el equipo es fácil de operar, b) los valores de conductividad aparente son obtenidos en forma directa, y c) se tienen dos configuraciones de bobinas que permiten identificar la presencia de fracturas con agua. Basados en el modelado electromagnético de estructuras 3-D se obtiene la forma de las anomalías de conductividad aparente producidas por fracturas.

Se muestran resultados de la prospección de agua subterránea en dos sitios, así como los resultados de las perforaciones.

EG-04

INVERSIÓN DE DATOS DE DIPOLO-DIPOLO CONSIDERANDO EL EFECTO TOPOGRÁFICO

Juan Espinosa Luna y Enrique Gómez Treviño

Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

E-mail: espinosa@cicese.mx

E-mail: egomez@cicese.mx

El efecto topográfico en los métodos eléctricos tiene gran influencia sobre las superficies equipotenciales, aún en medios homogéneos produciendo gradientes locales que simulan o distorsionan anomalías. Este efecto ha sido tratado con anterioridad por varios autores; Fox *et al.*, 1980, Holecome y Jiracek (1984), Tong y Yang (1990) y Barrios-López (1995) quien corrige este efecto utilizando la transformación de Schwarz-Christoffel y aplica en conjunto un esquema de inversión, considerando fuente y proceso de inversión lineal.

Nosotros partimos utilizando datos de fuente lineal y la transformación conforme de Schwarz-Christoffel para pasar de una tierra irregular (plano W) a una tierra plana (Plano Z). En este plano utilizamos la ecuación integral y realizamos la inversión mediante programación cuadrática, a continuación aplicamos la transformada inversa de Schwarz-Christoffel para pasar nuevamente al plano W, los resultados obtenidos son satisfactorios, pero son sólo una buena aproximación del caso real (fuente puntual). A continuación, se realizaron pruebas considerando las diferentes combinaciones de tipo de fuente (puntual y lineal) y proceso de inversión (fuente puntual o lineal), donde ninguna de estas combinaciones directas dio buenos resultados, por lo que los factores de corrección no eran los adecuados, se realizaron varias pruebas más, finalmente se obtuvieron los factores de corrección para aplicarlos al algoritmo de transformación fuente puntual y resolviendo mediante la ecuación integral y conjuntarlo con un esquema de inversión.

Para validar el algoritmo se realizaron modelos sintéticos, mediante el algoritmo de modelado directo, simulando diferentes situaciones topográficas con diferentes heterogeneidades y contrastes de resistividades. Los resultados obtenidos hasta el momento sobre modelos sintéticos son muy buenos. Por último se comparan los procesos de Lineal-Lineal contra Puntual-Puntual, donde la imagen obtenida por estos últimos presenta una mucho mejor definición de las heterogeneidades.

EG-05

GEOMETRÍA DEL GRABEN DE SAYULA A PARTIR DE LA INVERSIÓN 2-D DE SU ANOMALÍA GRAVIMÉTRICA

Juan García Abdeslem

Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

E-mail: jgarcia@cicese.mx

Se presentan métodos de modelado e inversión para anomalías gravimétricas producidas por cuerpos bidimensionales. La extensión lateral del modelo, en la dirección del transecto, se define mediante polinomios, estando limitado en la dirección de la vertical entre dos planos paralelos, y siendo su densidad constante o

dependiente de la profundidad. La solución del problema directo permite calcular el efecto gravimétrico debido a una gran variedad de estructuras geológicas, como pueden ser fallas normales, listricas, inversas o de rumbo, así como cuencas sedimentarias. Para la solución del problema inverso no lineal, se utiliza un método amortiguado de mínimos cuadrados, que trabaja en forma iterativa a partir de un modelo inicial. Para probar su eficacia, el método se aplicó para invertir datos sintéticos, siendo capaz de encontrar la densidad y la geometría del modelo en forma exacta. El algoritmo se utilizó para invertir un perfil de anomalía de Bouguer completa a través de la Laguna de Sayula, localizada en la parte Norte del Rift de Colima. El resultado de la inversión sugiere que el material que rellena la cuenca tiene una densidad de masa de 2240 kg/m^3 , alcanzando un espesor de 1160 m, y que su estructura corresponde a un medio graben, limitado al occidente por una falla normal de gran ángulo.

EG-06

APLICACIÓN DE LA TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA EN PROBLEMAS DE GEOLOGÍA

Javier Urbieto Gómez y Andrés Tejero Andrade

Facultad de Ingeniería, UNAM

En años recientes, se ha incrementado de una manera notable en el mundo el uso de imágenes eléctricas 2-D (Tomografía) en estudios de Prospección Eléctrica. Esta técnica muestra ser mucho más versátil en la detección de estructuras geológicas complejas y su poder de resolución con respecto a un sondeo eléctrico vertical o un perfilaje.

La Tomografía Eléctrica es una técnica Geofísica usada para generar imágenes bidimensionales de un área del subsuelo empleando un arreglo de cuatro electrodos (dos de corriente y dos de potencial) enterrados en la superficie del terreno.

Combinando los pares de electrodos como transmisores (corriente) y receptores (potencial), se realizan varias mediciones para obtener diferentes valores de resistividad aparente. Posteriormente estos datos de resistividad aparente se utilizan para calcular la distribución espacial verdadera de la resistividad del subsuelo, usando una técnica rápida para su inversión e interpretación, con ayuda del programa automático de inversión Res2Dinv. El resultado es una imagen eléctrica que puede ser usada para mapear los cambios de la resistividad verdadera que identifiquen estructuras de interés geológico.

El propósito de este trabajo es el de presentar resultados preliminares sobre el desarrollo de esta técnica poco empleada en México y su utilidad en problemas de Geofísica Ambiental, como puede ser el mapeo de cavernas o de reconocimiento geológico.

EG-07

ESTRUCTURA DE LA REGIÓN DEL CAMPO VOLCÁNICO DE SAN QUINTÍN, A PARTIR DE INVERSIÓN TRIDIMENSIONAL DE DATOS MAGNÉTICOS Y GRAVIMÉTRICOS

Luis A. Gallardo-Delgado, Juan M. Espinosa-Cardena y
Margarita Almeida-Vega

Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE
Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

El Campo Volcánico de San Quintín (CVSQ), constituido por 12 conos cineríticos basálticos del Cuaternario esparcidos en un área de 190 km², se relaciona con actividad magmática tipo intraplaca asociada con eventos terminales de postsubducción de un remanente de la placa Farallón e incluso con un hot spot. El conocimiento de la estructura que alberga al CVSQ, es importante para discernir su origen, información relevante para entender los procesos magmáticos y tectónicos que afectan el occidente de la península de Baja California. En este trabajo se obtiene un modelo de los relieves superior e inferior del basamento cristalino al aplicar inversión tridimensional a la información magnética aérea, terrestre y gravimétrica de la región del CVSQ, partiendo de un modelo constituido por prismas verticales y suponiendo contrastes constantes en magnetización y densidad. Resultados relevantes del proceso de inversión muestran: un basamento cristalino magnético (0.007 e.g.s.) con un grosor promedio de 16 km, una cuenca por debajo del CVSQ con profundidades de 2 km, cubierta con sedimentos semiconsolidados (2.1 gr/cm³). Resultados que podrían interpretarse de la manera siguiente: corteza adelgazada de afinidad oceánica, estructura tipo graben, respectivamente. Con la cobertura del estudio no es posible deducir un modelo tectónico de la estructura interpretada, sin embargo, complementándolo con información regional de geología y geofísica se discute la probable existencia de una cuenca de tracción.

EG-08

GRAVIMETRÍA DEL ÁREA DE CABORCA, SONORA -RESULTADOS PRELIMINARES

Jorge Ramírez-Hernández¹, César Jacques-Ayala², Juan García Abdeslem³, Concepción Carreón-Díazconti¹ y Francisco J.

Grijalva-Noriega²

¹ Instituto de Ingeniería, UABC
Mexicali, B.C.

² Estancia Sabática Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE

³ Instituto de Geología, UNAM, Hermosillo, Son.

⁴ Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

El área de Caborca, noroeste de Sonora, tiene una historia geológica compleja que cubre un periodo de más de 1800 Ma. En esta zona se encuentran, en contacto el terreno Caborca y el cratón de Norteamérica. El terreno Caborca se localiza en el lado suroeste y está formado por rocas ígneas y metamórficas con edades de 1800 a 1100 Ma. Sobre este basamento se depositó una secuencia de plataforma del Proterozoico Tardío y Paleozoico de más de 3000 m de espesor. Rocas sedimentarias del Triásico Tardío a Jurásico Temprano sobreyacen a la secuencia paleozoica y es probable que conglomerados del Cretácico Tardío se hayan depositado también sobre el Paleozoico. Del lado norte-noreste del

contacto tectónico se encuentra el cratón de Norteamérica constituido por rocas ígneas y metamórficas con edades que varían de 1600 a 1100 Ma cubiertas por sedimentos de plataforma del Cámbrico al Pérmico. Un arco volcánico continental del Jurásico Temprano a Medio se desarrolló en el cratón. Al poniente durante el Cretácico Temprano se desarrolló un nuevo arco cuyo "back arc" está representado por el Grupo Bisbee, hacia el oriente. En el Cretácico Tardío se produjo un levantamiento tectónico al que se asocia la formación de cuencas continentales que acumularon gruesos depósitos clásticos deformados durante el Cretácico por la orogenia Laramide. La actividad volcánica del Terciario y la extensión asociada al "Basin and Range" han oscurecido parte de la historia geológica.

En 1998 se inició un levantamiento gravimétrico regional, con distanciamiento entre estaciones de 1-1.5 km, para aportar información sobre la profundidad y extensión de las cuencas cenozoicas. Se cubrió una extensión de 1500 km² que incluyen 298 estaciones gravimétricas. La corrección topográfica se realizó utilizando el modelo digital del terreno de INEGI.

El mapa de anomalía residual de Bouguer presenta un bajo gravimétrico de 16 mgals de amplitud, con orientación SW-NE que se extiende más de 45 km y que corresponde espacialmente con el contacto inferido entre el terreno Caborca y el cratón de Norteamérica.

El modelado bidimensional de la anomalía residual, a lo largo de un perfil con orientación SE-NW, perpendicular al alineamiento del bajo gravimétrico, que abarca desde la sierra El Alamo hasta la sierra Cordón Lista Blanca muestra la presencia de dos cuencas. Una de ellas, en la porción oriental del perfil tiene una profundidad de 600 m y se desarrolla en conglomerados, areniscas y lutitas con un contraste de densidad de 0.5 g/cm³. La otra cuenca se localiza en la porción occidental, su profundidad es similar, pero con un contraste de densidad de 0.3 g/cm³ con el basamento de rocas ígneas intrusivas y probablemente extrusivas. Ambas cuencas están separadas por la extensión norte de la sierra la Vibora.

La presencia de un bajo gravimétrico emplazado a lo largo del contacto inferido entre el terreno Caborca y el cratón de Norteamérica podría interpretarse como la evidencia gravimétrica de dicho aflamamiento. A su vez, se ha resuelto la geometría de las cuencas estructurales, las cuales tienen un alto valor para estimar los recursos hídricos de la región.

EG-09

MODELACIÓN GEOQUÍMICA DEL APOORTE NATURAL DE ARSÉNICO AL AGUA SUBTERRÁNEA DE ZIMAPÁN, HIDALGO

M.A. Armienta¹, G. Villaseñor², R. Rodríguez¹, O. Cruz¹, A. Aguayo¹, N. Cenicerós¹

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Instituto de Geología, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

En Zimapán, Hidalgo se han detectado diversas fuentes ambientales de arsénico. El acuífero profundo ha sido contaminado principalmente por procesos naturales, las actividades ligadas al procesamiento de minerales para la obtención de plata, plomo y zinc, han elevado los contenidos de arsénico en algunas norias. Los pozos con mayores concentraciones de arsénico presentaron

ambientes más reductores y temperaturas más elevadas. Se analizaron los contenidos de arsénico en rocas de las diferentes formaciones que afloran en el valle. Las mayores concentraciones se obtuvieron en las muestras cercanas a zonas mineralizadas. Se detectó la presencia de los minerales de arsénico: escorodita, arsenopirita, y talmesita. La aplicación del programa de modelación geoquímica PHREEQC hizo evidente que la oxidación de arsenopirita y la solubilización de escorodita son procesos factibles de aportar arsénico al agua subterránea y modificar sus características químicas de acuerdo a los valores obtenidos para los otros iones.

EG-10

UN MÉTODO DE REGULARIZACIÓN PARA ESTIMAR FUNCIONES BIVARIANTES INVERTIENDO UNA ECUACIÓN DE FREDHOLM DE PRIMERA CLASE

R. Núñez G.¹ y J. Frez C.²

¹ Depto. de Ciencias Computacionales, CICESE

² Depto. de Sismología, CICESE

Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada, 22860 Ensenada, B.C.

La solución de una ecuación de Fredholm de primera clase constituye un clásico problema numérico inestable para el cual existen varios métodos de estabilización, la mayor parte de ellos para funciones univariantes. En este trabajo, hemos elegido, por su mayor versatilidad, a las técnicas de regularización. En el caso bi-dimensional, aparecen dificultades en la generalización de las ideas que comúnmente se aplican en problemas unidimensionales, especialmente en lo que se refiere a uso eficiente de memoria y tiempo de la computadora. La regularización que aplicamos proviene de estrategias que existen en la literatura y consiste en la minimización de la norma cuadrática del gradiente de la función incógnita y en el desarrollo de esta función en términos de la función de Green del operador laplaciano. Con el agregado de la minimización de la norma ponderada cuadrática de los residuales, se obtiene una fórmula compacta, que depende de un parámetro global de regularización. Los datos se suponen seleccionados aleatoriamente por lo que son representados por un vector aunque, en el fondo son (y pueden ser) obtenidos sobre todos los puntos de una malla.

En la implementación numérica, es necesario resolver integrales en dos y cuatro dimensiones y sobre vectores y matrices. Esto plantea problemas de precisión, exactitud, convergencia y uso óptimo del tiempo de computación.

El esquema se prueba con el ejemplo de una función incógnita cuadrática suave y un kernel gaussiano, todo lo cual permite obtener una solución analítica del problema inverso; por lo tanto, es posible comparar el error de la solución óptima. Además, se aplica un análisis de residuales. Se discuten las perspectivas de la aplicación extensiva del procedimiento computacional en problemas inversos típicos.

EG-11

INVERSIÓN DE SONDEOS DE POLARIZACIÓN INDUCIDA MEDIANTE REDES NEURONALES HOPFIELD

Joel E. Rodríguez, Francisco J. Esparza y Enrique Gómez Treviño

Depto. Geofísica Aplicada, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

Las redes neuronales han mostrado ser una alternativa eficiente en la asimilación de funcionales geofísicos inversos como sondeos eléctricos verticales. Generalmente, se entrena a la red neuronal por medio de un conjunto amplio y representativo de modelos de resistividad eléctrica. Una vez entrenada la red se puede estimar un modelo del subsuelo mediante los datos de resistividad aparente.

Sin embargo, los valores del desajuste (χ^2) no son necesariamente los mínimos, por tal motivo los modelos estimados mediante la red entrenada son sólo modelos aproximados. Una alternativa a este problema, es el utilizar redes neuronales tipo Hopfield, las que alcanzan el mínimo en χ^2 en un número finito de iteraciones. Esto se puede hacer gracias a la equivalencia del Hamiltoniano en la red de Hopfield y la función objetivo del correspondiente problema inverso. En este trabajo se presentan los resultados de aplicar el método al problema inverso de polarización inducida.

EG-12

ANALIZADOR DE DINÁMICAS CAÓTICAS EN INTERNET

Joel E. Rodríguez

Instituto Tecnológico de Ensenada

Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

<http://www.cicese.mx/~joel/analiza.html>

El análisis de series de tiempo no lineales, ha mostrado ser una alternativa complementaria con los métodos convencionales de procesamiento de series de tiempo. El objetivo de este paquete computacional es el de proporcionar un conjunto de utilerías para el procesamiento de series de tiempo, de forma que se pueda evidenciar la dimensionalidad de fenómenos físicos, representados inherentemente en la serie de tiempo, de igual forma, poder hacer una distinción entre señales periódicas, aleatorias o caóticas. El analizador, cuenta con la posibilidad de efectuar cómputo de dimensiones fractales en sistemas dinámicos reconstruidos (i.e. D_2) y estimación de coeficientes de correlación y error producidos por las predicciones sucesivas de una red neuronal previamente entrenada. El paquete fue desarrollado en su totalidad en lenguaje de programación JAVA, por lo que es posible utilizarlo desde cualquier computadora conectada a Internet.

TRES ALGORITMOS PARA EL ANÁLISIS FRACTAL: ¿CONTEO DE CAJA O ESTEREOLOGÍA?

Klaudia Oleschko

Instituto de Geología, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

La morfología, la complejidad espacial y la dinámica en el tiempo de los Sistemas Naturales pueden evaluarse y compararse mediante el análisis fractal. Frecuentemente, para este propósito se utilizan las imágenes digitalizadas recolectadas por sensores de diferente resolución espacial y temporal. El análisis de las imágenes multiescalares y multitemporales, basado en los programas de cómputo correctamente diseñados, se reconoce como uno de los métodos más seguros para medir los parámetros fractales del sistema. El uso de estos parámetros incrementa la precisión de las medidas de las imágenes complejas desde el punto de vista espectral y espacial. Sin embargo, muchas de las aplicaciones de los conceptos fractales dependen de la habilidad para estimar las dimensiones fractales del conjunto con cierta exactitud. La mayor parte de los algoritmos diseñados para el análisis fractal de las imágenes tienen una estructura básica similar y utilizan el procedimiento tradicional del conteo de caja para estimar la dimensión fractal (D). Sin embargo, las continuas fallas de los estimadores de D , obtenidos a partir de las imágenes de los fractales puros, hace válida la pregunta: ¿Es posible medir la dimensión fractal de una imagen? Para responder a esta interrogante, en el presente trabajo se discuten los problemas más comunes del análisis fractal de las imágenes, las ventajas de un procedimiento alternativo para el análisis fractal de los conjuntos auto-similares y auto-afines, basado en los principios de la Estereología. Los algoritmos se escriben en el lenguaje C++, y son útiles para estimar: 1. Las dimensiones de la masa fractal del conjunto de interés en los espacios uni- (a lo largo de las líneas: programa Linfrac) y bi- (dentro de las áreas: programa Fractal) dimensional; y, 2. La dimensión espectral (programa Bromov). Se discuten los alcances de los programas, calibrados con las imágenes de los fractales determinísticos y estadísticos más comunes. Se presentan algunos resultados del análisis fractal de suelos, sedimentos de México con propiedades contrastantes, así como de los georadargramas de los medios porosos con distinta permitividad.

EG-14

CÁLCULO DEL DÉFICIT DE MASA DEL CRÁTER DE IMPACTO CHICXULUB (YUCATÁN, MÉXICO)

Morales-Rodríguez Héctor Félix¹, Campos-Enríquez J. Oscar² y Birch Francis S.³

¹ ESIA-Ciencias de la Tierra, Unidad Ticomán, IPN, México

² Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

³ University of New Hampshire, USA

Aún cuando la existencia de una estructura de impacto en el subsuelo al norte de la península de Yucatán ha tenido un gran consenso, algunas preguntas continúan sin respuestas. En particular, es necesario establecer los rasgos subsuperficiales de esta estructura de impacto, ya que la estructura de impacto Chicxulub se encuentra bajo una cubierta de 300 a 1000 metros de sedimentos Terciarios.

En el presente trabajo se plantea el cálculo del déficit de masa de la estructura de impacto Chicxulub (Yucatán, México). El objetivo del estudio fue el de estimar la cantidad de material expulsado por este bólido entre 10,000 y 15,000 m de diámetro que impactó en la península de Yucatán, México, en el límite Cretácico-Terciario (K/T), y que dio origen a un cráter de aproximadamente 180-200 km de diámetro, el más grande hasta ahora conocido sobre la Tierra.

Para esto, nos valemos de la aplicación del Teorema de Gauss. Este teorema nos permite estimar a partir de la integración directa de los datos del residual de una anomalía gravimétrica, la cantidad de masa anómala (no su forma ni su posición), es decir, el material faltante o excedente asociado a una perturbación en el subsuelo. En esta ocasión un cráter de impacto.

El teorema de Gauss permitió, por consiguiente, establecer la cantidad de material expulsado por dicho bólido, dato muy importante para evaluar su impacto en el medio ambiente global en esa época y contribuir en el análisis del problema de la extinción de los dinosaurios (y el de las extinciones en cadena de la biota mundial en el límite K/T). Este tema es uno de los más debatibles entre la comunidad científica.

Las estimaciones se realizaron con el auxilio de perfiles que cubrieron un radio de 90 y 100 km respectivamente. Obteniéndose valores entre 6.16×10^{15} y 1.35×10^{16} kg. Por otra parte también se estimó directamente del mapa de anomalía residual que cubre el área de estudio (entre 180 y 200 km de diámetro), obteniéndose valores entre 1.06×10^{16} y 1.67×10^{16} kg.

Por otra parte el alto gravimétrico central, asociado al alto estructural central, presenta un exceso de masa promedio de 1.93×10^{14} kg.

Se analizó el comportamiento de la deficiencia de masa en función del radio del área de integración, en la que se muestra como la deficiencia de masa se incrementa en cuatro órdenes de magnitud entre 0 y los 100 km.

Se analizan y discuten también los tres modelos subsuperficiales hasta ahora propuestos para la estructura de impacto según Sharpton *et al.* (1993); Pilkington *et al.* (1994) y Espíndola *et al.* (1995) a partir de las estimaciones obtenidas en este trabajo.

Asumiendo un contraste de 100 kg/m^3 entre la roca encajonante y las rocas sedimentarias y brechas, se estima la masa equivalente total (entre 1.60×10^{17} y 4.34×10^{17} kg) y el volumen (entre 6.16×10^{13} y $1.67 \times 10^{14} \text{ m}^3$) de las rocas sedimentarias y brechas responsables de la anomalía gravimétrica. Estas estimaciones representan límites inferiores de la masa y el volumen expulsado por el cráter de impacto. Estas estimaciones fueron realizadas a partir de datos y principios geofísicos, y nuestros resultados se correlacionan muy bien con estimaciones independientes basadas en otros principios tales como experimentos de laboratorio y relaciones de escalamiento. A partir de las estimaciones obtenidas aquí y de acuerdo a las estimaciones actuales de la masa de dióxido de azufre generado por el impacto del K/T, concluimos que solamente una pequeña fracción de la anhídrita en el sitio del impacto fue vaporizada (cerca del 1%).

EG-15

CARACTERÍSTICAS PALEOMAGNÉTICAS DE LA SECUENCIA SEDIMENTARIA DEL TERCIARIO, EN LA ESTRUCTURA DE IMPACTO DE CHICXULUB, YUCATÁN, MÉXICO

Mario Rebolledo Vieyra¹ y Jaime Urrutia Fucugauchi²

¹ Depto. de Geología, CICESE

Km 107, Carret Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

² Depto. de Paleomagnetismo y Geofísica Nuclear, Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

Análisis de susceptibilidad magnética de la secuencia sedimentaria del pozo UNAM-7 de 700 m, ubicado a ~125 km al SSE de Puerto Chicxulub, Yucatán, México, han mostrado una distribución gaussiana sesgada, con una media de 72.3×10^{-6} SI y valores máximos de hasta 1500×10^{-6} SI.

Los datos de susceptibilidad han permitido establecer de manera clara los contactos litológicos en la columna, delimitando de manera general 3 unidades principales:

- a) unidad de caliza dolomitizada de 0 a ~230 m, con una media de 0.5×10^{-6} SI.
- b) unidad de brecha de impacto de ~230 a ~350 m con media de 95.2×10^{-6} SI.
- c) unidad de evaporitas de ~350 a 700 m con media de -26.16×10^{-6} SI.

Posteriormente a estos mismos datos se le aplicaron técnicas de análisis espectral (Transformada rápida de Fourier), para tratar de encontrar los periodos o frecuencias características de la serie y tratar de correlacionarlas con ciclos de depositación.

EG-16

LA FIRMA GEOFÍSICA DE CHICXULUB

Carlos Ortiz Alemán^{1,2}, Jaime Urrutia Fucugauchi¹ y Mark Pilkington³

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Centro de Investigación Sísmica, A. C.

³ Geological Survey of Canada

Se discuten las principales características de la anomalía magnética asociada a la estructura de impacto de Chicxulub. Esta anomalía contiene los rasgos esperados para un cráter complejo y puede ser modelada empleando parámetros morfométricos derivados de otras estructuras de impacto. Sin embargo, la disponibilidad de otras fuentes de información, tales como datos gravimétricos, sísmicos y los pozos existentes en la zona, posibilitan el empleo de diversas técnicas de modelación en circunstancias favorables. Se presenta la aplicación de los métodos de señal analítica y de convolución de Euler en tres dimensiones. Estos métodos permiten ubicar los principales contrastes de magnetización en la zona y estimar las profundidades de las fuentes magnéticas que originan la espectacular anomalía de Chicxulub: un levantamiento central, una capa de rocas fundidas y varias lentes de brecha. Se discuten, además, algunas técnicas para determinar los cruces por cero de la señal analítica, utilizadas con el objeto de reducir al mínimo las

incertidumbres relacionadas con la interferencia entre las diferentes fuentes magnéticas y la presencia importante de ruido de alta frecuencia.

EG-17

EL METEORITO DEL MAQUIPO SINALOA, SU BUSQUEDA MEDIANTE LA INVERSIÓN DE DATOS MAGNÉTICOS EN 2-D Y 3-D

Juan Espinosa Luna y Luis Alonso Gallardo Delgado

Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860 Ensenada, B.C.

El trabajo de investigación surgió a partir de las evidencias en campo de la posible caída de un meteorito en el poblado El MAQUIPO, Sinaloa. Con base en la información otorgada por el CENTRO DE CIENCIAS DE SINALOA (CCS) sobre el fenómeno y apoyados por el convenio existente entre el CCS y EL CICESE, se decidió realizar la exploración mediante el método de magnetometría, planteándose el objetivo de localizar el posible meteorito. El levantamiento de campo fue realizado con estaciones a cada metro, monitoreando la variación diurna cada minuto cubriendo un área de 400 m² y discretizando lo mejor posible el área ya que debido a la excavación que se realizó quedó totalmente destruida la huella del impacto y varios metros a la redonda. Se obtuvo un mapa de anomalía magnética donde se aprecia claramente la presencia de un dipolo magnético principal deformado, posiblemente fragmentado al impactarse con la capa granítica. Primeramente se llevó a cabo el análisis bi-dimensional utilizando el método de la deconvolución de Werner utilizando diferentes ventanas y analizando tanto el gradiente magnético horizontal y el campo total, los resultados presentan una zona anómala a 15 mts de profundidad. El análisis tridimensional fue realizado considerando inversión por programación cuadrática, lo que permitió detallar las dimensiones y profundidad del meteorito.

EG-18

MODELADO GEOFÍSICO DE POTENCIAL NATURAL

Ambrosio Aquino López^{1,2} y Pedro Anguiano Rojas^{1,3}

¹ Instituto Mexicano del Petróleo

² Instituto de Geofísica, UNAM

³ Facultad de Ingeniería, UNAM

Existen una gran cantidad de pozos que fueron perforados hace más de 40 años y que sólo poseen información de registros eléctricos convencionales y de sp. La idea del presente trabajo es modelar el registro de potencial natural ya que permite:

- 1) diferenciar capas permeables (potencialmente productoras de hidrocarburos),
- 2) determinar límites de estratos,
- 3) correlacionar capas,
- 4) obtener el valor de la resistividad del agua de la formación,
- 5) hacer una estimación del contenido de lutita en capas permeables.

Se propone resolver un modelo en 2d como una suma de efectos en 1d, cuyas soluciones son relativamente sencillas. Además, se compara la solución como suma de efectos con un modelo basado en el concepto de ángulo sólido dando muy buenos resultados.

EG-19

MIGRACIÓN EN PROFUNDIDAD ANTES DE APILAR EN DOS PASOS, CASO HISTÓRICO

Arturo Diego-Orozco y Jorge Amuchastegui
Instituto Mexicano del Petróleo

Lázaro Cárdenas No. 152, Col. San Bartolo Atepehuacan, 07730
México, D.F.

Este trabajo describe y aplica una metodología, para realizar una migración en profundidad antes de apilar en dos pasos, desarrollada por Gardner (1986) y modificada por Jeno Gazdag (1995). La cual incluye primeramente, una migración en tiempo que transforma los datos sísmicos tridimensionales en datos 2-D, utilizando un algoritmo basado en la separación directa del operador de Kirchhoff, seguido de una migración en profundidad 3-D antes de apilar.

El objetivo de dicha metodología es la obtención de imágenes sísmicas de cuerpos salinos, así como de los estratos por debajo del mismo. Los datos utilizados en este trabajo fueron los datos 3-D del subvolumen Coatzacoalcos.

El acondicionamiento de los datos fue realizado por el centro de proceso de la región marina de Petróleos Mexicanos (Cd. del Carmen, Camp.), donde también se hicieron migraciones en tiempo y profundidad post-apilamiento, tales migraciones mostraban resultados un tanto ambiguos y la presencia de un cuerpo salino considerablemente delgado. La migración en profundidad antes de apilar en dos pasos, nos dio como resultado un cuerpo de sal con un espesor mayor que los procesos anteriores y con una muy buena imagen de los estratos subsalinos. El campo de velocidades fue calculado en el espacio bidimensional y posteriormente integrado en un campo de velocidades tridimensional, utilizando paquetería comercial.

Un dato relevante de esta metodología, es la reducción del tiempo de operación y costos de la obtención de imágenes subsalinas, obteniendo un modelo de velocidades utilizable en cualquier paquetería comercial, para realizar la migración completa en un solo paso.

EG-20

EVALUACIÓN DE PERMEABILIDAD EN YACIMIENTOS FRACTURADOS: NUEVAS PERSPECTIVAS USANDO REGISTROS DE POZO

Gustavo Mendoza Romero y Javier Becerril Ayala
Instituto Mexicano del Petróleo
Instituto Politécnico Nacional

La existencia de un gradiente de presión en el seno de las rocas de una formación geológica origina que los fluidos contenidos en sus poros u oquedades tiendan a emigrar a nuevas posiciones.

La medida de la capacidad que posee todo sistema almacenante de permitir, en mayor o menor grado, el desplazamiento de fluidos a través de él, se denomina permeabilidad.

Su determinación es de primordial importancia económica en la exploración, pero sobre todo en lo que se refiere a la producción, de cualesquiera yacimiento acuífero o petrolífero, sea de tipo intergranular o fracturado.

A la fecha ha sido imposible desarrollar un procedimiento que permita evaluar, en forma práctica, la permeabilidad. Se han realizado bastantes investigaciones orientadas al manejo de:

- a) datos de laboratorio, en diversas formas,
- b) información obtenida de las pruebas de presión,
- c) mediciones de flujo, etc.

Sin embargo, en formaciones carbonatadas donde las heterogeneidades estructurales y cambios texturales son comunes, las aplicaciones de estas técnicas manifiestan altas incertidumbres y diversas limitaciones.

En este trabajo se presentan los resultados de una novedosa serie de análisis estadísticos que, sustentados en numerosos datos experimentales de núcleos y en información de campo derivada del procesamiento de registros de pozo, han hecho posible vislumbrar un campo fértil de ideas o líneas de investigación que hasta donde se sabe, no han sido abordadas o explotadas, en su totalidad, en la literatura especializada sobre el tema.

Como punto de partida se asume, a diferencia de los métodos tradicionalistas en uso común, que los yacimientos petrolíferos son en realidad sistemas físicos muy heterogéneos. Generalmente son combinaciones complejas de varios tipos de roca y diversas clases de porosidad, que almacenan en su interior diferentes tipos de fluidos y en donde el flujo de hidrocarburos es controlado por variaciones drásticas de propiedades estáticas y dinámicas.

Con esta idea en mente se plantearon dos nuevas alternativas de análisis, a saber:

1. Clasificar y correlacionar la información por grupos de campos, edad geológica, formación, tipo de sistema poroso, etc. y,
2. Analizar a la luz del concepto teórico de porosidad de flujo, las discrepancias que manifiestan los modelos empíricos de mayor uso actual.

Una primera aportación de este estudio es el establecimiento de nuevas correlaciones estadísticas entre la permeabilidad y diversos parámetros petrofísicos que también se han manifestado como elementos prioritarios en el control de los mecanismos de flujo (primordialmente: tortuosidad, exponente de entrapamiento, porosidad de flujo, coeficiente de partición, porosidad secundaria entre otros).

Un segundo logro consiste en el desarrollo de los algoritmos que ligan las variables petrofísicas representativas de los mecanismos de flujo y su implantación en los métodos interpretativos de registros de pozos, con objeto de que su procesamiento genere valores más confiables de los parámetros esenciales de yacimiento como porosidad y saturación de fluidos.

Se concluye que la evaluación de la permeabilidad representativa de las rocas de los yacimientos fracturados de litología multicomponente es más compleja de lo que en realidad se cree.

Se trata de un problema multivariable, en donde entran en juego, para su evaluación, diversos parámetros petrofísicos en forma tal que la mínima variación de uno solo de ellos puede conducir a cambios drásticos en sus valores.

No obstante lo anterior, las primeras aportaciones de este estudio conducen a: un cálculo más preciso de las variables petrofísicas de yacimiento, una mejor explicación de los mecanismos de flujo que ocurren en las rocas y además, conforman una base sólida que permite disponer de un método interpretativo de vanguardia en el procesamiento de los registros geofísicos de pozo.

EG-21

INVERSIÓN GLOBAL DE SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES CON VARIACIÓN EXPONENCIAL DE LA RESISTIVIDAD: ALGORITMOS GENÉTICOS .VS. SIMULATED ANNEALING

Iglesias M. Arturo, Cruz A. Víctor Manuel y Ortiz-Alemán J. Carlos

Centro de Investigación Sísmica A.C.
Carret. al Ajusco No. 203, Col. Héroes de Padierna, 14200,
México, D.F.

Está ampliamente documentada la utilización de los métodos de inversión global y su capacidad para resolver problemas no lineales en donde el número de parámetros y la complejidad del espacio solución constituyen fuertes problemas en la utilización de métodos de inversión lineales (inversa generalizada).

En este trabajo se reporta una comparación entre dos de los métodos globales de inversión más difundidos: Algoritmos Genéticos y Simulated Annealing.

Ambos métodos se aplican para resolver el problema inverso de sondeos eléctricos verticales con variación exponencial de la resistividad para un arreglo Schlumberger, donde la resistividad de cada capa depende de la profundidad (Kim y Lee, 1996).

La ventaja de esta formulación sobre la que sólo considera que las diferentes capas del modelo tienen resistividad constante es poder modelar situaciones reales, tales como las acontecidas en acuíferos con intrusiones salinas donde la resistividad varía de acuerdo al cambio en la concentración de sales disueltas en el agua (Alatríste, D. e I. Simón, 1997).

A través de la implementación de Kim y Lee, 1996 se generaron datos sintéticos para un modelo propuesto a los cuales se agregó ruido blanco, y se iniciaron dos inversiones paralelas una con Simulated Annealing y otra con Algoritmos Genéticos. La norma de error en este caso fue la norma L2. La convergencia en ambas fue buena; sin embargo, en la parte donde la curva tiene valores muy pequeños el ajuste entre las observaciones (sintéticas) y la curva teórica no fue muy bueno. Esto propició el utilizar una norma logarítmica, de tal modo que en ella tuviera la misma importancia el ajuste tanto en los valores grandes de la curva como en los pequeños.

Con esta nueva norma de error se iniciaron dos inversiones paralelas, donde la convergencia para Simulated Annealing fue muy buena en comparación con Algoritmos Genéticos, sin embargo en tiempo de cómputo la primera ocupó mucho más que Algoritmos Genéticos. Los resultados de este trabajo permiten pensar en una implementación que extraiga de ambos métodos sus mejores cualidades. En el caso de Algoritmos Genéticos, la potencia de la cruce y selección durante el proceso de inversión; y en el caso de Simulated Annealing, la capacidad de ajustar el incremento de cada parámetro de acuerdo a la sensibilidad de éste ante el problema directo.

EG-22

MAGNETOTELLURIC MEASUREMENTS IN SOUTHERN MEXICO

A. Jording², J.A. Arzate¹ and H. Jodice²

¹ Instituto de Geofísica, UNICIT, UNAM
Juriquilla, Qro., México

² Institut für Geophysik, University of Muenster, Germany

The Mexican crust is characterized by terrane tectonics and the subduction process of the Cocos plate at the Pacific coast. To study the distribution of the electrical conductivity in the Mexican crust and the uppermost mantle down to the subducting plate, magnetotelluric (MT) measurements have been carried out along two profiles A-A' and B-B' in southern México crossing the whole subcontinent from the Pacific coast to the Gulf of México. The specific objective of the investigations was to locate the top and the dip of the subducting plate. Furthermore, it should be shown whether the suspected terranes can be distinguished from each other on the basis of any specific electrical conductivity distribution.

Profile A-A', comprising 32 stations at a distance of 10-12 km each, is running from Puerto Escondido via Oaxaca to Tlacotalpan, Ver. This first line is almost identical with the GEOLIMEX profile for which geologic information as well as results from seismic refraction, seismology, and gravimetric measurements are available. Profile B-B', with 48 stations, is running from Acapulco to Tampico and is fairly parallel to profile A-A'. As a special feature of this profile is that it crosses in the central part the Trans-Mexican Volcanic Belt. Data analysis and interpretation are almost completed for profile A-A', while results of profile B-B' are presented partially in another talk.

Two dimensional modeling on both profiles using RRI and 2D forward methods give clear indications of the existence of a conducting zone descending parallel to the top of the subducting slab as known from results seismic refraction, seismology and gravimetric models. On profile A-A' the dip is around 13 degrees close to the Pacific coast, at a distance of about 120 km it may flatten to a almost horizontal position. The signature of the subducting slab can't be identified any more at a distance of around 200 km from the coast. According to the concurrence with seismic data one may conclude that the observed enhanced conductivity originates from water trapped in a thick layer of subducted sediments on top of the oceanic Cocos plate. This interpretation is in agreement with the observation of a minor accretionary wedge at the Pacific coast.

Clearly, the main terranes can be distinguished from each other by the characteristic shapes of the magnetotelluric transfer functions. However, with the present spacing between sites, the MT data are not appropriate for locating accurately the terrane boundaries.

The results of the profile B-B' seem to corroborate the results of profile A-A'. Within the range of the Trans-Mexican Volcanic Belt all MT data are heavily distorted for which no satisfactory explanation could be found up to now. A relation to volcanic activity is suspected.

EG-23

APLICACIÓN DE ALGORITMOS GENÉTICOS PARA INVERSIÓN BIDIMENSIONAL DE DATOS DE MAGNETOTELÚRICOS

M.A. Pérez Flores

Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

E-mail: mperez@cicese.mx

El objetivo principal de este trabajo, es desarrollar una técnica de inversión alternativa para interpretación de datos magnetotéluricos. Las técnicas tradicionales para inversión bidimensional, son: ensayo-error (modelado), técnicas aproximadas (pseudo-2D y contrastes bajos en conductividad) y linealización (Occam).

Todas las técnicas poseen ventajas y desventajas ya conocidas. Mediante Algoritmos Genéticos, tenemos la ventaja de no suponer modelo inicial y poder explorar todo el espacio de soluciones, hasta obtener un modelo global. Su desventaja, es que requiere mayor tiempo de cómputo que las otras técnicas. Sin embargo, considerando lo complejo que es interpretar una línea de MT en forma bidimensional, resulta ésta una técnica adecuada.

En el pasado congreso de la UGM se presentó una primera versión de la construcción del Algoritmo Genético y sólo se aplicó a datos sintéticos.

En la presente versión mejorada, se modificó el proceso de mutación de una manera más conveniente y se logró disminuir sustancialmente el tiempo de cálculo del problema directo para altas frecuencias.

En la versión anterior era incosteable aplicarlo a datos reales, con la versión actual resulta perfectamente factible. De esta forma, se aplica a datos de la zona geotérmica de El Salvador y se compara con modelos previos y también se aplica a datos de una zona geotérmica de Japón.

EG-24

ANÁLISIS DE DISTORSIÓN DEL PERFIL MAGNETOTELÚRICO IXTEPEJI-TLACOTALPAN

E. Rionda Morfin¹, J.A. Arzate Flores², H. Jödicke³ y A. Jording³¹ Instituto de Geofísica, UNAM² UNICIT, UNAM

Juriquilla, Qro., México

³ Institut für Geophysik der Westfälischen Wilhelms-Universität, Münster, Alemania

Los campos electromagnéticos (EM) por lo general se ven afectados por la presencia de discontinuidades en el medio en el cual se propagan. En particular, la propagación de ondas electromagnéticas en el interior de la Tierra está influenciada por los contrastes que existen entre las propiedades eléctricas de las estructuras geológicas formadas en épocas o en condiciones diferentes.

La distribución geométrica de los cuerpos que provocan distorsiones, tanto como el tamaño y profundidad a la que se localizan, determinan las bandas de frecuencias en las que los campos EM se ven distorsionados, mientras que el contraste de la conductividad eléctrica entre estos cuerpos superficiales y el medio que los rodea determina qué tan intensa es la distorsión.

En general, la presencia de un buen conductor puede producir dos tipos de distorsión: la primera debida a la acumulación de cargas en la interfase del conductor con el medio que lo rodea, llamada distorsión galvánica y la segunda debida a la circulación de cargas dentro y en la periferia del conductor que lo hace parecer como una fuente de energía EM que distorsiona localmente el campo primario regional, de tal suerte que oscurecen las estructuras profundas, que son usualmente el objetivo principal del método magnetotélurico (MT).

Con el objeto de evaluar los efectos de distorsión de corrientes debidas a la presencia de estructuras locales (superficiales), se han desarrollado varias técnicas de análisis de distorsión del tensor de impedancia Z_m para problemas bidimensionales (p.e. Bahr, 1988 y 1991; Groom y Bailey, 1989 y 1991).

En el presente trabajo se realiza el análisis de rotación del tensor Z_m que consiste en observar la similitud de las curvas de resistividad y fase de cada uno de sus elementos a intervalos de 5 a 10 grados con objeto de establecer la complejidad del medio sobre el cual se realizan las mediciones. Además se aplica el método de análisis de distorsión cuantitativa de Bahr (1991) que sintetiza varios elementos de otras técnicas (Groom y Bailey, 1989; Swift, 1971).

Los parámetros de distorsión que resultan se aplican a un perfil MT que consta de diez estaciones, que va de Santa Catarina Ixtapeji, Oax. a Tlacotalpan, Ver. con el objeto de clasificarlos dimensionalmente e interpretarlos en términos de las estructuras tectónicas regionales. Esto proporciona un método independiente del geológico para establecer límites físicos a los terrenos tectónicos propuestos en la literatura.

**INVESTIGANDO LA DISTRIBUCIÓN DE LA
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN LA ZONA
SISMOGÉNICA DE LA FALLA DE SAN MIGUEL,
SIERRA DE JUÁREZ, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO**

José M. Romo¹, Mario Vega¹, Jesús Brassea¹ y José Frez²

¹ Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE

² Depto. de Sismología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

La falla de San Miguel, en Baja California, es una de las estructuras tectónicas activas más interesantes de la región. En la actualidad, sólo una parte de la abundante actividad microsísmica que se registra en la zona puede atribuirse directamente, sin embargo, en el pasado reciente ha mostrado su capacidad de producir temblores importantes. En 1956 una secuencia de cuatro sismos de magnitudes entre 6 y 6.8 produjeron una ruptura visible en la superficie a lo largo de 20 km. Con objeto de investigar la distribución de la conductividad eléctrica en la zona de la falla, se realizaron 20 sondeos magnetotélúricos distribuidos a lo largo de dos perfiles, uno de ellos paralelo a la falla a lo largo de 30 km y otro perpendicular a ella con una longitud de 20 km. Con las variaciones del campo electromagnético natural registradas en una banda de frecuencias entre .001 y 100 Hz. se pretende obtener un modelo de la conductividad eléctrica a lo largo de los perfiles y hasta una profundidad de al menos 20 km. En este trabajo se muestran los datos registrados y algunos modelos preliminares.

FE-01

INTERACTION OF ATMOSPHERIC ACOUSTIC WAVES WITH IONOSPHERIC PLASMA WAVES

S.V. Koshevaya, G.N. Burlak, R.P. Enriques and A.N. Kotsarenko

Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica
P.O. Box 51&216, 72000, Puebla, México

E-mail: svetlana@inaoep.mx

Universidad de Morelos

Av. Universidad 10001, Cuernavaca, Mor., México

Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

In the report the interaction of the atmospheric acoustic waves into plasma waves in the ionosphere is investigated. The transformation mechanism is based on plasma wave excitation by growing acoustic waves, when a frequency and wavelength matching waves are reached. The interaction of acoustic and plasma waves occurs through collisions of neutral particles with ions. It is obtained the condition of synchronism of acoustic and plasma waves and criterion of the optimal interaction. For F-layer this condition requires of the meaning of a local sound velocity, that is more of an average velocity of the acoustic waves on the altitudes of the F-layer. But in some cases the propagation of the atmospheric acoustic waves takes place in the form of a shock waves which have the front velocity in a few orders higher of the linear acoustic waves.

It is considered different cases of interaction: ion-sound waves, whistlers and Alfvén waves. A peculiarity of Alfvén waves is the wide frequency band of excitation. In the common the developed theory demonstrates one of the possible mechanisms of the lithosphere-atmosphere-ionosphere connection.

FE-02

CANALES DE PLASMA EN LA IONÓSFERA DEL PLANETA VENUS

H. Pérez de Tejada

Instituto de Geofísica, UNAM

Ensenada, Baja California

Del análisis de datos obtenidos con el vehículo "Pionero Venus" se ha encontrado evidencia de la existencia de canales de plasma que se extienden en la parte superior de la ionósfera nocturna del planeta Venus. Los canales son deformaciones causadas por el viento solar que fluye sobre las regiones magnéticas polares de la ionósfera. El efecto es una erosión masiva del plasma ionosférico para dar lugar a estructuras que se extienden a lo largo de la estela planetaria. La geometría derivada de la formación de los canales puede explicar la formación de las nubes ionosféricas que se encuentran en regiones exteriores de la estela y la de los agujeros ionosféricos que se han observado en su interior. La configuración propuesta debe ser también aplicable para describir la estructura de la ionósfera nocturna del planeta Marte.

FE-03

CONSTRAINTS OF STOCHASTIC ACCELERATION OF SOLAR PARTICLES BY MHD TURBULENCE

Apolonio Gallegos-Cruz¹ and Jorge Perez-Peraza²

¹ Ciencias Básicas, UPIICSA, IPN

Te No. 950, Iztacalco, 08400, México, D.F.

² Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

By comparing the times scales for non-resonant thermal dissipation processes of turbulence energy with stochastic Cherenkov particle acceleration (Landau-damping) by the fast magnetosonic mode, within the frame of the quasi-linear theory.

We determine an effective time (τ_{eff}) for stochastic particle acceleration. This time is confronted with the deceleration time imposed by coulomb collisions (τ_{coll}) and from such a comparison we are able to estimate (1) the required source physical parameters for effective acceleration within observational times, (2) the required levels of energy density of the fast mode for Cherenkov acceleration of protons and electrons, and (3) the amount of accelerated particles. On basis to these results we discuss the constraints for stochastic particle acceleration in the solar atmosphere.

FE-04

PROTON ENERGY SPECTRUM AND SOURCE STRUCTURE OF THE SEPTEMBER 29, 1989 EVENT

E.V. Vashenyuk¹, L.I. Miroshnichenko² and A.O. Vdovichev¹

¹Polar Geophysical Institute, Apatity

Murmansk Region, 184200, RUSSIA

² Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

IZMIRAN, Troitsk, Moscow Region, 142092, RUSSIA

Ground Level Enhancement (GLE) of solar cosmic rays on September 29, 1989 is studied. The event was remarkable for a number of unusual features. Among them were the double-peak increases observed at some neutron monitor (NM) stations and complicated behavior of the proton energy spectrum and anisotropy. Two-component structure of the proton intensity-time profiles in the event has been demonstrated. The first (prompt) component had a short duration and very hard energy spectrum. The second (delayed) component, being ejected from the Sun ~1-2 hours later, was dominated by a particle population with the soft energy spectrum and gradual profiles.

An existence of two different sources of particle acceleration separated in time and possibly in space during the event has been suggested. The properties of the prompt component give some evidences for its source is linked with a magnetic reconnection process in the trailing part of the ascending coronal transient. Parameters of the magnetic field and plasma in the source have been estimated by fitting observed proton spectrum to the calculated one in a computational model with a fast acceleration mechanism at the first stage of the event. Optimization procedure gave the following set of parameters: $L=10^8$ cm; $B=91$ G; $n=1.2 \cdot 10^{15}$ cm⁻³ (B , n and L are magnetic field intensity, plasma density at the acceleration site and linear dimension of the current sheet, respectively). Such values of

B and n are characteristic for the trailing part of coronal transient (behind of an eruptive filament) at the coronal heights of several tenth of solar radius, and the value of L is of order of filament length.

SEPARACIÓN DEL BAJÍO DE GUANAJUATO EN FRANJAS GEOHIDROLÓGICAS, EVIDENCIA DE GEOFÍSICA Y GEOLOGÍA

John A. Randall Roberts
Universidad de Guanajuato
A.P. 168, Guanajuato, Gto. 36000, México
E-mail: randall@redes.imt.com.mx

Resultados sobre exploraciones para agua subterránea en el Bajío del Estado de Guanajuato, son muy erráticos, existen zonas de excelente gasto y otras muy pobres. A menudo la distribución de áreas de buen gasto lleva poca relación con zonas de recarga obvia, la región se encuentra dividida en una serie de franjas separadas por barreras geohidrológicas. Encontrándose una estrecha relación de la firma geoelectrica en cada franja como si fuera un dominio estructural diferente. En base de más de 400 sondeos eléctricos verticales de configuración Wenner con tendidos de 900 - 1,800 mts (equivalentes a AB/3= 300-600 mts.). Se ha cubierto gran parte del Bajío en forma sistemática a través de unos 20 años de exploración geoelectrica.

En conjunto con este trabajo, se han estudiado las colinas y sierras cercanas en donde afloran estructuras para determinar el patrón de fracturamiento. El estado de Guanajuato muestra cuatro sistemas dominantes de fracturamiento, los sistemas NW-SE y NE-SW son los más antiguos sobre los cuales se han impuesto sistemas E-W y luego N-S, los dos primeros se han reactivado varias veces en forma de una cizalla conjugada que tendió en abrir el sistema NE-SW y cerrar el otro. Esto ha permitido un flujo rápido sobre el sistema abierto cuando no se encuentran en yuxtaposición rocas de muy diferentes permeabilidades. Este sistema de fallas "transversales" como son de rumbo perpendicular al grano estructural de la Sierra de Guanajuato, define las franjas geohidrológicas. Cuando el movimiento vertical es mayor de 150-200 mts, el tipo de curva geoelectrica cambia a través de estas barreras, en los grabenes u fosas, predominan curvas tipo "H", mientras en los horsts se encuentran curvas tipo "K" o "KH".

Por lo tanto, el Bajío se divide geohidrológicamente en una serie de franjas orientadas NE-SW y separadas por fallas. Las fallas entre estos bloques pueden ser buenos canales para el flujo de agua pero a menudo, procesos recientes las han rellenado con arcilla formando barreras poco permeables.

Dando la impresión de una serie de acuíferos separados aunque en realidad es una separación del acuífero libre y semi-confinado en numerosos bloques estructurales. El efecto de estas harreras sobre acuíferos confinados a profundidades mayores 400-500 mts, es aún poco estudiado. La técnica de Potencial Espontáneo en la interpretación de sus armónicas ha auxiliado los estudios profundos.

EVOLUCIÓN DE NIVELES PIEZOMÉTRICOS DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE MEXICALI, B.C.

Rogelio Vázquez González¹ y Jorge Ramírez Hernández^{2*}

¹ Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

² Instituto de Ingeniería, UABC

* Estancia Sabática, Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE

La explotación intensiva de agua subterránea en el Valle de Mexicali, B.C., se inició a partir de 1956, el volumen anual de bombeo en 1972 fue superior a los 1000 millones de metros cúbicos, dando lugar a abatimientos de los niveles del acuífero. Los volúmenes bombeados actualmente son considerablemente menores, en atención a las estimaciones de la recarga del acuífero. Regionalmente, la zona corresponde a una cuenca tectónica con un potente espesor de materiales de relleno, depositados por el Río Colorado principalmente. En resumen, se puede definir el acuífero del Valle de Mexicali, como un acuífero de tipo libre, de espesor variable y no homogéneo, emplazado en una secuencia sedimentaria de origen deltáico con intercalaciones de materiales de diferente permeabilidad, que ocasiona situaciones de confinamiento a nivel local, pero que en conjunto, se comporta como una sola unidad geohidrológica.

Con base en la información obtenida en la Comisión Nacional del Agua (CNA) de 115 pozos de uso agrícola y la correspondiente a 27 pozos de estudio de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), sobre mediciones de los niveles estáticos en el Valle, se configuraron los mapas de la piezometría y se determinaron las direcciones del flujo de agua subterránea en la zona, en condiciones de paro total de pozos para los años 1990, 1992, 1994 y 1995. Se presenta la descripción de las características más importantes de las condiciones geohidrológicas para cada uno de los años referidos y se discuten las incertidumbres debidas al cubrimiento espacial de las mediciones, así como las suposiciones de anisotropía y condiciones estacionarias en el acuífero. La evolución de los niveles piezométricos se calcula con base a un mapa de niveles estáticos para el año de 1972, elaborado por CNA. Se presentan las evoluciones para los periodos 1972-1990, 1990-1995 y 1994-1995. Se discute en cada caso la evolución observada identificando zonas de abatimiento o recuperación, y se hace un análisis de la evolución general en el Valle. Finalmente se analizan los factores que influyen en la variación temporal de los niveles piezométricos, destacando la distribución y magnitud del bombeo, las zonas de recarga y los eventos de escurrimientos extraordinarios del Río Colorado.

ELEMENTOS HIDROLÓGICOS EN LA PROTECCIÓN DE MANANTIALES: CASO LAGO DE CAMÉCUARO, MICHOACÁN, MÉXICO

J.T. Silva García¹, J.A. Ramos Lea², R. Rodríguez Castillo² y V.H. Garduño Monroy³

¹ CIIDIR-IPN-MICHOACÁN-COFAA

² Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

³ Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH

El lago de Camécuaro, localizado cerca de la ciudad de Zamora, es uno de los más importantes parques nacionales del

norroeste del estado de Michoacán; su origen se relaciona con el entrapamiento de aguas provocado por el vulcanismo del Cinturón Volcánico Transmexicano que para el área, se asocia a volcanes monogenéticos tipo escudo. Camécuaro se caracteriza por la existencia de frondosos y viejos árboles de ahuehuate que circundan y se sumergen en un lago de aguas claras con una profundidad promedio de 7 m, dicho cuerpo de agua debe su existencia a un gran número de manantiales que confluyen en él; sin embargo, en los últimos años el caudal de estos "ojos de agua" en el mejor de los casos ha disminuido drásticamente, quedando secos muchos de ellos, además del avance en el ritmo de azolvamiento del contenedor volcánico, lo cual es alarmante, ya que ello coloca en peligro la existencia misma de este parque.

En este trabajo se presentan algunos de los resultados preliminares referidos al conocimiento del funcionamiento hidrodinámico de estos manantiales y su relación con el marco geológico; especialmente importante es la determinación de áreas de recarga con métodos isotópicos, utilizando para ello al menos cuatro estaciones de monitoreo de aguas pluviales a distintas altitudes; así como la valoración geofísica del subsuelo en el entorno del lago y estudios de piezometría en pozos circundantes. Con lo anterior, es posible emitir una opinión científica referida a las políticas de protección ambiental hacia el recurso hídrico del lago de Camécuaro, que deberán seguirse para coadyuvar en la sustentabilidad del mismo.

GEOH-04

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD EN SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES CONSIDERANDO LA SATURACIÓN Y CALIDAD DE AGUA: LOS CASOS DE LOS VALLES DEL YAQUI Y HERMOSILLO, SONORA

Isabel Simón-Velázquez¹, Birgit Steinich² y Andrés Chavarría³

¹ Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

² Unidad en Ciencias de la Tierra, UNAM
Juriquilla, Qro.

³ Facultad de Ingeniería, UNAM
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

Sonora es uno de los estados con mayor producción agrícola de México, a pesar de encontrarse en una zona desértica. Los valles de Hermosillo y del Yaqui son los distritos de riego más importantes en este estado y buena parte de su producción se basa en la explotación de sus acuíferos por medio de pozos, en ambos casos, además de un sistema de canales en el Valle del Yaqui. Cuando la explotación de los acuíferos se hace de manera desmedida da lugar a procesos como la salinización de suelos, intrusión de agua marina, contaminación por fertilizantes, etc.

En este estudio se consideraron muestras de agua de más de 100 pozos en estas dos regiones, así como los resultados de 101 sondeos eléctricos verticales distribuidos sobre dos mallas más o menos regulares. Se generaron modelos a partir de las curvas de resistividad aparente. Con cada uno de estos dos modelos se obtuvieron las resistividades verdaderas que se emplearon junto con los datos de conductividad del agua de pozos, en la Ley de Archie para obtener valores de saturación para distintos valores de porosidad. Se hicieron variaciones sobre los datos de conductividad de agua de pozos, relacionados con la calidad de esta, con el propósito de ver la influencia que estos parámetros tienen sobre las

curvas de resistividad aparente en Sondeos Eléctricos Verticales (SEV). Con los resultados se realizó una aproximación de otras características como son: la porosidad y geometría del acuífero y la zona vadosa.

Los resultados muestran la influencia que tiene la saturación en la calidad de la toma de datos para el caso de Hermosillo, además de permitirnos hacer una estimación de rangos de saturación de agua para la zona vadosa y la zona saturada. En cuanto a la calidad del agua se observa que existe una mayor influencia para el caso del Valle del Yaqui que el de Hermosillo.

GEOH-05

ESTUDIOS GEOLÓGICOS, GEOFÍSICOS Y GEOHIDROLÓGICOS EN EL ÁREA DE HIDALGO DEL PARRAL, CHIHUAHUA. (AVANCE A 1998): MODELO CONCEPTUAL DEL ACUÍFERO DEL VALLE DEL VERANO

Miguel Royo-Ochoa¹, Rafael Chávez-Aguirre², Abundio Osuna-Vizcarra^{1,2}, Luis M. Alva-Valdivia¹ y Jaime H. Urrutia-Fucugauchi³

¹ Programa de Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

² División de Investigación y Posgrado, Facultad de Ingeniería, UACH, Chihuahua, Chih.

³ Laboratorio de Paleomagnetismo y Geofísica Nuclear, Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

Los estudios interdisciplinarios que se vienen realizando en la parte sur del estado de Chihuahua, forman parte de un proyecto de investigación a largo plazo, que permitirá comprender mejor el entorno geológico y geohidrológico de la zona, conceptualizado dentro de un marco tectónico regional.

El acuífero del Valle del Verano, situado al sur de la ciudad de Hidalgo del Parral, Chih., ha sido explotado con propósitos agrícolas-pecuarios y de abastecimiento de agua potable durante más de veinte años; en cuanto al último aspecto mencionado, es aquel en el que actualmente la relevancia es mayor, ya que es la fuente de abastecimiento que permite garantizar la dotación de agua potable en su mayor porcentaje, para la población de Hidalgo del Parral.

El acuífero se encuentra alojado en un medio granular, constituido por sedimentos clásticos, tanto de origen aluvial, de edad Cuaternario, como un conglomerado polimítico continental, de edad Terciario. Se ha considerado que el acuífero es libre en su totalidad, y que el espesor máximo saturado será de: 550.0 m.

Los sedimentos clásticos, principalmente de origen fluvial, se han depositado en un valle tectónico, originado probablemente durante los eventos distensivos del Terciario.

Volcanismo de composición basáltica se manifiesta a finales del Terciario y quizá en el Cuaternario, encontrándose al parecer interestratificado con los sedimentos clásticos de relleno.

La definición adecuada de la geometría del acuífero, permite aumentar la potencialidad y durabilidad de los recursos hidráulicos subterráneos en el área estudiada.

INTEGRACIÓN DE TÉCNICAS GEOFÍSICAS Y GEOHIDROLÓGICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA VARIABILIDAD ESPACIAL DE LA CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA TOTAL DEL VALLE DE ETLA, OAXACA

Norzagaray-Campos¹, Muñoz-Sevilla¹, Flores-Márquez²,
Herrera-Barrientos³ y Chávez-Segura³

¹ CIIDIR-SINALOA-IPN

Carret. las Glorias, Km 1, 81101, Guasave, Sin.

E-mail: mmunoz@debtel.com.mx

² Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

E-mail: leticia@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

³ Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE

Km. 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

E-mail: jherrera@cicese.mx

El acuífero intermontano del Valle de Etlá tiene una superficie aproximada de 390 Km², este se encuentra inmerso dentro del estado de Oaxaca, al noroeste de la Ciudad de Oaxaca de la Juárez. La necesidad marcada desde la década de los 70' de abastecer a la ciudad con agua de calidad, al tener de manifiesto el deterioro del acuífero debido a la presencia de altas concentraciones de sal (NaCl) y hierro (Fe) así como de compuestos de azufre (Norzagaray *et al.*, 1997) en pozos de la región (Comisión Nacional de Agua (CNA), 1974), resalta la necesidad de conocer físicamente este acuífero ya que en la actualidad este problema está presente en mayor intensidad. Así que para resolver en parte estos aspectos en el año de 1984 la CNA inició un estudio de tipo hidrológico, en el que no se contemplaban las variaciones espaciales de la conductividad hidráulica total (K_t), por lo que, ante la necesidad de contar con los parámetros necesarios para un futuro modelado matemático de flujo (f) de aguas (Gardner *et al.*, 1964, Rendell y Sudana, 1970, Konikow y Bredehoeft 1970, Konikow y Grove 1977, Mendoza y Herrera 1996, Norzagaray y Herrera 1997), el CIIDIR en colaboración con SIBEJ-CONACYT-UNAM-CICESE, empezó una serie de campañas de campo para conocer los parámetros geohidrológicos que alteran la calidad de las aguas subterráneas de esta área en estudio, debido a que se considera como una reserva de agua a futuro que abastecerá a la ciudad de Oaxaca de Juárez y pueblos conurbados. Por lo que aquí se presentan los resultados obtenidos en la determinación de conductividad hidráulica longitudinal (K_L) y transversal (K_T) total en el Valle de Etlá, Oax. La importancia de este trabajo radica en que es el único realizado en su género dentro de este Valle con fines encaminados a la determinación de las condiciones naturales de filtración del subsuelo en este acuífero libre intermontano. Se realizaron 15 pruebas de bombeo distribuidas en diversos puntos del Valle, utilizando el método de Theis simplificado durante el periodo de abril a mayo de 1997, con el objeto de obtener la variación espacial de la transmisividad (T). Utilizando la profundidad de la capa impermeable determinada con análisis de tipo geofísico (Norzagaray *et al.*, 1997), se evaluó la variación de la conductividad hidráulica empleando la razón de que la conductividad hidráulica total (K_t) es directamente proporcional a T *in situ*, e inversamente al espesor saturado de agua (b) del sistema (Bear 1972, Custodio 1983).

ORIGEN DEL AGUA DE PORO Y DE LA SALINIDAD DEL ACUITARDO LACUSTRE DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Marcos Adrián Ortega Guerrero
Instituto de Geología, UNICIT, UNAM
Juriquilla, Qro.
E-mail: Maog@servidor.unam.mx

La salinidad del agua de poro del acuitardo lacustre de la Ciudad de México se ha interpretado de diferentes maneras, sin haberse analizado los procesos que originaron dicha salinidad. El presente trabajo lleva a cabo un estudio sistemático en el que se colectaron alrededor de 200 muestras de agua subterránea en el acuitardo lacustre de la Cuenca de México a profundidades que varían entre 1 y 85 m, y aproximadamente 20 muestras en pozos ubicados entre 200 y 400 m de profundidad en el acuífero granular regional del que se abastece de agua potable a la Ciudad de México. Se realizaron determinaciones para iones principales e isótopos estables en las muestras de agua subterránea. Se analizaron las condiciones de equilibrio entre la fase sólida y el agua del acuitardo por medio de modelos hidrogeoquímicos así como las tendencias de los isótopos estables. Los resultados muestran que el origen del agua de poro del acuitardo es agua meteórica que se incorporó por medio de la alimentación vertical del acuífero y a través de numerosos manantiales que descargaban en las márgenes lacustres. Esta agua estuvo sujeta posteriormente a evaporación progresiva, con la consecuente concentración de sales e isótopos pesados. Las tendencias químicas e isotópicas observadas son similares a las observadas en cuencas cerradas sujetas a evaporación en otras partes del mundo. Los resultados confirman el esquema de flujo regional propuesto por Ortega y Farvolden (1989) y tienen implicaciones importantes en la interacción hidráulica y química entre el acuífero regional y el acuitardo.

ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN DE IONES MAYORITARIOS EN EL ACUÍFERO DEL VALLE DE MEXICALI Y SUS RELACIÓN CON AGUAS GEOTÉRMICAS

Jorge Ramírez-Hernández^{1*} y Rogelio Vázquez González²

¹ Instituto de Ingeniería, UABC

² Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860 Ensenada, B.C.

* Estancia Sabática, Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE

El Valle de Mexicali está localizado en la cabecera del golfo de California y forma parte del delta del Río Colorado. Está limitado al este por la Sierra Cucapá, al oeste por el Río Colorado y al norte, de forma artificial, por la línea internacional con los Estados Unidos. Está formado por la deposición de sedimentos de origen aluvial y deltaico sobre una cuenca de carácter tectónico conocida como depresión del Salton. Este relleno sedimentario que asciende a más de 3 km de profundidad contiene un acuífero que es explotado de forma intensiva para usos agrícolas. La baja calidad del agua de riego y, por tanto, la de retorno del mismo riego ha disminuido progresivamente la calidad química de agua subterránea, alcanzando concentraciones mayores a los 2000 ppm de sólidos totales disueltos (STD). Más aún la presencia de aguas de naturaleza geotérmica en diversos puntos dentro del Valle, con concentraciones

de hasta 20,000 ppm de STD y concentraciones relativas de las principales especies iónicas muy diferentes a las del agua del acuífero, han motivado la realización de diversos estudios tanto hidrogeológicos como hidrogeoquímicos que han permitido caracterizar dichos tipos de agua. En este estudio se identifica, a partir del análisis físico-químico de muestras de agua del acuífero en la zona del Campo Geotérmico de Cerro Prieto (CGCP) y sus alrededores, la presencia de agua con alguna componente geotérmica y se delimita la zona de influencia de la misma. Se discute la cobertura espacial de datos, la extensión y forma de dicha zona de influencia en función de la dirección del flujo regional (predominantemente de NE) y la zona de descarga profunda, conocida como laguna Vulcano.

Del estudio se concluye, que no se observa agua con influencia geotérmica en los pozos muestreados al noreste y este del CGCP. Al norte del CGCP la nula cobertura de pozos impide delimitar la zona de influencia. Sin embargo, a 6 km al sur y oeste del CGCP se observa la presencia de aguas con alteración geotérmica en los pozos G-2-2 y G-1-7, respectivamente. Lo anterior está relacionado con la dirección de flujo regional y la mayor permeabilidad de esta porción del Valle relleno fundamentalmente con sedimentos de origen aluvial.

GEOH-09

VARIACIONES EN LA VERTICAL DE LA CONCENTRACIÓN PARA LA MARGEN DERECHA DEL RÍO PETATLÁN, GUASAVE, SINALOA. ESTIMADA A TRAVÉS DE METODOLOGÍA INDIRECTA

Verduzco Heredia María de Jesús¹, Norzagaray Campos Mariano^{2,3}, Muñoz Sevilla Patricia², Herrera Barrientos Jaime⁴, Sanz Ramos Rafael⁴, Verduzco Heredia María de los Angeles⁵ y Espinoza Verduzco María de los Angeles²

¹ Centro de Estudios Tecnológicos de Servicios No. 107, CETYS Av. José Baladez y Calle Sierra Inf. Humaya, Culiacán, Sin.

² Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional

Carret. a Las Glorias Km 1, 81100, Guasave, Sin.
E-mail: nmuñoz@debtel.com.mx

³ Instituto de Geofísica, UNAM
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.
E-mail: mnorazaga@quetzalcoatl.igecfci.unam.mx

⁴ Comisión Nacional del Agua
Presa Derivadora s/n, A.P. 421, 80100, Culiacán Sin.
E-mail: cna@uas.net.mx

⁵ Laboratorios Verduzco
Angel Flores No. 335, Guasave, Sin.
⁶ Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE
Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.
E-mail: jherrera@cicese.mx

Tanto la invasión como la intrusión salina en el Estado de Sinaloa es una de las quejas más constante del sector agrícola y ganadero, así como la falta de sitios con agua de buena calidad para consumo humano en la región, tal es el caso de la margen izquierda del río Petatlán. Para este estudio se ha seleccionado el área situada entre los poblados de Estación Bamoa y las costas de las Glorias en el municipio de Guasave. En cuanto a las problemáticas de los dos primeros sectores se puede decir que varias hectáreas cambian sus condiciones naturales debido a éstos dos fenómenos año tras año, por lo que dentro de las estrategias y líneas de acción del gobierno

de Sinaloa está la de rehabilitar los sistema de riego y la rescatar los suelos salinos (Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Sinaloa 1993-1998, (PEDES)). Para lograr los objetivos del PEDES, es necesario contar con estudios previos que permitan conocer la dinámica del transporte de contaminantes, los cuales en ocasiones tienen manifestación de carácter natural y en otros casos de tipo antropogénico. El medio de transporte de estos contaminantes es a través de las aguas subterráneas del sistema, razón de más para proponer técnicas que simplifiquen el monitoreo constante en la zona, tanto para los cambios espacio temporales de los parámetros geohidrológicos como de la concentración de sales, en este trabajo se trata el segundo punto. Aquí se presentan una serie de Sondeos Eléctricos Verticales (SEV's), los cuales pretenden observar a través de valores de resistividad cuerpos de agua salada, que al correlacionarlos con los resultados de un análisis de aguas subterráneas realizados en una red de monitoreo en campo, permita emplear técnicas geofísicas en sitios donde no existen pozos para el monitoreo en el sistema. Se parte de la hipótesis de que existen cuerpos de considerables concentraciones de sal en el sistema, mismos que invaden a las obras hidráulicas y en consecuencia a los suelos, al ser incentivados por una explotación desmedida.

GEOH-10

ALTERNATIVAS DE EXPLOTACIÓN EN UN ACUÍFERO CONTAMINADO CON TRICLOROETILENO (TCE). UN CASO HIPOTÉTICO

Norberto Vera Guzmán
Instituto de Geofísica, UNAM
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.
E-mail: nrbrt@tonatiuh.igecfci.unam.mx

En este trabajo se aplica la Modelación Matemática a un sistema acuífero hipotético contaminado con tricloroetileno (TCE), con el fin de establecer una estrategia que permita continuar con su explotación dadas las condiciones de contaminación que presenta. La restricción que se impone para que el acuífero pueda ser considerado como aprovechable, es conservar como mínimo el 50% de los pozos de suministro en operación por debajo de los límites máximos permisibles (0.005 mg/l), establecidos para este tipo de contaminante (TCE). La aplicación de un modelo matemático para simular el comportamiento del sistema, permite que se puedan establecer tiempos máximos de aprovechamiento del acuífero en función del esquema utilizado para eliminar el contaminante (TCE) o contener el avance de éste hacia los pozos de suministro. Los métodos utilizados para eliminar o contener el contaminante del sistema en combinación con la modelación matemática, permitieron establecer los tiempos máximos de aprovechamiento. Las opciones simuladas incluyen: 1) ninguna acción; 2) clausura de pozos contaminados; 3) bombeo exclusivamente con descarga del agua contaminada fuera del sistema; 4) bombeo y tratamiento; 5) eliminación de la fuente contaminante sin eliminar la recarga hacia el acuífero; 6) eliminación de la fuente contaminante y de la recarga hacia el acuífero (entubamiento o canalización). Los resultados obtenidos en las simulaciones realizadas, muestran el tiempo máximo de aprovechamiento del sistema para cada alternativa. De las diferentes alternativas simuladas, el entubamiento o canalización del río combinado con un sistema de bombeo, constituye una alternativa atractiva de remediación parcial para las condiciones bajo estudio. Se incluye también una estimación del costo económico que representa la aplicación de cada una de las alternativas simuladas.

PRECAUCIONES PARA ESTUDIOS EN SITIOS ALTAMENTE CONTAMINADOS

Erika Rionda Morfin^{1,2} y Luis E. Marín²

¹ Facultad de Ingeniería, UNAM

² Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

El personal que realiza estudios en sitios altamente contaminados en los Estados Unidos tiene que tomar y aprobar un curso de 40 horas conocido como el Hazardous Waste Operations and Emergency Response (Hazwoper). Dicho entrenamiento consiste en aprender a realizar una evaluación del riesgo, desarrollo de un plan de contingencia y la identificación de los diferentes apoyos necesarios como médico, etc. A pesar de que en México actualmente no existe ninguna ley que regule el trabajo en estos sitios, es necesario implementar este tipo de entrenamiento para salvaguardar la salud de la gente que realiza estos trabajos.

La evaluación consiste en identificar primero si existe riesgo inmediato para la vida o salud (IDHL). Posteriormente, es importante determinar que tipo de residuos están presentes para determinar cuál es el equipo de protección personal necesario para realizar los estudios deseados. El desarrollo del plan de contingencia básicamente es un plan escrito en el cual se describen los posibles riesgos, así como medidas de emergencia, primeros auxilios, etc. La identificación de los diferentes apoyos es un asunto muy importante, ya que no todos los hospitales cuentan con el personal especializado para tratar envenenamientos, quemaduras y otros problemas ocasionados por el contacto con compuestos químicos. Muchos de los teléfonos de los hospitales en la Ciudad de México no sirven, no contestan, o en algunos casos en los cuales si contestan no saben dar instrucciones para llegar a ellos.

IS-01

METODOLOGÍA Y EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ZONA RESIDENCIAL DE LA CIUDAD DE COLIMA

Vyacheslav Zobin¹, Francisco Ventura-Ramírez² y Jesús Ríos-Aguilar³

¹ Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima
Colima, Col., 28045

² Facultad de Ingeniería Civil, Universidad de Colima
Coquimatlán, Col., 28400

³ Municipio, Colima, Col., 28000

La evaluación de la vulnerabilidad sísmica se realiza para una zona residencial de la ciudad de Colima. Esta zona representa prácticamente la mitad de toda el área de la ciudad y contiene todos los tipos de edificios residenciales comunes para Colima en todas sus etapas de desarrollo urbano durante el último siglo. La metodología del estudio consiste de las siguientes etapas: (1) clasificación de mampostería según sus elementos de construcción y su edad; (2) construcción de las curvas de vulnerabilidad y (3) de curvas del costo de daños para cada tipo de mampostería en intervalos de intensidades de VI a IX, según la escala Mercalli Modificada. Después la zona de estudio fue dividida por tres subzonas con edificaciones de la misma edad y tipo de construcción. Para cada subzona fue elegido un cuadro típico para el cual fue calculado el número de edificaciones de cada tipo y estimando el costo de daños según las curvas (3). Finalmente el costo de daños para cada intensidad fue estimado para cada subzona y para la zona en total. Este estudio representa la primera etapa de preparación de escenario del terremoto en la ciudad de Colima.

IS-02

ANÁLISIS DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL Y DEL EFECTO DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA DEL EDIFICIO PCC. USANDO REGISTROS DE SU RESPUESTA SÍSMICA EN EL RANGO DE ACCELERACIONES DEL SUBSUELO DE 2 CN/SEG² A 26 CN/SEG²

Alfonso Reyes¹ y Enrique Luco²

¹ Laboratorio de Ingeniería Sísmica, Depto. de Sismología,
CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

² Department of Applied Mechanics and Engineering Science
UCSD

Desde 1993 se tiene en operación una red de doce acelerógrafos triaxiales al estado del arte para monitorear la respuesta sísmica estructural del edificio PCC. Que se localiza en los suelos blandos de la Zona del Lago Centro de la Ciudad de México. El edificio aloja las instalaciones del panel de control y los generadores de electricidad del sistema de Transporte Colectivo Metropolitano (METRO). Nueve acelerógrafos se encuentran instalados en el edificio y tres en un arreglo vertical en el subsuelo vecino. Los doce acelerógrafos están interconectados para registrar simultáneamente la respuesta del subsuelo y del edificio al movimiento del suelo por la acción de las fuerzas sísmicas generadas por temblores de magnitud intermedia y mayores. La instrumentación del edificio se diseñó para registrar su deformación asociada con la resistencia lateral y torsional del edificio, el

balanceo de la cimentación y la deformación de cortante de entre piso. La instrumentación provee con datos óptimos para hacer mediciones precisas de las propiedades dinámicas estructurales del edificio sobre base rígida. La Red ha generado una base de datos única integrada por 10 conjuntos de registros, cada uno de los cuales contiene entre 33 y 36 canales de registro. De la respuesta del sistema subsuelo estructura a terremotos localizados a lo largo de la trinchera meso-americana. Cuyas magnitudes están en el rango de $4.6 < M_w < 7.6$. La aceleración pico máxima registrada a 20m de profundidad en la Formación Arcillosa Superior (FAS) está en el rango de $2 \text{ cm/seg}^2 < A < 26.2 \text{ cm/seg}^2$ y en el techo del edificio de $4.1 \text{ cm/seg}^2 < A_m < 45.6 \text{ cm/seg}^2$. La base de datos incluye los registros del Terremoto $M_w=7.5$ de Copala-Guerrero ocurrido el 14 de Septiembre de 1995. Los registros se han analizado para estudiar el efecto de interacción suelo-estructura en la respuesta del edificio sobre base rígida. Los resultados proveen con datos importantes para mejorar el modelado numérico de edificios cuya cimentación descansa en suelos blandos. En donde los efectos de las condiciones locales del subsuelo en la amplificación de las ondas sísmicas y los efectos de interacción suelo-pilotes-estructura deben tomarse en cuenta.

IS-03

ESTUDIO DE LA FRECUENCIA CARACTERÍSTICA DE VIBRACIÓN DE LA PRESA EL INFIERNILLO, GUERRERO-MICHOACÁN, MÉXICO

Esteban Ruiz¹, Raúl Castro¹, Antonio Uribe² y Cecilio Rebollar¹

¹ Depto. de Sismología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

² Depto. de Sismotectónica, CFE

Con el objeto de determinar la frecuencia característica (F_c) de vibración de la estructura del complejo hidroeléctrico El Infiernillo, analizamos 130 acelerogramas registrados a diferentes niveles de la cortina y en el campo libre. Los temblores registrados tienen magnitudes entre 3.8 y 7.9, y distancias epicentrales de entre 18 y 433 km. Para determinar la frecuencia característica de los sitios seleccionados usamos tres diferentes métodos. Primero calculamos cocientes espectrales entre las componentes horizontales y la vertical para cada sitio de registro (cociente H/V). También determinamos F_c calculando cocientes espectrales entre los registros espectrales de diferentes niveles de la cortina y registros de campo libre. Finalmente, hicimos una tercer estimación de F_c mediante el uso del método de correlación espectral. El método del cociente H/V permite aislar las características de vibración de la cortina de los efectos de la cimentación. Así, encontramos que en la corona centro $F_c=1.56 \text{ Hz}$. Los otros dos métodos usados proporcionan una estimación conjunta de la estructura (cortina-cimentación). En éste caso, estimamos que para la corona centro $F_c=1.75 \text{ Hz}$.

El amplio rango de magnitudes de los eventos registrados por las estaciones acelerográficas del proyecto hidroeléctrico nos permitió estudiar posibles efectos no lineales de la respuesta de la estructura. En algunos de los sitios observamos que a medida que aumenta la magnitud del evento registrado, la frecuencia característica de los sitios de registro tiende a disminuir, lo cual sugiere una posible respuesta sísmica no lineal de la estructura. Finalmente, analizamos posibles variaciones temporales de la frecuencia natural de vibración de la estructura. Para 1992, el año con mayor número de registros, encontramos que en promedio F_c ,

estimada con registros obtenidos en la corona centro durante febrero, cambia de 1.75 Hz a una frecuencia de 2.14 Hz entre junio y julio. Esta variación parece correlacionarse con el nivel de agua de la presa ya que mientras en febrero los niveles de la presa registran un máximo, durante los meses de junio a agosto la presa registra los niveles más bajos.

IS-04

EL SISMO DEL CARDONAL, HIDALGO DEL 25 DE MARZO DE 1976 (MS=4.7) Y LOS EFECTOS DE SITIO EN IXMIQUILPAN Y JULIÁN VILLAGRÁN, HIDALGO

M. Rodríguez¹, M. Chávez¹, H. García² y B. Martínez²

¹ Instituto de Ingeniería, UNAM

² INFRATEC, México, D.F.

El sismo del Cardonal ocurrido el 25 de marzo de 1976 (Ms=4.7; Prof=7 km) generó intensidades Mercalli Modificada (IMM) de VI y VII-IX, en Ixmiquilpan (I) y en el poblado de Julián Villagrán (JV), respectivamente. Dado que las IMM máximas se presentaron sólo en la región epicentral y en JV, en este trabajo se presentan los resultados de un estudio experimental sobre los posibles efectos de sitio (o locales) de los suelos en que se desplantan I y JV.

El procedimiento utilizado consistió en el registro de microtemores en 40 y 15 puntos de medición en I y JV, respectivamente. La información anterior fue procesada mediante el programa SAC y la aplicación de la técnica del cociente de Nakamura. El equipo de registro fue un registrador K2 de seis canales (19 bits), de Kinometrics, los sensores fueron un acelerómetro triaxial FBA-23 y tres sensores de velocidad SV de cinco segundos de periodo natural, también de Kinometrics.

El equipo anterior permitió registrar simultáneamente las aceleraciones y velocidades del terreno en cada punto, en dos direcciones horizontales y la vertical.

Los resultados del estudio son los siguientes: 1) En I se observaron efectos de sitio en un rango de frecuencias de 0.75 a 5.0 Hz, asociado a cocientes de Nakamura de dos veces. 2) En JV también se observaron efectos de sitio con cocientes de Nakamura de hasta cuatro veces para frecuencias de 1.0 a 3.0 Hz. 3) Los resultados anteriores fueron validados para algunos sitios de medición en I y JV, mediante el modelado de la propagación unidimensional de ondas SH, en estratigrafías con propiedades estimadas a partir de la técnica de Sondeo Eléctrico Vertical. 4) Las IMM de VII-IX y VI, observadas durante el sismo del Cardonal en JV y en I, respectivamente, probablemente se asocien en parte a los efectos locales determinados en este trabajo para dichos sitios.

IS-05

IDENTIFICACIÓN TEÓRICA-EXPERIMENTAL DE LA RESPUESTA SÍSMICA DEL PALACIO DE GOBIERNO DE LA CIUDAD DE TIJUANA, B. C.

J. Manuel Cázarez Rubio y Luis H. Mendoza Garcilazo
Depto. de Sismología, CICESE
Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

Las técnicas de identificación de sistemas mecánicos, permiten la evaluación de los parámetros estructurales de rigidez y

amortiguamiento de edificios, que participan en su comportamiento dinámico. En esta tesis se intenta elaborar una metodología que pueda aplicarse en la evaluación de edificios existentes, particularmente aquellos cimentados en zonas con potencial de amenaza sísmica; empleando para ello métodos experimentales a través de mediciones de vibraciones ambientales y de sismicidad de fondo tanto en el suelo como en la estructura. En éste análisis se utiliza la teoría de estructuras de elementos finitos para la modelación numérica del comportamiento dinámico. El primer paso fue la recopilación de la información de campo, tanto estructural como geológica y geotécnica del sitio, para obtener los parámetros que permitieran la modelación del edificio construido con elementos prefabricados de concreto (5 niveles integrados por 3 cuerpos estructurales con dimensión de 90 x 64 m); además de la estimación de la velocidad de propagación de las ondas de corte importantes en el criterio del diseño de la cimentación; también se determinó el periodo fundamental de vibración del suelo (2 a 3 segundos), para evaluar el posible efecto de resonancia entre suelo y estructura. Posteriormente se realizaron 10 campañas de mediciones de vibración ambiental en el edificio determinándose las frecuencias características (traslación: 2.92 y 3.12 Hz, torsión: 5.05 y 5.71 Hz), formas modales y desplazamientos relativos entre los nodos de la estructura. En estas campañas se obtuvieron 16 registros sísmicos y 2 perturbaciones atmosféricas que se emplearon para la confirmación de la identificación. Posteriormente se desarrolló un modelo matemático del edificio discretizado y ajustando de manera iterativa en sus valores de rigidez. Por último, se llevó a cabo la simulación del comportamiento dinámico del edificio, utilizando los registros de campo libre de terremotos de: El Centro 1940 (NS), Falla Imperial 1979 (sitio Aeropuerto y sitio Valle de Mexicali, componente NS). En la simulación se utilizaron tres valores de rigidez de la base: 1) arenas, 2) areniscas y 3) empotramiento (base rígida); con un ángulo azimutal de entrada del movimiento fuerte de 0° y 90°. Con estos parámetros se obtuvieron los espectros de respuesta del edificio. Los resultados pueden ser considerados confiables en el modelo matemático, con el cual se estimaron aceleraciones máximas alrededor de 1g, además de amplificaciones importantes de torsión con un "efecto de pinza" observado experimental y teóricamente, lo que podría representar una desventaja para el edificio desde el punto de vista de su respuesta sísmica.

IS-06

COMPARACIÓN DE ESTIMACIONES DE EFECTOS DE SITIO USANDO REGISTROS DE TEMBLORES Y MEDICIONES DE MICROTREMORES

Rodríguez M.¹, Chávez-García F.J.¹ y Stephenson W.R.²

¹ Instituto de Ingeniería, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

² Institute of Geological and Nuclear Sciences
P.O. Box 30-368, Lower Hutt, New Zealand

El objetivo del trabajo es comparar diferentes estimaciones de efectos de sitio en un sitio sedimentario usando dos tipos de datos: registro de sismos y mediciones de vibración ambiental.

En la cuenca de Parkway, Wainuiomata, Nueva Zelanda operó durante dos meses una red densa con 23 sismómetros de tres componentes y periodo corto. Además se registró simultáneamente cuatro minutos de vibración ambiental. Estos datos se usaron para estimar los efectos de sitio, mediante tres técnicas independientes para comparar los resultados entre ellas. Para los sismos usamos los

cocientes espectrales relativos a una estación de referencia, los cocientes espectrales de los componentes horizontales relativos al componente vertical en el mismo sitio (HVS), y finalmente un esquema de inversión generalizada para las amplitudes espectrales. Los registros de vibración ambiental se analizaron mediante la técnica HVS.

Observamos un buen ajuste entre efectos de sitio estimados desde datos de sismos y aquellos obtenidos de vibración ambiental. Las diferencias son menores que las observadas entre las tres técnicas utilizadas. Sin embargo, en cinco estaciones, usando los registros de sismos, las funciones de transferencia empíricas muestran, consistentemente, dos frecuencias predominantes 1.0 y 3.0 Hz. La vibración ambiental muestra solo una de estas dos frecuencias. Esta observación la interpretamos como manifestación de la complejidad de la estratigrafía bajo estas estaciones.

IS-07

IDENTIFICACIÓN DE LAS PROPIEDADES ESTRUCTURALES DE UN EDIFICIO EN LA CIUDAD DE MÉXICO. USANDO PRUEBAS DE VIBRACIÓN AMBIENTAL DURANTE EL PROCESO DE REFORZAMIENTO

D. Fong y A. Reyes

Laboratorio de Ingeniería Sísmica, Depto. de Sismología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

Se describen los resultados de las pruebas de vibración ambiental tomadas en un edificio de 18 pisos de concreto reforzado durante los trabajos de reforzamiento. El edificio se localiza en la zona de transición del Valle de México. El edificio sufrió algunos daños durante el terremoto de Michoacán, Mw=8.5, del 19 y 20 de Septiembre de 1985.

Las pruebas se efectuaron durante cinco etapas bien definidas del proceso de reforzamiento. Las frecuencias del primer modo de vibración del sistema muestran un incremento a lo largo de su eje principal de rigidez, eje transversal, de 0.52 Hz en su condición inicial a 0.74 Hz en su condición final. De igual manera en la dirección de su eje longitudinal muestran un incremento de 0.46 Hz en su condición inicial a 0.61 Hz en su condición final o reforzada. Los corrimientos en frecuencia asociados a cada una de las cinco etapas de reforzamiento los hemos modelado considerando un modelo simple de edificio de cortante con masas concentradas por nivel. Los resultados del reforzamiento en la respuesta del edificio; a bajos niveles de aceleración como es el caso vibración ambiental. Los hemos interpretado en términos de la identificación de los parámetros elásticos estructurales que caracterizan la respuesta del edificio, como son: el módulo de Young o módulo elástico del sistema estructural y el peso específico del concreto reforzado. Los resultados de este estudio se presentarán y se discutirán en términos del incremento en la rigidez promedio de entrepiso de sistemas estructurales; usando Técnicas de Identificación de Sistemas Estructurales.

IS-08

EARTHQUAKE ANALYSIS OF THE PABELLÓN BOSQUES TOWER IN MÉXICO CITY

Július Sólves

University of Iceland, Reykjavik, Iceland

A tall building in México City has been subjected to detailed static and dynamical analysis for earthquake actions. The structure has been analyzed according to the México City Building Code and the results compared with the outcome had the building been analyzed according to the earthquake design provisions of EUROCODE 82. Subsequently, a detailed stochastic dynamical analysis using synthetic earthquakes, modeled after the power spectrum method, was carried out and the results compared with the equivalent static design to verify the code format, that is, the usefulness of static methods in comparison with more precise dynamical methods.

IS-09

MICROZONACIÓN SÍSMICA DE LA CIUDAD DE ENSENADA, B. C.

Juracy Soares López y José Acosta Chang

División de Ciencias de la Tierra, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

E-mail: jsoares@cicese.mx

La ciudad de Ensenada, Baja California, está sujeta a un alto riesgo sísmico, sin embargo, no existe una base de datos de sismos fuertes en el pasado, por lo que resulta importante estimar la distribución de la respuesta sísmica esperada sobre la superficie de la región en términos del marco tectónico regional, características geométricas y dinámicas de las fallas capaces de generar sismos fuertes, distribución de la geología superficial, y leyes empíricas de atenuación.

En este estudio se fabricaron mapas sísmicos predictivos utilizando las ecuaciones de Joyner y Fumal (1985), proponiendo el rompimiento de la falla San Miguel e incorporando el efecto de sitio por medio de las velocidades de propagación de las ondas de corte (BETA) en los diferentes materiales que componen los suelos de la ciudad. Para tal efecto se hizo una microzonación basada en la geología superficial midiendo las BETA con perfiles de refracción sísmica. Se obtuvieron las distribuciones de los valores máximos esperados para la aceleración horizontal del terreno, velocidad, intensidad de Mercal Modificada y espectros de respuesta.

Se realizó una clasificación de las estructuras críticas de la ciudad de acuerdo a sus características generales de diseño y materiales. Se utilizaron matrices de vulnerabilidad apropiadas para el tipo de estructuras censadas estimando, además, los daños con mayor probabilidad de ocurrir en esas estructuras. Los resultados de este trabajo pueden ser empleados para la programación de planes de contingencia en caso de sismos fuertes, así como para la identificación de aquellas estructuras importantes, cuya revisión estructural detallada es vital para aminorar los efectos destructivos de un futuro terremoto fuerte.

IS-10

PREDICCIÓN DEL MOVIMIENTO DEL TERRENO INDUCIDO POR TERREMOTOS PARA LA ZONA COMPRENDIDA DESDE LA TRINCHERA MESOAMERICANA HASTA LA CIUDAD DE MÉXICO

González Mellado Ma. Dolores y Acosta Chang José G.
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.
E-mail: dgonzale@cicese.mx

Para la elaboración de mapas predictivos de los parámetros del movimiento del terreno útiles a la ingeniería, tales como valores del espectro de respuesta para la componente horizontal máxima y valores pico de velocidad y aceleración del terreno, es necesario contar con ecuaciones predictivas que relacionen los parámetros del movimiento del terreno con variables tales como magnitud, distancia epicentral y efecto de sitio.

En el caso de que la ecuación predictiva no exista para la región en estudio, es necesario desarrollarla. Las ecuaciones predictivas generalmente son derivadas de análisis de regresión de datos de acelerogramas y se incorpora a tales ecuaciones los efectos de sitio, en términos de las velocidades de propagación de ondas S en los materiales superficiales.

En el presente trabajo se desarrollaron ecuaciones para estimar los valores pico de aceleración, para la zona comprendida desde la trinchera mesoamericana hasta la ciudad de México. Para ello se utilizó la base mexicana de datos de sismos fuertes.

Estas ecuaciones se calibraron comparando los resultados obtenidos con ellas con los datos de sismos observados, y una vez que se comprobó su eficacia se utilizaron para estimar los valores pico de aceleración, para zonas de alto riesgo, comprendidas dentro del área de estudio, en donde no se dispone de datos observados.

IS-11

REGRESIÓN BAYESIANA DE LAS AMPLITUDES DE ESPECTROS DE FOURIER PRODUCIDOS POR TEMBLORES DE DISTINTO ORIGEN

Luis Eduardo Pérez-Rocha¹, Mario Ordaz S.² y S.K. Singh³

¹ Centro de Investigación Sísmica, Fundación Javier Barros Sierra, A.C. México, D.F.

² Instituto de Ingeniería, UNAM

³ Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

Se describe el empleo de una técnica bayesiana de regresión lineal para la construcción de un modelo de predicción de las amplitudes de los espectros de Fourier que se tendrían en la Ciudad Universitaria (CU) de la Ciudad de México, ante la ocurrencia de temblores de distinto origen.

Con mismo el propósito, en un estudio previo se introdujo el enfoque bayesiano para hacer una incorporación formal del conocimiento que se tiene sobre el fenómeno de atenuación. Con esta técnica, las soluciones fueron más estables y racionales que las obtenidas con métodos convencionales. Como resultado se obtuvieron leyes de atenuación del espectro de Fourier de

aceleraciones para terreno firme de la Ciudad de México que se expresan como funciones de la magnitud y la distancia al área de ruptura.

Existen peculiaridades sistemáticas en los espectros de Fourier, observados en CU, que se relacionan con la fuente sísmica o con el trayecto y que se pueden introducir en el modelo predictivo bayesiano. En efecto, se ha extendido el modelo predictivo previo con el propósito de estudiar las diferencias en la atenuación de los campos sísmicos que inciden en el valle de México y que se originan en diferentes porciones de la zona de subducción del Pacífico mexicano. Se hace una descripción de los principales resultados y una análisis de las incertidumbres que se tienen en el uso de leyes de atenuación para el sitio CU en que se consideran diferentes zonas sismogénicas.

IS-12

EL SISTEMA DE ADQUISICIÓN Y PREPROCESAMIENTO DE DATOS DE LA RESCO

Gabriel Angel Reyes Dávila
CICBAS, RESCO, Universidad de Colima

La Red Sismológica Telemétrica del Estado de Colima, integrada actualmente por doce estaciones sísmicas remotas, con transductor de velocidad de periodo corto y una estación central de acopio y procesamiento de datos, monitorea la actividad sísmica de carácter tectónico y volcánico en la región del estado de Colima, situada en la parte centro-occidental de México.

En noviembre de 1994, en la estación central de acopio, se inicia la conversión y adquisición de las señales sísmicas a forma digital mediante una computadora personal y el conjunto de programas de adquisición y procesamiento de datos sísmicos desarrollada por la IASPEI. Además, desde 1993, se cuenta con un sistema digital desarrollado en Colima, para el cálculo de la energía de las señales sísmicas, o RSEM, provenientes de las estaciones que se encuentran sobre y alrededor del Volcán de Fuego.

Al estar basada en un algoritmo de disparo, mediante el cálculo de promedios de los valores absolutos de las señales en periodos corto y largo, la declaración de detección de un evento sísmico, y el consecuente almacenamiento de las señales sísmicas, es fuertemente afectada por el nivel de fondo de las señales mismas, ocasionando que cuando ocurren secuencias sísmicas no se detecten, y almacenen, eventos durante las mismas y por lo tanto que haya pérdida de información valiosa.

Por otra parte, existía el inconveniente de que la implementación original del sistema para el cálculo del valor RSEM de las señales sísmicas de las estaciones del volcán, generaba un archivo cada 24 horas, lo cual ante un evento de carácter volcánico en evolución retrasa notablemente la toma de decisiones.

Lo anterior, la problemática económica de los últimos años y el nivel de actividad que el Volcán de Fuego ha tenido desde noviembre de 1997, motivó la implementación de un nuevo sistema de adquisición continua, preprocesamiento y cálculo de los valores RSEM de las señales sísmicas. Este nuevo sistema genera continuamente archivos que contienen dos minutos de información sísmica, con un retraso máximo de seis minutos, y un archivo con información RSEM disponible en todo momento. Para su implementación, fue necesario el desarrollo de programas adicionales a los disponibles anteriormente.

En el presente trabajo se presenta la implementación anterior, resultados hasta la fecha, los inconvenientes del proceso actual y la necesidad de combinar ambos métodos.

IS-13

DISEÑO DE LA RED SISMOLÓGICA DEL ESTADO DE MICHOACÁN, MÉXICO

Guerrero G.J.L.¹ y Alarcón-Chaires P.²

¹ Depto. de Exploración, Gerencia de Proyectos, Geotermoelectrónica, CFE

² Laboratorio de Materiales, Facultad de Ingeniería Civil, UMSNH

E-mail: geoexplor@michl.telnet.net.mx

El proyecto se inició en el año de 1996 con objeto de dar respuesta a las necesidades del Estado de Michoacán para evaluar el riesgo sísmico y volcánico, y normar objetivamente la construcción y los asentamientos humanos que se presenten en el futuro para reducir las posibilidades de desastres que dañen a la población tanto en sus bienes como en sus personas.

La posición geográfica y geológica sitúan al Estado con un alto riesgo sísmico, geológico y volcánico. Pues se ubica en el centro del Eje Neovolcánico, tiene una posición limítrofe con los efectos de la placa Rivera y está afectado por la subducción de la placa de cocos, tanto en su trinchera como por los ángulos de incidencia y subducción, y también lo afecta el sistema de fallas geológicas activas que forman un graben de dirección Este-Oeste denominado Chapala- Acambay.

Los antecedentes más recientes que justifican y apresuran la decisión de adquirir e instalar una red sísmológica en el Estado se están dando al continuar los sismos en la costa, en los domos de Zitácuaro y en la zona de Maravatío, sismos que se han reportado con magnitudes mayores a 4 y que ya forman parte de la estadística sísmica del País. Existen reportes populares de sismos locales que la Red Sísmológica Nacional no los reporta o los registra parcialmente y al evaluarlos, la ubicación y estudio son ambiguos debido a la resolución de la misma esto indica, que la actividad sísmica en el Estado es intensa y con diversos orígenes.

En las propuestas se consideran las opciones de manejar la red sísmológica en tiempo real y por consulta. La de tiempo real significa un mayor costo económico y tecnológico dado que el Estado está formado, morfológicamente, por grupos de sierra y valles que dificultan las transmisiones de radiofrecuencias, independientemente de la banda y frecuencias en las que se trabaje. La comunicación vía satélite es una opción que se presenta como una alternativa poco viable al igual que un sistema de repetidores para los enlaces con la central de proceso y control.

La operación de un sistema por consulta se presenta en dos versiones y se considera como la opción más factible. La primera opción analizada es para el caso de estaciones sísmicas con problemas de acceso telefónico y/o topográfico, se propone utilizar enlaces telemétricos vía radio-modem hasta una estación central telefónica que administre la información para ser consultada por la central, la segunda opción se presenta al considerar que la red telefónica cubre las necesidades de la red sísmica y sólo se tiene la restricción de la velocidad de transmisión en este caso se recomienda la comunicación vía modem telefónico con protocolos de comunicación a 9600 baudios o múltiplos.

Los sismógrafos que se requieren deberán tener capacidad para programar la frecuencia de muestreo, los modos de disparo, administrar un mínimo de 520 Mbytes de información sísmológica de tres o cuatro canales, tres de velocidad y uno de aceleración, según sea el caso y estar considerados de alto rango dinámico con un mínimo de 24 Bytes.

Los sensores, en el caso de los acelerómetros de balance de fuerzas con escalas seleccionables desde 0.25 hasta 4 g y los sismómetros con rangos de 0.5Hz a 100Hz.

Se analiza mediante el HYPOERROR el número de estaciones y la distribución de los sitios con el objeto de cuantificar la resolución de la red y se determina que el mínimo de nuevas estaciones es de siete, considerando que se contará con el acceso a dos o más estaciones de la Red Sísmológica Nacional administradas por los Institutos de Geofísica e Ingeniería de la UNAM.

IS-14

LA RED SISMOLÓGICA DEL INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRÁULICOS-INDRHI, REPÚBLICA DOMINICANA

Luis O. Gómez¹ y Juan S. Payero²

¹ Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos

² Instituto Sismológico Universitario

En este trabajo se presenta un análisis de la labor desarrollada por la Red Sísmológica del INDRHI, durante el tiempo que se encuentra bajo esta dependencia. Esta Red cuenta con seis estaciones telemétricas de período corto, distribuidas en la región sur y central del país y dos (2) acelerógrafos situados en la presa hidroeléctrica de Monción. El umbral de detección es de magnitud 3.0 debido a su geométrica. La resolución de profundidad en baja por la distribución de la misma. Ahora mismo representa una gran ayuda en la detección sísmica en el país ya que es digital.

IS-15

SISTEMA DE CONTROL DE TIEMPO ABSOLUTO WWVB DE ALTA PRECISIÓN PARA ESTACIONES DE REGISTRO SÍSMICO OPERANDO COMO ESTACIONES AUTÓNOMAS O COMO ESTACIONES EN RED

Julia del Carmen Sánchez R. y Alfonso Reyes
Laboratorio de Ingeniería Sísmica, Depto. de Sismología,
CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

El suministro de tiempo absoluto en el registro digital del movimiento del terreno o de la respuesta de estructuras es de crítica importancia para correlacionar en tiempo los registros. En el caso de estaciones de campo libre la determinación precisa de las coordenadas focales requiere que la precisión de la base de tiempo sea al menos el doble de la tasa de muestreo m_s de los registros; i.e. si $m_s = 200$ m/s la precisión del código de tiempo deberá ser 1/400 s para alinear, con esta precisión los registros del mismo evento observados en varias estaciones. Esto requiere que el generador del código de tiempo tenga capacidad para seleccionar opcionalmente el formato del código en dos modos: código rápido y código lento. En el primero la separación entre muestra y muestra del código es de $1/2 \cdot m_s$; en el segundo la separación es de 1/ms. En el caso de redes

de instrumentos interconectados entre sí a una base común de tiempo bajo un sistema de adquisición en modo sincrónico i.e. todos los canales de registro y del código están alineados a una base común de tiempo. El formato de código lento es suficiente para correlacionar los registros y medir los desplazamientos diferenciales entre elementos instrumentados del sistema estructural.

Bajo este concepto, se desarrolló el Sistema de Control de Tiempo Absoluto WWVB, SCTA. Basado en una tarjeta PC compatible con la tarjeta madre de un sistema de adquisición de datos vía puerto serial externo del sistema. La arquitectura de la tarjeta se basa en el microcontrolador Motorola MC68HC11E2 de ocho bits, con cinco puertos de propósito general entrada/salida. Mismos que pueden ser conectados a una circuitería interna o externa para realizar tareas específicas. El procesador central tiene las mismas características que el procesador 6800 y 6801, mas 91 códigos adicionales. Tomando como plataforma este procesador se desarrolló la circuitería y los códigos de programación del SCTA para realizar las siguientes tareas: Lee continuamente el código de tiempo de la señal de radio WWVB. Genera continuamente su propio código de tiempo y lo compara con el código WWVB. Sincroniza su propio reloj interno en el caso de que la diferencia entre ambos exceda un valor de $1/2m$. Genera el código de tiempo rápido o el código lento en formato compatible y lo suministra al puerto de comunicación serial de los instrumentos SSA o DCA. El SCTA es lo suficientemente flexible como para generar el código en el formato de cualquier otro instrumento. El SCTA ha funcionado satisfactoriamente el Laboratorio de Ingeniería Sísmica del CICESE desde julio de 1997.

IS-16

CALIBRACIÓN DE LAS ESTACIONES DE BANDA ANCHA DEL SSN

Juan Ricardo Barrón M. y Javier F. Pacheco A.
Instituto de Geofísica, UNAM

Actualmente la estimación de una magnitud confiable para un sismo moderado a grande dentro del territorio mexicano, se calcula con la estación de Banda Ancha de CU. La red del Servicio Sismológico Nacional (SSN) cuenta en este momento con 18 estaciones de Banda Ancha repartidas en toda la república a partir de su modernización en 1994. La intención de este trabajo es calibrar la magnitud M_e en todas las estaciones de Banda Ancha del SSN y comparar los resultados entre sí y con la estación de CU.

Para el cálculo de la magnitud M_e , se estudia la estimación de energía sísmica radiada E_s , calculada de la integral del cuadrado del espectro del campo de velocidades. La escala M_e se trata de calibrar con la magnitud de momento sísmico M_w . Se espera obtener relaciones E_s - M_w confiables para todas las estaciones de la red de banda ancha.

Del catálogo de eventos reportados por Harvard, los cuales estiman magnitudes $M_w > 5.0$ y se les ha calculado el tensor de momento, se tomaron los 181 sismos comprendidos entre las latitudes 5 y 40 grados y longitudes entre los 76 y 125 grados, a partir de 1994 al presente año. Esto permitió estimar la energía radiada de sismos con distancias hipocentrales de 200 hasta 2500 km a las diferentes estaciones. Se comparó esta selección de sismos con la existencia de las trazas sísmicas registradas por la red de banda ancha del SSN.

Considerando que la mayoría de los eventos provienen de la frontera México-Guatemala y de la zona de subducción en México, se tomó el valor de $Q_0=273$ el cual ha sido estimado para sismos en Guerrero.

IS-17

SISTEMA DE INFORMACIÓN SISMOTELÉMTRICA DE MÉXICO (SISMEX). SISMICIDAD EN LA CUENCA DE MÉXICO Y ZONAS ALEDAÑAS, 1993-1998

J. Lermo, H. Mijares, J. Soto, C. Meza, J. Aguirre, J. Flores,
H. Cruz, E. Briones y J. Mondragón
Instituto de Ingeniería, UNAM
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.
E-mail: lermo@inti.iingen.unam.mx

SISMEX se encuentra operando desde hace más de 25 años en la obtención de registros de temblores locales, regionales y telesísmicos. Esta base de datos ha servido para el estudio de un número importante de terremotos a lo largo de la zona de subducción, así como para el reconocimiento de zonas sismogénicas dentro y fuera de la cuenca de México. Estas zonas sismogénicas, dentro del Eje Volcánico Transmexicano (EVTM) y cerca del Distrito Federal, han generado sismos de magnitud entre 2.0 a 6.9 durante este siglo. Desde 1993 se cuenta con datos digitales, esto ha permitido la localización de más de 100 sismos locales con magnitud entre 2 y 4 y errores hipocentrales menores de 2 km. La distribución espacial de la actividad sísmica dentro de la cuenca de México se localiza en la subcuenca de Apan, llanos de Zumpango, Sierra de las Cruces, volcán del Ajusco y Peñón de los Baños y la región de Juchitepec-Milpa Alta, así como en la zona de Texcoco; es en este último lugar en donde se confunde con explosiones en minas, ubicadas en las estribaciones de la Sierra de Telapón.

La localización de la actividad sísmica, fuera de la cuenca está restringida por la cobertura de la red sísmica actual, sin embargo la detección oportuna por alguna de sus nueve estaciones que están distribuidas alrededor de la cuenca de México, permite la movilización de estaciones temporales en la zona activa, lo que mejora la ubicación de los sismos principales debido a la localización mucho más precisa de sus réplicas. Gracias a las redes temporales y al análisis de reportes históricos de temblores importantes para este siglo, se han reconocido hasta el momento once zonas activas: 1) región de Sanfandila, Qro. 2) región de Jacala-Landa de Matamoros; 3) Semigraben de Aljibes; 4) región de Ixmiquilpan-Cardonal; 5) región de Actopan-Tepatepec; 6) región de Tula-Tlaxcoapan-Ajacuba; 7) graben de Acambay; 8) subcuenca de Toluca; 9) región de Tlaxcala; 10) región de Zempoala; y 11) Volcán Popocatepetl-Atlixco. Las primeras tres zonas probablemente estén asociadas al sistema de fallas con dirección norte-sur, conocida como Provincia de valles y montañas.

Esta afirmación está basada solamente en la orientación de las réplicas y en los mecanismos focales de los enjambres sísmicos registrados en las regiones 1 y 3 y analizados posteriormente. En contraste con las demás regiones sísmicas, su actividad está asociada al sistema de fallas normales con orientación este-oeste del EVTm. Así, en las regiones 4, 5, 6, 7, 8 y 9 se ha podido confirmar esta orientación con base en la localización de las réplicas y en la determinación de sus mecanismos focales.

Como es el caso del reciente temblor de Tlaxcoapan, Hgo. el 18 de marzo de 1998 ($M_l=4.3$) y del enjambre sísmico de Maravatío Mich. del 6 al 9 de junio de 1998 donde ocurrieron 9 sismos con magnitudes entre 3.7 y 4.3; además de que desde la ocurrencia de este enjambre hasta el día 21 de agosto han ocurrido varios sismos en la misma zona.

SISMEX se encuentra en un periodo de renovación. Se crearon nuevos modelos de capas planas para algunas de las zonas sísmogénicas con el propósito de mejorar las localizaciones, así también se llevó a cabo la calibración de las estaciones para contar con mejores datos y más confiables. Prueba de ello es la respuesta que se dio en los eventos antes mencionados, donde las localizaciones preliminares permitieron la instalación de una red local que en el transcurso de las campañas realizadas sufrieron pocos cambios, y los que se hicieron solo fueron para mejorar las localizaciones.

EB-01

MULTIPLE STATES OF THE BUOYANCY DRIVEN FLOWS (CONACYT-NSF PROJECT)

John A. Whitehead¹, Sergey N. Bulgakov², Alejandro Martínez Zatarain² and Jaime F. Almaguer Medina²

¹ Department of Physical Oceanography, Woods Hole Oceanographic Institution

² Instituto de Astronomía y Meteorología, Universidad de Guadalajara

The density of sea water is modified at the surface by two distinct processes: heating-cooling, which change temperature, and precipitation-evaporation, which change salinity. In many important oceanic regions these two density modifying processes work contrarily to one another. The interplay of these two driving agencies is not completely understood today, because of strong nonlinearity thermal and salinity driven circulations are not additive, so that system driven by both causes will exhibit somewhat unexpected properties, a namely, multiple states in the buoyancy driven flow, when the system would display the thermal or haline mode of circulation for the same boundary conditions. Multiple states are not new in hydrodynamics. The pioneering studies of Stommel (1961), Stommel and Rooth (1968) showed initially that the thermohaline circulation possesses multiple solutions. Further investigation of the multiple states phenomena using theoretical models of various complexity (Bryan, 1986; Huang and Stommel; Huang *et al.*, 1992) discovered a multiplicity of thermohaline circulation in the general circulation ocean models and predicted a possible catastrophic transitions from one equilibrium state to another one. Ironically, that the progress in this area have been made using only analytical and numerical studies. Until recently nor one laboratory study has been conducted nor one example directly observed in nature. The main goal of the present project supported by CONACYT-NSF for 1998-1999 is to investigate the multiple states phenomena in the laboratory tests using rotating apparatus constructed in Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (WHOI).

EB-02

INTERACCIONES RESONANTES ENTRE MODOS DE ROSSBY EN UN CANAL Y EN UN GOLFO

Rigoberto García y Federico Graef

Depto. de Oceanografía Física, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

Se estudia la interacción débilmente no local entre modos de Rossby en un canal (MRC) y en un golfo (MRG) orientados de manera arbitraria en el plano beta. Se analiza la posibilidad de que ocurra resonancia entre triadas de modos en ambas geometrías; esto es: cuando la interacción entre dos modos de Rossby puede excitar un tercero de manera tal que éste interactúe de forma resonante con los que lo originaron. En ambas geometrías se presenta, analítica y gráficamente, la solución de las condiciones bajo las cuales puede ocurrir resonancia. Se determina que condición impone la inclinación, respecto a un círculo de latitud, del canal o golfo para que ocurra o no resonancia. Como un MRG es la superposición de un MRC incidente, en la cabeza del golfo, y su correspondiente MRC reflejado, si existen triadas de MRC resonantes también existen triadas de MRG resonantes. Nuevas posibilidades de ocurrencia de resonancia entre MRG son analizadas.

EB-03

APLICACIÓN DE LOS ARMÓNICOS ESFÉRICOS AL ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD LINEAL DE FLUJOS VISCOSOS NO DIVERGENTES SOBRE UNA ESFERA EN ROTACIÓN

Eduardo L. González-Espinosa y Yuri N. Skiba

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

Se aplica el método de los modos normales al estudio numérico de la estabilidad lineal de flujos viscosos no divergentes bidimensionales sobre una esfera en rotación. Se plantea el problema espectral para la matriz de estabilidad que representa, en la base de los armónicos esféricos, el operador diferencial linealizado respecto a un flujo básico. Se ha realizado una clasificación de los flujos básicos cuya matriz de estabilidad tiene la forma diagonal en bloques. Dicha forma permite simplificar los cálculos ya que la solución del problema espectral original se reduce a la solución de los problemas espectrales individuales para cada bloque mencionado. Se estudia en detalle la estructura de la matriz en el caso más simple cuando el flujo básico es representado por un polinomio de Legendre. Mediante una truncación triangular en las series de Fourier-Laplace para la función corriente del estado básico y su campo perturbado se utiliza el algoritmo qr para la solución del problema espectral completo. Usando los autovalores y autovectores obtenidos se construyen los modos normales, tanto estables como inestables, sobre la esfera.

EB-04

EFFECTOS DE LA CURVATURA TERRESTRE EN LA INESTABILIDAD BAROCLÍNICA DE LA CAPA SUPERIOR DEL OCÉANO

M.J. Olascoaga y P. Ripa

Depto. Oceanografía Física, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

La inestabilidad baroclínica es un mecanismo importante en la generación de variabilidad en el océano, principalmente cerca de la superficie. Los modelos clásicos de inestabilidad baroclínica no son muy apropiados para el océano ya que no contemplan la intensificación de la variabilidad hacia la superficie. Una mejor aproximación consiste en utilizar un modelo de gravedad reducida, i.e. una capa activa flotando sobre otra más pesada que se supone de densidad constante, en reposo y de profundidad infinita. La inclusión de los efectos de la curvatura terrestre, en el problema de inestabilidad baroclínica, en modelos con estratificación continua no es un problema trivial, debido a la aparición de niveles críticos. Por lo tanto, en este trabajo se utiliza un modelo de gravedad reducida de dos capas homogéneas, el cual permite incorporar con facilidad los efectos de la curvatura terrestre. Los resultados se comparan con los de modelos de capas con mayor resolución vertical.

EB-05

EFFECTOS DE LA CURVATURA TERRESTRE EN LA DINÁMICA DE REMOLINOS OCEÁNICOS AISLADOS

Pedro Ripa

Depto. Oceanografía Física, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

Las soluciones aisladas (con frontera móvil e isobárica) de las ecuaciones de "aguas someras" o las "primitivas" con estratificación, son uno de los modelos más sencillos de un remolino oceánico o atmosférico tridimensional. En la aproximación del "plano- f " (que incorpora en forma rudimentaria los efectos de la rotación de la Tierra, pero no los de su esfericidad), los movimientos del centro de masa y el relativo a éste están desacoplados y el primero es simplemente una traslación uniforme a lo largo de un "círculo inercial". La aproximación clásica del "plano- β " incluye el efecto de la variación del parámetro de Coriolis con la latitud, debidos precisamente a la curvatura del planeta, pero excluye incorrectamente, términos geométricos que son del mismo orden que el proporcional a β (salvo muy cerca del ecuador). En este trabajo se muestra cómo tomar en cuenta todos los efectos de la esfericidad terrestre, discutiéndose soluciones sencillas donde los movimientos internos y del centro de masa resultan estar acoplados.

EB-06

VORTEX PATCH DYNAMICS IN A COASTAL CURRENT: STATIONARY STATE AND EVOLUTION

Vyacheslav G. Makarov

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

Av. IPN, s/n, Col. Playa Polo de Santa Rita, 23096, Paz, B.C.S.

It is supposed the quasi-geostrophic approximation for barotropic fluid with constant Coriolis parameter. Dynamics of a vortex patch (VP), located between the balanced source-sink system at a solid boundary is investigated.

For case of a half-plane is numerically constructed two-parameter family of stationary VP in a coastal potential flow. The structural stability of VP and their response on change of the transport is shown using contour dynamics method. Typical cases of the VP passing along a shore in the vicinity of straits, simulated by a source-sink, are considered.

The VP behavior depend on its spatial arrangement and sizes. VP or passes this zone, in a different degree experiencing deformations of the shape and trajectory of motion, or is delayed in a neighborhood of straits. Cases practically of full capture VP are marked.

With reference to an oceanology these experiments can be interpreted as attempt of simulation of evolution of vortical formations close line-up of islands. The currents in straits between islands are usually rather strong and essentially are nonstationary because of presence noticeable tidal components. The carry of vortices along a shore nor is a unusual occurrence. It is observed, for example, in region of Kuril islands.

EB-07

UN MODELO MODULAR DEL OCÉANO COSTERO: IMPLANTACIÓN Y VERIFICACIÓN

José Gómez-Valdéz¹ y Juan José Tapia-Armenta²¹ Depto. de Oceanografía Física, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

² Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Digital, IPN Av. del Parque No. 1310, Mesa de Otay, Tijuana, B.C.

Se organiza el modelo de circulación costera de D-P Wang en módulos, usando el lenguaje de programación C. Para varias plataformas, se discuten portabilidad y rendimiento del modelo modular. Se elabora una interfase gráfica en lenguaje Java, con la que es posible usar el modelo modular a través de Internet.

El modelo modular se valida con los experimentos numéricos de Wang (JMR, 51, 497-513, 1993) sobre frentes, surgencias y subducción. Se discuten las ventajas de contar con módulos y del uso de Internet, en la simulación numérica en tiempo real del océano costero.

EB-08

UN ESQUEMA NUMÉRICO PARA CONVECCIÓN NATURAL

B. Bermúdez J.¹, A. Nicolás C.² y F.J. Sánchez B.²¹ Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Benemérita

Universidad Autónoma de Puebla

Puebla, Pue., México

² Depto. de Matemáticas, UAM-I
09340 México D.F.

El objetivo de este trabajo es presentar un método numérico para el problema de convección natural del flujo de un fluido incompresible, viscoso térmicamente acoplado y dependiente del tiempo.

El esquema consiste en una descomposición de operadores en la discretización temporal; de esta forma el problema original se descompone en una sucesión de subproblemas más sencillos, cuya estructura nos permite utilizar técnicas iterativas que demandan relativamente poca memoria.

La aproximación espacial de estos subproblemas, de tipo estacionario, se realiza mediante elementos finitos lineales. Para mostrar la eficiencia global del esquema se presentan resultados numéricos con números de Rayleigh entre 10^4 y 10^7 en el problema clásico de la cavidad, los cuales concuerdan con los reportados en la literatura usando métodos diferentes. Debido a la poca memoria necesaria en este esquema, por el uso de una técnica de upwind apropiada, puede ser adecuado para aplicarse en problemas más complicados como los que ocurren en flujos atmosféricos u oceánicos.

EB-09

MARCO TEÓRICO Y NUMÉRICO DE UN MODELO FÍSICO-BIOLÓGICO ACOPLADO

Sergio Jiménez

CIDIPORT, UAT

Facultad de Ciencias Marinas, UABC

Se presentan resultados preliminares del marco teórico y numérico para un modelo que simula el acoplamiento entre procesos biológicos de largo periodo (>90 días), con forzamientos hidrodinámicos de corto periodo (días) en un cuerpo de agua costero.

La base biológica se construye a través de un esquema de concentraciones equivalentes de nitrógeno que parametrizan los componentes biológicos de Nutrientes, Fitoplancton y Zooplancton (NFZ). La base física simula la estructura ambiental y forzamientos a través de un esquema hidrodinámico de difusión-advección bidimensional; se configuran ambas bases para simular un cuerpo de agua costero somero idealizado.

Los resultados, bajo el marco teórico, evidencian que el acoplamiento de los procesos biológicos y forzamiento se da en los términos advectivos, principalmente. Numéricamente se encuentra una correlación significativa entre forzamientos hidrodinámicos de corto periodo (mareas) y la señal de respuesta del campo biológico a largo periodo del escenario simulado.

EB-10

APLICACIÓN DEL MÉTODO ADJUNTO EN EL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL PROBLEMA DE DERRAME DE PETRÓLEO

David Parra Guevara y Yuri N. Skiba

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

Se aplica el método adjunto y teoría de perturbaciones para derivar fórmulas integrales simples con el fin de estudiar la sensibilidad del modelo del derrame de petróleo en el océano a partir de un estado básico.

Se consideran pequeñas perturbaciones en la condición inicial, tasa de derrame de petróleo, sitio del accidente, campo de velocidades de las corrientes en la zona de estudio y parámetros como la tasa de difusión y evaporación. De especial interés es la sensibilidad respecto de los datos anteriores que muestra la concentración promedio del petróleo en una área de importancia ecológica contenida en la región de análisis.

Para ilustrar la técnica se muestran resultados numéricos del estudio de la sensibilidad para el problema en una dimensión donde el modelo directo y adjunto con los datos básicos se resuelven usando un esquema de diferencias finitas implícito, absolutamente estable y de segundo orden de aproximación en espacio y tiempo, los sistemas algebraicos resultantes se resuelven fácilmente por factorización. Resalta la ventaja computacional de las fórmulas derivadas sobre un análisis de sensibilidad usando sólo el modelo directo.

ELCB-01

AVANCES RECIENTES EN EL CONOCIMIENTO DE LA DINÁMICA ESTUARINA

Arnoldo Valle Levinson

Center for Coastal Physical Oceanography Old Dominion University, Norfolk, Virginia, USA

La dinámica estuarina se ha representado tradicionalmente a lo largo del estuario con el balance entre el gradiente de presión y fricción, y en la dirección transversal con el balance geostrofico. Estos balances se han aplicado a escalas temporales mayores a un ciclo de marea. En esta ponencia se presentará una revisión de los procesos que afectan esos balances dinámicos y las circunstancias que los alteran. Estos procesos son: forzamiento mareal, forzamiento atmosférico, caudales de ríos e influencias batimétricas. En particular, en base a mediciones con resolución espacial adecuada (decenas de metros), se discutirán en detalle los efectos de la batimetría en la dinámica estuarina. Se mostrará que los canales, o las regiones más profundas del estuario, son los conductos que permiten la entrada de salinidad alta al estuario, aun cuando los canales se ubiquen en la región estuarina donde se esperaría, en base a la aproximación geostrofica, salida de agua relativamente dulce. En los bordes de estos canales, es decir, en la transición de los canales con las áreas someras, se desarrollan gradientes laterales en las corrientes de marea a lo largo del estuario. Estos gradientes están ligados a la generación de flujos convergentes y son lo suficientemente fuertes para afectar la dinámica estuarina por medio de los términos advectivos. Por consiguiente, la dinámica de estos sistemas muestra una variabilidad espacial importante y que debe considerarse en todo estudio.

ELCB-02

OBSERVACIONES OCEANOGRÁFICAS EN LA BAHÍA DE YAVAROS, SONORA, DURANTE MAYO-JUNIO DE 1998

J.A. Dworak-Robinson^{1,3}, J. Gómez Valdés², A. Valle-Levinson⁴, J. Delgado-Contreras¹, E. Cruz-Collin¹, L. Brito-Castillo³, S. Burrola-Sánchez³ y R. Durazo-Arvizu⁵

¹ Instituto Tecnológico del Mar 03

Km. 4 Carret. el Varadero Nacional, Las Playitas, 85425, Guaymas, Son., México

² División de Oceanología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

³ CIBNOR, Unidad Guaymas

⁴ Old Dominion University, Norfolk, Va., EUA

⁵ Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC Ensenada, B.C.

La Bahía de Yavaros, Sonora es un estuario poco estudiado en su oceanografía física. Durante el periodo del 23 de Mayo al 25 de Junio de 1998, se realizaron una serie de observaciones con 2 CTD, 2 ADCP fijos y uno móvil, 2 corrientómetros S4DW y 2 termógrafos. Enfrente de la boca se efectuaron transectos de ADCP en un buque oceanográfico. También, fueron observadas variables meteorológicas, y se realizó una estimación del aforo de los drenes agrícolas a la Bahía. El objetivo de este experimento es conocer la estructura termohalina vertical y horizontal de la bahía y la componente barotrópica. En este trabajo se presentan las observaciones de corrientes y nivel del mar, las cuales se utilizan para calibrar un modelo bidimensional verticalmente integrado.

ELCB-03

¿ES LA BAHÍA DE YAVAROS, SONORA UN ESTUARIO?

M.E. Cruz-Colin¹, J.A. Dworak-Robinson^{1,3}, J. Gómez Valdés², A. Valle-Levinson⁴, J. Delgado-Contreras¹, L. Brito-Castillo³, S. Burrola-Sánchez³ y R. Durazo-Arvizu⁵

¹ Instituto Tecnológico del Mar 03

Km 4 Carret. el Varadero Nacional, Las Playitas 85425, Guaymas, Son., México

² División de Oceanología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

³ CIBNOR, Unidad Guaymas

⁴ Old Dominion University, Norfolk, Va., EUA

⁵ Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC Ensenada, B.C.

La Bahía de Yavaros, Sonora es un cuerpo de agua costero semicerrado protegido con dos barras arenosas que forman una boca de comunicación hacia el Golfo de California, en la Bahía de Santa Bárbara. Con el fin de determinar la estructura termohalina vertical y su identidad como cuerpo costero, se describen lances de CTD y series de tiempo de temperatura. Los primeros realizados en 9 puntos dentro de dicha bahía (durante la campaña realizada del 23 de mayo al 25 de junio de 1988 y las segundas registradas por termógrafos submarinos colocados, uno cerca de la boca y otro hacia la cabeza, durante 30 días. Las series muestran variaciones de altas frecuencias, semidiurnas y diurnas, éstas últimas con reforzamiento hacia el interior de la bahía. En base a este análisis se pretende encontrar si la bahía se comporta como un estuario.

ELCB-04

OBSERVACIONES OCEANOGRÁFICAS EN LA BAHÍA DE GUAYMAS, SONORA, DURANTE ABRIL DE 1998

J.A. Delgado-Contreras¹, S. Burrola-Sánchez², J. Gómez-Valdés³ y P. Rosales-Grano

¹ Instituto Tecnológico del Mar 03

Km 4 Carret. el Varadero Nacional, Las Playitas, 85425, Guaymas, Son., México

² CIBNOR, Unidad Guaymas

³ División de Oceanología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

La Bahía de Guaymas, Son., es una cuenca somera con islotes en su interior. Durante el periodo del 6 de abril al 6 de mayo de 1998, se realizaron observaciones con dos boyas S4DW, una de ellas, además de medir altura del agua y corrientes horizontales, mide temperatura y salinidad; un termógrafo y un corrientómetro Pegaso, el cual también mide temperatura y salinidad. Se midieron las variables meteorológicas básicas. El objetivo del experimento es conocer la circulación de la Bahía. En este trabajo se presentan las observaciones de corrientes y nivel del mar, las cuales se utilizan para calibrar un modelo bidimensional verticalmente integrado. A su vez, se presentan las series de temperatura y salinidad junto con un análisis preliminar.

ELCB-05

MEDICIONES DE CORRIENTES SUPERFICIALES EN LA BOCA DE LA LAGUNA DE JULUAPAN, COLIMA

Ernesto Torres-Orozco¹ y Marco A. Galicia Pérez²¹ Facultad de Ciencias Marinas, Univ. de Colima² Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas, Universidad de Colima

La Laguna de Juluapan se localiza en la porción oeste de la bahía de Santiago, en Manzanillo Colima. Tiene una longitud de 2.1 km aproximadamente. Se comunica con el mar a través de una boca angosta y somera (menor a 2 metros), la cual está en constante modificación por la acción conjunta del hombre y el mar. Con el propósito de estimar los flujos de entrada y salida en periodo de marea viva y muerta, se realizaron mediciones mensuales de la corriente superficial durante ciclos de 12 horas. Los datos fueron obtenidos usando cuerpos de deriva lastrados y sin área expuesta al viento. Estos son comparados con mediciones hechas con un corrientímetro acústico doppler Sontek Argonaut, anclado en la boca de la laguna.

La mayor magnitud de velocidad registrada fue de 60 cm/s en marea viva y 30 cm/s en marea muerta, aproximadamente. La magnitud menor es 15 y 7 cm/s, respectivamente. No obstante la corta distancia entre la zona de mediciones y el mar, se observó un retardo en la dirección de la corriente en la boca de la laguna en relación con la ocurrencia de las pleamares y bajamares en la bahía.

Se espera completar un año de mediciones en los mismos puntos o cercano a éstos, dependiendo de las condiciones en que se encuentre la comunicación entre la laguna y el mar.

ELCB-06

ALGUNOS ASPECTOS DE LA CIRCULACIÓN BAROTRÓPICA TRIDIMENSIONAL DE LA BAHÍA DE ACAPULCO

Marco A. Galicia Pérez y Juan H. Gaviño Rodríguez

Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas, Universidad de Colima

A.P. No. 275, 28200, Manzanillo, Col.

Se aplicó un modelo hidrodinámico numérico de tipo barotrópico tridimensional semi-implícito de diferencias finitas para estudiar la circulación por marea y por arrastre de viento en la Bahía de Acapulco, Guerrero.

Se utilizó una malla de 200 m x 200 m en la horizontal y 5 capas verticales de 10m de espesor. Se estudiaron los siguientes casos:

- 1) la acción del viento soplando con magnitud uniforme de 10 m/s en toda la bahía, considerando cuatro direcciones diferentes del viento
- 2) la propagación de una marea M2 hipotética con amplitud de la pleamar media superior del lugar (.34m).

ELCB-07

MODELACIÓN NUMÉRICA DE LA MAREA EN LA BAHÍA SANTA MARÍA, AHOME, SINALOA

González-Orduño Ana¹, Jiménez-Illescas Angel² y Obeso-Nieblas Maclovio²¹ Depto. Medio Ambiente, CIIDIR, Unidad Sinaloa, IPN A.P. 280, 81000, Guasave, Sin.

E-mail: agonzal@gina.esfm.ipn.mx

² Depto. de Oceanología, CICIMAR, IPN A.P. 592 y 476, 23000, La Paz, B.C.S.

E-mail: rjimenez@vmredipn.ipn.mx

Palabras clave: Modelación Numérica, Marea, Hidrodinámica, Lagunas Costeras.

Se aplicó un modelo barotrópico integrado verticalmente por el método de diferencias finitas, desarrollado en lenguaje fortran 90 para la simulación numérica de la propagación de la marea en la Bahía Santa María, utilizando para ello los armónicos M2, N2, S2, K2, O1, K1 y P1 y la matriz de integración uniforme. Para un periodo de marea, el modelo estima: la variación superficial del nivel del mar, la distribución vectorial de la corriente en función del tiempo, las elevaciones máximas y los retrasos de la pleamar, con respecto a la frontera abierta a la Bahía de Topolobampo, además, se ubican puntos de control en la malla de datos para cada una de las componentes (z , u y v). Los resultados de las corrientes de marea se obtienen a partir de dos matrices de componentes ($U_{\theta\theta}$, $V_{\theta\theta}$), las cuales son convertidas a formato HPGL y PLT para su graficación, a través de un programa en lenguaje C. Los resultados de la hidrodinámica fueron hechos con base a los registros de la variación del nivel del mar, obtenidos en la boca del sistema.

ELCB-08

MASAS DE AGUA EN LA BAHÍA DE LA PAZ, B.C.S., MÉXICO

Maclovio Obeso Nieblas, Bernardo Shirasago Germán y Ángel R. Jiménez Illescas

CICIMAR, IPN, La Paz, B.C.S., México

E-mail: mniebla@vmredipn.ipn.mx

Con el objetivo de evaluar la estructura termohalina en Bahía de La Paz, B.C.S., se analizan datos obtenidos con CTD durante julio de 1996 y 1997, así como marzo de 1997 y 1998, a bordo de la embarcación CICIMAR XV. Esta bahía cuenta con una marea mixta predominantemente semidiurna. Existen instalaciones portuarias que facilitan las actividades pesquera y turística en la región. Sus aguas son profundas en una parte importante de su extensión, originando una alta complejidad oceanográfica de importancia biológica-pesquera, es la Bahía más grande de la costa este de Baja California.

En esta región la estructura termohalina está determinada básicamente por la influencia del Golfo de California, con modificaciones en la superficie y en las zonas someras, debido al proceso de evaporación y de radiación solar.

Para la Bahía de la Paz, los resultados de julio muestran un perfil representativo de las condiciones de verano con una temperatura superficial máxima de 26.91°C, la cual disminuye hasta 11.86°C en el fondo. Se registró una capa de mezcla mínima de 6

m de espesor en la parte mas profunda de la Bahía en la comunicación con el Golfo de California.

En la Bahía de La Paz, los resultados de marzo representan las condiciones de invierno con una temperatura superficial de 19.46°C disminuyendo hasta 10.26°C en el fondo, con la presencia de una capa de mezcla de 50 m de espesor aproximadamente.

Los resultados de julio del 96 y 97 muestran la presencia de dos masas de agua: agua del Golfo de California ($S \geq 35.0$ ups y $T \geq 12^\circ\text{C}$) y agua subsuperficial subtropical ($34.5 \leq S \leq 35.0$ ups y $9 \leq T \leq 18$).

Durante marzo del 97 y 98 se registró la presencia en forma similar de dos masas de agua: agua del Golfo de California y agua subsuperficial subtropical.

Los datos sugieren que durante invierno y principios de primavera las aguas del Golfo de California invaden prácticamente toda la Bahía, en forma análoga, esta misma condición se presenta en verano y principios de otoño.

Se pueden apreciar las aguas más calientes en el verano de 97 y en el invierno de 1998, debido probablemente a la influencia de el fenómeno de El Niño en la región.

Palabras claves: Masas de agua, Hidrología, Oceanografía Física, Salinidad, Temperatura y Densidad.

ELCB-09

OBSERVACIONES CON ADCP EN EL SISTEMA LAGUNAR HUIZACHE-CAIMANERO

E. Gómez-Reyes, H.S. Vélez-Muñoz, R. Blanco y M. Ortiz
Universidad Autónoma Metropolitana

MM-01

CANEK: EXCHANGE THROUGH THE YUCATAN CHANNEL

Candela Julio

Depto. de Oceanografía Física, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22800, Ensenada, B.C.

E-mail: jcandela@cicese.mx

The CANEK Project was initiated in December 1996 with two main objectives: a) To measure, for the first time, the exchange through the Yucatan Channel to characterized its magnitude and variability through out the water column and b) To clarified the upwelling dynamics over the Yucatan Shelf, its relation to the Yucatan Currents' strength and variability, and quantified it's effect on the primary production occurring on the Shelf. This Project is a collaborative effort between, CICESE, ICMYL-UNAM, UAM, MÉXICO, NOAA, USA and IOC, Cuba. We have successfully concluded 3 cruises: 3-21 December 1996, 23 May-12 June 1997 and 25 March-6 April 1998 onboard the UNAM's R/V "Justo Sierra". During these cruises extensive shipboard ADCP and CTD/LADCP surveys of the region have been carried out. During the May/June 1997 cruise the CTD/LADCP survey was complemented with an intensive bio-chemical sampling along the upwelling front over the Shelf. During the first six months of the Project, between the Dec/96 and May-Jun/97 cruises, four moorings and three shallow pressure sensors were installed and successfully recover and a set of two moorings and four shallow pressure sensors were installed, recovered and redeployed during the March 1998 cruise. During this presentation a description of the Project goals and relation to other programs in the region will be presented as well as a general description of the results from the three cruises and mooring observations obtained so far.

MM-02

FLUJO DE SEDIMENTO EN SUSPENSIÓN EN EL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA

Luis G. Alvarez

Depto. de Oceanografía Física, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

E-mail: lalvarez@cicese.mx

Los sedimentos del fondo del Alto Golfo de California contienen un porcentaje alto de limos, arcillas y arena fina los cuales son resuspendidos principalmente por las corrientes de marea. En estas condiciones la carga suspendida es un mecanismo importante de transporte de sedimentos que ocurre en parte o en toda la columna de agua. El flujo de sedimento en suspensión se puede calcular si se tienen datos simultáneos de la estructura vertical de la corriente y de la concentración de partículas suspendidas.

En agosto de 1997 se obtuvieron perfiles verticales de la velocidad de la corriente y de la concentración de sedimentos suspendidos en un sitio del Alto Golfo de California, durante 15 días. En esta localidad la corriente de mareas es principalmente a lo largo del eje del Golfo, con máximo de ~ 0.8 m/s en mareas vivas. Se calcularon flujos de material suspendido entre 2.5 y 15 metros sobre el fondo en donde la profundidad media es 25 metros. Los flujos instantáneos obtenidos son de ~ 30 g/m²/s durante mareas

vivas, mientras que el flujo neto promedio de 15 días es dos órdenes de magnitud menor y está dirigido hacia el exterior del Alto Golfo en todos los niveles de medición.

Los flujos promedio diarios son del orden de 0.3 g/m²/s durante mareas vivas. En cambio, durante mareas muertas, estos promedios son 5 a 10 veces mayores, particularmente cerca del fondo. Este comportamiento extraordinario se atribuye a la formación de una corriente de gravedad precisamente en mareas muertas, cuando disminuye la mezcla vertical por mareas. Esta corriente, reportada recientemente (Lavin, *et al.*, 1998), produce un transporte neto de agua, sal y calor hacia fuera del Alto Golfo. Los datos de este estudio muestran que es un mecanismo importante de transporte de sedimentos en suspensión cerca del fondo y produce una pérdida de material particulado hacia aguas más profundas.

MM-03

FORMACIÓN DE BANCOS DE ARENA: ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TASAS DE CRECIMIENTO EN EL DELTA DEL RÍO COLORADO

Noel Carbajal y Yovaní Montaña

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

Estación Mazatlán A.P. 811, 82000, Mazatlán, Sin.

E-mail: noelo@mar.icmyl.unam.mx

E-mail: yovan@ola.icmyl.unam.mx

Para nuestro conocimiento, no se ha realizado intento alguno para explicar analíticamente la formación de bancos de arena en el Delta del Río Colorado. En este trabajo, el objetivo principal es obtener información básica sobre tasas de crecimiento en su etapa inicial. Para este fin, se aplicó un modelo consistente de tres partes: descripción del flujo de mareas, parametrización del transporte y conservación de sedimentos. Aplicando técnicas de perturbación y una elipse de marea como solución, este modelo permitió estimar las tasas de crecimiento para un amplio rango de números de onda en el plano. De este modo, se obtuvieron las longitudes de onda favorables al crecimiento de bancos de arena. Los resultados concuerdan con patrones de formas de fondo descritos en la literatura sobre el Alto Golfo. El modelo puede ser extendido al estudio de formación de bancos de arena en zonas donde las trayectorias de las partículas de agua, en un flujo de marea, se asemejan a la función Lemniscata.

MM-04

CARACTERIZACIÓN DINÁMICA Y ENERGÉTICA DE LA MAREA EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

García G.M. y Marinone S.G.

Depto. de Oceanografía Física, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

Se construyó un modelo de diagnóstico para estudiar los intercambios de momentum y energía entre corrientes residuales (baja frecuencia) y de marea en el Golfo de California. El análisis de diagnóstico se hizo a partir de los resultados de un modelo numérico bidimensional, integrado en la vertical y forzado en la boca del golfo con los principales componentes de marea. Se encontró que el balance de momentum en la mayor parte del golfo es fundamentalmente geostrófico; la advección y la fricción son importantes en las regiones someras. El balance principal en la ecuación de energía es entre el flujo de energía debido al trabajo

ejercido por la presión y la disipación por fricción de fondo; la parte norte del golfo y la zona de las islas son las áreas en donde se disipa la mayor parte de la energía. Estos resultados se comparan con aquellos en que el modelo de circulación fue forzado únicamente con a) la componente principal lunar (M_2) y b) las dos principales componentes semidiurnas (M_2 y S_2).

MM-05

MEZCLA POR MAREAS EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

E. Beier, Pedro Ripa y E. Palacios-Hernández

Depto. Oceanografía Física, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

Usando un modelo numérico no lineal de dos capas, de las cuales la superficial es inhomogénea, se simula la circulación producida por las componentes de marea M_2 y S_2 en el Golfo de California. Se elige el forzamiento en la boca del golfo que hace que la diferencia entre las observaciones mareográficas y los resultados del modelo sea mínima. Este error global de la predicción se compara favorablemente con el obtenido en otros trabajos, donde se usan modelos barotrópicos. La propagación de la onda barotrópica de marea, en un medio con topografía variable, genera una componente interna (baroclínica) caracterizada por grandes desplazamientos de la interfase y un corte vertical de velocidades. La marea interna es significativa en la región de las islas y en el Golfo Norte de California, con oscilaciones de la interfase del orden de 20 m. Se comparan los resultados del modelo con observaciones de corrientes realizadas durante el año 1995 utilizando un ADCP.

Se resuelve una ecuación de propagación del calor en donde se incluye un término de mezcla por marea proporcional al cubo de la velocidad de la capa de fondo. Se supone que la estratificación en el golfo es causada por un flujo neto superficial del calor y destruida por mezcla vertical causada por energía cinética extraída de la marea. De esta manera se obtiene, en promedio, que la región del Golfo Norte y de las islas está más fría que el resto del golfo en una cantidad similar a la observada.

MM-06

BALANCE DE CALOR Y SAL EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

F.J. Beron-Vera y P. Ripa

Depto. Oceanografía Física, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

El análisis de datos hidrográficos históricos permite definir "cajas empíricas", bien diferenciadas, para modelar el balance de calor y sal en el Golfo de California. Los datos sugieren una división horizontal en tres regiones: una somera, relativamente salina, al norte de las grandes islas; una profunda, bastante mezclada en la vertical, que se extiende aproximadamente sobre el canal de Ballenas; y otra profunda, estratificada, al sur del archipiélago. En las dos últimas regiones, la variabilidad de los perfiles de temperatura y contenido de calor indica una división vertical en, por lo menos, dos sectores. Esta división podría estar definida ya sea por medio de un nivel fijo, o bien, mediante una isoterma fija. Ambas posibilidades se ensayan y se comparan los resultados. Se practican ajustes anuales y se plantea la factibilidad de resolver también la escala semianual.

MM-07

DINAMICA DEL FLUJO SOBRE EL BAJO "ESPIRITU SANTO" EN LA PARTE SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Alberto Amador Buenrostro

Depto. de Oceanografía Física, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

E-mail: aamador@cicese.mx

El Bajo Espíritu Santo se localiza a unas 9 millas náuticas afuera de la Bahía de La Paz, B.C.S. La cima llega hasta 15 metros de la superficie y corresponde a la cumbre de una montaña submarina que emerge desde una profundidad promedio de 600 metros. En noviembre de 1997 se realizó un crucero oceanográfico a bordo del B.O. Francisco de Ulloa con el interés de conocer el efecto que la presencia del Bajo tiene sobre la circulación de la zona. En este trabajo se presentan resultados preliminares de campaña, se describen las principales características del flujo y de los campos hidrográficos locales.

En las secciones de temperatura, salinidad y densidad, se observa la presencia de una capa de mezcla de aproximadamente 70 metros y de una lente superficial de agua menos densa asociada a la presencia del bajo. La sección de salinidad pone en evidencia aguas de diferente origen a cada lado del bajo.

Los perfiles de las corrientes muestran una capa, coincidente con la capa de mezcla, en la que cada perfil es prácticamente uniforme sin variaciones en dirección o amplitud. El promedio vertical de esa capa para cada minuto de datos muestra un flujo hacia el noroeste cerca de la costa sobre el canal y la montaña submarina, en cambio lejos de la costa las corrientes son dominantes hacia el sureste. Esta circulación general coincide con la encontrada por Emilson y alatorre (1997) cuando describen la presencia de un gran giro ciclónico de mesoescala en la parte sur del golfo.

Analizando más a detalle las corrientes sobre el canal y la montaña submarina se puede ver que la dirección dominante es hacia el noroeste con un corte negativo hacia mar adentro lo cual sugiere la influencia de una contracorriente o de un giro asociado a la presencia de la montaña submarina. En este trabajo se analizan ambas posibilidades apoyados con los datos hidrográficos e imágenes de satélite.

OLE-01

ESTIMACIÓN Y MODELACIÓN DEL ESPECTRO DIRECCIONAL DEL OLEAJE EN AGUAS SOMERAS

Francisco J. Ocampo Torres

Depto. de Oceanografía Física, CICESE

Km. 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

E-mail: ocampo@cicese.mx

El avance en la modelación y predicción del espectro direccional del oleaje en aguas profundas ha sido sobresaliente en las últimas décadas. Los adelantos en algunos aspectos teóricos, en metodologías para realizar observaciones y en particular en la capacidad de cómputo han sido decisivos en la implementación de modelos numéricos que operan rutinariamente en muchas agencias meteorológicas.

En las regiones costeras, el oleaje sufre modificaciones y su evolución atiende a fenómenos que induce patrones complejos; su modelación numérica y su predicción adoptan un grado creciente en dificultad.

Se intenta entender mejor este fenómeno haciendo uso, además de un modelo numérico avanzado, de observaciones del oleaje realizadas con sensores convencionales y de estimaciones a partir de imágenes de radares de apertura sintética que funcionan a bordo de los satélites Europeos ERS. A partir de la comparación de los espectros direccionales simulados, con esos estimados a partir de las imágenes, se indica que la evolución del fenómeno puede describirse más detalladamente mediante las observaciones remotas. El espectro estimado a partir de las mediciones convencionales, normalmente es más amplio direccionalmente y sólo ocasionalmente representa casos complejos como espectros bimodales.

OLE-02

ANÁLISIS NUMÉRICO DEL ANCHO DIRECCIONES DEL OLEAJE EN REGIONES CERCANAS A LA COSTA

Rolando S. Vega Puente y Francisco Ocampo Torres

Division Oceanología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

Se realizaron experimentos numéricos con el modelo SWAN (simulación de oleaje en aguas costeras) para diferentes situaciones. Se estudió el comportamiento de la distribución direcciones del espectro de energía de las olas para aguas someras, analizando la influencia de los diferentes mecanismos físicos que actúan como términos fuentes: aporte energético del viento, disipación e interacciones no lineales entre las componentes del espectro.

OLE-03

MODELO DE OLEAJE CERCANO A LA COSTA, QUE UTILIZA IMÁGENES DE RADAR TOMADAS EN ROSARITO, B.C.

Roberto Herrera Charles¹, Juan J. Tapia Armenta¹ y Francisco J. Ocampo Torres²¹ CITEDI-IPN

Av. de Parque No. 1310, Mesa de Otay, Tijuana, B.C.

² Depto. de Oceanografía Física, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

Se presenta un modelo de oleaje cercano a la costa, el modelo se contrasta con imágenes de radar obtenidas en la playa de Rosarito B.C. Las imágenes se tomaron durante los meses de Enero y Febrero de 1998, meses durante los cuales fueron notorios los cambios climáticos ocasionados por el fenómeno del niño en esta localidad.

Las imágenes del radar fueron adquiridas con un sistema desarrollado por el CITEDI-IPN y el CICESE el cual digitaliza y almacena imágenes de la superficie del mar utilizando un radar marino.

OLE-04

PREDICCIÓN DE SERIES DE TIEMPO, APLICANDO REDES NEURONALES ARTIFICIALES

Miguel Angel Pérez Chavarría y Francisco Ocampo Torres

Depto. de Oceanografía Física, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

Recientemente las Redes Neuronales Artificiales (RNA), se aplican en la solución de problemas en diversas áreas de la ciencia, a saber; Control, Reconocimiento de patrones, Procesamiento de imágenes, Predicción, etc. Las RNA's son un sistema de procesamiento de información en paralelo.

El objetivo de este trabajo, consiste en mostrar que las RNA's son una nueva herramienta de procesamiento que debe ser considerada cuando se desea dar solución a algún problema en particular. Como ejemplo, este artículo, intenta predecir una serie de tiempo de alturas significativas de oleaje.

PC-01

RESULTADOS PRELIMINARES SOBRE LA CIRCULACIÓN MARINA EN LA REGIÓN LITORAL DE LOS ESTADOS DE JALISCO, COLIMA Y MICHOACÁN

Gaviño R. Juan H.¹, Gómez N. Enrique C.² y Galicia P. M.A.¹¹ Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas, Universidad de Colima² Instituto Oceanográfico del Pacífico, DGON, S.M.

Se analizan datos de temperatura y salinidad obtenidos con CTD (MARK III), en el mes de mayo de 1996 a bordo del B/O «Altair» en el área delimitada entre los 17-23° latitud Norte y los 102-110° longitud Oeste. Se muestran diagramas de la distribución horizontal de temperatura, salinidad y densidad a niveles estándar, así como la distribución de las velocidades geostroficas en dicha región. Las corrientes geostroficas indican la presencia de dos giros, uno anticiclónico en la parte Noroccidental y otro ciclónico en la parte Suroccidental, los que también se pueden inferir de imágenes de satélite de temperatura superficial del mar, así mismo se observa una corriente costera que fluye hacia el Sur y otra débil adyacente a la anterior en dirección contraria.

PC-02

UNIQUE SOLVABILITY OF THE OIL TRANSPORT PROBLEM

Yuri N. Skiba

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510 México, D.F.

Marine oil transportation has increased enormously in recent years. A heavy oil spill caused by an accident involving oil tanker often has dramatic impact on the environment, and therefore oil transport modelling is of profound practical importance and great scientific interest. However, the mathematical formulation of the model is complicated firstly by the fact that the oil being released into marine environment is subjected to various weathering processes such as spreading and drift, advection and dissolution, evaporation and sinking, etc. In the present work, the propagation of the oil spilling from a damaged oil tanker is considered in a limited sea area allowing a nonzero oil flux through its open boundary. The accident consequences are evaluated by means of direct and adjoint oil concentration estimates in ecologically sensitive zones. A simple oil transport problem and its adjoint are formulated and analyzed. The unique solvability of both the problems is proved in classes of generalized functions satisfying special boundary conditions. It is also shown that each solution of either problem is stable to perturbations in the forcing and initial conditions.

PC-03

OCURRENCIA INTERANUAL DE UNA SURGENCIA EN LA COSTA DE JALISCO, MÉXICO

Ignacio Galindo-Estrada¹, Ramón Solano-Barajas¹ y Alejandro Morales-Blake²

E-mail: galindo@volcan.ucol.mx

E-mail: rsolano@cuica.ucol.mx

E-Mail: mblake@volcan.ucol.mx

¹ Centro Universitario de Investigaciones en Ciencias del Ambiente² Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima

A partir del análisis de la información generada por el AVHRR y el uso de software para el cálculo de la temperatura superficial del mar, desarrollado en el Centro Universitario de Investigaciones en Ciencias del Ambiente de la Universidad de Colima, se observa el desarrollo de una surgencia en las costas del Estado de Jalisco, ubicando la zona núcleo del evento en el área conocida como Cabo Corrientes con una ocurrencia interanual durante los años de 1996, 1997 y 1998, presentándose en los meses de febrero y marzo de cada año, variando en intensidad y duración.

Se presentan resultados del análisis de la temperatura superficial del mar calculada para la zona de estudio; destaca por su magnitud la surgencia que se desarrolló durante 1997, la cual inicia el 10 de febrero con una duración aproximada de 25 días. La TSM mínima calculada en la zona núcleo fue en promedio de 16.5°C, con un gradiente positivo hacia la parte externa de la surgencia de 5°C. En las imágenes utilizadas se observa que las aguas frías tienen una amplia zona de influencia, cubriendo toda la Bahía de Banderas, además, de mostrar un desplazamiento hacia el sur llegando, en algunas ocasiones, a las costas del Estado de Colima.

La presencia de estos eventos en Cabo Corrientes sugiere ser una continuación al sistema de surgencias reportados entre los 60°N hasta los 21°N.

PC-04

ALGUNOS RESULTADOS DEL MONITOREO DE "EL NIÑO" 1997-98 EN EL OCEANO PACÍFICO EN LA COSTA OCCIDENTAL DE MÉXICO

Filonov A.E., Tereshchenko I.E.¹, Monzón C.O.¹, Godínez-Domínguez E., González-Ruelas M.E. y Carrillo-González F.M.¹¹ Departamento de Física, CUCEI, Universidad de Guadalajara.² Centro de Ecología Costera, CUCS, Universidad de Guadalajara.

Se presentan los resultados del análisis de los datos obtenidos por una serie de levantamientos oceanográficos realizados en un Polígono de Monitoreo Ecológico de las aguas en una zona de la plataforma continental de los estados de Jalisco y Colima, el cual se encuentra en estudio por parte del Centro de Ecología Costera de la Universidad de Guadalajara. Los levantamientos se llevaron a cabo una vez al mes durante los años de 1995-1998 con ayuda de un CTD ondulante, el cual se introduce a un fuselaje especial y se remolca con una embarcación a una velocidad de hasta 7 nudos. En menos de un día se realizan hasta 100 estaciones, con una profundidad máxima de 150 m en una malla espacial de puntos que abarcan una superficie de 80x30 km. Los perfiles verticales de la temperatura y salinidad se obtuvieron a través de promediar los datos de los levantamientos oceanográficos del Polígono.

PP-01

SEDIMENTOS MARINOS RECIENTES DE LA PLATAFORMA Y TALUD CONTINENTALES PRÓXIMOS A LA LAGUNA DE ALTATA, SINALOA

María Green Ruiz y Alberto Castro Del Río.
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

Plataforma Continental entre 25 y 105 m de profundidad por medio de draga de almeja, y 7 a 500 m en el Talud Continental mediante nucleador de gravedad. El criterio empleado para la red de muestreo fue la configuración batimétrica, en forma de abanico semicircular con 7 transectos distanciados 10 millas náuticas entre sí.

Cada núcleo fue submuestreado a cada 5 cm y analizado por medio de tamices y método de pipeteo para determinar su granulometría. La distribución espacial en la Plataforma indica áreas de diferente concentración de arenas, en cambio la del Talud, es de limos y arcillas.

Las características de la fracción arenosa mayor de 63 micras, depositada en el Talud ponen en evidencia una sedimentación antropogénica, debido a la presencia de fibras sintéticas, herrumbre y pintura entre otros. Esta facie sedimentaria reciente es de al menos 2 metros de espesor.

PP-02

VARIABILIDAD DECADAL DE LA PRECIPITACIÓN Y LA TEMPERATURA EN EL NOROESTE DE MÉXICO

L. Brito-Castillo, J.A. Ruiz-Hernández, C.A. Salinas-Zavala y
A. Leyva-Contreras
CIBNOR, Unidad Guaymas
A.P. No. 349, Guaymas, 85465, Son., México

Con base en la información climatológica y fisiográfica existente se hace una regionalización, por el nivel de correlación que presentan las series de precipitación y temperatura con las series regionales promedio, del territorio ocupado por los cuatro estados que rodean al Golfo de California. Los resultados muestran un total de 18 regiones homogéneas, 10 en la Península de Baja California y 8 en los estados de Sonora y Sinaloa. Con respecto al carácter de la variabilidad decadal, los resultados del procesamiento de la información mostraron que, en la mayoría de los casos, la longitud de las series es insuficiente para determinar la longitud de los posibles ciclos decadales. En aquellos casos en que el ciclo decadal fue revelado por las curvas de anomalías integrales, su longitud resultó ser aproximadamente igual a 35 años. Los resultados muestran un cambio climático en la precipitación total anual, a partir de 1975, en las regiones localizadas en el norte de la Península de Baja California. Este cambio es congruente con el cambio climático de los 70's que ha sido reportado en la literatura.

PP-03

CRONOLOGÍA DE LA ACUMULACIÓN DE LOS ELEMENTOS TRAZA EN SEDIMENTOS FINOS A LO LARGO DE LA COSTA ORIENTAL DE BAJA CALIFORNIA SUR

E. Shumilin¹, D. Gorsline², E. Nava Sánchez¹, S. Kalmykov³
y D. Sapozhnikov⁴

¹ Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
Av. Instituto Politécnico Nacional, Col. Playa Palo de Santa Rita,
A.P. 592, 23000, La Paz, B.C.S., México

² University of Southern California, Los Angeles, CA, USA

³ Universidad Estatal de Moscú, Moscú, Rusia

⁴ Instituto de Geoquímica y Química Analítica de V.I. Vernadsky
de Academia de Ciencias de Rusia

La cronología de la acumulación de los elementos mayores (Fe, Ca y K), metales y metaloides en 4 núcleos de los sedimentos colectados en el Golfo de California, a lo largo de la costa oriental de Baja California Sur (frente a Santa Rosalía, en la cuenca de Loreto, en cuenca de Alfonso en la Bahía de La Paz y en la plataforma continental frente a San Juan de La Costa en la Bahía de La Paz), fue reconstruida en base de la técnica de fechación con el plomo-210 y del análisis de la activación neutrónica de los elementos en el material sedimentario.

Los perfiles verticales del Ca revelan una tendencia del incremento del contenido de este elemento, en las capas de los núcleos durante las últimas décadas, probablemente debido a los cambios climáticos regionales.

Los registros históricos obtenidos también muestran dos tipos de la influencia antropogénica local:

- El incremento de los contenidos de Zr, Zn y As en las capas del núcleo de sedimentos desde el área de Santa Rosalía, corresponde al período de la existencia de la actividad minera y del procesamiento de los minerales de cobre extraído de las minas;
- Cambios de la razón Ca/Sc (contribución biogénica versus terrígena) en los sedimentos del núcleo colectado en la cuenca de Alfonso de la Bahía de La Paz, coinciden con el tiempo del desarrollo acelerado de la economía y agricultura de la cuenca de drenaje adyacente en los años 1960s-1980s.

PP-04

DETERMINATION OF DECADAL CLIMATIC CYCLES IN RUNOFF FLUCTUATION OF A HIDROLOGIC UNIT

Luis Brito Castillo, Amando Leyva Contreras, Vladislav
Arkadievich Shelutko
CIBNOR, Unidad Guaymas
A.P. 349, Guaymas, 85465, Son., México

A group of 60 runoff and 15 precipitation time-series, every one belonging to a hydrological unit in Southwestern México, in the Pacific watershed is analysed. The internal homogeneity of the time series were tested and then completed for the calculation period by using suitable statistical methods. Three homogeneous regions were defined in the studied zone through correlation matrices. The

climatic decadal cycles were determined with the help of the integrated differences curves. The anthropogenic impact on the runoffs was estimated through the homogeneity curves. The length of the cycles were ranged from 30 to 40 years. The structure of the decadal cycles permitted the estimation of the duration of deficiency, abundance, and normality runoff periods in each region. The cyclical structure of the regional runoffs can be explained by precipitation. The anthropogenic impact was important in the middle of the general stramflow, where the two main streamflows connect through Chapala Lake. It was demonstrated that, in spite of the anthropogenic impact on part of the hydrologic system, it continues to be naturally regulated by climatic factors and still constitutes a hydrological unit. The estimation of the lengths of different phases of the decadal cycle can be used for the management of the regional water resources.

PP-05

PATRONES DE VARIABILIDAD INTERANUAL E INTERDECADAL DE LA CORRIENTE DE CALIFORNIA DURANTE LOS ÚLTIMOS 130 AÑOS EN SEDIMENTOS LAMINADOS DE LA CUENCA DE SAN LÁZARO

B. Olivier y J.C. Herguera

División de Oceanología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

E-mail: bolivier@cicese.mx

E-mail: herguera@cicese.mx

Se presenta resultados de una reconstrucción de la variabilidad física de la circulación oceánica y la productividad biológica para la región meridional de la Corriente de California durante los últimos 130 años. Este estudio está basado en una calibración de la variabilidad de la abundancia y composición de foraminíferos plánticos con la temperatura (variabilidad física oceanográfica) recopilada de un registro instrumental que abarca apenas 45 años recientes (1945-1990) para esta región meridional de la Corriente de California.

En la reconstrucción se utilizó las tasas de acumulación de un grupo de microfósiles calcáreos (foraminíferos plánticos) de tres núcleos de sedimentos laminados de la Cuenca de San Lázaro (CSALA) localizada frente a las costas de Baja California Sur (25.3°N y 112.83°W).

La señal que transfieren los foraminíferos plánticos acumulados y preservados en los sedimentos de la CSALA en términos de paleotemperaturas, abundancia absoluta, diversidad y dominancia de especies cálidas y frías se encontró modulada por la variabilidad característica en el Océano Pacífico Nororiental en escalas de tiempo interanual a decadal, la que a su vez está asociada con los patrones de circulación oceánica característica en esta región meridional de la Corriente de California (eventos de gran escala El Niño, la Circulación del giro subtropical del Pacífico Norte e irradiación solar).

Los foraminíferos proveen una señal coherente con los cambios climatológicos de gran escala en el Océano Pacífico Norte como la intensificación del sistema de baja presión Aleutiano (derivada por la inestabilidad en la interacción océano-atmósfera) documentados durante los últimos 40 años. Posiblemente este es el mecanismo que provocó el decrecimiento en la biomasa de zooplancton en la Corriente de California y la disminución en la acumulación de

foraminíferos plánticos en los sedimentos de la CSALA, aunado al calentamiento de las aguas superficiales de la Corriente de California.

PP-06

ABUNDANCIA DE FORAMINÍFEROS Y ACUMULACIÓN DE CARBONO EN LOS SEDIMENTOS DE LA REGIÓN DE LA PAZ, BAJO GOLFO DE CALIFORNIA

Gladys Bernal¹ y Juan Carlos Herguera²¹ Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC² División de Oceanología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

Los flujos de foraminíferos béticos y plánticos al sedimento se relacionan con la productividad oceánica. Su preservación depende de las condiciones químicas de las cuencas donde se acumulan dichos sedimentos.

Se discute la correspondencia entre la acumulación de Carbono orgánico e inorgánico y la preservación de foraminíferos en los sedimentos de dos cuencas de la margen occidental del Bajo Golfo de California. Asimismo se relacionan dichos patrones con la variabilidad física de la columna de agua, comparando una bahía semicerrada y un ambiente abierto afectado por la circulación del Golfo.

PP-07

SOBRE LA FERTILIDAD DEL MARGEN ORIENTAL DEL PACÍFICO NORTE DURANTE PERÍODOS DE CLIMAS FRÍOS

Juan Carlos Herguera, Gladys Bernal Franco, María Luisa Machain del Castillo y Adolfo Molina-Cruz

División de Oceanología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

El mayor contenido en C del reservorio oceánico unido a la alta eficacia en el secuestro de C orgánico de sus márgenes continentales, en el presente océano estos márgenes acumulan cerca del 90% de todo el C orgánico exportado de la zona fótica, le confieren una importancia estratégica para explicar las variaciones en los niveles de pCO₂ atmosférico. En este trabajo vamos a presentar resultados publicados e inéditos para toda la región de la Corriente de California desde las costas de Oregon hasta Cabo San Lucas y el Golfo de California de la acumulación de ópalo biogénico, Carbono orgánico y carbonato cálcico que nos muestran como ha respondido la sedimentación biogénica esta región a los cambios climatológicos acaecidos a escala Glacial (hace 21 ka) e interglacial (los últimos 10 ka).

A partir de estas evidencias y de la paleohidrografía deducida a partir de registros isotópicos derivados de una colección de testigos/núcleos recuperados de Baja California vamos a discutir los modelos propuestos para explicar los cambios observados en los patrones de sedimentación generalmente recurriendo a la física de los vientos, que a su vez controlan las surgencias derivadas de modelos del clima globales (GCMs), al tiempo que proponemos un nuevo modelo basado en otras evidencias geoquímicas que nos explique esta variabilidad.

TIME-FREQUENCY ANALYSIS OF EARTHQUAKE RECORDS

Huerta-López Carlos I.¹, Shin June Y.², Powers Edward J.² and Roeset José M.³

¹ Depto. de Sismología, CICESE

Km. 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

² Department of Electrical and Computer Engineering,
University of Texas

Austin, Texas 78712-1084

E-mail: june@ece.utexas.edu

E-mail: ejpowers@mail.utexas.edu

³ Department of Civil Engineering, University of Texas

Austin, Texas, 78712-1076

E-mail: jroeset@tamu.edu

The spectral characteristics of stationary time series data are generally portrayed with the aid of the classical power spectrum. This latter spectrum is usually calculated from the fast Fourier transform (FFT) of the time series data. Unfortunately, such an approach provides no temporal information and is thus unsuitable for examining earthquake records which exhibit transient nonstationary behavior. A classical approach to obtaining the desired time-frequency information contained in an earthquake record is to utilize a short time Fourier transform (STFT) which gives rise to a spectrogram which indicates how the energy in the record is distributed over time and frequency. Of course, the uncertainty principle precludes one from simultaneously obtaining arbitrary fine resolution in both time and frequency. In order to overcome various shortcomings associated with the STFT, a class, known as Cohen's class, of time-frequency energy distributions has been developed in recent years.

This class includes the Wigner-Ville (WV), Choi-Williams (CW), and reduced interference distribution (RID). Each possesses certain advantages and disadvantages. The objective of this paper is to compare the performance of these state-of-the-art time-frequency distributions when applied to earthquake records associated with the well known 1985 Mexico City earthquake, and earthquake accelerograms recorded during the years of 1989-1991 in the Mexico City valley. Tradeoffs between time and frequency resolution, suppression of so-called interference terms, and methodologies to portray large dynamic range will be described in detail.

SIS-02

IMPROVED ESTIMATES OF SEISMIC ENERGY AND ITS UNCERTAINTY

Xyoli Perez-Campos and Gregory C. Beroza

Department of Geophysics, Stanford, CA, 94305-2215

E-mail: xyoli@pangea.stanford.edu

The radiated seismic energy is a fundamental source parameter that is estimated from the energy flux as measured from seismograms. It is difficult to estimate the seismic energy because one must be able to correct for source and propagation effects to frequencies well above the corner frequency. The difficulty in estimating seismic energy is reflected in the fact that estimates by different investigators for the same earthquake often vary an order of magnitude.

We have developed an extension of the method described by Boatwright and Choy (1986) to estimate the seismic energy and its uncertainty. This method uses the energy flux measured from the squared velocity spectrum of the P-wave group (P, pP, and sP waves) from teleseisms. Uncertainties, in attenuation, radiation pattern coefficient, and geometrical spreading all contribute to errors in the radiated energy that are strongly non-Gaussian. In addition, seismic energy estimates from individual stations depend inversely on the square of radiation pattern coefficient and are very sensitive to small errors when stations are located close to nodes in the radiation pattern. This occurs frequently for strike-slip earthquakes recorded teleseismically.

We estimate the seismic energy by averaging estimates from individual stations with a weighting scheme that takes into account the sensitivity to errors in take-off angle, attenuation, corner frequency and focal mechanism. The range of acceptable estimates is determined using a Monte Carlo technique that incorporates probable uncertainties in individual parameters used in the energy estimate. This technique leads to estimates that are insensitive to uncertainties in, for example, the radiation pattern. We have used our technique to examine the observation that the apparent stress of strike-slip earthquakes is on average an order of magnitude larger than the apparent stress of dip-slip earthquakes (Choy and Boatwright, 1995). Preliminary results, which are based on a small dataset, suggest that the apparent stress for strike-slip events is higher than for dip-slip events, but that the difference is substantially less than an order of magnitude.

SIS-03

ANÁLISIS DE FUNCIONES DE RECEPTOR EN LA PARTE CENTRO-SUR DE LA REPÚBLICA MEXICANA. MODELADO INVERSO DE LAS OBSERVACIONES CON ALGORITMOS GENÉTICOS Y SIMULATED ANNEALING: ESTIMACIÓN DE LA ESTRUCTURA CORTICAL

Víctor Manuel Cruz-Atienza^{1,2}, Javier F. Pacheco¹ y David Escobedo Z.¹

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

E-mail: victor@jollin.igocfci.unam.mx

² Centro de Investigación Sísmica, F.J.B.S.

Carret. al Ajusco 203, Col. Héroes de Padierna, Tlalpan, 14200, México, D.F.

Se realizó una inspección del banco de datos del Instituto de Geofísica para compendiar los telesismos registrados desde 1994 hasta Marzo de 1998 en las estaciones de Ciudad Universitaria (CUIG), Iguala (PLIG) y Zacatecas (ZAIG). El total de eventos registrados por estación fue de 27 en CUIG, 34 en PLIG y 8 en ZAIG. Las distancias epicentrales de los eventos recuperados caen dentro del rango de manto superior, esto es, con $30^\circ < D < 90^\circ$ y con una magnitud $5.9 < M < 7.1$. Se analizó la distribución y cercanía de los epicentros en cada estación definiendo grupos para llevar a cabo el apilamiento de las funciones de receptor correspondientes a cada uno. En el caso de las estaciones CUIG y PLIG se establecieron cuatro grupos que poseen un back-azimuth promedio de 142.2° , 244.2° , 320.8° y 93.3° respectivamente, para los grupos del uno al cuatro y unas distancias epicentrales de 47.7° , 87.0° , 79.1° y 36.6° asociadas de la misma manera. En la estación ZAIG se registraron menos eventos por lo que únicamente dos conjuntos

podieron definirse. Estos tienen la misma localización promedio que la de los grupos uno y dos de las estaciones antes mencionadas.

Se eligió la estación de Zacatecas como punto de referencia para mostrar la validez de la metodología empleada en las otras dos. Dicha estación se encuentra en una zona tectónicamente más estable y en general menos afectada que la parte centro-sur de la república en donde se encuentra al eje neovolcánico y la subducción de la placa oceánica. Haber comenzado el análisis de las funciones de receptor en una región más transparente, permitió establecer un criterio de comparación para abordar con más elementos las otras estaciones, al conformar un modelo general de corteza de baja resolución para la parte norte del país.

Una vez hechos los apilamientos de las funciones de receptor radiales y transversales en los sitios de C.U. e Iguala, se observó una clara dependencia entre la forma de las curvas y el azimuth de cada grupo. Entonces se buscaron patrones en dichas curvas que fueran regulares y consistentes para inferir, de manera cualitativa, algún agente estructural que justificara dicha dependencia. Así se fueron conformando hipótesis preliminares que ayudaron a encaminar los procesos de inversión llevados a cabo para cada uno de los cuatro grupos de las estaciones CUIG y PLIG. Los modelos obtenidos de velocidades para ondas S y espesores, se obtuvieron empleando de manera complementaria dos métodos de inversión global (Algoritmos Genéticos y Simulated Annealing). Finalmente, se correlacionaron las estructuras arrojadas en cada estación por los cuatro apilados y al mismo tiempo los resultados logrados en cada una de las dos estaciones, integrando o descartando las ideas que se habían manejado hasta entonces durante la evolución del trabajo.

SIS-04

DETECTOR DE EVENTOS SÍSMICOS EN TIEMPO REAL UTILIZANDO REDES NEURONALES

Guada Barráez Carlos

Laboratorio de Geofísica, Universidad de Los Andes,
Mérida, Venezuela

Un Sistema Automático de Adquisición de Datos Sísmicos en tiempo real fue diseñado e implementado en la Red Sismológica Telemétrica de los Andes Venezolanos de la Universidad de Los Andes (Venezuela). El Sistema funciona en una PC que tiene incorporada una tarjeta A/D, una interfaz Ethernet y un programa controlador especialmente diseñado para la detección de eventos sísmicos. El procesamiento de los datos sísmicos se realiza fuera de línea, utilizando otras estaciones en la misma red de área local. En las primeras versiones del Sistema, el programa utilizaba para la detección de eventos sísmicos un algoritmo en el dominio de tiempo del tipo STA/LTA (Short Term Average to Long Term Average). Este tipo de algoritmo tiene la desventaja de detectar como eventos sísmicos los ruidos ambientales (vehículos, tránsito de animales, etc.) e instrumentales (interferencias de radio, mal funcionamiento en las repetidoras, etc.) saturando los medios de almacenamiento. Para disminuir la detección de eventos falsos por el Sistema, se utiliza redes neuronales para el reconocimiento de patrones sísmicos en el dominio de la frecuencia. El algoritmo desarrollado puede operar en tiempo real en una PC con un procesador Intel 486 a 33 MHz. Utilizando esta técnica en el dominio de la frecuencia, se tiene la ventaja de que la detección de los eventos sísmicos no dependerá del nivel de ruido de la señal sísmica, sino de los patrones de la base de conocimientos. La limitación es que no se tiene el tiempo de inicio del evento sísmico necesario para la

localización preliminar del epicentro en forma automática. Por esta razón, se usan conjuntamente los algoritmos de detección en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia.

SIS-05

DIFERENCIAS EN LOS TIEMPOS DE RECORRIDO DE LAS FASES SDIF, SKS Y SKKS BAJO EL OCEANO PACÍFICO

Raúl Valenzuela Wong¹ y Michael E. Wyssession²

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

E-mail: raul@ollin.igeofcu.unam.mx

² Washington University, Department of Earth and Planetary Sc.

St. Louis, MO, 63130-4899, USA

E-mail: michael@wucore.wustl.edu

Hemos usado las diferencias en los tiempos de recorrido entre las fases SKKS-SKS y entre las Sdif-SKS para determinar simultáneamente la estructura de la velocidad a ambos lados del lindero núcleo-manto (LNM). Las diferencias de tiempos se determinan a partir del método de Wyssession et al. [1995] y se obtienen de los registros de desplazamiento mediante una correlación cruzada de SKS tanto con SKKS como con Sdif. Para que la correlación de SKS con SKKS sea significativa se aplican las siguientes correcciones. Se saca la transformada de Hilbert del pulso SKS para tomar en consideración el cambio de fase que ocurre cuando SKKS se refleja en la cara interna del LNM y después se efectúa su convolución con un factor de atenuación que toma en cuenta las diferencias entre las trayectorias. También es necesario hacer una corrección al tiempo de recorrido porque ocurre un cambio en la forma de la onda. Cuando SKS va a ser comparado con Sdif, su factor de atenuación se obtiene de sismogramas sintéticos generados con el método de la reflectividad. Los residuos de los tiempos de recorrido se calculan con referencia de los datos a los sintéticos. Como el núcleo externo es fluido, no contiene heterogeneidades laterales. Por tanto, suponemos que las anomalías en Sdif-SKS se producen en D". Los residuos se proyectan sobre la zona de Fresnel de Sdif, con lo que se pueden evaluar las anomalías de la velocidad para las ondas S. Además, como la profundidad máxima alcanzada por SKS es mayor que la de su correspondiente SKKS, y como las profundidades máximas de ambas fases aumentan a medida que aumenta la distancia, los residuos SKKS-SKS pueden ser usados para determinar la estructura radial de la velocidad en el núcleo externo.

Presentamos los resultados obtenidos al analizar los sismos del 7 de abril de 1995 en Tonga y del 23 de agosto de 1995 en las Marianas. Estos registros provienen de la red de banda ancha Missouri-Massachusetts (MOMA), la cual funcionó de marzo de 1995 a marzo de 1996 [Wyssession et al., 1996]. La red fue integrada con 18 sismómetros portátiles de banda ancha, los cuales fueron instalados en línea recta entre las estaciones permanentes Cathedral Caves, Missouri (CCM) y Harvard, Massachusetts (HRV). La distancia entre estaciones fue de aproximadamente 90 km y la red cubrió una distancia total de 1740 km. Las ubicaciones de las estaciones fueron seleccionadas para estudiar el LNM con sismos del Pacífico sudoccidental.

OBTAINING SOURCE PARAMETERS USING SURFACE-WAVE SPECTRA FOR MODERATE-SIZE EARTHQUAKES

Ortega, Roberto, Akinci, Aybige, Ammon, Charles J. and Herrman Robert B.

Earth & Atm. Sci., St. Louis University
3507 Laclede Av. St. Louis, MO, 63103

Estimating faulting parameters, moments, and depths of moderate-size (magnitude 3.5-4.5) earthquakes is difficult when few observations are available close to the source. Such small-magnitude events do not generate adequate long-period signals for reliable, routine waveform modeling and the shorter-period observations are usually strongly distorted by propagation (this sensitivity to earth structure increases with increasing epicentral distance and frequencies). But the information in the moderate-size events is valuable because there are more events, and hence more information, available in this activity.

We present our work using a technique that combines surface-wave amplitude spectra and near-source (within a few hundred km) time-domain signals to estimate faulting parameters of moderate-size earthquakes. The small size of the events reduces problems associated with waveform and spectral distortions as a result of rupture kinematics, and the events can be effectively modeled as step dislocations. Observed Rayleigh- and Love-wave amplitude spectra constrain the moment, depth, and mechanism of faulting with minimal dependence on the details of the assumed velocity structure. The major features in the near-source time-domain signals are modeled assuming a reasonable velocity structure and provide additional mechanism constraints and add the phase information necessary to remove faulting-geometry ambiguities resulting from surface-wave spectral modeling. We construct optimal least-squares (L2) and robust (L1) matches to the observations using a grid-search algorithm.

SIS-07

ANÁLISIS DE LA FUENTE SÍSMICA DEL TEMBLOR DEL 11/1/1997 (M=7.1), EN LAS COSTAS DE MICHOACÁN, MÉXICO

Miguel A. Santoyo, Shri K. Singh y Takeshi Mikumo
Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

Se estudió el proceso de ruptura del sismo del 11 de enero de 1997, usando sismogramas locales, regionales y telesísmicos. El epicentro fue localizado cerca del poblado de Caleta de Campos en la costa sur de Michoacán a los 102.79°W, 18.06°N.

Este sismo fue reportado por diversos autores como un evento de fallamiento vertical, a una profundidad aproximada de 35 km y una magnitud de M=7.0. Éste, junto con algunos otros eventos de fallamiento normal, (e.g. 15 de enero de 1931, en Oaxaca (M=8) y 10 de diciembre de 1994, frente a Zihuatanejo (M=6.6)) fueron precedidos por grandes sismos someros de fallamiento inverso en la parte superior de la interfaz de la litósfera y ocurrieron muy cerca de la costa, lo cual es inusual para este tipo de eventos.

En un análisis preliminar de los registros a distancias locales y regionales, es claro un fuerte efecto de directividad hacia el sureste. Mediante la inversión de la forma de onda de registros telesísmicos, usando la técnica propuesta por Nabelek (1984), se obtuvieron algunos parámetros de la fuente como el mecanismo focal, momento sísmico, función de tiempo de la fuente, profundidad del evento y directividad.

Para la obtención de las dislocaciones sobre el plano de falla, se determinó primeramente la estructura cortical en diversas estaciones, mediante la modelación de las formas de onda de los registros locales y regionales de banda ancha de la réplica del 16/1/97. Con los parámetros obtenidos anteriormente y a fin de obtener la distribución de dislocaciones sobre el plano de falla, se invirtieron las historias de tiempo del evento principal, mediante la técnica de mínimos cuadrados no negativos y el uso de sismogramas sintéticos calculados con el método del número de onda discreto, (Bouchon, 1979).

Los resultados del análisis telesísmico muestran que el sismo fue de fallamiento casi vertical a una profundidad de 34 km, lo cual sugiere que el evento ocurrió dentro de la placa oceánica subducente. Por otra parte, se observa tanto en los datos locales, como en los regionales y telesísmicos una marcada directividad hacia el sureste ($Az=105^\circ$). Mediante el análisis telesísmico, se obtuvo una velocidad de ruptura entre 2.6 y 2.8 km/seg, y una función de fuente con duración de 15 seg. La distribución de dislocaciones en el plano de falla, muestra la ruptura de varias asperezas, con la principal a unos 25 km al sureste del hipocentro y con una dirección de ruptura similar que la obtenida con datos telesísmicos. La función de tiempo de la fuente obtenida mediante la inversión de datos locales, muestra tres eventos principales, con una duración total de 13 segundos.

SIS-08

RUPTURA DINÁMICA DE LA FUENTE DE UN SISMO DE FALLAMIENTO NORMAL, EN LA PLACA DE COCOS SUBDUENTE

T. Mikumo, M.A. Santoyo y S.K. Singh

Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán 04510, D.F. México

El 11 de enero de 1997, ocurrió un sismo grande (Mw=7.1) de fallamiento casi vertical, dentro de la placa de Cocos subducente, justo bajo la zona de ruptura del sismo del 19 de septiembre de 1985 (Ms=8.1). Registros de aceleración obtenidos cerca de la fuente, junto con datos locales y regionales de banda ancha, sugieren que el sismo comenzó con un evento pequeño de duración entre 1-1.5 seg., y que la ruptura principal inició a 35 km de profundidad, propagándose hacia el sureste por medio de varios subeventos consecutivos. La inversión cinemática de las formas de onda de las 4 estaciones más cercanas a la fuente, muestran una dislocación de 2 a 3 metros concentradas en diversas regiones del plano de falla, donde la mayor parte de la energía liberada se localizó en la parte sureste de la falla.

Se desarrolla un modelo tridimensional (3D) de ruptura dinámica para este evento, en donde se incorpora al modelo, la placa oceánica subducente de alta velocidad, dentro de un modelo de corteza y manto estratificados. En el modelo dinámico, se resuelven las ecuaciones de elastodinámica con un criterio de esfuerzo crítico y se calcula la distribución espacial de las caídas de

esfuerzos dinámicos sobre el plano de falla a partir de las dislocaciones obtenidas en la inversión cinemática. Las historias de velocidades de dislocación en cada punto sobre la falla son también derivadas del modelo dinámico y usadas para calcular los sismogramas sintéticos. Nuestro modelo dinámico revela el rompimiento de diversas asperezas, con caídas de esfuerzos mayores a 150 bares, con un máximo de 220 bares, las cuales son rodeadas por zonas de caídas de esfuerzos menores tanto positivas como negativas. El evento pequeño que precedió al evento principal aparentemente inició con una caída de esfuerzo pequeña, bajo una zona donde los esfuerzos fueron aumentados como consecuencia del terremoto de 1985. Las grandes caídas de esfuerzo estimadas durante la ruptura principal, son significativamente mayores a las obtenidas para la interfase superior de la placa subducente durante el evento de 1985. La diferencia sugiere la existencia de esfuerzos mayores dentro de la placa que en la interfase superior.

SIS-09

ESTIMATION OF SOURCE PARAMETERS FROM INVERSION OF NEAR-SOURCE DISPLACEMENT SEISMOGRAMS, USING A SIMPLE EARTH MODEL

S.K. Singh¹ and M. Ordaz²¹ Instituto de Geofísica, UNAM
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510 México, D.F.² Instituto de Ingeniería, UNAM
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510 México, D.F.

We test the applicability of a point-source dislocation model in an infinite space to invert near-source (epicentral distance roughly equal or less than the depth) displacement seismograms to obtain source parameters of small and moderate earthquakes. The near-field contribution is included in the computation of synthetic seismograms. We assume that the location of the event is known. First, the shape of the source-time function is estimated from the observed seismograms. A grid search is then performed to determine the focal mechanism and seismic moment which minimizes the error between the observed and the synthetic seismograms. Based on the quality of the data, the length of the record of each component to be used in the inversion and its weight is assigned by the user. Tests on synthetic and observed data show that the inversion yields more than one equally acceptable focal mechanisms if only one three-component recordings are available. In such cases, the first-motion polarities or a prior knowledge of tectonics may be required to constrain the solution. For two or more well-distributed recordings, the inversion yields a stable and correct focal mechanism and seismic moment. The method promises to be very useful in the analysis of broad-band, near-source seismograms of small and moderate earthquakes.

SIS-10

DETERMINACIÓN DEL MECANISMO FOCAL PARA EVENTOS MEXICANOS INVIRTIENDO EL TENSOR DE MOMENTO SÍSMICO

Carlos Fuentes y Javier Pacheco Alvarado

Instituto de Geofísica, Depto. de Sismología, UNAM
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510 México, D.F.

Actualmente centros de investigación, como la Universidad de Harvard, determinan los mecanismos focales de manera rutinaria para sismos grandes y moderados ocurridos en todo el mundo. Sin embargo, se generan sismos que por su magnitud el mecanismo focal

no es determinado por dichos centros. El cálculo del mecanismo focal para estos eventos es importante porque pueden aportar información para el estudio de la tectónica de la región.

En México con la instalación de la red de banda ancha es posible obtener el mecanismo focal para eventos moderados a distancias regionales utilizando el tensor de momento sísmico. El tensor de momento sísmico se puede calcular por medio de la inversión de sismogramas de desplazamiento filtrados entre 20 y 50 segundos.

Para automatizar en lo posible el cálculo del mecanismo focal se desarrolló un programa en shell de UNIX el cual agrupa un conjunto de códigos que preparan datos, invierten los sismogramas para determinar el tensor de momento, así como generar gráficos de los resultados.

En un primer estudio se calculó el mecanismo focal para 16 eventos con epicentros localizados a lo largo de la costa del Pacífico mexicano. El número menor de estaciones utilizado para la inversión del tensor de momento fue de cuatro y la magnitud mínima de 4.6 (Mc).

SIS-11

MODELOS DE FALLAMIENTO EN LA FRONTERA DE LAS PLACAS CARIBE Y SURAMERICANA, ORIENTE DE VENEZUELA, POR INVERSIÓN DE MECANISMOS FOCALES

José Choy¹, María Teresa Morandi¹ y Christ Palme de Osechas²¹ Laboratorio de Geofísica, Depto. de Física, Facultad de Ciencias,
Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela² Unidad de Investigación y Educación Sismológica del CRIHES,
NURR, Universidad de Los Andes, Trujillo, Venezuela

Se aplicó el método de inversión de Gephart y Forsyth (1984) a mecanismos focales reportados en la literatura para sismos del oriente de Venezuela y sureste del Caribe. Los eventos fueron separados en tres grupos: a) profundidad intermedia (80km < h < 165km), correspondiente a la zona de subducción comprendida entre el Golfo de Paria y Granada; b) sismos superficiales, cercanos a la falla de El Pilar, comprendidos aproximadamente entre la zona de ruptura del sismo de Cariaco de 1997 y Trinidad; c) eventos superficiales en su mayoría de fallamiento normal, ubicados en una franja de orientación SO-NE y comprendida aproximadamente entre la península de Paria y los 12,5° de latitud norte. Dentro de cada una de las tres áreas mencionadas, las orientaciones de los ejes de esfuerzos principales no varían de forma significativa. Para el grupo a) se encontró que el eje de esfuerzo mínimo tiene una inclinación similar al buzamiento de la placa subducida y un acimut en la dirección O-NO, en concordancia con la suposición de que la subducción está dominada por efectos gravitacionales. Además, la inversión indica que la orientación de los ejes de esfuerzos se mantiene aproximadamente constante entre los 80 y 165 km de profundidad y entre la península de Paria y los 12,5° de latitud norte. Para el grupo b) el acimut del eje de esfuerzo máximo se orienta en dirección S-SE, formando un ángulo alto con respecto al acimut de la zona de fallas de El Pilar (aproximadamente 70°), lo cual concuerda con resultados reportados para otras zonas de fallamiento transcurrente. Los resultados para el grupo c) confirman que los fallamientos intraplaca en esta zona están controlados por la flexión del segmento de la placa suramericana que subduce debajo de la placa del Caribe.

CRUSTAL AND UPPER MANTLE STRUCTURE OF PENINSULAR INDIA AND SOURCE PARAMETERS OF THE MAY 21, 1997, JABALPUR EARTHQUAKE (MW=5.8): RESULTS FROM A NEW REGIONAL BROADBAND NETWORK

S.K. Singh¹, N. Shapiro¹, J. Pacheco¹, R.S. Dattatrayam² and P. Mandal³

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510 México, D.F.

² Instruments Div., Indian Meteorological Department
Shivajinagar, Pune, 411005, India

³ National Geophysical Research Institute
Hyderabad, 500007, India

In the past two years, a permanent network of ten broadband seismographs has become operational in the Indian Peninsular shield region. In this study we analyze the data recorded by this network with two goals: (1) to lay foundation for a quick estimation of source parameters of future earthquakes in the region, and (2) to estimate the source parameters of the destructive Jabalpur earthquake of May 21, 1997 (Mw=5.8), which occurred within the network. Towards these goals, we measure Rayleigh- and Love-wave group velocity dispersion curves in the period range of 10 to 75s and invert these curves to estimate the crustal and the upper mantle structure below the Indian shield region. Our best model consists of a two-layer crust; the upper layer is 14 km thick with a shear-wave velocity (V_s) of 3.55 km/s, the corresponding values for the lower layer are 25 km and 3.85 km/s. V_s for the upper mantle is 4.65 km/s. Based on this structure, we perform a moment tensor (MT) inversion of the bandpassed (0.05-0.02 Hz) seismograms of the Jabalpur earthquake. The best fit is obtained for a source located at a depth of 42 km, with a seismic moment, M_0 , of 7.7×10^{24} dyne-cm, and a focal mechanism with strike 610, dip 640, and rake 740. These source parameters are similar to those previously reported in the literature. A careful examination of the seismograms and modeling of the two closest records reveal that the Jabalpur earthquake nucleated in the lower crust at a depth of ~36 km. It consisted of two subevents separated in time by 0.65s, with the second subevent located ~2 km above the first one. The total source duration was ~1.4s.

We also present a regional magnitude scale for India, which is based on the amplitude of bandpassed (0.08-0.03 Hz) seismograms and is tied to Mw.

SIS-13

SISMICIDAD EN LA REGIÓN DEL ESTADO DE COLIMA, DURANTE 1997 Y 1998

Gabriel A. Reyes Dávila, C. Ariel Ramírez V. y Justo Orosco R.
RESCO, Universidad de Colima

La actividad sísmica en la región del Estado de Colima es monitoreada por la Red Sismológica Telemétrica del Estado de Colima (RESCO), del Centro Universitario de Investigación en Ciencias Básicas de la Universidad de Colima. Actualmente, con doce estaciones sísmicas remotas con sensor de componente vertical y periodo corto, la información es transmitida, vía radio, en la banda

UHF a la estación central de acopio y análisis de datos, donde es registrada analógicamente a tinta sobre papel y digitalmente por medio de una microcomputadora.

En estos dos últimos años, la sismicidad de carácter tectónico en la región ha seguido el patrón registrado por la RESCO desde sus inicios en operación en 1989. Con la mayor parte de la sismicidad concentrada en la parte oeste del Estado de Colima, a lo largo de las costas del mismo y dos zonas más, perpendiculares a las costas de los Estados de Colima, Michoacán y Jalisco. Se destaca notablemente una ausencia de sismicidad en la región comprendida entre estas dos zonas, o Graben de Colima.

Los resultados preliminares de la actividad sísmica registrada durante los dos últimos años, en el área de ocurrencia del temblor de Manzanillo del 9 de octubre de 1995 a las 15:35 TMG, muestran una ligera disminución en dicha actividad, conservándose los patrones mostrados en la sismicidad de 1996.

En cuanto a la actividad sísmica asociada al Volcán de Fuego Colima, se presentan cuatro secuencias sísmicas importantes a partir de mediados de 1997.

Se presenta en este trabajo una descripción detallada de la actividad arriba mencionada.

SIS-14

EVENTOS SÍSMICOS EN EL BLOQUE DE JALISCO

F. Núñez-Cornú¹, G. Reyes-Dávila², C. Suárez-Plascencia, F.A. Nava³, M. Rutz, A. Ramírez² y A. Reyes

¹LabTOA, Universidad de Guadalajara

²RESCO, Universidad de Colima

³ Depto. de Sismología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

Se presenta un análisis preliminar de las características de los sismos con epicentro en la parte norte del Bloque de Jalisco registrados por RESJAL y RESCO durante 1997. De especial interés son los enjambres sísmicos que ocurrieron en el mes de marzo en diferentes áreas de la región, particularmente en la Costa y en el Graben de Zacoalco. Los registros en la estación TUJ, ubicada en el Tuito, de los eventos registrados en el área de Punta de Mita confirman la complejidad de la estructura de la corteza bajo Bahía de Bandejas. En el Graben de Zacoalco, en el área comprendida entre Ameca y Ahuacatlan, se registró un enjambre sísmico del 4 al 10 de marzo; en la estación de San Pedro Lagunillas (SPJ) ubicada a 80 km del área se observa claramente una fase Pn y fases convertidas para estos eventos.

SIS-15

ATENUACIÓN DE LAS ONDAS S EN LA ZONA COSTERA DE JALISCO-COLIMA, MÉXICO

Rosalía García-Arthur¹, F. Alejandro Nava¹, Raúl Castro¹, Carlos Suárez², Bertha Márquez², Francisco Núñez-Cornú³, Roberto Toscano⁴, Francisco Farfán¹ y Tito Valdez¹

¹ Depto. de Sismología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

E-mail: arthur@cicese.mx

² Facultad de Geografía, Universidad de Guadalajara

Ave. de los Maestros, Guadalajara, Jal.

³ Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara
Puerto Vallarta, Jal.

⁴ Facultad de Física, Universidad de Guadalajara
Guadalajara, Jal.

Datos de las réplicas del sismo del 9 de octubre de 1995, M=7.6 ocurrido en la zona de subducción costera de Jalisco-Colima, se utilizaron para obtener estimaciones independientes de la frecuencia Q_s y del parámetro κ , en un rango aproximado de frecuencia de 3 Hz $\leq f \leq$ 40 Hz, como función de la distancia hipocentral r . Un análisis de regresión da por resultado las relaciones:

$$Q_s = 261.397 + 3.198 r \pm 15.536$$

$$\kappa = 0.009651 + 0.000462 r \pm 0.0012$$

La dependencia con la distancia de Q_s and κ es similar a la reportada para las regiones de Oaxaca and Guerrero.

Para el rango de frecuencia observada, nuestros valores de Q_s son ligeramente más bajos que, pero comparables a los reportados para la región de Oaxaca y el NE de Baja California y son significativamente más bajos que los reportados para la región de Guerrero. Así pues, parece ser que la región de Guerrero tiene una atenuación anormalmente baja comparada con la de las regiones aledañas: Oaxaca-Chiapas al SE y Jalisco-Colima al NW.

SIS-16

SOLITARY WAVES PROPOGATING ALONG THE INTERFACE OCEAN-EARTH CRUST CAUSED EARTHQUAKE

G.N. Burlak¹, J. Sánchez-Mondragón¹, S.V. Koshevaya² and V.V. Grimalsky¹

¹ Centro de Investigaciones en Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Av. Universidad No. 1001, Col. Chamilpa, 62210, Cuernavaca, Mor.

² Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica
P.O. Box 51 and 216, 72000, Puebla
E-mail: svetlana@inaoep.mx

The report is devoted to the theoretical investigation of solitons propagating along the interface between the ocean and Earth crust. We consider that the wave of seismic excitation propagates along the interface "liquid-solid elastic substrate" as an internal wave. As the analysis of linear problem shows, dispersion curves of such a wave consists of two weakly coupled branches; this corresponds to slow acoustic-gravitational waves in liquid and essentially more fast acoustic Stoneley (Rayleigh like) ones in substrate, respectively. The experimental data evident for fast Stoneley waves, therefore, we give

an analysis of namely this branch. In this case, the wave dispersion is due to a finite depth of liquid.

Numerical modeling of nonlinear wave equation of this problem for real parameters shows that envelope solitons can be formed at carrier frequencies 0.5 1/sec at the at the distances approximately 2000 km if the depth of ocean is $h = 5$ km. Therefore, these envelope solitons can be observed in the Earth surface. In the real case, also effects connected with the stratification of liquid and the its alternative depth should be taken into account. But the general physical picture of nonlinear wave propagation is mainly determined by physical factors considered higher. As experimental example it is the wave caused by the strong earthquake on August 11, 1969 at 21.27UT in the vicinity of the Kurile Islands which has travelled approximately 5,540 km across the Pacific ocean and has reached Honolulu Hawaii at 21.49 UT. It was fixed the seismogram and Doppler record of this phenomenon.

SIS-17

RUPTURE LENGTH OF OCTOBER 9, 1995 COLIMA-JALISCO EARTHQUAKE (MW 8) ESTIMATED FROM TSUNAMI DATA

M. Ortiz¹, S.K. Singh, J. Pacheco and V. Kostoglodov²

¹ División de Ciencias Básicas e Ingeniería, UAM
México, D.F.

² Instituto de Geofísica, UNAM
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

We analyze tsunami of the great 1995 Colima-Jalisco, México earthquake, recorded in Cabo San Lucas, Baja California Sur, to estimate its rupture length, L . To model the tsunami arrival time, we assume a rectangular source area, oriented parallel to the trench, whose SE limit is fixed at the point of rupture initiation. The NW limit of the source area, i.e., L , is varied between 120 and 200 km. The comparison between synthetic and observed data strongly suggests that L of the earthquake was 160 ± 20 km. This L agrees with those reported in various other studies of the earthquake. It, however, disagrees with a previous study, based on the same tsunami data, which suggested that the rupture may have extended 250 km NW from the epicenter (Tanioka and Ruff, 1996). The cause of this discrepancy is most likely an error in the timing of the records which were distributed to. We conclude that the earthquake only partially ruptured the Rivera-North America plate interface. A 120 km-long segment in the NW extreme of this interface, which apparently ruptured in 1932, remains presently unbroken.

SIS-18

GENERATION OF TSUNAMI WAVES BY DIFFERENT SEISMIC SOURCES

Tatyana I. Yakson

LabTOA, Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara
Puerto Vallarta, Jal., México

Tsunami is considered as a surface wave of interferential type in liquid layer lying on the elastic half-space. Influence of both elastic and gravitational force is taken into account. Tsunami generation problem is solved using an approach where the surface wave spectrum is represented as a product of several multipliers, one of which is the so-called source function dependent on source depth and

mechanism. This approach allows estimating the displacements of ocean surface caused by an earthquake with the seismic moment high enough to generate a tsunami.

I analyzed source functions for two point source mechanisms (dip slip and strike slip on a vertical fault) and also for a distributed source. As expected, dip slip source excites much more intensive tsunami wave than strike slip does. The elastic parameters of the bottom, depth of the source in the half-space, thickness of the liquid layer were all found to affect substantially the tsunami excitation process. Study of a distributed source has shown that the finite size of a source is to be taken into account only in high-frequency range, while in low-frequency range (typical for tsunami) distributed source can be replaced by the point one.

SIS-19

TOWARDS A FAST IDENTIFICATION OF TSUNAMIGENIC EARTHQUAKES IN MÉXICO

Shapiro N.M., Singh S.K., and Pacheco J.

Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

An analysis of regional broadband seismograms of moderate and large subduction-zone earthquakes of México shows that the earthquakes which occur near the trench are abnormally depleted in high-frequency radiation. This observation leads to a simple and fast method to assess regional tsunami potential from earthquakes which occur along the Pacific coast of México. A significant advantage of the method is that a single broadband seismograph is sufficient for the purpose. The method is based on the ratio of the total energy to the high-frequency energy (between 1 and 5 Hz), ER , computed from the seismograms. For earthquakes of same seismic moment, ER is an order of magnitude greater for a source area near the trench as compared to that for areas near the coast. The same seismograms are used to compute energy magnitude, Me , which is tied to the moment magnitude, Mw . A regional tsunami may be expected along the coast if $Me > 6.5$ and ER corresponds to a source near the trench. If, however, ER corresponds to a near-coast source, then Me may have to be greater than about 7.3 for a tsunami of similar size to occur along the coast. The method holds promise for a fast regional tsunami warning in many Pacific basin countries which lack an adequate seismic network.

SIS-20

INTERSEISMIC UPLIFT IN THE GUERRERO SEISMIC GAP, MEXICO

V. Kostoglodov, A. Gorbátov, J. Mimiaga, R. Valenzuela, R.

Peláez, S.I. Franco and J. Andrés Alvarado

Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

The Pacific coast of the Guerrero state of México is recognized as the "Guerrero seismic gap" with a high probability of occurrence of large subduction type earthquake, similar to the $M_s=8.2$ September 19, 1985 Michoacán event. A study of vertical surface deformation (uplift) along the profiles crossing the coast provides an important data for understanding the long-term interseismic process of elastic strain accumulation. Four first order leveling lines are installed in the Guerrero and Michoacán states. These profiles of 10-15 km length are located: south of Acapulco, in the middle of the

seismic gap (Atoyac), in northern part of the gap (Barra de Potosí) and near Playa Azul (the central part of the rupture zone of 1981 and 1985 Michoacán earthquakes). Up to date, one-three year period high accuracy leveling surveys have been carried out on those profiles. Vertical uplift rate across the Guerrero coastal region determined through the changes in repeated leveling surveys indicates that the accumulation of elastic strain is taking place in the gap. The coast of Guerrero is rising and tilting inland. A relative rate of coastal uplift is of 7-10 mm/yr on the base of ~15 km in the Atoyac and Acapulco profiles. These results are compared with the uplift rate distribution calculated from the elastic dislocation model for different subduction thrust fault angles and various widths and locations of the locked zone. The model with the thrust fault angle of 8-10° and the locked zone of 60 km width starting at 20 km from the trench axis gives the best fit to the observed data. This geometry of the thrust fault and the size of the locked zone is in agreement with the seismicity data of the regional seismic network in Guerrero and the subduction interface model based on the gravity anomaly data measured along the same leveling profiles.

SIS-21

ESTUDIOS DE SISMICIDAD LOCAL EN LA SIERRA PENINSULAR DEL NORTE DE BAJA CALIFORNIA

J. Frez C.¹, J. González G.¹, J. Acosta Ch.¹, A. Nava P.¹, M.

Alvarez², G. Arellano¹, J. Carlos V.¹ y R. García A.¹

¹Depto. de Sismología, CICESE

Km 107, Carretera Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C. México

²Centro de Instrumentación IRIS/PASSCAL, Universidad de

Stanford

Stanford CA., E.U.A.

Durante 1997 y 1998 se instalaron sismógrafos portátiles (~12 y ~30, respectivamente) en redes locales (distancias del orden de 10 km) para medir la sismicidad en las partes más activas del Sistema de Fallas de San Miguel. En 1997 el foco principal fue el Valle de Ojos Negros, mientras que el área muestreada en 1998 fue el sector más activo (según la actividad microsísmica previa) de la Falla San Miguel. La instrumentación consiste en equipos REFTEK (prestados por IRIS/PASSCAL), de tres componentes, periodo corto y con grabación digital por disparo. El complejo trabajo de campo es descrito en otra presentación (González et al., 1998). La información proveniente de la red local es complementada por datos de las estaciones de la red regional RESNOM.

La formación de la base de datos presenta problemas fuertes debido al gran número de sismos registrados (un par de miles de eventos, al menos en 6 estaciones). Estos problemas se manifiestan en: el uso de memoria en la estación de trabajo para bajar los datos en formato REFTEK, el control del trabajo de las estaciones, la traducción del formato original a otros que se utilizan en los pasos posteriores, la aplicación de correcciones a las series de tiempo y la selección de eventos en función del número de estaciones que lo registraron. La base de datos resultante es inspeccionada visualmente para elegir aquellos eventos óptimamente registrados con los cuales se hace el análisis preliminar que aquí se reporta. Los sismogramas así, doblemente, seleccionados se cambian de formato para ser leídos en pantalla y formar archivos con tiempos y polaridad de la fase P.

Se entregan detalles de la distribución espacial de los hipocentros y de los mecanismos focales, describiendo las zonas sismogénicas encontradas y sus propiedades. La discusión incluye

el posible significado sismotectónico de las características así determinadas. La información obtenida se complementa con otros datos geofísicos y geodésicos del área de estudio. También se describen algunas peculiaridades encontradas en los sismogramas.

SIS-22

ACTIVIDAD SÍSMICA REGISTRADA DURANTE 1997 EN LA REGIÓN DE LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR

Sergio Mayer-Geraldo, Luis Munguía-Orozco y Arturo Cruz-Falcón

Depto. de Sismología, CICESE

Km. 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

E-mail: smayer@cicese.mx

La Red Sísmica Temporal de La Paz (RESIPAZ) se mantuvo en operación en la zona norte de la Falla La Paz desde el 4 de septiembre de 1996 hasta Diciembre de 1997. Actualmente sólo se mantienen en operación dos estaciones analógicas, cuya información se analiza conjuntamente con información de la estación de banda ancha del Servicio Sismológico Nacional, con el fin de continuar el monitoreo sísmico en la vecindad de la ciudad de La Paz. RESIPAZ estuvo constituida por cinco estaciones analógicas, con sismógrafos MEQ-800, con registro en papel ahumado y sensores Ranger SS-1 de periodo corto (1 seg). Con excepción de los meses de marzo y abril, RESIPAZ registró un total de 1748 microsismos con magnitudes entre 0.5 y 3.4 grados, de los cuales se analizaron solamente los registrados en tres o más estaciones, logrando la localización de 322 eventos. Para 165 de estos eventos el valor del error cuadrático medio de los residuales (RMS) fue menor a 0.3 segundos, y los errores estándar del epicentro (ERH) y de la profundidad focal (ERZ) fueron menores o iguales a 3.0 km, por lo que fueron considerados como los eventos mejor localizados. La gran mayoría de las profundidades focales determinadas oscilan entre 1 y 13 km.

Los resultados de la localización de epicentros indica que en 1997 la actividad sísmica estuvo distribuida principalmente a lo largo de los flancos Este de las Islas La Partida y Espíritu Santo, definiendo un alineamiento con dirección NNW-SSE que se prolonga hasta una zona conocida como Punta Arranca Cabellos, cerca de la estación El Faro. En esta zona se registraron los eventos de mayor magnitud, los cuales alcanzaron magnitudes de hasta 3.4 grados. Durante este año se observó también una clara disminución en la actividad sísmica que se había observado al NE de la estación de La Presa de la Buena Mujer. En este periodo, sin embargo, se detectó actividad sísmica en zonas ubicadas al sureste de la Presa de La Buena Mujer y al norte de la estación de Las Vinoramas. Adicionalmente, se registraron varios enjambres sísmicos, siendo los más relevantes los ocurridos el 19 de enero, con 22 eventos en un intervalo de 8 horas, donde el evento mayor alcanzó una magnitud de 3.2 grados, y el de los días 20 a 26 de septiembre, con 268 eventos y magnitudes menores de 3 grados. Estos enjambres fueron localizados al noreste de la Isla Espíritu Santo.

SIS-23

RESULTADOS PRELIMINARES DE UN TRANSECTO DE ONCE ESTACIONES DE BANDA ANCHA LOCALIZADAS DESDE PUNTA COLONET (BAJA CALIFORNIA) HASTA PUERTO PEÑASCO (SONORA)

Cecilio J. Rebolgar¹, Raúl Castro¹, Luciana Astiz², Frank Vernon², Steve Day³ and Jim Brune⁴

¹ Depto. de Sismología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

² SCRIPPS Institution of Oceanography, UCSD

³ Department of Geological Sciences, San Diego State University

⁴ Seismological Laboratory, University of Nevada, Reno

El propósito de la instalación de once estaciones de banda ancha en un perfil este-oeste a través de Sierra de San Pedro Mártir es estudiar la variación del espesor de la corteza, realizar estudios de atenuación y obtener el tensor del momento sísmico de eventos en las Cuencas Wagner y Delfin. Para llevar a cabo este experimento, reunimos un equipo de las siguientes instituciones: PASSCAL, SCEC, CICESE, UNR, UCSD y SDSU. Las estaciones se instalaron a principios de octubre de 1997 y registraron hasta junio de 1998. Seis estaciones se instalaron desde el Observatorio de San Pedro Mártir hasta Punta Colonet, tres al este del escarpe de la Sierra de San Pedro Mártir, una en la roca Cosaga (encima de la Cuenca Wagner) y una en Puerto Peñasco (Sonora). En esta exposición presentaremos algunos de los eventos registrados a distancias teleísmicas así como también eventos locales. En particular, presentaremos resultados de un evento de magnitud 4.8, localizado al norte de la Isla Angel de la Guarda a una profundidad de 3 km y que ocurrió el 26 de noviembre de 1997.

SIS-24

SEISMIC WAVE PROPAGATION ACROSS THE GULF COASTAL PLAIN OF VERACRUZ, TABASCO, AND CAMPECHE (MÉXICO)

N.M. Shapiro, J. Pacheco, and S.K. Singh

Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

We have studied the crustal structure of the Gulf coastal plain (GCP) of southwestern part of Gulf México, in the region of Veracruz, Tabasco, and Campeche, by analyzing the waveforms produced by 25 earthquakes in southern México and recorded by the Mexican broadband seismic network. A Rayleigh wave group-velocity dispersion curve at periods between 10 and 90 s is measured inside the GCP. At periods less than 30 s, the group velocities inside the GCP are found to be significantly smaller than in other parts of central and southern México. The inversion of the dispersion curve shows that the thickness of the low-velocity sediments in the region may be 16 km or more, which is considerably greater than the previous estimates. This thickness is comparable to the thickness of sediments below the northern margin of the Gulf of México. As a consequence of the large thickness of the sediments, strong anomalies in the propagation of seismic waves is observed in the GCP: the blockage of Lg waves and the amplification of seismic waves, both of which have direct impact on the estimation of ground motions during future earthquakes and in the evaluation of seismic hazard in the region.

EL SISMO DE CHAMPOTON, CAMPECHE, DEL 3 DE JUNIO DE 1998 Y SUS RÉPLICAS

Javier F. Pacheco y Carlos Valdés González

Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

El 3 de Junio de 1998, el Servicio Sismológico Nacional de México, reportó un sismo de magnitud 4.4 con localidad en el Municipio de Champoton, estado de Campeche. Un sismo en esta región, de magnitud 4.4, no es usual. Esta zona se encuentra dentro de la plataforma de Yucatán, que se considera una región estable desde el Paleozoico. Sin embargo, los pobladores ya habían reportado sismos en Agosto y Septiembre de 1997 y en Abril y Mayo del 98. Desgraciadamente, la estación sísmica más cercana que registró el temblor se encuentra a más de 200 km de distancia, lo que impide realizar un estudio detallado del sismo principal. En la localidad, específicamente en el pueblo del Cerrito, se ubicó una estación analógica MEQ-800 que funcionó de manera discontinua desde el 1 de Junio hasta el 1 de Julio, lo que permitió realizar un conteo parcial de la sismicidad. La semana siguiente del sismo se instaló una red sísmica digital portátil de 3 estaciones de banda ancha, consistente en sensores Guralp y digitizadores RefTek. La red se mantuvo hasta que la sismicidad desapareció a fines de Junio. Se pudieron localizar sólo 5 eventos con magnitudes menores o iguales a 1.5. Los sismos se localizaron a una profundidad entre 2 y 7 km bajo la superficie, lo que corresponde a los depósitos terciarios. Los dos mayores sismos registrados, ambos de magnitud 1.5, se utilizaron para obtener el mecanismo focal a través de la inversión de ondas sísmicas. Los resultados indican que la sismicidad se debe a fallamiento tectónico y no a colapso de cavernas (como se podría pensar en esta región). La falla causativa tendría una orientación NW-SE, con dislocación lateral-derecha. Este tipo de fallamiento concuerda con la orientación de los ejes de esfuerzo máximo horizontal determinados en la zona.

SIS-26

LOS SISMOS DE BONAIO Y SAN JOSÉ DE OCOA AGOSTO 1998, REPÚBLICA DOMINICANA

Juan S. Payero¹ y Luis O. Gómez²

¹ Instituto Sismológico Universitario

² Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos

Durante el mes de agosto se produjo un incremento significativo en la sismicidad en la región de Bonaio y San José de Ocoa. Los sismos ocurridos el 10 de agosto parecen representar la activación de la falla de Bonaio, de tipo inversa. La otra zona de importancia sísmica la constituye la región de Ocoa, caracterizada por una alta sismicidad, con eventos de magnitud $2.0 < M_c < 5.0$. Estas zonas se encuentran a unos 120 km de la región donde ocurrió el sismo de 1946, de magnitud 8.0.

Se analizaron más de 60 sismos de magnitud moderada y de profundidad comprendida entre los 5 km y 40 km. Los datos fueron obtenidos por la Red del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos-INDRHI. El estudio del factor Q de la región no muestra un cambio apreciable entre esta época y otros años recientes.

ESTRUCTURA DE LA LITOSFERA DESDE LA LLANURA ABISAL IBÉRICA HASTA EL NOROESTE DE LA PENÍNSULA IBÉRICA

D. Córdoba¹, J.J. Dañobeitia², S. Sandoval¹, R. Bartolomé², M. Cotilla¹, V. Sallarés², A. González², J. Díaz² y Grupo Trabajo ESIGAL-97

¹ Depto. de Geofísica, Universidad Complutense de Madrid
28040, Madrid

² Depto. de Geofísica, Instituto de Ciencias de la Tierra, CSIC
08028, Barcelona

³ Depto. de Geología, CICESE
Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860 Ensenada, B.C.

Desde principios de la última década, hasta la actualidad, se ha llevado a cabo un intenso programa de investigación de la estructura de la litósfera en el NO de la Península Ibérica hasta la dorsal Atlántica. Los estudios más recientes, desarrollados en dos proyectos de sísmica marina, en combinación con registros en tierra, durante 1993 (proyecto IAM: Iberian Atlantic Margin) y en 1997 (proyecto ESIGAL-97: Estudio Sísmico de Galicia y su mar territorial), han aportado importantes datos que reflejan grandes variaciones de espesor de la corteza desde el dominio continental hasta el dominio oceánico. Durante los meses de julio y agosto de 1997, se llevó a cabo un extenso experimento de perfiles sísmicos profundos y sismicidad en el NO de la Península Ibérica y su mar territorial. Como fuente de energía, se utilizó la infraestructura de cañones de aire comprimido del B/O Maurice Ewing, las potentes señales generadas en este buque permitieron obtener registros en tierra de gran nitidez hasta 400 km de distancia desde la costa oeste de Galicia. Se desplegaron 25 estaciones sísmicas portátiles en dos líneas E-O, desde la costa hasta el interior de Galicia, cubriendo una longitud de 150 km en cada línea. Estos perfiles se prolongaron mar adentro con 10 OBS-OBHs. Además, se instaló una red permanente de estaciones en el interior de Galicia (Lugo-Sarria), para registrar simultáneamente la sismicidad de esta región y las señales sísmicas del B/O M. Ewing. Este dispositivo de equipos permitió obtener un buen control de la zona de transición océano continente. En esta área de estudio, el dominio continental se caracteriza por el afloramiento del Macizo Ibérico y el dominio oceánico está constituido por diversos bloques basculados que proporcionan información del periodo previo a la apertura oceánica del Atlántico. En esta zona se ha estudiado, por primera vez, la estructura profunda de la Cuenca Interior de Galicia (CIG) y su transición al continente, con una excelente cobertura de ondas sísmicas reflejadas y refractadas. La profundidad de la Moho se ha controlado bien a partir de las fases PmP y Pn que, además, proporcionan información sobre la existencia de importantes variaciones del espesor de la corteza según una dirección E-O (10 km en 100 km de distancia) desde la parte continental hasta la Llanura Abisal Ibérica y según una dirección N-S. Estos datos están refrendados por un riguroso control de las velocidades de propagación de las ondas P en el manto superior.

ESTADOS DE ESFUERZOS EN LA PENÍNSULA IBÉRICA DEDUCIDOS A PARTIR DE DATOS SÍSMICOS Y GEOLÓGICOS

Herraiz M.¹, De Vicente G.², Lindo R.¹, Giner², Simón J.L.³,
González Casado J.M.⁴, Vadillo O.¹, Rodríguez-Pascual M.¹,
Cicuéndez J.I.¹, Casas A.³, Cabañas L.¹, Rincón P.², Cortés A.³,
Ramírez M.⁵ y Lucini M.⁶

¹ Depto. de Geofísica y Meteorología, Facultad de Ciencias Físicas,
Universidad Complutense de Madrid
E-mail: mherraiz@eucmax.sim.ucm.es

² Depto. de Geodinámica, Facultad de Ciencias Geológicas,
Universidad Complutense de Madrid

³ Depto. de Geología, Universidad de Zaragoza

⁴ Depto. de Química Agrícola y Geología, Universidad Autónoma
de Madrid

⁵ Consejo de Seguridad Nuclear

⁶ Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S.A.

El análisis conjunto de 161 sismos y 733 estaciones geológicas con información meso y microestructural, realizado durante los años 1996-1998 en el marco del Proyecto Sigma, ha permitido dibujar una nueva distribución de los esfuerzos tectónicos actuantes en la Península Ibérica en el Mioceno Superior-Cuaternario y en la actualidad. La metodología seguida ha combinado el Análisis Poblacional de Fallas con técnicas para la obtención del tensor regional de esfuerzos a partir del estudio de mecanismos focales de terremotos.

El estudio ha puesto de relieve la existencia de una compresión NO-SE predominante en toda la Península excepto en los Pirineos Occidentales, donde es principalmente N-S, y en el área del Golfo de Cádiz, donde se orienta en dirección E-O. Esta compresión refleja los esfuerzos generados por convergencia entre las placas Euroasiática y Africana. Los datos de fallas indican también la existencia de otro tensor de esfuerzos minoritario, pero coaxial, con dirección N30-60E. Estos campos primarios se ven acompañados de otros de carácter secundario vinculados con rasgos tectónicos o geológicos específicos.

Los resultados obtenidos permiten afirmar también la continuidad en las principales orientaciones de los campos de esfuerzo en la Península Ibérica desde el Mioceno Superior.

ESTRUCTURA SÍSMICA Y GRAVIMÉTRICA DE LA CORTEZA EN EL NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA

González A.¹, Dañoheita J.J.², Córdoba D.³, Delgado-Argote L.A.¹, Bartolomé R.² y Michaud F.⁴

¹ Depto. de Geología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

² Instituto de Ciencias de la Tierra "Jaume Almera", CSIC, Barcelona, España

³ Depto. de Geofísica, Universidad Complutense de Madrid, España

⁴ Observatoire Océanologique de Villefranche, Villefranche sur Mer, Francia

En este trabajo se estudia la estructura de la corteza en el margen transtensivo del norte del Golfo de California, utilizando datos de sísmica de refracción/reflexión de gran ángulo con una alta densidad de registro (80 m), sísmica de reflexión vertical y gravimetría. Estos datos se obtuvieron en el proyecto CORTES-P96, utilizando un arreglo de cañones de aire comprimido de 50.0 litros (3000 pulgadas cúbicas), remolcado por el B/O Hespérides. Las señales sísmicas generadas fueron registradas simultáneamente por 8 equipos sísmicos portátiles instalados en tierra y por 5 OBS (Ocean Bottom Seismometer) y un cable de registro de 2.4 km en mar. Además, se han registrado a lo largo de los perfiles variaciones de los campos magnético y gravimétrico. Se ha podido definir un modelo detallado de distribución de velocidades de propagación de ondas P, compatible con las densidades en profundidades obtenidas a partir de las anomalías de aire libre.

Se presentan los resultados de la interpretación de un perfil de 270 km de longitud, en dirección NW-SE, desde San Felipe, Baja California, a Tepoca, Son., cruzando la cuenca activa Delfín Superior y la posiblemente inactiva cuenca Tiburón. El modelado sísmico y gravimétrico muestra que la corteza en esta zona está dividida en 4 capas: sedimentos, corteza superior, corteza media y corteza inferior. La cobertura sedimentaria está caracterizada por una Vp de 1.8-2.2 km/s y una densidad de 1900 kg/m³, con un espesor entre 0 y 2.6 km. Los mayores espesores están en la cuenca Delfín Superior. La corteza superior presenta un acentuado gradiente vertical de velocidad desde 4.0 km/s hasta 5.2 km/s, con una densidad media de 2500 kg/m³. El contacto entre corteza superior-corteza media varía entre 3 km, bajo la cuenca Delfín Superior, hasta un máximo de 7 km en la cuenca Tiburón. La corteza media presenta también un fuerte gradiente vertical de velocidad, entre 5.8 y 6.2 km/s. Su densidad promedio es de 2700 kg/m³. En la corteza inferior la velocidad aumenta con la profundidad de 6.5 a 6.8 km/s y su densidad estimada es de 2850 kg/m³. Al contrario que para la corteza media y superior, la corteza inferior presenta un engrosamiento en la parte central del perfil. La discontinuidad entre la corteza media y la corteza inferior, que se encuentra a 11 km de profundidad en el extremo NW del perfil y bajo la cuenca Tiburón, asciende hasta 8 km en la parte central. El espesor medio de la corteza es de 19 km en la zona costera de Baja California y Sonora, observándose un ligero engrosamiento entre las cuencas Delfín Superior y Tiburón. En el manto superior se ha obtenido una Vp de 7.9 km/s con una densidad de 3100 kg/m³. Los mayores adelgazamientos se han obtenido en la cuenca Tiburón (17 km de espesor) y bajo la cuenca Delfín Superior (14 km de espesor).

La diferente respuesta de los parámetros elásticos de los distintos niveles corticales permite explicar el comportamiento tectónico de la zona. Así, la corteza media y superior, más frágil, acomoda la extensión mediante fallas de bajo ángulo y despegues extensionales (cizalla simple), mientras que la corteza inferior presenta un comportamiento más dúctil (cizalla pura). La estructura cortical deducida de la interpretación conjunta de datos de refracción-reflexión de gran ángulo conjuntamente con datos de anomalías gravimétricas favorece la existencia de un rift abortado bajo la cuenca Tiburón.

TECT-02

STRATIGRAPHY AND GEOCHRONOLOGY OF THE TERTIARY VOLCANIC AND SEDIMENTARY ROCKS, IN THE SOUTHERN SIERRA JUAREZ AND NORTHERN SIERRA LAS TINAJAS AREA, IN NORTHEASTERN BAJA CALIFORNIA, MEXICO

Ramón Mendoza-Borunda¹, Gary J. Axen², Hamish Sandeman³, Amabel Ortega-Rivera⁴ and Tracy M. Grover⁵

¹ Depto. de Geología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

E-mail: rmendoza@cicese.mx

² Department of Earth & Space Sciences, University of California, Los Angeles, USA

E-mail: gaxen@ess.ucla.edu

³ Geological Survey of Canada, Ottawa, Ontario, Canada

E-mail: hsandeman@gsc.nrcan.gc.ca

⁴ UNICIT, UNAM

Campus Juriquilla, Qro.

E-mail: amabel@conin.unicit.unam.mx

⁵ Washington State University

E-mail: tgrover@mail.wsu.edu

Stratigraphic and ⁴⁰Ar/³⁹Ar geochronologic studies of Miocene units in the Southern Sierra Juárez and northern Sierra las Tinajas were carried out in order to constraint the Tertiary deformation history of the area and to elucidate their relationship with the opening of the Gulf of California. The study area, located in the northeastern Baja California region (between latitudes 31°45' and 31°55'N and longitudes 115°30' and 115°45') forms part of the southern Sierra Juárez-Sierra las Tinajas-Sierra las Pintas volcanic province. The Tertiary stratigraphy of the area is divided into four informal stratigraphic units, based on age and composition, all of which overlie Cretaceous plutonic rocks of the Peninsular Ranges Batholith. These rocks are, from oldest to youngest: (1) conglomerates-sandstones and basalt flows; (2) andesite-dacite clast rich lahar deposits; (3) compositionally zoned (?) ash-flow tuffs, and; (4) young basalt flows. The sedimentary package of unit 1 consist mainly of a sand supported polymictic conglomerate that is interbedded with -or gradational to- sandstone beds; basalt flows are at the same stratigraphic level of as the conglomerate comprise olivine-augite(?) basalts. The age of the sedimentary rocks and the basalt flows are unknown, however, we can constraint their age to be -early Miocene, on the basis of the age of the overlying lahar deposits (~15.5 Ma), and through correlation with comparable basalts (~21 Ma) having a similar stratigraphic position, in the Valle Chico-Sierra San Felipe area. The Group 2 lahar deposits are characterized by the presence of hornblende and hypersthene porphyritic andesite-dacite clasts, supported in an ashy groundmass with the same mineralogy as the clasts; laser, ⁴⁰Ar/³⁹Ar hornblende plateau ages of 15.38 ± 0.34 Ma and 15.61 ± 0.30 Ma were obtained

for two different andesitic-dacitic clasts from these deposits. A complex Ar-release spectrum was obtained for biotite from the latter rock, yielding an integrated age of 13.84 ± 0.55 Ma and an older, 2-step plateau age of 17.03 ± 0.73 Ma. The biotite is characterized by very low contents of radiogenic argon and is likely chloritized. The ash-flow tuffs of sequence 3 show a vertical change in the phenocryst assemblage. The lower part of the section contains quartz and k-feldspar (sanidine?) as the predominant felsic phases whereas the upper part is dominated by quartz and plagioclase. Biotite is present throughout, whereas hypersthene occurs only in the upper part of the section, apparently associated with the welded domains of the tuffs. The phenocryst content varies from < 5% to 40-50%, increasing up section. A 5-step biotite plateau age of 12.09 ± 0.26 Ma was obtained for this ignimbrite. The young basalts of sequence 4 are olivine-rich with a phenocryst content up to 25-30%; in most of the basalts olivine is the only phenocrystic phase. A whole-rock conventional $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age of 10.5 ± 0.6 Ma was obtained for these basalts. This age is very significant because it constrains the age of the inception of the early extensional phase (proto-Gulf phase), related with the opening of the Gulf of California, to be somewhat after 10-11 Ma, in the study area. This conclusion differs with recent results obtained by others workers in a region ~50 km to the south of our study area.

TECT-03

APATITE FISSION TRACK AGES IN SONORA, MÉXICO: A RECORDING OF BASIN AND RANGE EVENTS AND OPENING OF THE GULF OF CALIFORNIA

Calmus T.¹, Poupeau G.², Defaux T.² and Labrin T.²

¹ Instituto de Geología, ERNO, UNAM
Hermosillo, Son., México

² UPRES-A 5025, CNRS, Université Joseph Fourier, Grenoble, France

New apatite fission track (AFT) ages were obtained from Proterozoic and relict plutonic rocks of western and central Sonora. Presently all samples dated have apparent ages comprised between 36 and 6 Ma.

In the Tiburon island and along the coast between 29° and 30°20'N, several samples have ages in the 36 to 24 Ma range. Optimization of AFT data (apparent ages and confined track lengths distribution) suggests that tracks started to be recorded during the Eocene and that a weak thermal excursion affected these samples about 7-6 Ma. The first event is attributed to the beginning of the regional denudation associated with the early Basin and Range extension, and the second to the Late Miocene reheating related to the opening of the Gulf of California.

Ages comprised between 18 to 15 Ma are associated with tectonic events linked to the evolution of the Basin and Range province, as along the large graben between Hermosillo and Santa Ana, or at the lower plate of the detachment fault of the Mazatan metamorphic core complex.

More recent ages are attributed to the denudation associated to uplift and/or tilting of crustal blocks during the opening of the Gulf of California.

In so far as no sample of the Sonoran batholith yielded Cretaceous or Paleocene AFT age, we propose that the upper

continental crust did not record the Laramide orogeny in this region, even if some Laramide structures are known at the boundary between the Papago and terranes.

TECT-04

EDAD ISOTÓPICA POR K-AR DE GLAUCONITA EN ROCAS SEDIMENTARIAS TERCIARIAS DE LA FORMACIÓN SEPULTURA EN BAJA CALIFORNIA

Miguel Agustín Téllez Duarte¹ y Margarita López Martínez²

¹ UABC, Ensenada, B.C.

² Depto. de Geología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860 Ensenada, B.C.

La Formación Sepultura en su sección tipo consiste de dos unidades litológicamente distintivas: En su base una secuencia de areniscas finas con intercalaciones de arenas fosilíferas, gravas y conglomerados con abundantes pellets de glauconita; y en su parte superior calizas, en las que también se encuentra glauconita diseminada. La edad de la Formación con base a los rangos estratigráficos de microfósiles y macrofósiles ha sido asignada como Paleoceno temprano-tardío para el miembro inferior y Paleoceno tardío para el miembro superior. Sin embargo, las edades asignadas mediante foraminíferos y coccolitos se basaron en identificaciones dudosas de las especies, particularmente de *Morozovella* spp., la cual fue utilizada para constreñir el límite inferior de edad. Además, se utilizó el gasterópodo *Turritella peninsularis*, el cual aparece en toda la sección estratigráfica. Dado la abundancia de glauconita en forma de pellets en el miembro inferior, y de que éstos no muestran huellas de fragmentación por transporte considerable o retrabajamiento de sedimentos preexistentes, se puede asumir que los pellets pueden ser autigénicos o localmente redepositados (perigénicos), y por tanto, potencialmente pueden ser utilizados para fechar isotópicamente la Formación ante la ausencia de rocas ígneas. Por ello, se realizó un fechado por K-Ar de la parte media del miembro clástico que vino a confirmar la edad Paleoceno de la Formación. Lo anterior implica que la glauconita puede ser utilizada para fechar con mayor precisión la secuencia sedimentaria, y a su vez, contribuir a decidir sobre la existencia del controversial límite K-T.

TECT-05

ANÁLISIS DE TECTONOFACIES EN SAN NICOLÁS, BAJA CALIFORNIA SUR

Staines-Urías Francisca y Ledesma-Vázquez Jorge

Facultad de Ciencias Marinas, UABC
Ensenada, B.C.

En el área de San Nicolás, Baja California Sur se localiza una cuenca de origen extensional, donde se realizó la cartografía y levantamiento de columnas estratigráficas en sedimentos correspondientes a abanicos aluviales, con la finalidad de inferir los procesos tectónicos que se sucedieron en ella. Estos sedimentos se encuentran suprayaciendo a bloques de la Formación Comondú, que a su vez se encuentran sobre un basamento granodiorítico.

Utilizando estructuras direccionales se determinaron las paleocorrientes dominantes en busca de patrones divergentes que evidenciaron una migración este-oeste de los abanicos. Los resultados obtenidos fueron corroborados utilizando el tamaño promedio de los clastos, que disminuyó de acuerdo con la dirección de corriente anteriormente establecida (sur-norte).

El análisis mineralógico realizado a muestras obtenidas de los depósitos aluviales (principalmente matriz de los conglomerados) mostró granos muy angulosos, evidenciando un transporte mínimo desde la zona fuente.

Las parasecuencias que conforman a los depósitos del abanico no se encuentran diferenciadas claramente, aunque si es posible observar la migración del depocentro, lo cual indica que la subsidencia que dio origen a la cuenca fue única y no episódica. La zona oeste de la cuenca es la más profunda y es donde el abanico presenta un mejor desarrollo, evidenciando una subsidencia diferencial.

De lo anterior se concluyó que la cuenca se formó por un evento de desplazamiento único, conservando su volumen hasta el Plioceno Temprano; que los depósitos sedimentarios tienen su origen en la erosión del material expuesto en la zona principal de fallas, al sur de la cuenca y que, a pesar de que existe la posibilidad de un desplazamiento a rumbo este-oeste, no fue posible demostrarlo con los datos obtenidos.

TECT-06

RECONSTRUCCIÓN DE LA REGIÓN DE LAS GRANDES ISLAS A PARTIR DE RASGOS ESTRUCTURALES Y DE DEPÓSITOS MARINOS DEL PROTOGOLFO DE CALIFORNIA

Delgado-Argote Luis A., Escalona-Alcázar Felipe y López-Martínez Margarita

Depto. de Geología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

E-mail: ldelgado@cicese.mx

El sistema transforme San Andreas-Golfo de California que dio lugar a la formación del Golfo está activo desde finales del Mioceno Tardío (5-6 Ma). Existen evidencias que indican incursiones marinas en lo que se ha llamado proto-Golfo desde el Mioceno Medio prácticamente en toda la margen peninsular del Golfo. Los reportes sobre la distribución de moluscos indican que para finales del Mioceno Medio la influencia marina se extiende hacia el norte hasta el Salton Trough. Durante ese tiempo la actividad volcánica de arco estaba ampliamente distribuida en la misma región. Durante y después del volcanismo del Mioceno Medio se desarrolló una serie de horsts y grabens que se han asociado a la extensión del Basín and Range. Las secuencias fosilíferas más antiguas reportadas del Terciario se encuentran en Isla Tiburón, donde los sedimentos del Mioceno Medio presentan fauna sublitoral interestratificada con flujos de detritos volcánicos y cubiertos por flujos de cenizas. La edad de los flujos de detritos se reporta en 12.9 ± 0.4 Ma y la asociación faunística es similar a la descrita en la cuenca de El Boleo, en Santa Rosalía, Baja California Sur. Cerca de esa región, en San Ignacio, el Basalto La Esperanza de ca. 10 Ma se depositó sobre depósitos marinos emergidos. Los ambientes que se han definido para el protogolfo en esas regiones son someros de afinidad caribeña.

En este trabajo se describen dos localidades de Bahía de los Angeles y otras en las islas Angel de la Guarda y San Lorenzo. Estos afloramientos son importantes pues no hay reportes que indiquen la presencia de depósitos marinos en el occidente del Golfo entre San Ignacio y San Felipe. En la parte centro occidental

de Isla Angel de la Guarda se fechó por el método K-Ar un derrame de dacita en 18 Ma interestratificado con sedimentos fosilíferos que infrayace a tobas que puede ser correlacionable con una secuencia volanosedimentaria marina de la zona El Paladar de la porción suroccidental de la misma isla. En Isla San Lorenzo, se reconoció una secuencia de areniscas y areniscas conglomeráticas fosilíferas (corales y bivalvos) interestratificados con tobas, muy similares a los descritos en El Paladar. En la Península, en ambos lados de la Sierra Las Animas, se cartografió una andesita de edad K-Ar de 18.8 Ma con horizontes intercalados de conglomerados y areniscas. Estas unidades volcánicas y sedimentarias del Mioceno Temprano representan las unidades litológicas más antiguas en las que se tienen evidencias de incursión marina en el Golfo.

Se presenta una reconstrucción de la región de las grandes islas con base en la información existente sobre las estructuras de cuencas y fallas a fin de mostrar la posible ubicación de las líneas de costa durante el Mioceno.

TECT-07

RECONOCIMIENTO GEOLÓGICO DE LA PARTE CENTRAL DE ISLA SAN LORENZO, GOLFO DE CALIFORNIA

Escalona-Alcázar F.J. y Delgado-Argote L.A.

Depto. de Geología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

E-mail: escalona@cicese.mx

En el Arroyo Las Águilas, en la parte centro-occidental de la Isla San Lorenzo, la secuencia estratigráfica está constituida por un basamento cristalino de tonalita de biotita cubierto en forma discordante por una arenisca de origen marino, bien consolidada, de grano fino a grueso. El contacto superior de las areniscas es gradual hacia un conglomerado polimítico formado en parte por estratos de 30 cm de espesor con fósiles de bivalvos. El conglomerado tiene matriz de arena gruesa y los clastos son subangulares a subredondeados, pobremente clasificados. El contacto superior del conglomerado gradúa hacia otra arenisca que contiene capas de yeso, cuyo espesor total varía de 3 a 5 m. Localmente, la arenisca está cubierta por depósitos tobáceos y en el contacto inferior contiene fósiles de bivalvos. El contacto superior es erosional con la arenisca. Cubriendo a las areniscas en contacto discordante, y ocasionalmente por falla, se encuentra un derrame andesítico-dacítico, que en la parte inferior está brechado y en la superior es masivo. El derrame está cubierto en forma discordante por un flujo piroclástico que contiene fragmentos de arenisca y pómez. Cubre al flujo piroclástico y a un domo dacítico cercano un derrame de composición andesítica, cuya parte superior está brechada. La parte superior de la secuencia está formada por una unidad de flujo piroclástico constituida por abundantes fragmentos de andesita, de diámetro que varía de 20 cm a 1 m.

La secuencia completa está cortada por fallas dextrales con orientación NE-SW y componente normal, las fallas normales y sinistralas son escasas.

TECT-08

CARACTERIZACIÓN DE LA FRANJA COSTERA ENTRE PUERTECITOS Y BAHÍA DE SAN LUIS GONZAGA, BAJA CALIFORNIA, APOYADOS CON IMÁGENES MULTIESPECTRALES

A. Hinojosa-Corona, A. Martín-Barajas y M.C. Noyola-Medrano

Depto. de Geología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

La zona costera comprendida entre la localidad de Puertecitos y la Bahía de San Luis Gonzaga, es una franja de 100 km de longitud del Golfo de Cortés en la península de Baja California, donde en la parte Norte existen mesetas desarrolladas en depósitos volcánicos del Mioceno-Plioceno, basculados hacia el Este y fuertemente disectadas por fallas con orientación Norte-Sur y por arroyos que desembocan hacia el Golfo siguiendo un patrón escalonado. En la parte Sur, aflora el batolito peninsular con rocas graníticas y remanentes de rocas metamórficas. En esta zona se ubican las Islas Encantadas de las cuales la Isla San Luis es un domo volcánico activo. También existe evidencia por parte de pescadores de actividad volcánica submarina, ya que han experimentado la brusca volcadura de sus redes de arrastre y observado la presencia de mamíferos marinos con sus pieles quemadas. Se presentan los resultados preliminares de un proyecto a dos años (98-99) financiado por el Sistema de Investigación del Mar de Cortés (SIMAC) y por el Municipio de Ensenada, cuyo objetivo es caracterizar litológica y morfológicamente la franja costera por medio del análisis de imágenes multiespectrales y su integración con otras fuentes documentales en un sistema de información geográfica que eventualmente se utilizará en el ordenamiento del territorio y planeación del desarrollo. Esta caracterización está programada en dos fases, primero una general utilizando una imagen LANDSAT TM y después una con mayor detalle, apoyados con la toma imágenes del sensor remoto MASTER en un sobrevuelo de la zona. El sensor MASTER cuenta con 51 canales espectrales, que abarcan desde el visible hasta el infrarrojo termal (0.44 a 13.0 micrones). El vuelo está programado para Septiembre 1998, con una altura que permitirá adquirir imágenes con 5 m de resolución espacial. Este es un proyecto en colaboración con colegas de JPL/CALTECH quienes buscan estimar el riesgo volcánico de la zona, apoyados con las imágenes del sensor remoto MASTER. Se presentan los resultados de la caracterización general, utilizando una imagen LANDSAT TM y su integración con un modelo digital de elevación para el análisis geológico y geomorfológico. Para el análisis se elaboraron espacio mapas, escala 1:50,000 y 1:100,000 además de vistas en perspectiva y pares estereográficos sintéticos.

TECT-09

STRUCTURAL GEOMORPHOLOGY OF THE ALARCON SPREADING AXIS

P. Lonsdale¹ and the Alarcon Working Group

¹ Scripps Institution of Oceanography
San Diego, California, USA

The closest active spreading axis to the Mexican coast, and the nearest part of the East Pacific Rise crest to any land, is the Alarcon spreading segment, north of Tamayo transform fault and just 85km from the coast of Baja California Sur. Part of this 55km-long segment has an unusually shallow axial ridge, rising 1000m higher

than the spreading axis south of Tamayo transform, and there are large central volcanoes (e.g. Alarcon Seamount) that have grown on crust less than 1m.y. old. In contrast, the northeastern end of the spreading axis, adjacent to the thinned continental crust west of Mazatlán, has been smothered with turbidite sediments and has a structure more like that of spreading centers further north in Gulf of California basins.

Despite its unusually variable topography and its convenient near-land location, there have been few studies of the Alarcon rise-crest. In October 1998, prior to a rock and sediment-sampling program that will be reported elsewhere, we made a multibeam bathymetry and side-scan survey of the spreading axis and adjacent sea-mounts, using a Seabeam 2112 sonar. Results of this survey can be used to investigate the effects of sediment deposition and contact with continental crust on the structure of an oceanic spreading center, and as a base map to plan future experiments on the rise-crest

TECT-10

IMÁGENES SÍSMICAS DE LA CUENCA ALARCÓN, SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA

A. González¹, P. Lonsdale², J.G. Sclater² y Alarcón Working Group

¹ Depto. de Geología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

² Scripps Institution of Oceanography
San Diego, CA., USA

En este trabajo se presentan las primeras imágenes sísmicas obtenidas durante un crucero realizado en la cuenca Alarcón, en el sur del Golfo de California. Este crucero se llevó a cabo recientemente, al final del mes de Octubre del presente año, utilizando el buque oceanográfico Roger Revelle, del Instituto Oceanográfico Scripps.

Durante la primera parte de este crucero se obtuvieron diferentes datos: sísmica monocal, batimetría de alta resolución (SeaBeam), gravimetría y magnetometría.

Las imágenes sísmicas que se muestran fueron obtenidas utilizando un cañón de aire comprimido G1 como fuente de energía y registradas por un sistema de cable de registro monocal. Como complemento, también se utilizó un sistema de 3.5 kHz que permite una mayor resolución, aunque su rango de penetración es inferior.

El propósito de estas investigaciones es el estudio de la historia geológica reciente del movimiento entre las placas del Pacífico y Norteamérica, mediante el estudio multidisciplinario detallado del centro de extensión de la cuenca Alarcón.

ESTRUCTURA CORTICAL DESDE EL MARGEN MERIDIONAL DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA HASTA EL BLOQUE DE JALISCO (MARGEN OCCIDENTAL DE MÉXICO)

Dañoibeitia J.J.¹, Bartolomé R.¹, Córdoba D.², Graindorge D.², Canales J.P.⁴, F. Núñez-Cornú⁵, Delgado-Argote L.⁴, Díaz J.¹, Gallart J.¹, F. Michaud³ and Ph. Charvis³

¹ Depto. Geofísica, Instituto de Ciencias de la Tierra, CSIC, Barcelona, España

² Depto. Geofísica, Universidad Complutense de Madrid, España
³ ORSTOM, Villefranche sur Mer, Francia

⁴ Dept. Geology & Geophysics, WHOI, MA 02543, USA

⁵ CUC, Vallarta & DGOT, Universidad de Guadalajara, México
⁶ Depto. de Geología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

Durante el Proyecto **CORTES-96** mediante el B/O Hespérides, se realizó una transecta geofísica de más de 300 km desde Puerto Vallarta hasta Los Cabos (extremo meridional de Baja California), donde se adquirieron nuevos datos de sísmica de reflexión multicanal, batimetría multihaz, gravimetría y magnetismo. Además, la señal sísmica se registró simultáneamente, a lo largo de un perfil de sísmica de refracción y reflexión, en 5 sismómetros marinos de profundidad, situados a ambos lados de la Dorsal Oriental Pacífica (EPR), y en estaciones portátiles dispuestas en la Península de Baja California y en las islas Tres Marias. Esta distribución de datos nos ha permitido definir la variación lateral de la corteza desde la zona de acreción de EPR (22°N) hasta el contacto con el basamento continental de las placas Rivera y Pacífica.

La isocrona más oriental identificada en el área es la anomalía 2A (3.5 Ma), próxima a la Dorsal María Magdalena (MMR). A lo largo del perfil multicanal la sedimentación es escasa y nunca superior a 700 m, en consonancia a la edad de la corteza y a la baja tasa de sedimentación. En concreto, cerca del MMR la baja sedimentación junto con la alta reflectividad observada en las sonografías, sugiere un corteza tipo oceánica, en lugar de continental como ha sido propuesta por diferentes autores. Esto es corroborado por los modelos de velocidad/profundidad de las ondas P y los modelos gravimétricos que confirman que el límite entre corteza continental y oceánica está situado más hacia el este (más próximo al margen Pacífico Mexicano). La integración de los distintos tipos de datos a lo largo de la transecta ha permitido definir la arquitectura en el contacto entre la corteza oceánica generada en el EPR y la corteza de la placas Pacífica y de Rivera.

GEOMETRÍA Y ESTADO DE ESFUERZOS DE LA PLACA DE RIVERA BAJO EL BLOQUE DE JALISCO

Alejandro Hurtado¹, Jaime Domínguez¹, Gerardo Suárez¹, John VanDecar², Randy Kuenhel², Sean Solomon² y Gabriel Reyes³

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

² Department of Terrestrial Magnetism, Carnegie Institution of Washington

³ RESCO, Universidad de Colima

Se analizó la sismicidad registrada por la red temporal instalada por la UNAM y Carnegie Institution compuesta por 11 estaciones de banda ancha, la cual funcionó por un periodo de 5 meses. Se observan tres zonas principales de concentración de los sismos. En la primera zona se muestran sismos interplaca entre los 5 y 25 km de profundidad. La segunda zona muestra sismos intraplaca en el Bloque de Jalisco, a profundidades de 5 a 25 km. En la tercera zona se observan sismos por debajo de los 40 km de profundidad, dentro de la placa de Rivera.

La red temporal permitió determinar mecanismos focales con polaridades de primeras llegadas. Los sismos interplaca presentan mecanismos esperados para las zonas de subducción activas (inversos). La sismicidad cortical (sismos intraplaca) presenta mecanismos de tipo normal. Graficando los ejes T de estos mecanismos se observa que la dirección de estos es acorde a la dirección de subducción de la placa.

Se observa una sismicidad cortical al NW del volcán de Colima que indica la existencia de deformación en el bloque de Jalisco, deformación que no se presenta en otras zonas del país. Por otro lado, se generaron curvas de isopropiudad que muestran la ubicación de los volcanes de Colima, Ceboruco, Laja y Navajas entre las curvas de 120-160 kilómetros de profundidad. Se observa también que entre las curvas de 80-100 km de profundidad se presentan volcanes como el campo volcánico de Mascota y San Sebastián los cuales no los podemos asociar con la subducción de la placa.

La geometría de la subducción de la Placa de Rivera bajo la Placa de Norte América muestra un ángulo inicial de ~13° hasta los 20 km de profundidad incrementándose gradualmente a ~46° bajo los 50 km de profundidad.

LATERAL VARIATION OF SEAFLOOR ROUGHNESS NEAR THE TRENCH AND LARGE EARTHQUAKE OCCURRENCE ALONG THE NORTHERN SEGMENT OF THE MIDDLE AMERICAN TRENCH

Carlos A. Mortera-Gutiérrez, William L. Bandy and Vladimir V. Kostoglodov

Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

The lateral variation in surface roughness of the subducting plate along the western margin of MÉXICO is examined in correlation with the mode of large-earthquake occurrence along the northern segment of the Middle American Trench (MAT). From the seafloor topography derived from satellite altimetry and topographic profiles,

the occurrence of large earthquakes correlates with regions where the surface roughness of the ocean bottom near the trench is greater. Along the MAT, the seafloor roughness near the trench is greater to the east and west of the Guerrero Seismic Gap (GSG) region. In the Jalisco-Colima-Michoacán segment, west of the GSG, horsts and grabens trending diagonal to the trench dominate the ocean bottom roughness near the trench. In the Guerrero-Oaxaca segment to the east of GSG, the seafloor roughness contains linear trends of fracture zones striking nearly normal to the trench.

The region where the ocean bottom is relatively smooth along the MAT coincides with the region of seismic quiescence along the Guerrero coast. It has been proposed for the Japan Trench where the seafloor roughness is smooth that the subducted seafloor form a homogeneous, strong contact zone in the plate interface and that the seismogenic zone extends to greater depths. Therefore it is expected that large thrust earthquakes should occur in the deeper part of the seismogenic plate interface (e.g. 1968 Tokachi-oki event). However the reverse is observed for the Mexican subduction zone. In the GSG region, it is observed that no large earthquake have occurred along the plate interface zone.

Whereas in the regions of rough surface along the Japan Trench, the subducted structures (e.g. horsts and grabens, seamount chains and fracture zones) create zones of sufficient contact with the overriding plate at shallow depths of the plate interface zone, causing large tsunami-earthquakes (e.g. 1896 Sanriku event) and large normal-faulting intraplate events (e.g. 1933 Sanriku event). Both areas of rough-seafloor along the MAT correlate well with regions where: (1) large normal intraplate earthquake have occurred in the subducting plate (e.g. 1997 Michoacán event of Mw 7.1), (2) large underthrust earthquakes have occurred in the shallow region of the plate interface zone (e.g. Jalisco 1932 event with a magnitude of 8.1, 1957 San Marcos of Mw 7.8, 1995 Colima-Jalisco event of Mw 8.0), and (3) tsunamis have been seismically generated (e.g. 1978 Oaxaca event of Mw 7.8, 1985 Michoacán event of Mw 8.3, 1995 Colima-Jalisco event of Mw 8.0).

TECT-14

STRUCTURE OF THE SOUTHERN JALISCO SUBDUCTION ZONE AS INFERRED FROM SEISMICITY AND GRAVITY

W. Bandy, A. Hurtado, V. Kostoglodov, and M. Mena
Instituto de Geofísica, UNAM
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

A 2-D reference model for the structure of the Jalisco subduction zone is constructed from gravity and seismicity data. It extends eastward from the EPR to a point located just south of Guadalajara. The model intersects the coastline near Barra de Navidad and crosses the area where the great Jalisco-Colima earthquake of October 9, 1995 occurred. The gravity data used to compute the model consists of Complete Bouguer Anomaly values onshore and Free-Air values offshore. The Free-Air values were determined from a published 2' x 2' grid of satellite altimetry data. The southern area of the Jalisco subduction zone was chosen as the area in which to develop the reference model because (1) the seismicity, both the background seismicity and the distribution of the aftershocks of the October 9, 1995 event, constrain the dip of the subducting oceanic lithosphere and (2) the structure of this region is not influenced by any significant volcanic activity.

The reference model consists of an upper mantle unit, an oceanic lithosphere unit, and a unit representative of the continental crust of the Jalisco Block. The seismicity constrains the dip of the subducting lithosphere to be 15 degrees between the trench axis and 100 km inland of the trench axis and 45 degrees further inland. The density of the upper few kilometers of the subducting slab is modeled to increase at a depth of 20 km to account for a possible phase transition from basalt to eclogite. The crust of the Jalisco block is modeled as a two layer unit with an average thickness of 40 km. To fit the long wavelength trend, we needed to incorporate into the model a broad zone of lower-than-normal upper mantle density centered under the EPR. The need for this is perhaps reflective of a broad zone of partial melting under the EPR as is observed elsewhere.

The reference model should prove useful as a starting point for more detailed investigations of the subduction zone structure along the coast of Jalisco, particularly for studies along the northern part of the Jalisco subduction zone where there exists a low level of seismicity.

TECT-15

IMPLICATIONS OF CONTINUING POSTSEISMIC MOTION OF THE JALISCO/COLIMA REGION FOLLOWING THE 9 OCTOBER 1995 (MW=8) MANZANILLO EARTHQUAKE

Wallis Hutton¹, Chuck DeMets¹, Osvaldo Sánchez², Joann Stock³
and Gerardo Suárez²

¹University of Wisconsin

²Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

³CALTECH

The Jalisco GPS project was designed to enhance our understanding of subduction along the Rivera/Cocos-North American plate boundary zone. Members of the project, including investigators from the University of Wisconsin, Caltech, and UNAM have been monitoring deformation associated with the seismic cycle in this region since 1995.

Yearly GPS measurements in the Jalisco/Colima area following the 9 October 1995 (Mw=8) Manzanillo earthquake show continuing postseismic motion ranging from 18-84% of the coseismic slip. Postseismic displacements, as expected, are decaying rapidly, with an approximate logarithmic decay constant of less than five years. This short time constant implies, in turn, primarily elastic behavior of the bounding plates. Based on the observed decay in year-to-year displacements, we expect interseismic conditions, in the form of margin-normal strain accumulation, to prevail within the next year.

In addition to describing the temporal aspects of postseismic displacements, we plan to discuss early results from a rigorous solution for the distribution of postseismic slip along the subduction interface as a function of time.

TECT-16

MAPPING THE SUBDUCTING COCOS PLATE ALONG THE TRANSECT ACAPULCO-CUERNAVACA (MÉXICO) FROM MAGNETOTELLURIC MEASUREMENTS

M. Pareja-Lopez¹, J.A. Arzate¹, A. Jording² and H. Jodicke²¹ Instituto de Geofísica, UNICIT, UNAM
Juriquilla, Qro., México² Institut für Geophysik, University of Muenster, Germany

A dipping conductor in the lower crust, deduced from magnetotelluric measurements, is directly associated to the interface of the subducting Cocos plate and the overriding North American Plate. The interpreted depth to the top of the conductor vary from 23 km at the coast to about 70 km below the city of Cuernavaca, located approximately 220 km NE from the coast line. The conductor slips at around 19 degrees changing its slope 100 km continent wards to less than 5 degrees. A similar geometry was observed along a parallel magnetotelluric traverse about 200 km to the south done previously.

The presence of a well defined conductor appear to be related to mineralized fluids dragged at lower crustal depths above the oceanic plate in graben-like structures. Lower crust conductors related to convergent margins have been associated else were to silica precipitation layers above the subducting plate. However, the subduction of the oceanic plate in south western México exhibits an unusually low thermal flow, which makes unlikely migration to shallow depths.

According to the geological description of the area, the MT data along the studied profile were acquired across three tectono-stratigraphic terranes of diverse origin and age. The analysis of transfer functions along the transect laid open the possibility to use magnetotelluric measurements to locate the tectonic boundaries among the terranes, based on the sensitivity of the method to the different conductivity structures. The present results are consistent with the location given in the literature of the boundaries of the Xolapa-Guerrero and Guerrero-Mixteco terranes occurring between stations CAGE and ACAH, and PLAO and BUEN respectively. However, the obliquity of the former contact and the present station spacing (10 to 20 km) prevent the definition of the later contact zone with major precision.

TECT-17

THE PHYSICOCHEMICAL HISTORY OF THE EARTH AS AN INTERMEDIATE PLANET

Jaime Keller

Facultad de Química, UNAM
A.P. 70-528, 04510 México, D.F.
E-mail: keller@servidor.unam.mx

We define an intermediate size planet as a celestial body with initial characteristics of mass and size larger than the earth planets and smaller than jovian planets. We show that this body is both physically and physicochemically unstable, evolving to a final state corresponding to the actually observed state of one type of earth planet. We suggest that if the solar planets had either a similar or common origin the present earth planets could have initiated as intermediate planets.

We then reconstruct the physicochemical history of an intermediate planet as defined above, which has at some stage the actual characteristic of the earth-moon system.

TG-01

GEOCHRONOLOGICAL CONSTRAINTS FOR TESTING CONTROVERSIAL PALEOMAGNETIC AND GEOLOGICAL MODELS ON THE TECTONIC EVOLUTION OF THE PENINSULAR RANGES PROVINCE

Maria Amabel Ortega Rivera

Department of Geological Sciences, Queen's University, Kingston,
Ontario, K7L 3N6, Canada

Instituto de Geología, UNICIT, UNAM

A.P. 15, Juriquilla, 76220, Qro., México

E-mail: amabel@conin.unicit.unam.mx

A compilation of existing age data (Peninsular Ranges and western México), and new age determinations ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ step-heating dates) on various plutons of the Peninsular Ranges batholith, provide geochronological constraints for testing controversial paleomagnetic and geological models on the tectonic evolution of the Peninsular Ranges Province and therefore, southwestern North America. The controversy involves different perceptions of the geologic development of western México and southernmost California derived from paleomagnetic and regional geology. Whereas the geological data and plate tectonic reconstructions seem to indicate a northward motion with respect to the rest of North America since the Cretaceous, of between 300 and 500 km, paleomagnetic data suggest much greater movement involving at least 2500 km of northward translation for the Baja peninsula during the same time period.

The plutons of the Peninsular Ranges batholith were emplaced from W to E between 125 and 80 Ma ago (U-Pb zircon dates) and display $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ hornblende and biotite plateau dates that range from 118 to 83 Ma and 116 to 80 Ma, respectively. Interpretation of the age data presented here supports geological arguments that the Peninsular Ranges Province has been part of the North America craton since the Early Cretaceous and has undergone only limited northward tectonic displacement, and that by simply closing the Gulf of California to its pre-Miocene opening, as indicated by the geological evidence, the Peninsula is restored to its original position.

TG-02

DATOS PALEOMAGNETICOS DE BAJA CALIFORNIA: RESULTADOS DE LOS PLUTONES DE SAN TELMO, SAN JOSE Y SAN PEDRO MARTIR

Harald Böhm¹ y Luis A. Delgado Argote²

¹ UNICIT, Instituto de Geofísica, UNAM

Campus Juriquilla, Qro., México

E-Mail: harald@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

² Depto. de Geología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

E-mail: ldelgado@cicese.mx

Datos paleomagnéticos publicados para Baja California (BC) han sido interpretados en términos de un desplazamiento latitudinal de la península de 10-20 grados a norte y rotaciones hasta 40 grados, entre el Cretácico superior y el Mioceno. Reconstrucciones paleogeográficas de BC en base de datos geológicos, por otro lado, indican solo movimientos menores, principalmente debidos a la

apertura del Golfo de California. Esta discrepancia puede deberse a la complejidad de los datos paleomagnéticos disponibles y por otro lado a la escasez de ellos, que no permite distinguir claramente entre efectos tectónicos locales y regionales. Este trabajo presenta datos de los plutones de San Telmo, San José y San Pedro Mártir en Baja California Norte, todos pertenecientes al Batolito Peninsular. San Telmo está situado cerca al Pacífico, seguido aprox. 40 km al este por el plutón de San José y otros 40 km al este por el de San Pedro Mártir, así formando un perfil que atraviesa la península. El paleopolo de San Telmo coincide con el polo de referencia para América Norte, indicando una estabilidad tectónica desde el Cretácico. Primeros datos obtenidos de San Pedro Mártir se parecen a los de San Telmo, apoyando esta interpretación. Sin embargo, el plutón de San José presenta una posición del paleopolo muy diferente, con una rotación horaria de 40 grados y un aparente desplazamiento hacia el norte de aprox. 20 grados. Esta diferencia entre el paleopolo de San José y el polo de referencia obviamente no puede deberse a movimientos regionales, pero tiene que ser el resultado de procesos tectónicos locales que afectaron de manera diferente a este plutón, en comparación con San Telmo y San Pedro Mártir. Revisando los paleopolos publicados anteriormente, muchos de ellos se encuentran distribuidos entre el paleopolo de San Telmo/San Pedro Mártir y el de San José. Posiblemente están afectados por procesos similares y también representan mas bien efectos de tectónica local y no un desplazamiento general de Baja California. Para definir cual de las hipótesis es mas adecuada para describir la paleogeografía de BC se requieren estudios paleomagnéticos detallados que cubren toda la península.

TG-03

CARACTERÍSTICAS DE LA DEFORMACIÓN EN LAS ROCAS CRISTALINAS CRETÁICAS AL E-SE DE LA CIUDAD DE LA PAZ, B.C.S., MÉXICO

Ramos Velázquez Ernesto y Fletcher M. John

Depto. de Geología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

Email: eramos@cicese.mx

El extremo sur de la península de Baja California está compuesto principalmente por rocas cristalinas Cretácicas, que contrastan con la secuencia volcanogénica Terciaria que domina la geología de la península hacia el WNW. Para explicar este contraste ha sido propuesta la presencia de una falla, conocida como Falla La Paz, la cual se asocia con una serie de lineamientos transpeninsulares con rumbo NNW.

En el área de estudio, las rocas aflorantes se agrupan en tres unidades litocronológicas, que fueron generadas durante los tres eventos tectónicos más importantes en el área: a) rocas cristalinas Cretácicas, que son las más abundantes y están compuestas por metasedimentos y varias unidades graníticas. b) Rocas volcanogénicas Terciarias que incluyen diques subvolcánicos y unidades volcanosedimentarias. c) Un grupo de unidades sedimentarias Cuaternarias.

La deformación encontrada corresponde a una etapa Mesozoica (D1, D2 y D3), y otra Cenozoica (D4). D1 tiene fábrica magmática y de alto grado en estado sólido, D2 en estado sólido y D3 dúctil-quebradiza. D1 y D2 se asocian al emplazamiento y a la etapa temprana en la cristalización de las rocas cristalinas, y D3 se formó a temperaturas más bajas durante la fase final de enfriamiento. D1

produjo foliación (S1) ampliamente extendida en el área de estudio. Al contrario de D2 y D3 que se restringen a escasas localidades.

La deformación Cenozoica (D4) comprende diaclasas y fallas, generadas posteriormente al depósito de las rocas volcanogénicas Terciarias, y que se asocian con actividad sísmica actual. Las diaclasas se asocian a las rocas granitoides principalmente, y muestran tres direcciones subortogonales. Las fallas comprenden a la falla San Juan de Los Planes y un sistema NW-SE. La falla San Juan de Los Planes es la estructura más importante en el área, tiene una zona de cataclasis con alrededor de 200 m de brecha y salbanda foliada. Esta zona se orienta con rumbo NNW y muestra fuerte echado hacia el Este con desplazamiento normal. El sistema NW-SE está compuesto por un grupo de fallas subparalelas con ~30 m de cataclasis, mostrando cinemática lateral izquierda principalmente, desplazando a la falla San Juan de Los Planes.

Se realizaron análisis químicos de las rocas de falla y de rocas sanas, la comparación entre ambas muestra que en las rocas de falla hay enriquecimiento en elementos químicamente móviles (álcalis, SiO₂) y empobrecimiento en los inmóviles (Ti, p.e.). Esta relación se interpretó como asociada a un aumento de volumen en la roca, que es probable ocurrió a temperatura y presión moderadas, en presencia de abundante agua.

Un análisis de termocronometría por huellas de fisión en apatitos, en el extremo sur de la península de Baja California, muestra que sus bordes tienen un fuerte contraste en edades e historias de enfriamiento. En el borde Oeste las muestras tienen edades Cretácicas con enfriamiento lento, y en el borde Este las edades son Miocénicas e indican un enfriamiento relativamente más rápido. Estos datos indican que las rocas cristalinas del extremo sur de la península de Baja California han sido basculadas al Oeste, entre las fallas de El Carrizal y San José del Cabo. Además, este modelo no hace necesaria la presencia de la propuesta Falla La Paz.

TG-04

EL CUERPO INTRUSIVO TERCIARIO DE SAN JUAN DEL REPARO, GUERRERO: GÉNESIS, EMPLAZAMIENTO Y ALGUNAS RELACIONES CON LA EVOLUCIÓN TECTÓNICA REGIONAL

Biagio Bigioggero¹, Giovanni Coduri¹ y Pedro Corona-Chavez²

¹ Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Milano, Italia

² Depto. de Geología y Mineralogía, Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMSNH, Michoacán, México

Se presenta un análisis petrológico y estructural del cuerpo plutónico de San Juan del Reparo. Se observaron características típicas de un intrusivo terciario indeformado aunque su forma visible con imágenes de satélite revelan una forma circular evidente y otros elementos tectónico-morfológicos que podrían indicar un emplazamiento dinámico en una corteza deformable constituida por ortogneiss, migmatitas y algunas anfibolitas del Complejo Xolapa.

Los elementos tectónicos que mas destacan son: i) fracturas radiales asociadas a fallas subcirculares paralelas al contacto intrusivo; ii) un sistema de fallas y fracturas con rumbo dominante WNW-ESE aparentemente relacionados al emplazamiento de filones y diques y iii) un sistema de fallas con rumbo E-W que además de ejercer un intenso control morfológico muestra una

cinemática trascurrente sinistral que generó claras zonas de cizalla sinistral que desplazan el cuerpo plutónico principal.

Su composición petrológica varía desde un granito típico hasta tonalita, sin embargo las facies intrusivas más frecuentes están representadas por cuerpos granodioríticos de biotita y hornblenda, de grano medio. Se observa una estructura que varía de indeformada con algunas zonas con foliación cataclástica y más raramente se observaron orientaciones magmáticas circunscritas en una franja de unos pocos metros en los márgenes del cuerpo intrusivo donde se encuentra una granodiorita de grano fino con una foliación paralela al contacto. En el sector norte del cuerpo se encontraron granodioritas porfídicas, con una aparente «corona» de filones aplíticos expuesta en pequeños afloramientos aislados bajo una espesa capa de intemperización y de suelo. Se observaron también un gran número de diques aplíticos de espesor reducido (máximo de un metro), que cortan toda el área marginal del plutón.

La composición química nos muestra una tendencia típica subalcalina, metaluminosa y calco-alcalina con un evidente enriquecimiento de elementos LILE y de LREE. A partir de algunos datos publicados por otros autores se observa una evidente correlación y alineamiento con la composición de otros granitos terciarios de arco magmático continental de esta misma región y en particular con el Granito de Tierra Colorada y del borde oeste del Río Papagayo.

Los resultados obtenidos de los microanálisis (WDS) de los minerales, a partir de la microsonda electrónica se calculó un modelo de diferenciación por cristalización fraccionada, en el cual aparentemente la plagioclasa jugó el papel mas importante durante dicho proceso. Las variaciones de los patrones de las Tierras Raras indican también que las fases accesorias ricas en LREE establecieron un fuerte control durante el proceso de la cristalización fraccionada de este sistema magmático.

La utilización del geobarómetro de Al-total en hornblendas cálcicas indica presiones de cristalización alrededor de 4 Kb, sin embargo de acuerdo a las relaciones petrológicas y estructurales descritas en este batolito, una profundidad de 12 Km podría ser considerada como un máximo de la profundidad alcanzada durante su emplazamiento.

Finalmente, la historia del plutón de San Juan del Reparo podría ser resumida en tres etapas fundamentales: 1) Intrusión y diferenciación de un cuerpo magmático, básicamente relacionado a un cuerpo magmático común con los otros granitos terciarios colindantes. 2) Emplazamiento de un cuerpo de composición intermedio-ácido en un nivel cortical superficial con un aparente mecanismo de subsidencia de tipo caldérico; como lo indicaría la presencia de fallas circulares, cuerpos sub-volcánicos porfídicos tardíos, así como las estructuras y texturas de sub-solidus observadas en los márgenes del cuerpo principal. 3) Levantamiento general y tectonización relacionados a un sistema tectónico con estructuras E-W caracterizado por el desarrollo de zonas de cizalla sinistral que deforman el cuerpo plutónico en condiciones predominantemente dúctil-frágil y frágil.

La deformación dúctil-frágil post-emplazamiento del plutón presenta una evidente extensión regional en la roca encajonante y en otros cuerpos plutónicos, por lo que podría estar relacionada con un levantamiento regional y podría en gran parte ser responsable del importante levantamiento diferencial que sufrió el margen suroccidental de México durante el Oligoceno tardío-Mioceno temprano que ya ha sido acotada por otros autores.

TG-05

LATE CRETACEOUS BASEMENT UPLIFT AND LARGE-SCALE GRAVITATIONAL TECTONICS IN SOUTHERN MEXICO: A POSSIBLE REASON FOR ANOMALOUS LARAMIDE TRENDS SOUTH OF THE MEXICAN VOLCANIC BELT

Luca Ferrari, Angel Nieto Samaniego and Susana Alaniz Alvarez
Unidad de Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM
Campus Juriquilla, A.P. 1-742, 76001 Queretaro, Qro., Mexico
E-mail: luca@servidor.unam.mx

The geometry and style of deformation of Mesozoic marine formations south of the eastern Mexican Volcanic Belt is remarkably different from those of equivalent units to the north, yet this region is generally considered as a southern extension of the Sierra Madre Occidental fold-thrust belt. The trend of contractile structures in Puebla, Oaxaca and easternmost Guerrero define a broad, northward convex arc with its apex just south of La Malinche volcano. In general the folds and the few thrusts involve early Cretaceous limestone, detached from the underlying marly sandstone and shale, and show an outward vergence, away from an elevated core made of the Precambrian and Paleozoic metamorphic rocks of the Oaxacan and Acatlán complexes. These structures include: 1) NS to NW trending folds and thrusts of Berriasian to Albian marine sedimentary units both to the east and to the west of the Juárez suture between Oaxaca and Tehuacán; 2) NW to E-W and NE trending folds of Neocomian to Cenomanian limestone between Tehuacán and Puebla and south of Atlitico (Filo de la Tierra Colorada, Cordillera Tentzo, Serrijón de Amozoc etc.); 3) possibly, the NE trending Papalutla fault where slices of Paleozoic rocks and limestone of the Morelos Fm. are thrust NW-ward over the Cretaceous sedimentary cover of the Guerrero terrane. Even taking into account the significant lowering caused by Cenozoic extensional structures (e.g. Oaxaca fault), the Cretaceous folds and thrusts are exposed at a lower average elevation than the Precambrian-Paleozoic core, whose centre, located in western Oaxaca, has been mostly denuded from the Mesozoic marine successions and form a plateau with mean elevation of 2000-2500 m above sea level, partly covered by continental molasses capped by Oligocene volcanics. These geologic evidence indicate that the Oaxaca cratonic block has been uplifted at least 3 km between the beginning of late Cretaceous and the Paleocene, concurrently with the formation of the outward verging arc of folds. Although less developed a similar structure can be found in northern Honduras, where folds of Cretaceous marine succession define a southward convex arc away from a core of Paleozoic rocks of the Chortis block. If one restores the Chortis to its Cretaceous position this arc become the southern counterpart of the Oaxaca-Puebla arc and define a giant (~500 x 400 km) elliptical megastructure. We suggest that the Laramide deformation in this region may have been dominated by a large-scale, gravitationally driven, detachment of the Mesozoic cover from the Precambrian-Paleozoic basement of the Zapoteco-Mixteco terranes, which has been uplifted in late Cretaceous times. We do not exclude the possibility that the uplift could have been caused by horizontal compression from the active margin to the west. However, the Oaxacan variety of the Laramide orogeny is a powerful reminder of the importance of vertical movements in our horizontally-dominated geologic world.

TG-06

MIGRACIÓN DE VOLCANISMO Y FALLAMIENTO EN EL SUR DE LA SIERRA DE GUANAJUATO

Cerca Martínez M.¹, Aguirre Díaz G.J.² y López Martínez M.¹

¹ Depto. de Geología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

² UNICIT, UNAM

Campus Juriquilla, Qro., México

E-mail: gjad@servidor.unam.mx

E-mail: marlopez@cicese.mx

Las edades del volcanismo cenozoico en la parte meridional de la Sierra de Guanajuato indican una migración hacia el sur desde el Oligoceno hasta el Mioceno Medio. Esta migración se observa desde el Graben de La Saucedá hasta la planicie de El Bajío. El volcanismo más antiguo (30 ± 1 Ma) está representado por las formaciones Chichindaro y Cedros; entre los 28 y 18 Ma por ignimbritas y domos riolíticos; entre los 16 y 14 Ma por unidades con distribución local y composición intermedia (domos e ignimbritas); y entre los 13 y 7 Ma por andesitas y basaltos del Cinturón Volcánico Mexicano (CVM). Por otro lado, se identificaron 5 eventos de fallamiento normal en este periodo de tiempo. A los 28 Ma, fallamiento NNW es evidente en el norte del área estudiada (falla Veta Madre), que según nuestros datos puede continuar esporádicamente hasta los 18 Ma. A los 12 Ma se reactiva el fallamiento de rumbo NW, ocurriendo simultáneamente a la efusión de lavas andesíticas del CVM. Entre los 12 y 11 Ma se registra la última actividad de la falla San Miguel de Allende (NS) con base en datos radiométricos de Pérez Venzor et al. (1996). Hacia los 10 Ma se reactiva el fallamiento NNW y comienza otro sistema de rumbo ENE (graben de La Saucedá). A partir de entonces queda conformada la orientación N45°W de la Sierra de Guanajuato que actualmente observamos y que fue producida con un arreglo de fallas en echelon. El fallamiento NW se activa nuevamente en algún tiempo posterior a los 10 Ma (falla Bajío), actividad que posiblemente continua hasta el presente. Con base en lo anterior, se puede afirmar que hubo una migración del fallamiento normal hacia el sur, así como una migración del volcanismo (y del borde sur de la sierra) también hacia el sur. Sedimentos fluvio-lacustres indican un registro de deposición continua desde el Oligoceno (ca. 24 Ma) hasta el Plioceno (ca. 3 Ma; Kowallis et al., en prensa). Estos depósitos se asocian a grandes cuencas de origen tectónico que bordean la Sierra de Guanajuato (Fm. Xocónostle y rell. o fluvio-lacustre de la depresión de El Bajío).

La migración del volcanismo y los patrones de fallamiento indican que la porción sur de la Sierra de Guanajuato (Saucedá-Bajío) es un bloque estructural que ha sido afectado por movimientos verticales al menos desde el Oligoceno (29 Ma). En los últimos 10 Ma se estima un desplazamiento de hasta 400 m en su borde sur, lo que resulta en una tasa promedio de 40 m por cada millón de años.

ESTADO DE ESFUERZOS NEOTECTÓNICOS EN EL SEGMENTO ORIENTAL DEL EJE NEOVOLCÁNICO TRANSMEXICANO, BORDE DEL ALTIPLANO Y LLANURA COSTERA

R. Vegas, P.J. Rincón y G. de Vicente

Depto. de Geodinámica, Facultad de Ciencias Geológicas de Madrid, Universidad Complutense
Ciudad Universitaria s/n, 28040, Madrid, España
E-mail: Ruidera@eucmax.sim.ucm.es

En contraste con el sector occidental del Eje Volcánico Transmexicano (EVT), donde aparecen estructuras extensionales bien delimitadas, en el área oriental del EVT (al este del Valle de México) no se han realizado estudios tectónicos detallados. En este sentido, por medio del registro en el interior del EVT y de sus límites septentrional y oriental de más de setecientos planos de falla estriados y de su tratamiento posterior, se ha intentado determinar el estado de esfuerzos neotectónico. Los datos se han obtenido sobre materiales de edades comprendidas entre los 17 Ma y la actualidad (diecisiete estaciones de registro), así como sobre litologías de edad cretácica (una estación).

El tratamiento de los planos de falla estriados (individual y conjunto) se ha realizado mediante métodos de inversión del estado de esfuerzo a partir de análisis poblacional de fallas. Éste ha permitido concluir la incidencia sobre el EVT de un estado de esfuerzos intermedio entre la cizalla pura y la extensión triaxial (hacia NNE y hacia ESE). Estos tensores de esfuerzos regionales están caracterizados por compresiones máximas y mínimas horizontales orientadas hacia $-N20^{\circ}E$ y $-N110^{\circ}E$, respectivamente, estando relacionados genéticamente con la subducción de la Placa de Cocos bajo la Placa Norteamericana en la Fosa Centroamericana. Bajo este régimen tensorial son posibles permutaciones de los tres ejes de esfuerzos principales (especialmente de los ejes s_1 y s_2), manteniéndose las disposiciones coaxiales.

La realización de análisis sectoriales de los datos por edades de los afloramientos, por ubicación, y por tipos de fallas (normal o inversa) muestra conclusiones similares a las anteriores. Confirma, además, que el régimen extensional triaxial es más evidente para aquellos registros obtenidos en el Altiplano (a cotas superiores a los 2000 metros de altitud: colapso gravitacional del arco volcánico) y más complejo, al menos, en los bordes septentrional y oriental (llanura costera) del Altiplano (<2000 metros).

De esta manera, al menos la extrusión durante el Plioceno-Cuaternario de los materiales ígneos más recientes y aflorantes en el EVT parece estar ligada al proceso de subducción sucedido en la Fosa Centroamericana y a la transmisión de los esfuerzos así generados en la placa superior. Podría establecerse éste como el período neotectónico definible en el EVT, dentro del cual el régimen de esfuerzos habría sido similar y, por tanto, equivalente la cinemática de las estructuras observables.

Estudio subvencionado por el Proyecto C11-CT94-0114 de las Comunidades Europeas.

EL OCCIDENTE DEL GRABEN DE CHAPALA + EL NORTE DEL GRABEN DE COLIMA = SEMIGRABEN CITALA-SAYULA: UNA NUEVA PERSPECTIVA

J. Rosas-Elguera

Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad de Guadalajara
Av. Revolución No. 1500, 44840, Guadalajara, Jal.

Los grábenes Colima y Chapala forman parte de un sistema de depresiones tectónicas intra-arco en el occidente de la Faja Volcánica Trans-Mexicana. En el graben Chapala, que separa la Sierra Madre Occidental del bloque Michoacán, convergen los sistemas de fallas Chapala-Acambay y Chapala-Oaxaca. Por su parte el graben Colima separa los bloques Jalisco y Michoacán. Esas estructuras limitan grandes bloques corticales que conforman el S-SW de México. Las edades isotópicas de las rocas volcánicas más jóvenes, en ambos grábenes, indican edades del Mioceno tardío al Cuaternario.

En el graben Chapala se pueden distinguir dos sectores: el Occidental y el Oriental. En el sector occidental del graben Chapala está caracterizado por varios bloques basculados hacia el norte con la altura del piso de los valles intramontanos decreciendo hacia el sur de unos 1900 m a 1520 m en el lago actual y 1350 m en el valle de Citla por lo que puede asumirse un "estilo domino" que sugiere un carácter listrico de las fallas y, en su conjunto, una estructura de semigraben. Por su parte el sector oriental está dominado por una extensa planicie que hacia el norte esta limitada por extensas mesas de basaltos del Mioceno tardío sin deformación notable. Hacia el sur, en la actual ciénaga, la depresión esta limitada -en el sur- por las fallas Pajacuaran e Ixtlán -en el norte. La expresión topográfica de la falla Pajacuaran es más conspicua. Por su parte, el graben Colima esta dividido, por el Complejo Volcánico Colima, en la parte norte (semigraben Sayula) y la parte sur. El semigraben Sayula se une progresivamente con el Citla. Se propone que estas dos estructuras constituyan una sola que aquí denominaré semigraben Citla-Sayula (SCS).

El SCS está limitado en el occidente por la falla Techaluta cuyo desplazamiento vertical es de unos 2500 m y corta rocas del Plioceno (Allan, 1986) que forman la parte alta del Horst de Tapalpa. En tanto que hacia el norte lo limita la falla Citla que, en su porción occidental, buza hacia el sur mientras que en su porción oriental buza hacia el norte, reconociéndose una zona de acomodo entre ambos extremos. Hacia el SW, el SCS está limitado por el extremo NW del bloque Michoacán el cual es un plateau suavemente basculado hacia el NW de rocas correlacionables con la cima del horst de Tapalpa. En sus bordes, este plateau está afectado por una serie de pequeñas fallas normales cuyos desplazamientos verticales son considerablemente menores que los de las fallas principales (e.g. falla Techaluta).

Probablemente el SCS represente la última depresión formada en la evolución de los grábenes Colima y Chapala como consecuencia del movimiento hacia el SE del bloque Michoacán a lo largo de la falla Chapala-Oaxaca.

TG-09

SALT TECTONICS SIMULATIONS USING LABORATORY-DERIVED RHEOLOGICAL LAWS FOR SHALE AND SALT

Mazariegos R.A.¹, Russell J.E.², Carter N.L.³, and Andrews M.J.²

¹University of Texas-Pan American

²Texas A&M University

³Salt Micromechanics, Inc.

An analysis of the equivalent stress evolution within a salt diapir and a salt sheet as a function of the viscosity of the sediments and geologic time is conducted using a 2D finite-volume numerical model based on conservation laws for physical systems, a marker equation to keep track of the salt/sediment interface, two steady-state creep laws for rocksalt: the power law creep ($\dot{\epsilon} \propto \sigma^{3.4}$) and the fluid assisted law ($\dot{\epsilon} \propto \sigma/Td^3$), and a shale glide law for the sediments ($\dot{\epsilon} \propto k \times \exp(\alpha\sigma)$). Initially, for each salt rheology, the viscosity of the sediments (assumed Newtonian) is decreased by one order of magnitude from 3.0×10^{19} Pa·s to 3.0×10^{17} Pa·s; initial sediment: salt viscosity contrast thus range from 100 to 1.

We have compared effects on diapiric growth rates of the power law ($\dot{\epsilon} \propto \sigma^{3.4}$) in 2D numerical models for a single wavelength ($\lambda=13.4$ km, $A_s=100$ m) salt structure with salt and sediment thicknesses of 1.2 and 3.6 km respectively. For the power law model (PL) the peak amplitude is reached in 20 My, 3.5 My and 1.1 My for ν_{sed} of 3.0×10^{19} , 3.0×10^{18} and 3.0×10^{17} Pa·s, respectively. The equivalent stress within salt (at the top of the structure) increases from 0.4 MPa (for $\nu_{sed}=3.0 \times 10^{19}$ Pa·s) to 1.5 MPa (for $\nu_{sed}=3.0 \times 10^{17}$) near the range of values (0.5 to 1.6 MPa) obtained from measurements of subgrain size in salt tectonites from most tectonic provinces. For the fluid assisted law model (FAL) peak amplitude of the initial perturbing anomaly is reached approximately two times faster and stresses are about 100 times smaller than for the power law model. Models that integrate the shale glide law to approximate the rheological behavior of the sediments, indicate a much faster evolution and localization of stresses and strain rates.

TG-10

MINI-RED DE MEDIDORES DE DEFORMACIONES SUPERFICIALES EN LA PARTE SUR DE LA FALLA IMPERIAL (BAJA CALIFORNIA, MÉXICO)

Ewa Glowacka, Javier González, Guillermo Díaz de Cossío,
Francisco Farfán y Juan Castillo

Depto. de Sismología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

Desde 1987, CICESE ha estado estudiando deslizamientos verticales en el valle de Mexicali en la parte sur de la falla Imperial. Desde 1994, junto con UABC, comenzó las mediciones de nivelación con alta precisión en un perfil corto que cruza la falla Imperial. Actualmente hay cuatro perfiles cortos en la parte sur de la falla. En 1996 se instaló un grietómetro vertical y en 1998, un grietómetro horizontal y dos tiltmeters en la cercanía de la falla, con el objetivo de estudiar las deformaciones superficiales en tres dimensiones en el área del supuesto centro de dispersión en Cerro Prieto.

Los primeros resultados, están confirmando que el movimiento vertical es principalmente relajado por los eventos de "creep" con duración de unos días, separados por periodos de tranquilidad. La componente horizontal del movimiento parece más complicada.

Se presentan los primeros registros de la red.

TG-11

DESPLAZAMIENTO VERTICAL EN LA FALLA IMPERIAL: DISPARADO, SANADO Y RECUPERACIÓN VISCOELÁSTICA

F. Alejandro Nava y Ewa Glowacka

Depto. de Sismología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

E-mail: fnava@cicese.mx

Datos de un grietómetro vertical que opera en el extremo sur de la falla Imperial, en el valle de Mexicali en el norte de Baja California, México, muestran eventos de deslizamiento que tienden a agruparse en episodios con duración de algunos días y meses de tranquilidad entre episodios. Tras la ocurrencia de algunos eventos grandes ocurren eventos aparentemente disparados por deformaciones del terreno producidas por cambios de temperatura (con una posible contribución de mareas terrestres). Este disparado se indica por la ocurrencia repetida en días subsiguientes de eventos de deslizamiento progresivamente más pequeños y menos veloces. La ocurrencia de estas suites de eventos indica la presencia de dos procesos: uno es la recuperación viscoelástica que contribuye la deformación necesaria para la ocurrencia de los eventos sucesivos; otro es el sanado de la falla que no permite el deslizamiento continuo pero sin embargo permite el disparo de eventos menores subsiguientes.

TG-12

PROPIEDADES EFECTIVAS DE MATERIALES CON MICROESTRUCTURA 0-3

F.J. Sabina

IIMAS, UNAM

A.P. No. 20-726, 01000, México, D.F.

Muy recientemente, Nguyen *et al.* (1996) reportan una serie de nuevos experimentos en los que estiman las constantes elásticas efectivas para una suspensión de inclusiones elásticas esféricas en un sólido elástico y comparan los datos experimentales con varias teorías de dispersión de longitud de onda larga. Una de ellas, la de Devaney y Levine es válida para materiales que presentan un ligero contraste entre sus propiedades y no se aplica a los materiales del experimento. En este trabajo, se extendió la teoría cuasiestática de Devaney y Levine al dominio de frecuencias finitas usando el formalismo de Sabina y Willis (1988) de la misma forma que los resultados de Hill y Budiansky fueron extendidos, a ese dominio, en ese trabajo. Además, no hay ninguna restricción respecto al contraste de las propiedades. El método autoconsistente desarrollado por Sabina y Willis proporciona una herramienta teórica valiosa para la comprensión de cómo las ondas de diferentes longitud de onda y las inclusiones de varios radios y composición se afectan entre sí en materiales con microestructura. Este análisis explica las observaciones de Nguyen *et al.* y proporciona una base firme para el uso de esos resultados teóricos.

TG-13

ANÁLISIS GEOMÉTRICO Y FRACTAL DEL FRACTURAMIENTO Y SU RELACIÓN TEMPORAL CON EL PLEGAMIENTO EN ROCAS CRETÁCEAS ENTRE VIZARRÓN Y SAN JOAQUÍN, QUERÉTARO

Tolson G.¹, Yussim Guarneros S.¹, Arana Salinas L.², Pairó, G.²
y Prol Ledesma R.M.²

¹ Instituto de Geología, UNAM

² Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

Entre Vizarrón y San Joaquín, Querétaro, afloran las Formaciones El Doctor, Tamaulipas y Soyatal. Las primeras dos son de edad Aptiano-Cenomaniano y representan rocas carbonatadas en facies de plataforma y cuenca, respectivamente. Ambas Formaciones son cubiertas sin discordancia por la Fm. Soyatal que consiste de intercalaciones decimétricas a métricas de limos calcáreos, areniscas y lutitas de edad Turoniano-Campaniano. Este paquete sedimentario fue afectado por la Orogenia Cordillerana con el desarrollo de distintos estilos estructurales en las tres unidades. Las calizas masivas de la Fm. El Doctor fueron plegadas alrededor de pliegues de gran radio de curvatura (cientos de metros) y acomodan la mayor parte del acortamiento por medio de fallas inversas de bajo ángulo (<30°). La más importante de éstas en el área de estudio es la Cabalgadura El Doctor que pone en contacto a las rocas de la plataforma sobre rocas de la Fm. Soyatal. La Fm. Tamaulipas exhibe pliegues apretados desde centimétricos hasta decamétricos con charnelas generalmente agudas. Estas rocas son afectadas por fallas inversas localmente. La Fm. Soyatal muestra un estilo de deformación muy similar. El tren estructural de la región es NNW-SSE y la inclinación de la estratificación y de las fallas inversas es moderada (<45°) hacia el WSW.

Las tres unidades estratigráficas son cortadas por vetas rellenas de cuarzo y/o calcita con espesores de milímetros a centímetros y longitudes de centímetros a metros que se cortan entre sí, permitiendo establecer sus edades relativas. Estudios detallados de este vetilleo en las rocas de las Formaciones El Doctor y Tamaulipas indican que hubo fracturamiento antes, durante y después del plegamiento cordillerano. En las Formaciones El Doctor y Tamaulipas, se han reconocido cuatro sistemas de fracturamiento.

El primero es subhorizontal o ligeramente inclinado al SE y se encuentra plegado. Penecontemporáneo y posterior a éste, se encuentra un fracturamiento sub-vertical o con fuertes inclinaciones al NE y rumbo NW-SE. Este fracturamiento está asociado a las zonas de charnela de los pliegues, particularmente en las unidades bien estatificadas. La tercera generación de fracturas tiene rumbo N-S y fuertes inclinaciones al W, mientras que la última generación que hemos reconocido tiene rumbo NE-SW e inclinaciones moderadas al NW. Las tres primeras generaciones de fracturas están rellenas de calcita lechosa de color gris muy claro a blanca. La última generación es de calcita incolora y hábito "diente de perro".

Hemos llevado a cabo un análisis de la geometría fractal de estas fracturas para compararla con la geometría fractal de las fracturas en escala de imágenes de satélite. En general la dimensión fractal de las vetillas en afloramiento es menor a la dimensión obtenida para el fracturamiento regional.

TG-14

GEOMETRÍA FRACTAL DEL FRACTURAMIENTO EN EL ÁREA DE VIZARRÓN, QUERÉTARO. DATOS PRELIMINARES

Sergio Yussim Guarneros y Gustavo Tolson

Instituto de Geología, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

E-mail: yussim@servidor.unam.mx

E-mail: tolgon@servidor.unam.mx

La geometría fractal provee una nueva manera de describir los patrones de fracturamiento y de estimar sus relaciones a diferentes escalas. En este trabajo discutimos la metodología y los primeros resultados obtenidos de analizar el fracturamiento en una serie de imágenes, a diferentes escalas, del área de Vizarrón, en el oriente del estado de Querétaro. Para este análisis utilizamos el método de conteo de cajas ("box-counting") para estimar la dimensión fractal de las fracturas, a partir de modelos digitales, mapas topográficos y fotografías de afloramientos. En este método se superpone una malla cuadrada regular sobre el patrón de fracturamiento, en donde la dimensión fractal relaciona el tamaño de la caja de conteo con el número de cajas que intersectan alguna fractura. Este procedimiento se realiza con mallas de diferente orientación, para buscar patrones o direcciones preferenciales. En el punto de avance de este proyecto se ha trabajado particularmente una imagen de satélite. Esta imagen fue tratada primeramente con una serie de filtros digitales para obtener el realce del fracturamiento, englobando en este término tanto el fracturamiento en sentido estricto como al fallamiento. De este proceso se generó una nueva imagen digital monocromática, donde se resalta el patrón de fracturamiento sobre un fondo neutro. El análisis de esta imagen presenta una variación en la dimensión fractal con respecto a la orientación de la malla que varía de un mínimo de 1.71 en el azimut de 30 y 120° a un máximo de 1.75 en el azimut de 80 y 170°. Con estos datos consideramos que el fracturamiento de la región de estudio presenta una geometría fractal autoafín.

TG-15

THE AGUACHILE AND LA HERRADURA SYNCLINES, SOUTHEASTERN CHIHUAHUA: EVIDENCE FOR LATE-CENOZOIC REACTIVATION OF THE SAN MARCOS FAULT

José Jorge Aranda-Gómez¹, James F. Luhr² and Todd B. Housh³

¹ UNICIT, Instituto de Geología, UNAM

A.P. No. 1-742, 76001, Querétaro, Qro., México

E-mail: jjaag@servidor.unam.mx

² Dept. Mineral Sci., NHB-119, Smithsonian Institution

Washington, D.C. 20560

E-mail: luhr@volcano.si.edu

³ Dept. Geol. Sci., University Texas

78712, Austin, TX

E-mail: housh@mail.utexas.edu

The San Marcos fault (SMF) is a large (>300 km), WNW- to NW-trending structure that was repeatedly reactivated during the late Mesozoic and early Tertiary (McKee, 1984). The best-documented portion of the SMF extends across the State of Coahuila from Potrero de la Gavia to the western end of Sierra Mojada, at the Chihuahua-Coahuila boundary. Airphoto and imagery

interpretation indicate that the SMF trace projects across the eastern branch of the Bolsón de Mapimí (BM), into the northern portion of the Sierra del Diablo and into the central part of the Plio-Pleistocene Camargo volcanic field (CVF: Ar-Ar ages 4.7-1.3 Ma). In the same area there is a marked change in the trend of the late Tertiary normal faults that bound both branches of BM. South of the projected SMF the extensional structures are oriented ~N-S. Northwest of the SMF is a conspicuous NW-trending graben that crosses the CVF. Subtle topographic changes observed in the ground elevation models produced by INEGI suggests that the SMF trace extends across the CVF, passes North of Sierra Aguachile and can be traced as far North as the Sierra El Morrión, east of Aldama. This adds at least 300 km to the previously known extent of the SMF.

Near the CVF is exposed the mid-Tertiary (K-Ar: 40-31 Ma; Smith, 1993) Agua de Mayo volcanic group. These rocks are folded by the synclinal structures of Sierra Aguachile, located immediately northwest of the CVF, and Sierra La Herradura, southeast of the volcanic field. A short distance (~5 km) west of Sierra El Morrión another syncline, developed in mid-Tertiary volcanic rocks, can be seen in the satellite images. All these structures are NNW-trending synclines plunging to the SE.

The close association of dilatational structures, such as the central graben in the CVF, the late Tertiary synclines, and the abrupt change in trend of the late Tertiary normal faults are interpreted as follows: the SMF shows distinct bends in the region, changing from WNW- to NW-trending. The central graben in the CVF was developed in a NW-trending portion of the fault as a pull-apart basin, whereas the synclines were formed in areas where a small left-lateral component in the fault movement produced shortening. We believe this was accomplished in at least two pulses of late Tertiary extension. An older (Miocene?) event produced the left-lateral movement and associated folding and corresponds to a short episode of NW extension. The younger event was in part synchronous with the activity in the CVF (4.7-1.3 Ma) and was caused by NE to ENE extension. NW-trending faults cutting alluvial fan deposits in the northern part of Sierra Agua de Mayo suggest that extension is still active in the region.

TG-16

CAUSAS Y ÁREAS AFECTADAS POR EL FLUJO DE LODO Y ROCAS EN SAN JUAN COSALA, CHAPALA, JALISCO

Carlos Suárez Plascencia¹, Francisco Núñez Cornú², Gustavo Saavedra de la Cruz¹, Lourdes Sánchez Vázquez¹

¹ Depto de Geografía CUCSH, Universidad de Guadalajara

² CUC, Puerto Vallarta, Universidad de Guadalajara

El 8 de septiembre de 1997 la localidad de San Juan Cosala (1530 msnm), ubicado en la margen norte del Lago de Chapala, fue afectada por flujos de lodo y roca, movilizadas a través de siete barrancas cuyas cabeceras se ubican en la parte alta de la Sierra de las Vigas (2300 msnm). Estas barrancas presentan longitudes que varían de los 1,337 m a 2,335 m. Las subcuencas que alimentan a este sistema fluvial tienen una superficie de 4.59 Km².

La ocurrencia y principalmente la magnitud de los flujos de lodo se debieron a la interacción de factores climáticos, geomorfológicos, hídricos, geológicos y antrópicos. Estos factores de haber ocurrido aisladamente probablemente no habrían provocado los daños a la población. El modelo interpretativo del fenómeno es el siguiente: la

precipitación ocurrida a las 7:20 A.M. del 8 de septiembre de 50 mm en 20 minutos causó dos efectos: a) la cobertura de detritos acumulados en las siete cuencas se saturaron rápidamente por la intensidad de la lluvia y la humedad retenida de lluvias anteriores, reduciendo toda la capacidad de infiltración y disminuyendo el coeficiente de roce. b) Las cabeceras de los escurrimientos de primer orden formados por depósitos de limos y saturados se disgregaron por el impacto de las gotas de lluvia. Estas corrientes saturadas de limos se sumaron corrientes de los cauces principales, lo que ayudó a movilizar bloques disponibles de coluvios, conforme avanzó el flujo de detritos este comienzo a trabajar sobre el fondo del cauce y las paredes laterales formados por antiguos coluvios y rocas volcánicas muy fracturadas, formándose entonces una masa de bloques de roca y barro de alta movilidad. Los flujos al llegar al piedemonte y la planicie lacustre (riversa) de Chapala se extendieron en forma de abanico, inclusive interdigitándose algunos de ellos, afectando una superficie 26.31 hectáreas en las que se ubican edificaciones localizadas en el sector poniente y centro de San Juan Cosala, así como áreas agrícolas de chayote y maíz.

TG-17

DEFORMACIÓN EN LA ZONA DE DESLIZAMIENTOS DE LA CARRETERA DE CUOTA TIJUANA-ENSENADA

Manuel Cruz-Castillo¹ y Luis Alberto Delgado-Argote²

¹ Instituto Mexicano del Petróleo, Gerencia de Geociencias

² Depto. de Geología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

Entre el km 84 y 98 de la carretera de cuota Tijuana-Ensenada existen deslizamientos antiguos y activos desarrollados sobre las areniscas y lutitas de la Formación Rosario.

El estudio de la deformación en este lugar de 7 km x 10 km muestra claramente la actual actividad tectónica y el estilo de deformación regional. Las 750 estrías de falla reflejan 3 estilos de deformación: el regional, el desarrollado por los deslizamientos y otro anterior al Mioceno.

El conjunto de fallas de los deslizamientos no muestran ningún arreglo referencial, mientras que divididas por deslizamiento muestran un arreglo bien definido que se distingue por fallas normales en la cabecera del deslizamiento, fallas inversas al pie del deslizamiento, fallas normales transversales al deslizamiento en el cuerpo y compresión longitudinal al deslizamiento en el cuerpo del deslizamiento, además de fallas laterales en sus flancos. El fallamiento más notable y bien definido en el resto de las rocas corresponde a una cizalla derecha orientada N40°W con todo su sistema conjugado, coincidiendo con el estilo de la provincia estructural del Borde Continental Californiano reflejando la actividad de la Semirrigida Zona de Cizalla del Sur de California (Southern California Shear Zone). El resto del fallamiento es de rumbo NE coincidiendo con los rasgos observables en imagen de satélite.

Los plegamientos están ausentes, solo la Formación Rosario muestra una inclinación de sus estratos menor a los 20 grados hacia el SW. La mayoría de los deslizamientos se desplazan hacia el W y las cabeceras del área estudiada muestran una ligera alineación con la orientación de la cizalla descrita.

DETERMINACIÓN DEL VALOR EMPÍRICO DE RIESGO GEOLÓGICO ASOCIADO AL MOVIMIENTO DE MASAS ROCOSAS EN EL ÁREA DEL CAÑÓN EL CARMEN, AL NE DE LA CIUDAD DE ENSENADA, B.C., MÉXICO

Israel Castrejón González

Escuela Regional de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero

Tel/Fax (762) 207-41

La metodología empleada en el presente trabajo, respecto a la obtención del valor empírico de riesgo geológico (VER) consiste en un proceso de observación y medición directa que permite la cuantificación y ponderación diferencial de los siguientes factores: Tipo de roca, pendiente del terreno, longitud de discontinuidades observables en fotografías aéreas a una Escala 1:35,000 y actitud geométrica-estructural de discontinuidades locales. Valor que una vez obtenido es posicionado cartográficamente y representado en un mapa integral de (VER). Dicho proceso analítico es respaldado por experiencias de aplicación y de resultados logrados por parte del departamento de Geología del CICESE en casos de estudio similares desde 1993 en distintas ciudades del estado de Baja California.

En vista de que el producto final es la construcción de un mapa representativo e integral de los factores antes mencionados; cuya combinación determinará la menor o mayor potencialidad de un sitio para protagonizar movimiento de masas rocosas es premisa fundamental contar con la respectiva base topográfica del área de estudio, en el presente caso la escala de la base topográfica empleada fue 1:20,000 a dicha base le fue superpuesta una cuadrícula de ejes ortogonales, con orientación de sus ejes mayores N-S y de sus ejes menores W-E, con un espaciado a cada 200 m. El anterior procedimiento definió celdas de 200 X 200 m (40 Km² cada una de ellas) obteniéndose 2362 celdas en toda el área del Cañón El Carmen (16 X 7Km).

Establecido lo anterior, se asignó a cada celda un valor empírico de riesgo geológico mediante la siguiente suma, VER = valor ponderado (*) del tipo de roca + (*) de la pendiente del terreno + (*) de la presencia de discontinuidades mayores + (*) de la actitud estructural de discontinuidades a nivel de afloramiento y extrapolado a toda el área de la celda respectiva. El rango de valores ponderados para cada factor en particular, abarca de manera cualitativa: Un valor máximo, un valor intermedio y un valor mínimo los cuales respectivamente son expresados con los siguientes dígitos: "3", "2" y "1". La asignación del valor cualitativamente ponderado y específico para cada uno de los factores involucrados está en función de los criterios de diferenciación interna establecidos desde el inicio del procedimiento analítico por parte de quién realiza y/o coordina el trabajo.

El procedimiento a seguir, después de la representación del "VER" en cada una de las celdas es el de interpolar y trazar líneas o contornos de igual valor empírico de riesgo geológico. En el caso presente se obtuvieron valores máximos de 11 y valores mínimos de 4. La correlación de los valores máximos de "VER" respecto a su posición geográfica y a la distribución: Litológica, de discontinuidades estructurales y de la actitud geométrica-estructural de discontinuidades locales en el área de estudio refleja lo siguiente;

respectivamente: Geográficamente son coincidentes con las laderas paralelas a: La línea de costa (entre Villa del Mar y El Sauzal de Rodríguez) y al cauce de los arroyos, cañadas y cañones principales (El Sauzal, Chavira, El Arce, El Carmen, etc.), litológicamente son coincidentes con la unidad sedimentaria marina no-consolidada del Cretácico Tardío correlacionada con el grupo Rosario en un (80%) y con la unidad volcánica-volcanoclástica metamorfozada del Cretácico Temprano correlacionada con el grupo Alisitos o Santiago Peak en un (20%), fisiográficamente son coincidentes con el rango de pendientes 30-90 % en un (80 %) y con el rango de pendientes 10-30 % en un (20 %), estructuralmente son coincidentes con los dominios de mayor frecuencia de discontinuidades observables a escala de fotografías aéreas 1:35,000 y asociadas a un posible origen tectónico; con una validez del 90 % establecida durante su respectiva verificación en la campaña de campo, respecto a la actitud geométrica de las discontinuidades son coincidentes con la localización de planos moderadamente inclinados a sub-verticales buzando a favor de la pendiente.

Con base a lo anterior, se propone de manera general que los sitios con mayores posibilidades de escenificar movimiento de masas rocosas son aquellos cuyo territorio está asentado sobre la unidad sedimentaria marina (grupo Rosario) y que los sitios que ofrecen una moderada garantía y seguridad en torno a no protagonizar tales eventos de riesgo son aquellos cuyo territorio está asentado sobre la unidad volcánica-volcanoclástica metamorfozada (grupo Alisitos o Santiago Peak) y que los sitios con menores posibilidades de escenificar movimiento de masas rocosas en perjuicio de los bienes materiales y/o humanos de la sociedad civil involucrada de manera directa; tanto temporal como espacialmente son aquellos cuyo territorio está asentado sobre la unidad plutónica aflorante en la esquina NE del área de estudio.

TG-19

UPLIFTED HOLOCENE TERRACES AND TECTONIC DEFORMATION OF THE MICHOACÁN COAST, SOUTHERN MÉXICO

Ramírez María Teresa¹, Marshall Jeffrey S.² and Zamorano J.J.¹

¹ Depto. de Geografía Física, Instituto de Geografía, UNAM Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

² Geosciences Department, Franklin and Marshall College, Lancaster, PA, 17604-3003, USA

The Pacific coast of Michoacán, southern México, extends across an active convergent margin characterized by northeast subduction of the Cocos plate at 5-6 cm/yr beneath the North American plate. The coastal morphology of this region reflects relative sea-level changes produced by active tectonic uplift during the Holocene. This coast was the site of one of the largest (M_s=8.1, September 19, 1985) and most damaging earthquakes in México. Coseismic coastal uplift of up to 1.0 m caused by the 1985 earthquake uplift (Bodin and Klinger, 1986; Corona-Esquivel et al., 1988) occurred on the Michoacán area.

Uplifted marine strandlines (former shorelines) are represented by emerged marine terraces, beach-ridges, and river terraces. Geomorphic evidence of uplift extends particularly south of Tiztupan to about Lagunillas (southeast of the Balsas river delta), with terraces ranging in height from 2.5 up to 8 m above sea level. Radiocarbon dating of marine shells, found on terraces and beach-ridges, and archaeological data (pottery shards) for the region support sudden

uplift caused by major earthquakes during the Holocene along the Michoacán coast. Preliminary C14 ages for uplifted Holocene beach ridges near the southern edge of the Michoacán segment (Boca La Saladita and Chucutitán) suggest recent short-term uplift at 1.0-3.0 m/ka.

At least two well-preserved Pleistocene marine and fluvial terraces are also prominent along this coastline at elevations ranging from 10 to 150 m, indicating longer-term uplift rates within the central Michoacán coast (eg. Bahía Bufadero). Further radiocarbon dating of higher marine terraces and correlation's with sea level curves will give insight into the rates of tectonic uplift during the Quaternary in this region. In addition, comparison of terrace uplift patterns with that of the 1985 coseismic uplift may help constrain earthquake recurrence intervals.

TG-20

LOCALIZACIÓN Y ESTADO ACTUAL DE LAS ZONAS FOSILÍFERAS PLEISTOCÉNICA Y CRETÁICAS DEL ESTADO DE JALISCO

Gustavo Saavedra de la Cruz y Carlos Suárez Plascencia
 Depto. de Geografía y Ordenación Territorial, CUCSH, Universidad de Guadalajara

En la porción centro-sur del estado de Jalisco, cuenta con un potencial paleontológico de gran importancia para el desarrollo histórico del estado, siendo 25 los municipios en los que se han encontrado vestigios fósiles de animales que habitaron estas regiones. Estos fósiles se ubican principalmente en depósitos sedimentarios pleistocénicos de las planicies lacustres de Zacoalco-San Marcos-Atotonilco-Sayula, sobresaliendo en importancia el actual Lago de Chapala, en cuyas márgenes se han encontrados una gran variedad de fósiles, caracterizándose por fauna del Pleistoceno como mamut, caballo, camello e inclusive restos humanos. En la porción central de la planicie lacustre de San Marcos se ubica el cerro del Tecolote de origen volcánico. Sobre su ladera sureste se interdigita la estructura volcánica con los depósitos sedimentarios de antiguo lago, aquí se han encontrado alrededor de 43 especies, como son: mamut, megaterio, una gran variedad de aves acuáticas, tortugas, peces, ranas, etc. Siendo esta la segunda en importancia en riqueza paleontológica en el estado y de las menos estudiadas.

Estas dos regiones difieren de los fósiles Cretácicos de tipo marino localizados en la porción sur del estado, sobre todo en las regiones de la Sierra de Manantlán, algunas porciones de la Sierra de Tapalpa-Chiquilistlán, la zona de Huescalpa-Zapotiltic, la Sierra del Tigre y algunas porciones de los municipios de Tuxpán y Pihuamo.

TG-21

NEOTECTÓNICA DE LA PLANICIE COSTERA, DEL GOLFO DE MEXICO, IMPLICACIONES TECTÓNICO-ECONÓMICAS EN LA REGION DE EBANO-PANUCO

Mario Ernesto Vázquez M.¹, Mario Hernández G.¹, Carlos Villegas C.¹, Rogelio Ramos A.², Raúl García H.², Estanislao Velásquez C.², Jorge A. Hernández C.², Eduardo Macías Z.², Aureliano Garza H.², Aureliano Gutiérrez P.² y Mario Chávez G.³

¹IMP, México

²PEP, Región Norte, R. Tampico

³Instituto de Ingeniería, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

Se presentan los datos que soportan una actividad tectónica del Neógeno y del Reciente en una Región de la Planicie Costera del Golfo de México, específicamente en el área de Ebano-Pánuco (Norte de Veracruz, Sur de Tamaulipas y Oriente de San Luis Potosí). Esta área, ha sido predominantemente considerada como una región de margen pasivo, sin embargo a la luz de los datos presentados se plantea la existencia de una actividad tectónica importante que debe de ser tomada en cuenta para esta región de México, en los análisis de riesgo sísmico y en la evaluación económica de las áreas productoras de hidrocarburos.

Los resultados presentados, pertenecen al estudio «Play Fracturas», del Proyecto de Inversión Temporal, elaborado conjuntamente entre personal de PEMEX Exploración y Producción, Región Norte, Residencia Tampico y el Instituto Mexicano del Petróleo.

El área de estudio se ubica en la Planicie Costera del Golfo de México, abarcando la porción norte de la denominada Cuenca Tampico-Misantla. Se encuentra incluida entre las coordenadas geográficas 21°45' y 23°00' de latitud norte y entre 99°00' de longitud Oeste y la línea de costa del Golfo de México.

Los datos obtenidos indican la presencia de una actividad tectónica importante y posterior a la Orogenia Larámide. Este evento tectónico se presume que se encuentra actualmente en plena actividad y aún cuando su origen no está bien definido, provoca la generación de sistemas de fallas laterales y de fallas normales.

Las evidencias de los sistemas de fallas laterales y normales, fueron observadas en la superficie y en el subsuelo, en unidades de roca que comprenden del Oligoceno al Reciente. Estas evidencias corresponden a planos de fallas con estrias, a flancos de estructuras anticlinales y a sistemas de fracturas asociadas. Así también se obtuvieron datos de eventos sísmicos, registrados en la región estudiada.

El modelo estructural propuesto está soportado a su vez, en forma tridimensional, por la interpretación de tres fragmentos de líneas sísmicas que se ubican dentro de la misma región y que representan a un modelo estructural, relacionado con la reactivación oblicua de antiguas fallas normales de basamento, generando estructuras asociadas a una cizalla lateral, semejantes a las estructuras tipo flor. El origen de las fallas normales se relaciona con el proceso de la apertura del Golfo de México durante las etapas de «Rift» y «Drift» ocurridas en la base del Mesozoico.

Las estructuras y zonas fracturadas formadas durante este evento de reactivación, se encuentran directamente relacionadas con la presencia de los yacimientos de hidrocarburos en esta región, los cuales son mundialmente reconocidos como Yacimientos Naturalmente Fracturados.

Los focos sísmicos registrados en la región, representan la actividad actual del evento tectónico. Así entonces se requiere replantear la evaluación del riesgo sísmico de la región, a consecuencia de los nuevos datos obtenidos y al aumento de la población con el consecutivo aumento de las obras civiles.

Este modelo estructural se puede aplicar, en un nivel mas regional, identificando la distribución de las fallas del «Syn-Ryft» en el subsuelo y estableciendo la amplitud de la zona de afectación asociada estos sistemas estructurales, para todas las áreas que contengan las mismas características geológicas.

TG-22

CORRELACIÓN MORFOESTRUCTURAL Y GEOFÍSICA DE LA CUENCA DE CHICONTEPEC

Gerardo Ronquillo J., Alberto Rocha L., y Gustavo López G.
Instituto Mexicano del Petróleo
México, D.F.

El objetivo principal del presente trabajo fue el desarrollo del mapa morfoestructural de la Cuenca de Chicontepec integrado con datos geofísicos de gravimetría, magnetometría y sísmica. La metodología empleada fue la interpretación de imágenes de satélite y mapas topográficos en diferentes escalas. Como resultado de estas interpretaciones de las imágenes se construyó un mapa de los principales lineamientos de la Cuenca, correlacionando los lineamientos con las interpretaciones topográficas u sus elevaciones, se conformo el mapa Morfoestructural de la Cuenca de Chicontepec. Donde sus morfolineamientos regionales tienen dos sistemas de dirección principal, uno con dirección NE y la otra con dirección NW. El primer sistema NE se tiene dos formolineamientos regionales aproximadamente de 245 Km de longitud, que limitan la Cuenca de Chicontepec. El otro sistema NW que atraviesa el primero aproximadamente perpendicular al primer sistema, conformando un sistema de bloques con diferentes elevaciones. Deduciendo que este primer mapa morfoestructural de la Cuenca de Chicontepec es de gran ayuda en exploración petrolera, dado que nos dice que la tectónica de la Cuenca es muy compleja y la migración del hidrocarburo tiende a buscar las intersecciones de los formolineamientos. En las interpretaciones del mapa del basamento magnético se observa que sus estructuras tiene un comportamiento igual a las morfoestructuras interpretadas. Por que podemos concluir que una integración e interpretación racional y optima de mapas morfoestructurales y datos geofísicos son de gran ayuda tanto para la exploración y estudios de caracterización de yacimientos.

TG-23

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE UN CAMPO PETROLERO Y SU INTERPELACIÓN CON OTRAS DISCIPLINAS

Citlalli Sarmiento López
Instituto Mexicano del Petróleo

Para una caracterización geológica de cualquier yacimiento petrolero, es de primordial importancia su interrelación con algunas de las disciplinas de ciencias de la tierra (sísmica, registros de pozos).

Una de las aportaciones de la geología es la generación de un modelo sedimentario, el cual va a definir las condiciones de deposito para cada horizonte, lo que nos llevara a determinar adecuadamente algunos parámetros físicos, tales como porosidad y permeabilidad; así se podrán determinar zonas con características propias para almacenar hidrocarburos.

Otro punto a considerar es la realización del modelo estructural, en el cual se podrá definir la geometría y los límites del yacimiento.

Al final y en conjunto con los resultados que hayan tenido de los análisis de información, tanto sísmica como registros de pozos, se llegaran a definir áreas donde se puedan ubicar localizaciones de pozos exploratorios. Los cuales cuando se perforen y se obtengan resultados directos se podrán utilizar como productores, ya sea de gas o de aceite, en el o los intervalos encontrados.

También, todos los datos obtenidos en la caracterización estática del yacimiento son la base para iniciar la simulación numérica, es decir la caracterización dinámica, con la cual se podrá predecir o sugerir patrones de explotación para ser mas rentable y duradero ese yacimiento.

CRONOLOGIA ERUPTIVA DE LA ERUPCIÓN PLINIANA (PÓMEZ TOLUCA SUPERIOR) DEL VOLCÁN NEVADO DE TOLUCA

Arce J.^{1,2} y Macías J.L.²

¹ Posgrado en Ciencias de la Tierra, UACyP-CCH

E-mail: jarce@tepetl.igeofcu.unam.mx

² Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

Una de las erupciones más violentas registradas durante la historia eruptiva del Volcán Nevado de Toluca (19°06'30"N; 99°45'30"W; 4,680 m.s.n.m.) corresponde a la erupción pliniana ocurrida hace aproximadamente 10,500 años. Este evento depositó una serie compleja de productos piroclásticos denominados genéricamente como "Pómez Toluca Superior" (PTS) por Bloomfield y Valastro (1974). Nuevos datos de campo y laboratorio han permitido reinterpretar la historia eruptiva de la PTS en cuatro fases eruptivas ocurridas de manera continua en un lapso de pocos días. Dada la secuencia estratigráfica deducimos que probablemente antes de este evento volcánico el Nevado de Toluca se encontraba bloqueado por un domo central de composición dacítica similar al domo El Ombligo. La erupción inició con pequeñas explosiones (Fase I de apertura) que emplazaron un pequeño flujo piroclástico hacia la porción noreste del cráter, la destrucción parcial del domo durante estas explosiones causó una súbita descompresión del sistema magmático originando una columna eruptiva (>25 km de altura) la cual depositó una capa de pómez en dirección NE. Las fases sucesivas de la erupción fueron muy similares iniciaron con explosiones mayores las cuales dieron origen a igual número de columnas plinianas que alcanzaron elevaciones mínimas de 37, 42 y 28 km (Fases II-IV respectivamente). Estas columnas plinianas fueron sostenidas durante algunas horas, debido probablemente a erosión del conducto volcánico y disminución del gasto estas columnas colapsaron formando flujos piroclásticos ricos en pómez y surges asociados los cuales se emplazaron en las laderas NNE del volcán. Las capas de caída ricas en pómez depositadas durante las fases II y III, cubrieron las cuencas de el Alto Lerma y México con al menos 1m y 10 cm de espesor (total). Estas capas corresponden a los miembros Inferior y Superior descritos por Bloomfield y Valastro (1974). La erupción concluyó con la intrusión de un nuevo domo central conocido como El Ombligo de composición dacítica.

Bloomfield y Valastro (1974) Late Pleistocene eruptive history of Nevado de Toluca volcano, Central Mexico. *Bulletin Volcanol.*, 85, 901-911.

VOL-02

VOLCANIC EVOLUTION OF THE HUICHAPAN CALDERA, HIDALGO, MÉXICO

Aguirre-Díaz Gerardo J.¹ and López-Martínez Margarita²

¹ UNICIT, UNAM

Juriquilla, Qro.

Email: gjad@servidor.unam.mx

² Depto. de Geología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

The Huichapan caldera (HC) is one of several calderas located in the central sector of the Mexican Volcanic Belt (MVB), about 110 km to the NNW of México City. It is a 10 km in diameter

outstanding structure. The HC initiated its activity at ca. 4.6 Ma with a caldera-formation major explosive eruption that produced an ignimbrite sequence named Donguinyó Tuff. This unit consists of several andesitic to dacitic, low-aspect ratio, densely welded ignimbrites containing opx+cpx+pl+Fe-Ti oxides. These deposits covered Cretaceous sedimentary rocks and pre-existing volcanic rocks. Sometime between 4.6 and 3.9 Ma erupted a series of andesitic lava flows from vents aligned along the rim. The age is still not well constrained but the clearly overlie Donguinyó Tuff. These lava flows were probably very fluid because they did not form lava domes at their vents but low-aspect ratio platy-jointed and blocky AA flows. At about 3.9 Ma the central lava domes were emplaced, with Cerro Hualtepec as the largest one. At 3.5 Ma activity re-initiated with major explosive eruptions that produced surge deposits, pumice-fall deposits and a widespread ignimbrite. This sequence is named the Huichapan Tuff (Aguirre-Díaz, 1996; Rev. Mex. C. G.). The ignimbrite of Huichapan Tuff is better known as it is the cover photo of Cas and Wright's (1987) book. The ignimbrite reaches as far as 50 km to the west, where it buries the 4.7-4.6 Ma Amealco Tuff and ponded against a large andesitic volcano (Nado). To the North it reaches up to 30 km from source and covers Donguinyó Tuff. The ignimbrite of Huichapan Tuff is felsic, with well-developed columnar jointing in the most welded facies, and contains quartz and sanidine, but it is mostly composed (90-95 vol. %) of glass shards and pumice lumps. Finally, at 2.9 Ma the Nopala volcano was emplaced, a large shield volcano that erupted mainly andesitic lava flows.

The eruption of Donguinyó ignimbrite was nearly contemporaneous with the 4.7-4.6 Ma ignimbrites derived from the Amealco caldera, which is located at about 60 km to WNW of the Huichapan caldera. It was also very close in time with 4.7 Ma ignimbrites associated to Los Agustinos caldera (Aguirre-Díaz, UGM 1996), another center about 100 km to the W of the Huichapan caldera. Thus, between 4.8 and 4.6 Ma there was an intense explosive activity associated to calderas in the central sector of the MVB. This volcanic style can be extrapolated to other sectors of the MVB as there are occurrences of similar ignimbrites at this particular time (e.g. San Gaspar ignimbrite of Guadalajara). A characteristic of these ignimbrites is the intermediate composition (andesitic-dacitic) and the mingling of glasses.

VOL-03

LONG-PERIOD EARTHQUAKES OBSERVED AT ASAMA VOLCANO

Munchisa Sawada

Centro Nacional de Prevención de Desastres

E-mail: sawada@cenapred.unam.mx

Asama volcano is 2568 m high, active andesitic volcano. Last eruption occurred in 1983. Volcanic earthquakes observed at Asama volcano are categorized into five groups: (1) A-type events, (2) B-type events, (3) long-period (LP) events, (4) explosion events, (5) volcanic tremors. Long-period events recorded by 1 s short period seismographs at Asama volcano are analyzed. There are two subgroups of LP events:

(1) high-frequency LP events, (2) low-frequency LP events. High-frequency LP events start with high-frequency (5-10 Hz) waves and are soon followed by low-frequency (2-4 Hz) waves. Low-frequency LP events last with low-frequency (2-4 Hz) waves from the beginning to the end. LP events are characterized by long

duration. Duration of LP events at Asama volcano are ranging from 20 s to 10 minutes. LP events occur not only at the eruptive stage but also at the non-eruptive stage of Asama volcano. Spectra of high-frequency portions of high-frequency LP events are very similar to those of high-frequency B-type or medium-frequency B-type events. Hypocenters of LP events that were determined from initial motions are located under the crater. However, from spectral analysis and polarization analysis, we inferred the locations of main motions of LP events to be located 1 or 2 km east of the crater. We conclude that LP events are triggered by B-type events and main motions of LP events are excited by secondary source located outside the crater. We investigated a model of body-force equivalent to explain LP events and found the tensile crack model was a best-fit model to explain LP events.

VOL-04

LOS PARÁMETROS ESPECTRALES DE SISMOS REGISTRADOS ALREDEDOR DE VOLCÁN DE COLIMA EN JUNIO Y JULIO DE 1998

Tonatiuh Domínguez¹, Vyacheslav Zobin², Eliseo Alatorre², Carlos Navarro² y Gabriel Reyes³

¹ UIJA, Universidad de Colima

² Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima

³ CUICB, Universidad de Colima
28045, Colima, Col.

La nueva etapa en actividad volcánica del Volcán de Colima fue marcada con el enjambre de sismos el 28 de noviembre de 1997 y continúa hasta la fecha (el fin de agosto de 1998) sin erupción volcánica. Los enjambres de sismos fueron registrados durante 28 de noviembre a 10 de diciembre de 1997, 20 al 22 de marzo, 15 a 17 de mayo, y 3 a 6 de julio de 1998. En junio y julio, una estación digital de tres componentes ubicada a distancia de 1.5 km de la cima del volcán registró unas decenas de eventos con S-P entre 0.7 y 2.6 seg. Los parámetros espectrales de las ondas S (la frecuencia de esquina, el momento sísmico, la caída de esfuerzos, y la longitud de ruptura) fueron determinados para los 27 sismos. Se presenta el análisis de estos parámetros en comparación con los datos de otros estudios.

VOL-05

ACTIVIDAD SÍSMICA EN EL COMPLEJO VOLCÁNICO CEBORUCO-SAN PEDRO-TETEPILIC

F. Núñez-Cornú¹, C. Suárez-Plascencia², F.A. Nava¹, A. Reyes y M. Rutz

¹ LabTOA, CUC, Puerto Vallarta, Univ. de Guadalajara
Puerto Vallarta, Jal.

² DGOT, CUCSH, Universidad de Guadalajara
Guadalajara, Jal.

³ Depto. de Sismología, CICESE
Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada B.C.

La estación sismológica ubicada en San Pedro Lagunillas forma parte de RESJAL y opera desde 1995, está equipada con un MARS 88 con sensor Le3D y funciona a base de algoritmo de disparo. El número de sismos volcánicos registrados en general fue pequeño, excepto en 3 días de febrero de 1997, cuando se registró una serie de temblores sísmicos con frecuencias de 6-7 Hz y al final de la serie se observaron algunos parecidos a los «hipos»

reportados para el Volcán Colima en 1991 con frecuencias 3-4 Hz mostrando un decaimiento en amplitud y frecuencia. A partir de marzo de este año, y después de una serie de eventos temblores tectónicos que ocurrieron en la región de Amatlan de Cañas y Ameca, se incrementó el número de sismos volcánicos, la mayor parte de ellos se podrían clasificar como tipo «b», sus características principales: inician emergentes, comienzan con bajas frecuencias y presentan varias fases (cambios de frecuencia) su duración es de 4 a 9 segundos aunque algunos son más largos. En algunos días se han registrado más de 25 eventos. También se han registrado nuevamente temblores que en general muestran una frecuencia más baja que los de febrero de 1997 con frecuencias de 3 a 4 Hz y en algunos casos envolventes muy periódicas entre 2.5 y 3 seg.

VOL-06

ACTIVIDAD SÍSMICA DEL VOLCÁN DE FUEGO DESDE NOVIEMBRE DE 1997

Gabriel Angel Reyes Dávila, Carlos Ariel Ramírez Vázquez y Justo Orozco Rojas

CICBAS, RESCO, Universidad de Colima

El patrón de sismicidad del Volcán de Fuego, o de Colima, presenta un cambio notable desde mediados de noviembre de 1997. De entonces a la fecha, se han presentado no menos de cuatro grandes secuencias sísmicas de diferente intensidad, comportamiento y duración, precedidas siempre por otras más pequeñas y de corta duración.

Las grandes secuencias sísmicas se han presentado en noviembre de 1997, marzo, mayo y julio de 1998 con una duración de 12, 2, 3 y 4 días, respectivamente. Esta última se presentó del 3 al 6 de julio próximo pasado, aparentemente disparada por intensas lluvias, y terminó, a diferencia de las anteriores, con un evento explosivo similar al ocurrido en julio de 1994, aunque de menor tamaño. Después de este último evento explosivo, la actividad sísmica ha permanecido en un nivel alto, registrándose por primera vez temblor tanto armónico como no-armónico, con duración de hasta 15 minutos en diversas ocasiones durante los meses de julio y agosto.

En todas las secuencias la actividad fue estrictamente de carácter volcánico y restringida su localización en el edificio volcánico, pero el 11 y 12 de julio se presentó una secuencia sísmica de carácter tectovolcánico localizada al sur del volcán, en dirección al mismo y de profundidad ascendente. Desde entonces continúan presentándose este tipo de eventos, algunos de los cuales ocurren a profundidades mayores a los 60 kms.

Se presenta en este trabajo una descripción detallada de la actividad arriba mencionada.

VOL-07

CVT, SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL CINTURÓN VOLCÁNICO MEXICANO: ETAPA I

Gabriel Origel Gutiérrez

Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

E-mail: abc_map@hotmail.com

La integración, intercambio y actualización de información espacial es un problema crucial en las ciencias de la tierra, en especial para estudios físico-ambientales que implican el análisis y modelado de variables, así como el diseño cartográfico en diversas escalas. Una de las regiones de mayor interés investigativo, debido a las relaciones entre la concentración de la población y los procesos geodinámicos que se presentan en la misma, es el Cinturón Volcánico Transmexicano. En este trabajo se expone la primera etapa del proyecto CVT, el cual tiene como objetivo general diseñar e implementar un sistema de información geográfica de dicha región.

El CVT tiene la conceptualización de integrar los datos generados por las ciencias de la tierra, apoyar la investigación y administrar la cartografía en formato digital. En esta primera etapa se definen los parámetros geográficos y cartográficos básicos, la plataforma computacional y la estructura de la información. Se presentan ejemplos dentro del área de la geomorfología, los cuales incluyen mapas geomorfológicos y diagramas en bloque a partir de modelos de elevación (GTOPO30 y GEMA) e imágenes digitales.

Por la magnitud de esta tarea se hace un llamado a la comunidad geocientífica para considerar los requerimientos propios de sus áreas.

VOL-08

ZONIFICACIÓN DEL RIESGO VOLCÁNICO EN EL VOLCÁN CEBORUCO, NAYARIT

Carlos Suárez Plascencia¹, Luis A. Delgado Argote², Francisco Nuñez Cornú⁴, Alejandro Nava Pichardo³ y Gustavo Saavedra de la Cruz¹

¹ Depto. de Geografía, CUCSH, Universidad de Guadalajara² Depto. de Geología, CICESE³ Depto. de Sismología, CICESE

Km 107 Carret. Tijuana-Ensenada, 22860 Ensenada, B.C.

⁴ CUC, Puerto Vallarta, Universidad de Guadalajara

El volcán Ceboruco se localiza en la porción noroccidental del graben Tepic-Zacoalco. La actividad del volcán puede dividirse en cuatro ciclos eruptivos que se diferencian claramente por su valor de índice de explosividad (VEI) y, en menor grado, por las variaciones en su composición química. Al inicio del primer ciclo se desarrolló una actividad efusiva de composición andesítica que construyó el edificio principal, denominado paleo-Ceboruco; este ciclo terminó con una erupción pliniana cuyo VEI se estima entre 3 y 4, y formó la Caldera Exterior hace 1020 años. La actividad más reciente corresponde a un derrame dacítico localizado en el flanco SW. Este derrame se emitió en 1870 y se estima que tuvo un VEI de 1. Actualmente, en la parte superior del volcán se observa actividad fumarólica cuyas temperaturas oscilan entre 20° y 120°C; además, se han identificado temblores volcánicos de alta frecuencia.

De acuerdo con la historia eruptiva del volcán, las amenazas más probables en caso de actividad se deberían a derrames de lavas, caída de ceniza, y formación de flujos piroclásticos y lahares, considerando que una nueva actividad tendría un valor de VEI entre 1 y 4.

En 1995 la región que rodea al Volcán Ceboruco tenía una población de 61,197 habitantes distribuidos en 107 localidades, que crece a una tasa aproximada de 1.1% anual. La principal actividad económica de la región es la agricultura, mientras que el comercio regional se concentra en las localidades de Ixtlán del Río y Ahuacatlán. Una de las razones por las que la vulnerabilidad de la zona es alta se debe a que el flujo comercial entre el noroeste y centro-sur del país se desarrolla a través de la carretera Guadalajara-Nogales, el ferrocarril Guadalajara-Mexicali y la autopista Guadalajara-Tepic, todos localizados en la base del volcán.

Considerando la historia geológica del volcán, la geomorfología de detalle y las distintas variables geográficas de los alrededores del edificio volcánico, se elaboraron mapas de peligro y vulnerabilidad. A partir de éstos se concluye que la actividad volcánica con mayor grado de afectación estaría relacionada con actividad explosiva que desarrollaría columnas eruptivas con alturas superiores a los 7 km, que cubriría de cenizas a zonas localizadas hasta a 15 km de la fuente. Parte de los flujos piroclásticos, los derrames de lava y los lahares se canalizarían a lo largo de barrancas. Finalmente, los resultados se plasman en un mapa de riesgo debido a la caída de ceniza y en otro debido a flujos en general. Uno de los motivos de estos mapas es que puedan ser utilizados como instrumentos de planeación y ordenamiento territorial, elaboración de planes operativos en casos de emergencia volcánica, así como de planes de reactivación económica después de un evento eruptivo.

VOL-09

ACCIONES DE INFORMACIÓN PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO VOLCÁNICO EN POBLACIONES DE COLIMA Y JALISCO

Alicia Cuevas Muñiz y Esther Ceballos Magaña
Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima
E-mail: acuevas@egic.uco.mx

Como parte del Programa de Información a la Población sobre Riesgo Volcánico*, en 1997 se aplicó una encuesta a la población mayor de 15 años en las localidades de alto y mediano riesgo del Volcán de Colima (Colima: La Becerra, La Yerbabuena y Quesería; Jalisco: Tonila, San Marcos, Cofradía de Tonila y Juan Barragán). Los resultados demostraron que existía una falta de información sobre aspectos volcánicos y la carencia de una cultura de protección civil en las poblaciones cercanas al volcán. Esta situación, en caso de erupción, conllevaría a alto riesgo. Una población bien informada sobre los peligros volcánicos es menos susceptible de entrar en pánico en caso de una emergencia volcánica y es más probable que reaccione favorablemente ante medidas de protección civil (Tilling, 1989).

Se consideró necesario empezar a interactuar con la población y con autoridades de protección civil de ambos estados. Por lo anterior se diseñó, conjuntamente con las autoridades de protección civil, un tríptico informando las medidas preventivas en caso de una erupción volcánica, incluyendo rutas de evacuación para los poblados de Quesería, La Becerra y La Yerbabuena. Aunque este

medio no solucionaría el problema existente, si podría ser de gran utilidad, ya que la gente aceptaba la existencia de una amenaza, pero no identificaba los peligros potenciales en caso de erupción.

También se inició una campaña radiofónica de información sobre riesgo volcánico, con esto no sólo se pretende llegar a los habitantes de las zonas de alto y mediano riesgo, sino tener una mayor cobertura, las cápsulas informativas se transmiten en estaciones radiofónicas de alcance estatal. De esta manera se busca estimular la curiosidad de la gente por conocer aspectos relacionados con el Volcán de Colima.

Una de las estrategias comunicacionales que consideramos de mayor efectividad son las pláticas a las poblaciones de alto y mediano riesgo volcánico ya que, según resultados de la encuesta, a los habitantes que viven en estas zonas lo que más les interesaba era que las personas que estudian el volcán les informaran directamente sobre su nivel de actividad y sobre los peligros volcánicos.

Se elaboró un folleto en el cual se describe las características de cada uno de los peligros del Volcán de Colima y se mencionan las posibles poblaciones más susceptibles de ser afectadas.

Es posible que la campaña de información en las poblaciones cercanas al Volcán de Colima esté teniendo resultados aceptables. En este volcán la población bajo amenaza de flujos piroclásticos y lahares es de aproximadamente 20,000 habitantes (Gavilanes et al., 1997) y solamente hay 3 poblaciones que sobrepasan los 3,000 habitantes, a diferencia de lo que ocurre en las poblaciones cercanas al volcán Popocatepetl, en donde el total de población es de más de un millón de habitantes en la zona de alto riesgo volcánico (principalmente por flujos piroclásticos y flujos de lodo). Por lo tanto, ha resultado más sencillo mantener una comunicación interpersonal con las comunidades del Volcán de Colima.

Es por ello que para la mitigación del riesgo volcánico en estas poblaciones, es importante mantener un flujo comunicacional entre científicos, autoridades civiles y público en general, ya que un monitoreo volcánico, por muy eficiente que sea, de poco o nada sirve si a la población bajo riesgo no le son comunicadas de manera clara y oportuna los conocimientos derivados de estos estudios (Tilling, comunicación personal, 1996).

*Este proyecto (97-030-4004) es financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-SIMORELOS y cuenta con la colaboración del Sistema Estatal de Protección Civil de Colima, la Unidad Estatal de Protección Civil de Jalisco, los ayuntamientos de Ciudad Guzmán y Tonila Jal., Cuauhtémoc y Comala, Col., el USGS Volcano Hazards Team y el CENAPRED.

VOL-10

VOLCÁN DE COLIMA: EDUCACIÓN DEL RIESGO EN NIÑOS

Adriana Mora Amezcua, Verónica A. Torres Vargas y Marcela Villanueva Magaña
Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima

Según Tilling (1997), el fomentar una cultura sobre los peligros volcánicos a la población infantil es a mediano y largo plazo mucho más eficaz que las acciones que se implementen para concientizar a la población adulta, ya que en ésta resulta más difícil modificar las concepciones erróneas que tengan al respecto.

Por esta razón, los esfuerzos del Grupo de Información del Observatorio Vulcanológico de la Universidad de Colima se han encaminado a la población infantil de las zonas de alto y mediano riesgo del volcán de Colima, en las poblaciones de Quesería, la Yerbabuena y la Becerrera del estado de Colima y en las poblaciones de Tonila, San Marcos, Juan Barragán y Cofradía de Tonila del estado de Jalisco.

Con el objetivo de determinar el nivel de información que tienen los niños de las mencionadas poblaciones y la percepción de éstos sobre los peligros volcánicos, se aplicaron un total de 342 entrevistas a niños de primero a quinto grado de 14 escuelas primarias de la zona. La entrevista contiene un apartado sobre datos generales, un bloque de 8 reactivos sobre aspectos volcánicos y de protección civil y un reactivo en el cual se le solicitó a los niños que dibujaran un volcán.

En lo referente a este último reactivo, se realizó una interpretación perceptual del dibujo para determinar el nivel de información que tienen los niños sobre el volcán y sobre todo para obtener la percepción de riesgo volcánico en los niños de zonas de alto y mediano riesgo del volcán de Colima. La percepción es el proceso por el cual los niños descubren, reconocen e interpretan la información procedente del ambiente, lo cual les permite reaccionar en consecuencia de dicha percepción (Mussen et al., 1991).

Los resultados indican que en cuanto a la constancia de tamaño asociada a la amenaza percibida del volcán, tan sólo una tercera parte de los niños perciben al volcán como la amenaza real que éste representa en sus vidas.

Por otro lado, en cuanto a la percepción de la forma, la mayoría de los niños perciben al volcán como un cuerpo triangular, y en lo referente a la posición o lugar que ocupa en su contexto, la mayoría de los niños lo ubican en un sitio central.

Es de especial interés el hallazgo relativo a que sólo la mitad de los niños encuestados perciben al volcán como un cuerpo con actividad, lo cual está estrechamente ligado con la percepción de riesgo, ya que no se percibe como amenazante a algo que carece de actividad o de vida.

Un dato asociado que resulta relevante, es el hecho de que de la mitad de los niños que perciben al volcán como activo, sólo una estrecha minoría sabe de la existencia de una cámara magmática y la plasma en el dibujo. Es importante aclarar que una marcada mayoría de estos niños pertenecen a una población y a una escuela en particular del estado de Colima, lo cual permite deducir que estos niños han tenido más información al respecto y apoya lo postulado por Rembusch (1962, citado en Ausubel, 1983), sobre la mayor capacidad que poseen los niños para aprender durante la infancia y lo sugerido por Peterson (1996), quien propone que los esfuerzos de la educación sobre riesgo volcánico deben enfocarse a niños, porque a través de ellos, los padres pueden también ser informados.

Se tiene en preparación una antología con temas de vulcanología y protección civil, como propuesta de programa complementario o alternativo para educación primaria.

Este proyecto (97-030-4004) es financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-SIMORELOS, y cuenta con la colaboración del Sistema Estatal de Protección Civil de Colima, la Unidad Estatal de Protección Civil de Jalisco, los ayuntamientos de Ciudad Guzmán y Tonila, Jal., Cuauhtémoc y Comala, Col., el USGS Volcano Hazards Team y el CENAPRED.

AEMM-01

LOS IMPACTOS DE LOS CAMBIOS AMBIENTALES GLOBALES EN LOS RECURSOS DE NUESTRO PAÍS: EN RUTA HACIA EL SIGLO XXI

Rubén Lara Lara
CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

En las últimas décadas la humanidad se ha transformado en una nueva fuerza de la naturaleza, vivimos en un planeta dominado por el hombre, estamos modificando los sistemas terrestres de nuevas maneras, a mayores velocidades, y en escalas espaciales sin precedente en la historia de la tierra. El hombre está realizando el gran experimento con el planeta, no sabemos cuáles serán los resultados, pero si sabemos que tendrán implicaciones profundas para todos los seres vivos de la Tierra.

Cada año nuestro planeta debe acomodar alrededor de una población del tamaño de nuestro País (~90 millones). El uso de los recursos a través de las actividades relacionadas con la: agricultura, pesca, industria, recreación, comercio internacional, etc., el hombre está causando tres clases de cambios, i) transformando la tierra y el mar, ii) alterando los principales ciclos biogeoquímicos, y iii) agregando y/o removiendo especies y/o poblaciones genéticamente distintas.

Los sistemas ecológicos proveen gran cantidad de *bienes* y *servicios* a la humanidad, mediante los cuales es posible que haya vida en este planeta. En general, el hombre está consciente que extrae *bienes* de la naturaleza, pero poca atención se le ha puesto a los beneficios de los *servicios* de los ecosistemas naturales. Aunque estos *servicios* son esenciales para la continua existencia de la sociedad, estos los hemos visto como una "obligación" de la naturaleza. Sin embargo, nunca en la historia habían sido amenazados los *servicios* de la naturaleza por las acciones de la humanidad.

Las velocidades y las escalas espaciales de la mayoría de estos cambios se están incrementando. Los cambios ocasionados por el hombre están bien documentados, pero en general no los hemos apreciado en su totalidad, ni estamos conscientes de sus magnitudes o implicaciones en las actividades socioeconómicas de nuestros países.

Hacia dónde vamos?; Urge que el Siglo XXI sea el siglo del Medio Ambiente?; Hemos entrado a la era en donde las actividades humanas amenazan la sustentabilidad de los sistemas que soportan la vida en nuestro planeta?; Estamos preparados los sectores gubernamentales, sociales, privados, académicos de nuestro país para enfrentar los retos ocasionados por estos cambios ambientales?; Cuáles son los mayores retos para nuestro País?; Qué tanto estamos avanzando en el entendimiento de la fenomenología y funcionamiento de los ciclos naturales típicos de nuestro País; en la conservación, restauración, y el manejo y explotación inteligente de nuestros recursos marinos y terrestres? Vamos por el camino y al paso apropiado?; Es el desarrollo sustentable una realidad o solamente una quimera?.

En esta aventura todos perdemos, pero quiénes somos más vulnerables?, las sociedades de los países que tienen sus economías basadas principalmente en recursos naturales?, o los habitantes de los países que han invertido para tener una infraestructura científica y tecnológica sólida?.

Qué rol podemos tener en la planeación e implementación de un Programa Nacional de Investigación para apoyar el desarrollo sustentable de nuestro País hacia el Siglo XXI?

AEMM-02

PARÁMETROS FOTOSINTÉTICOS DEL FITOPLANCTON DEL GOLFO DE CALIFORNIA

José Eduardo Valdéz Holguín¹, Saúl Alvarez Borrego² y Charles C. Trees³

¹ DICTUS, Universidad de Sonora

² División de Oceanología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

³ CHORS, San Diego State University

Se llevaron a cabo 4 muestreos oceanográficos al Golfo de California, durante primavera, verano y durante la época de transición de noviembre. Se muestreó la región de la cuenca de Guaymas y zona costera, asimismo se realizaron muestreos con mareas vivas y muertas en el umbral al sur de las grandes islas, con la finalidad de caracterizar la variabilidad espacial y temporal de los parámetros fotosintéticos del fitoplancton derivados de las curvas P-E (Fotosíntesis-Irradiancia): pendiente inicial (alfa) y capacidad máxima fotosintética o número de asimilación (Pmax). La región de la cuenca de Guaymas y zona costera difiere oceanográficamente de la región del umbral y presenta características hidrográficas diferentes durante las estaciones del año. En verano la cuenca y la región costera se caracterizaron por una columna de agua estratificada con temperaturas de hasta 30°C, mientras que en el umbral la estratificación fue más débil con temperaturas hasta 3°C menores. En invierno la columna de agua estuvo menos estratificada con evidencia de surgencias en la zona costera, en el umbral las mareas vivas y muertas generaron una mezcla casi total de la columna de agua, las temperaturas superficiales en la cuenca fueron de hasta 18°C y en el umbral de 16°C. En noviembre de 1994 la cuenca presentó temperaturas 3°C mayores con relación a noviembre de 1995, indicando una alta variabilidad entre años. Los nutrientes no fueron limitantes para el crecimiento del fitoplancton. Las concentraciones menores se determinaron en la cuenca de Guaymas durante verano (0.5mM). Los parámetros fotosintéticos presentaron una variación estacional con valores máximos en verano (alfa=0.110 mgC*(mg Cla)-1*(mE m-2 s-1)-1; Pmax=13.52 mgC*(mg Cla)-1*h-1) y mínimos en la época de transición (alfa=0.013 mgC*(mg Cla)-1*(mE m-2 s-1)-1; Pmax=3.28 mgC*(mg Cla)-1*h-1), estos valores superficiales fueron diferentes de los valores obtenidos al 10% de E₀ (a excepción de noviembre de 1995). Durante invierno y verano los valores difieren de s del umbral, en donde se observó la misma tendencia estacional. Los valores para las diferentes épocas son comparados con datos en la literatura.

AEMM-03

PRODUCTIVIDAD PRIMARIA EN EL OCÉANO PACÍFICO MEXICANO: ANÁLISIS Y PERSPECTIVAS

Gilberto Gaxiola Castro

División de Oceanología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

Las aguas del Océano Pacífico mexicano constituyen una serie de ambientes oceanográficos diferentes, desde las zonas tropicales y subtropicales en sur del país, hasta las áreas templadas de la Corriente de California en el noroeste. Estos ambientes distintos contribuyen en muy diversas escalas a la variabilidad de la producción primaria del océano, las cuales se relacionan fuertemente con los procesos oceanográficos más dominantes. El Golfo de California representa por sí mismo una región diferente, donde se encuentra una zona de transición de las áreas subtropicales y templadas, con condiciones mayormente mesotróficas. En este trabajo se hace un análisis de la información que hasta hoy se ha publicado acerca de la productividad primaria del Pacífico mexicano, así como las perspectivas y problemas a corto y mediano plazo. Se identifican además las principales regiones que contribuyen en forma substancial a la productividad primaria y los procesos oceanográficos predominantes que forzan su variabilidad. Un aspecto muy importante a considerar son las escalas de variabilidad que se requiere resolver, en respuesta al acoplamiento entre el forzamiento físico y la respuesta del fitoplancton. Se identifican tres regiones que por su importancia biológica y oceanográfica es necesario estudiar con una mayor cobertura: la zona de la Corriente de California, el Golfo de California y la zona costera y oceánica del Golfo de Tehuantepec.

AEMM-04

DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES ESTADÍSTICAS DE SUPERFICIES RUGOSAS ALEATORIAS A PARTIR DE IMÁGENES REMOTAS.

Josué Álvarez Borrego

Depto. de Óptica, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

E-mail: josue@cicese.mx

Se considera el problema de obtener información de las propiedades estadísticas de superficies rugosas aleatorias a partir de imágenes remotas. De particular interés son las estadísticas de primer y segundo orden de las alturas de la superficie. Más concretamente, es de interés estimar la desviación estándar de alturas, y la autocorrelación, o el espectro de la superficie. Suponiendo que el perfil de la superficie representa una realización de un proceso aleatorio Gaussiano se derivan algunos resultados analíticos y numéricos que relacionan la función de autocorrelación de las alturas de una superficie con la función de autocorrelación del patrón de intensidad que se forma en la imagen de ésta.

Se presentan algunos ejemplos numéricos que muestran la validez del modelo descrito para el caso de superficies unidimensionales. Por superficies unidimensionales entendemos aquellas que tienen variaciones de altura en una dirección, y una altura constante en una dirección perpendicular a ésta. En las simulaciones numéricas, se consideraron dos clases de espectros:

por un lado, espectros asociados con superficies de una sola escala, y por el otro, el espectro de Pierson-Moskowitz que se asocia con superficies de varias escalas. Posteriormente se presentan ejemplos numéricos con superficies bidimensionales, tanto isotrópicas como anisotrópicas, con espectro Gaussiano. En los ejemplos presentados se observa que los resultados numéricos del modelo para una y dos dimensiones concuerdan bien con los resultados teóricos.

Finalmente, se presentan resultados experimentales para mostrar la aplicabilidad del modelo. Para esto, fué necesario fabricar superficies adecuadas. Se describe el experimento y se presenta un análisis y una discusión de los resultados obtenidos. Los resultados experimentales muestran que es posible estimar propiedades estadísticas de primer y segundo orden de las alturas de una superficie rugosa aleatoria con el modelo aquí descrito.

AEMM-05

PRODUCCIÓN PRIMARIA EN EL GOLFO DE CALIFORNIA: SU RELACIÓN CON LA DINÁMICA FÍSICA

Hidalgo González R.M.¹ y Saúl Álvarez Borrego¹

CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

E-mail: rmaria@cicese.mx

El Golfo de California experimenta una intensa dinámica física (surgencias, mezcla por marea, vientos, etc.) que provoca variabilidad en tiempo y espacio en la estructura vertical de la clorofila a y por consiguiente de la producción primaria. A partir de perfiles de clorofila a obtenidos durante 14 cruceros distribuidos a todo lo largo y ancho del golfo, se analiza la variabilidad de la producción primaria según el modelo de Platt y Sathyendranath (1983), determinada a partir de la relación existente entre la profundidad del máximo de clorofila (Z_{mpe}) versus la profundidad de la capa de mezcla (PCM) y el parámetro de estratificación de Simpson y Hunter (f). Los resultados muestran tres regiones una que se ubican en la parte sur del golfo, otra que abarca la zona de las islas y una tercera al norte de las islas, estas tres provincias a su vez se agruparon en dos épocas una fría (invierno-primavera) y otra caliente (verano-otoño). Las correlaciones entre la Z_{mpe} vs PCM muestran valores de $r^2 > 0.85$ en todos los casos, presentándose las mejores correlaciones ($r^2 = 0.92$) en la parte sur del golfo, las que corresponden a una PCM @ 10m durante la época caliente y 22m durante la fría. La relación entre Z_{mpe} vs f muestra valores de $r^2 = 0.95$, que corresponden a f menores en la época fría que en la caliente, salvo en la parte sur del golfo en la cual $r^2 = 0.75$ durante la época caliente. La producción primaria integrada muestran valores de $1.65 \text{ gCm}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ en la parte sur del golfo durante la época fría, mientras que en la caliente fue de $1.4 \text{ gCm}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$. Hacia la región de las islas se observan valores similares y ligeramente más bajos que los encontrados en la región sur ($1.2 - 1.4 \text{ gCm}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$). El hecho que la región de las islas muestre valores más bajos los cuales se asocian con altas concentraciones de clorofila en superficie y en el máximo profundo, así como con los más altos valores de la PCM y menores de f sugiere que la elevada turbulencia de esta región a causa de las mareas genere valores de productividad más bajos, sin embargo en la parte sur del golfo con una PCM más somera y una mayor estratificación, las células de fitoplancton pueden lograr un mejor acondicionamiento y por consiguiente tener una ligeramente más alta producción.

AEMM-06

VARIABILIDAD INTERANUAL DEL COEFICIENTE ESPECÍFICO DE ABSORCIÓN POR FITOPLANCTON EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

Eduardo Millán-Núñez¹, José Rubén Lara-Lara¹ y Charles C. Trees²

¹ División de Oceanología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

E-mail: emillan@cicese.mx

E-mail: rlara@cicese.mx

² Center for Hydro-Optics & Remote Sensing, San Diego State University

6505 Alvarado Road, Suite 206, San Diego, CA. 92120-5005, USA

E-mail: chuck@chors.sdsu.edu

Se realizaron tres cruceros oceanográficos en el Golfo de California para detectar la variabilidad espacio-temporal del coeficiente específico de absorción por fitoplancton (a^*_{λ}). Se analizó la concentración pigmentaria, biovolumen celular y la composición taxonómica del fitoplancton. En la primavera de 1993 se observaron valores promedios $a^*_{\lambda}(440\text{ nm})$ de $0.090\text{ m}^2(\text{mg clorg})^{-1}$ y de 0.033 a 674 nm ; mientras en otoño de 1994 el valor promedio fue de $0.033\text{ m}^2(\text{mg clorg})^{-1}$ a 440 nm y 0.016 a 674 nm ; y durante el verano de 1995 el valor promedio fue de $0.086\text{ m}^2(\text{mg clorg})^{-1}$ a 440 nm y de 0.022 a 674 nm . Las estaciones que se localizaron al sur de las Grandes Islas, mostraron condiciones oceanográficas favorables para el desarrollo del fitoplancton, y por consiguiente valores bajos del coeficiente específico de absorción. De todas las variables estudiadas, la clorofila a y en particular la razón zeaxantina/clorg, mostraron la más alta correlación con el $a^*_{\lambda}(440\text{ nm})$. La variabilidad interanual del $a^*_{\lambda}(440\text{ nm})$ mostró que un 52% de su variación se debió principalmente a la razón clorg/biovolumen; mientras que el mejor modelo (80%) se presentó en forma parcial (otoño de 1994), y se debió a la razón clorg/biovolumen y al tamaño de la célula.

AEMM-07

VARIABILIDAD TEMPORAL DE LAS SURGENCIAS POR VIENTO EN LA COSTA CONTINENTAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Salvador E. Lluch-Cota¹ y S. Álvarez-Borrego²

¹ CIBNOR, La Paz, B.C.S.

² Depto. de Ecología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

La importancia del sistema de surgencias de la costa continental del golfo de California es clara cuando se analizan patrones de distribución de actividad reproductiva y disponibilidad de recursos como el calamar, la sardina y el camarón. Sin embargo, es notable la falta de conocimiento respecto de su variabilidad temporal y sus efectos en comunidades biológicas. Entre las principales causas de esta carencia de estudios están la falta de información observacional y la naturaleza de mar marginal que dificulta la aplicación de métodos tradicionales de análisis. En el presente trabajo se calcula un índice de surgencias (1969-1996) a partir de datos locales de viento generados por la estación de Empalme del Servicio Meteorológico Nacional, se explora la variabilidad temporal de esta serie y se compara su señal con la de

un indicador de la producción biológica. Se encontró que la señal del ciclo estacional explica el 80% de la variabilidad total de la serie. En la escala interanual se identificaron ciclos de 4 años (15.8 % explicación de la serie de anomalías mensuales), 3 años (7%) 7 años (7%) y de menor importancia. No se detectó una relación directa y evidente entre la ocurrencia de eventos interanuales anómalos documentados (p.e. ENSO) y pulsos en la serie del índice. Un segundo análisis permitió la identificación de tres periodos diferenciados por la intensidad del ciclo estacional (1969-1978; 1978-1988 y 1988-1996), lo que coincide con señales encontradas en otras variables ambientales independientes. La comparación de valores mensuales (noviembre 1978 a junio 1986) entre el índice de surgencias y el promedio geométrico de concentración pigmentaria de la zona centro del Golfo reveló una relación exponencial con buenos niveles de explicación. Adicionalmente, existe coherencia entre los patrones estacionales de ambas variables. Aunque los resultados son alentadores, para los autores es claro que antes de considerar este índice de surgencias como un indicador directo de enriquecimiento biológico hay que identificar, evaluar e incorporar al análisis a) el efecto oceánico de eventos interanuales anómalos y b) la contribución relativa de este sistema al total del enriquecimiento en el golfo, considerando que existen otros sistemas de bombeo de nutrientes a la superficie (p.e. mezcla por mareas en la región de las islas).

AEMM-08

BIODIVERSIDAD DEL FITOPLANCTON MARINO DE MÉXICO

David U. Hernández-Becerril

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

A.P. No. 70-305, 04510, México, D.F.

El término fitoplancton marino resulta ambiguo para designar a los grupos heterogéneos de microalgas que habitan el ambiente pelágico marino y que son mayoritariamente fotosintéticos. Los grupos taxonómicos más diversos (número de especies) y mejor estudiados son las diatomeas y los dinoflagelados. En el Pacífico mexicano se han listado hasta 628 taxa de diatomeas, mientras que los dinoflagelados podrían llegar a 300 taxa en la misma región. En el Golfo de México la diversidad de ambos grupos es también notable, donde los dinoflagelados podrían superar el número de especies que en el Pacífico mexicano. En el Caribe mexicano existen muy pocos trabajos sobre el tema. Los llamados "fitoflagelados" pertenecen a varios grupos polifiléticos algales, no todos necesariamente fotosintéticos y son virtualmente desconocidos en amplias áreas del país. Contribuyen de manera importante a la producción primaria planctónica y algunos grupos liberan sustancias a la atmósfera, aunque sus relaciones tróficas no se han estudiado en mares nacionales. Muchas especies del fitoplancton marino producen toxinas o incrementan sus poblaciones que causan daños a la salud humana y a las actividades de acuicultura y pesca de zonas litorales. Aquí se presenta un panorama general del número de especies de esta comunidad en México y se señala la falta de información de ciertos grupos taxonómicos, así como de áreas poco estudiadas en nuestros mares con respecto al fitoplancton marino.

AEMM-09

**EVALUACIÓN DEL NIVEL TRÓFICO DE 3
BALLENAS (BALAENOPTERA MUSCULUS, B.
PHYSALUS AND B. EDENI) FROM THE GULF OF
CALIFORNIA USING STABLE CARBON AND
NITROGEN ISOTOPE RATIOS**

Sergio Aguilera, D. Gendron y J.D. Carriquiry

GEOT-01

SISMICIDAD EN EL COMPLEJO VOLCÁNICO DE LAS TRES VÍRGENES, B.C.S., MÉXICO

Guerrero, G.J.L.

Depto. de Exploración, Gerencia de Proyectos
Geotermoelectrónicos, CFE

El registro de la actividad sísmica se realizó en diferentes periodos y se inició en 1992 con la instalación de un equipo analógico. La instrumentación digital, se inició en 1993, con seis equipos de 12 Bytes, y actualmente se tiene instrumentado con sismógrafos digitales de 16 Bytes y sensores de frecuencia natural de 1Hz.

El modelo de velocidades y las correcciones de sitio se obtienen de: Los estudios geológicos y geofísicos realizados por la CFE, de las referencias bibliográficas de estudios regionales y de un perfil sísmico de refracción de 15Km de longitud que cruza el complejo volcánico en dirección NW-SE. Con la distribución de estaciones propuesta, fue posible monitorear la estructura volcánica y las fallas activas que se han manifestado en la zona.

Los periodos de registro sísmico analizados, muestran que existe una gran correspondencia entre los epicentros y las fallas principales junto con las zonas de debilidad generadas por el sistema de esfuerzos, fracturamiento y vulcanismo, asimismo, los enjambres registrados han ocurrido a nivel superficial y local, y sus efectos se manifiestan como variantes temporales de las anomalías de velocidad y cambios en las propiedades de atenuación de los materiales que rodean a la región focal. Estos fenómenos se pueden atribuir a la saturación y desplazamiento de los fluidos hidrotermales.

GEOT-02

ATENUACIÓN DE ONDAS DE CODA EN LA REGIÓN VOLCÁNICA LAS TRES VÍRGENES, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Victor Wong Ortega, Luis Munguía Orozco y Cecilio Rebollar Bustamante

Depto. de Sismología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22760, Ensenada, B.C.

Se analizaron las ondas de coda de 26 microsismos registrados por una red temporal instalada en un periodo de 26 días en la región volcánica las Tres Virgenes, Baja California Sur. Se calculó el factor de calidad de las ondas de coda (Q_c) en el rango de frecuencias de 6 a 24 Hz, utilizando el modelo de dispersión sencilla de Sato (1977), con una ventana de análisis de 12 segundos con inicio al tiempo de arribo de la onda S. Todos los eventos analizados fueron localizados en los aparatos volcánicos y en su vecindad inmediata, a profundidades menores de 8 km y distancias epicentrales de hasta 30 km. En función de su ubicación los eventos analizados se clasificaron en tres grupos: eventos de la región noreste, localizados en la Caldera El Aguajito; eventos de la porción central de la zona volcánica, localizados en los volcanes el Viejo, el Azufre y la Virgen; y los eventos de la región sureste, ubicados sobre la falla Escarpe del Golfo. Dentro del rango de variaciones de Q_c , seis de

las estaciones analizadas muestran valores similares, mientras que una séptima se aparta, en las bajas frecuencias, de esta tendencia. El rango de variación de la tendencia general mostrada por las seis estaciones oscila entre 150 y 250 a 6 Hz y entre 375 y 575 a 24 Hz, con promedios de 200 y 475 respectivamente, mientras que la séptima estación muestra una Q_c que varía de 37 a 6 Hz hasta 425 a 24 Hz. La estación que muestra la tendencia irregular esta localizada en una región altamente fracturada con manifestaciones hidrotermales superficiales. Estos valores podrían ser el resultado de un alto contenido de fluidos en las fracturas localizadas alrededor de la estación. Considerando una dependencia de Q_c con la frecuencia y una relación de potencia de la forma $Q_c(f) = Q_0 f^\eta$, se estimaron los valores de $Q_0 = 61.28 \pm 6.31$ y $\eta = 0.56 \pm 0.04$ para la región noreste; $Q_0 = 52.65 \pm 5.47$ y $\eta = 0.65 \pm 0.04$ para la región central; y $Q_0 = 40.72 \pm 3.44$ y $\eta = 0.72 \pm 0.03$ para la región sureste.

GEOT-03

RED GEODÉSICA GPS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS EN EL COMPLEJO VOLCÁNICO DE LAS TRES VÍRGENES, B. C. S., MÉXICO

Guerrero, G.J.L. y Venegas S.S.

Depto. de Exploración, Gerencia de Proyectos
Geotermoelectrónicos, CFE

E-mail: geoeexplo@mich1.telmex.net.mx

La importancia de investigar el complejo volcánico de Las Tres Virgenes esta basada en la actividad hidrotermal y su potencial geotermoelectrónico constatada en los estudios y perforaciones que se han realizado. Actualmente, existen interrogantes respecto a la neotectónica y las posibles fuentes de las deformaciones topográficas que se puedan presentar por la naturaleza de la estructura geológica y volcánica, además de poder cuantificar los efectos que se puedan inducir durante la explotación del recurso geotérmico y los riesgos que implican en el proyecto y las obras. El periodo inicial para realizar las mediciones es anual y dependiendo de los resultados se realizarán los ajustes necesarios.

Las mediciones iniciales se realizaron en agosto de 1997 con el posicionamiento de 15 vértices geodésicos y una poligonal de 52Km que los liga. Con esta campaña de medición se tiene la referencia inicial para realizar las comparaciones temporales de las campañas siguientes.

El método utilizado involucra seis equipos GPS marca TRIMBLE de doble frecuencia que operaron sincronizadamente ligados a dos estaciones fijas de observación continua localizadas en la ciudad de Hermosillo, Son. México y a un vértice geodésico de la Secretaría de la Defensa Nacional.

El segundo levantamiento incluye cinco vértices adicionales y una poligonal que cubre toda el área de estudio, los resultados se presentan de forma preliminar en espera de la siguiente campaña de medición en 1999.

GEOT-04

HIDROGEOLOGÍA DEL CAMPO GEOTÉRMICO DE TRES VIRGENES, B.C.S.

Germán R. Ramírez Silva
Gerencia de Proyectos Geotermoelectrónicos, CFE
Morelia, Mich., México

El campo geotérmico de Tres Virgenes se localiza en la porción noroccidental de la Península de Baja California Sur, a 27°30'16" de latitud norte y a 112°30'08" de longitud oeste. Se encuentra a 35 kilómetros al noroeste del puerto de Santa Rosalía y 36 kilómetros al noreste de San Ignacio.

Por las condiciones de aridez de la Península de Baja California, la presencia del agua necesaria para la existencia de un sistema geotérmico, parecía que podría no estar presente o ser escasa. Por tal motivo se realizó un estudio hidrogeológico regional con el fin de establecer la presencia del agua subterránea en el subsuelo del proyecto geotérmico.

Desde el punto de vista hidrográfico el campo se encuentra en la Región hidrográfica No. 5 Baja California Centro-Sur, en el partaguas de las subcuencas de El Yaqui y de Santa Ana. El clima del área es del tipo seco a semiseco. La precipitación pluvial es de 150 mm/año, y se presenta en verano y algo en invierno. La temperatura oscila entre 20°-24°C. La evaporación potencial es muy alta, siendo del orden de los 2,000 mm/año.

Las condiciones hidrogeológicas de la zona permitieron establecer la presencia de tres sistemas: Santa Ana, El Yaqui y Las Tres Virgenes. Se estima que la recarga del primero es del orden de los 7,428 Mm³, el agua que se infiltra fluye en dirección NE y E, descargando en el Golfo de California. En el segundo su recarga anual es de 4,861 Mm³, la cual fluye hacia los acuíferos de la planicie y posteriormente se bifurca hacia el SE y E, descargando en el Golfo de California.

El sistema hidrogeológico de la zona geotérmica de Tres Virgenes, en realidad forma parte de los dos primeros, pero por su importancia se describirlo en forma individual. Recibe una recarga de 2.0 Mm³ anuales, la cual fluye hacia el cañón del Azufre y las partes bajas de los volcanes, para infiltrarse por las fracturas principales hasta el acuífero de las andesitas Santa Lucía y de ahí se percolan hasta el acuífero profundo que interacciona con el yacimiento.

GEOT-05

ESTUDIO GEOQUÍMICO E ISOTÓPICO PARA DEFINIR LA GÉNESIS DEL RESERVORIO DE LAS TRES VIRGENES, B.C.S.

Enrique Tello Hinojosa
Depto. de Exploración, Gerencia de Proyectos
Geotermoelectrónicos, CFE
58290, Morelia, Mich., México
E-mail: geoeexplo@mich1.telmx.net.mx

Los análisis químicos e isotópicos de los fluidos producidos por los pozos del campo geotérmico de Las Tres Virgenes, B.C.S., fueron estudiados con el objeto de establecer el estado de equilibrio agua-roca del sistema, así como, conocer la génesis de los fluidos

producidos en este campo. Todo a partir del conocimiento de la química del yacimiento y los procesos que ocurren en él.

El agua separada producida por los pozos presenta un carácter clorurado-sódico característico de una salmuera de origen geotérmico totalmente equilibrada. También se encontró que el sistema agua-roca se encuentra totalmente equilibrado a una temperatura de 280°C. Dichas temperaturas son congruentes con las estimadas por fase gaseosa e inclusiones fluidas.

De acuerdo con el exceso de vapor se detectó que el sistema geotérmico de Las Tres Virgenes, es un sistema de líquido dominante. Según el estado de saturación de minerales de alteración, se encontró sobresaturación de calcita a condiciones de yacimiento. Esto debido a una pérdida rápida de CO₂, lo que origina deposición de la misma en la zona de ebullición.

Isotópicamente se encontró que el agua producida por los pozos no presenta influencia de agua marina. Mas bien, el enriquecimiento en d¹⁸O es producto de la mezcla entre agua meteórica y agua de origen magmático. Con respecto a los manantiales éstos presentan diferentes características geoquímicas e isotópicas. Por ejemplo, El Azufre (M1) y Agua Agria (M3), presentan un carácter sulfatado-ácido, característico de zonas geotérmicas donde ocurre absorción de vapor y oxidación de H₂S por aguas subterráneas someras. La composición isotópica de éstos manantiales sugiere que ésta ha sido modificada por procesos de evaporación a una temperatura de 100°C o más. Los demás manantiales no presentan condiciones geoquímicas que indiquen alguna relación con fluidos geotérmicos. Además de que isotópicamente se ubican en la línea de agua meteórica.

Palabras clave: Las Tres Virgenes, geoquímica, isotópico, estado de equilibrio, carácter geoquímico, sulfatado ácido, geotermómetros.

GEOT-06

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS-ISOTÓPICAS DE FLUIDOS DE POZOS PRODUCTORES Y MANANTIALES DEL SISTEMA LAS TRES VIRGENES, B.C.S.

E. Portugal¹, R.M. Barragán¹, V. Arellano¹, E. Tello² y C. García²

¹ Unidad de Geotermia, IIE
A.P. No. 475, 62000, Cuernavaca, Mor., México.

² Gerencia de Proyectos Geotermoelectrónicos, CFE
Morelia Mich., México

Los datos químicos indican la existencia de tres tipos de agua en la zona de estudio. Agua con carácter sulfatado-sódico en la porción Norte y Noreste, agua con carácter bicarbonatado-sódico en el flanco Sur y Sureste, y agua de tipo clorurado-sódico en la parte Este del campo. En este último grupo se incluye el agua del yacimiento geotérmico. Para el fluido profundo, extraído a través del pozo LV-1, se estima una temperatura de 259°C, mientras que, las temperaturas estimadas a partir de los datos de los manantiales resultan ser extremadamente bajas, debido a la extrema dilución que sufre el fluido profundo al ascender.

Los datos isotópicos de oxígeno-18 y deuterio del agua subterránea de la zona permitieron definir una primera ecuación para la línea meteórica local. Asimismo, estos valores junto con los

correspondientes al fluido profundo esclarecieron el posible origen del fluido, así como, la composición isotópica del fluido de recarga y la zona donde es posible que este proceso ocurra.

GEOT-07

MONITOREO ISOTÓPICO DE FLUIDOS DE POZOS DEL CAMPO GEOTÉRMICO DE LOS AZUFRES, MICHOACÁN

Rosa María Barragán R., Víctor Manuel Arellano G., Enrique Portugal M., Mirna del Rocío Tello L. y Enrique Tello H.
Unidad de Geotermia, IIE
Reforma No. 113, Col. Palmira, 62490, Temixco, Mor. México

Se presenta una interpretación de datos de composición isotópica (oxígeno-18 y deuterio) de fluidos de pozos productores y de reinyección del campo geotérmico de Los Azufres, Michoacán. Los datos se obtuvieron entre 1994 y 1996 con el propósito de inferir la evolución del yacimiento e identificar los procesos dominantes surgidos como consecuencia de la explotación del campo. El estudio comprendió 25 pozos productores y de reinyección. La interpretación de datos isotópicos se llevó a cabo considerando el historial de datos químicos y de producción de los pozos para explicar las variaciones en los patrones de comportamiento isotópico de los fluidos. En general, los resultados indican la ocurrencia de diferentes fenómenos en las dos zonas del campo. En la zona sur se evidencia la ocurrencia de mezcla entre, cuando menos dos tipos de fluidos, uno de ellos constituido por el fluido de reinyección. En la zona Norte no se encontró interferencia de los fluidos de reinyección en los fluidos producidos por los pozos. En esta zona el fenómeno dominante parece ser la separación de vapor en el yacimiento a una temperatura superior a 220°C. El análisis particular de datos de pozos sugieren la existencia de ebullición en el yacimiento en áreas localizadas de ambas zonas del campo.

GEOT-08

MONITOREO ISOTÓPICO DE FLUIDOS DE POZOS DEL CAMPO GEOTÉRMICO DE LOS HUMEROS, PUEBLA

Rosa María Barragán R., Enrique Portugal M., Víctor Manuel Arellano G., Mirna del Rocío Tello L. y Enrique Tello H.
Unidad de Geotermia, IIE
Reforma No. 113, Col. Palmira, 62490, Temixco, Mor. México

Con el fin de conocer la respuesta del yacimiento a la extracción y reinyección de fluidos se llevó a cabo el monitoreo de especies isotópicas oxígeno-18 y deuterio en fluidos de 20 pozos del campo geotérmico de Los Humeros durante 1994-1996. Se calculó la composición isotópica del fluido de la descarga total y de la fase líquida del yacimiento corrigiéndose los valores obtenidos para la descarga total considerando el parámetro "exceso de vapor" a la temperatura estimada del yacimiento. La temperatura de yacimiento se estimó entre 280°C y 325°C mediante el geotermómetro basado en la relación CO_2/H_2 . La composición isotópica de los fluidos del yacimiento se encuentra dentro de un amplio rango de valores: entre -8 y -1 unidades "delta" por mil para oxígeno-18 y entre -70 y -55 unidades "delta" por mil para deuterio. Los resultados evidenciaron la ocurrencia de interferencia de fluidos de reinyección.

GEOT-09

EL CONCEPTO DE POROSIDAD MULTIPLE EN RESERVORIOS GEOTÉRMICOS DE ORIGEN VOLCÁNICO

Mario Cesar Suárez Arriaga
Depto. de Exploración, GPG, CFE
Universidad Michoacana, UMSNH

Prácticamente todos los reservorios geotérmicos tradicionales relacionados con sistemas volcánicos, en cualquier región del planeta, muestran fracturamiento y fallamiento de la matriz rocosa conteniendo eventualmente fluidos comercialmente explotables. Nunca se han encontrado en este tipo de sistemas, yacimientos productores en roca no fracturada. En México, los reservorios hidrotermales volcánicos con fallas son la regla y no la excepción. Los Azufres, Los Humeros, La Primavera y Las Tres Virgenes, son ejemplos de yacimientos fracturados muy diferentes entre sí, pero con similares mecanismos de producción a través de fallas y fracturas. La comprensión a fondo de su comportamiento tiene importantes implicaciones prácticas y científicas. En estos sistemas los flujos de energía y masa con varios componentes, ocurren como procesos no isotérmicos, con cambios de fase, donde la distribución de parámetros petrofísicos tiene una enorme importancia. Los avances logrados en el estudio por modelado matemático de medios fracturados, han girado alrededor de diversos tipos de modelos. Algunas veces idealizando su forma y disposición se logran soluciones analíticas o semi-analíticas. Otras, se calculan soluciones aproximadas mediante modelos numéricos determinísticos, suponiendo a priori alguna distribución espacial simplificada de fracturas y fallas. La geometría fractal se empieza a usar para crear sistemas caóticos de redes fracturadas, buscando, por ensayo y error, algún patrón que se aproxime a los sistemas reales. Este artículo presenta un concepto general aplicable a procesos de producción observados en tales sistemas; se obtienen explicaciones deterministas para casos particulares y se muestran algunos resultados prácticos del modelado numérico de reservorios con estas características.

GEOT-10

SISTEMA DE CÓMPUTO PARA LA ESTIMACIÓN DE PERMEABILIDADES DE FORMACIONES ROCOSAS A PARTIR DE UNA SOLA MEDICIÓN $(W,P,H)_{WH}$ Y EL EMPLEO DE CURVAS-TIPO DE INFLUJO GEOTÉRMICO

Sara L. Moya¹, Daniel Uribe² y Alfonso Aragón¹

¹ Unidad de Geotermia, IIE
Av. Reforma No. 113, Col. Palmira, 62490, Temixco, Mor., México

² Instituto Tecnológico de Zacatepec, COSNET, SEP

La permeabilidad de formaciones rocosas se determina usualmente a partir de pruebas de presión a fondo de pozo, que en algunos casos son difíciles de interpretar. En este trabajo se presenta un sistema de cómputo que pudiera constituirse como una herramienta complementaria a esas pruebas de campo y a las mediciones de laboratorio sobre núcleos de perforación. El sistema permite estimar permeabilidades de formaciones rocosas por superposición de la curva de influjo de un pozo geotérmico con

curvas-tipo de influjo geotérmico. El valor de permeabilidad implícito en las curvas-tipo del mejor traslape es el valor de permeabilidad buscado. Es importante destacar que no se requiere medir en campo la curva de influjo del pozo geotérmico. El sistema de cómputo la genera automáticamente empleando dos curvas de referencia adimensionales del comportamiento de influjo geotérmico, una para productividad másica y otra para productividad térmica, partiendo de un dato (W,P,h) a fondo de pozo $[(W,P,h)_{af}]$ y del valor de la presión estática del yacimiento (P_{est}) . El dato a fondo de pozo lo calcula el sistema mediante un simulador de pozos geotérmicos a partir de una medición en cabezal $(W,P,h)_{ca}$.

Las curvas-tipo de influjo geotérmico relacionan flujo másico producido y presión fluyente en la zona de alimentación del pozo geotérmico. Son un reflejo de las condiciones termodinámicas del yacimiento en la región circundante al pozo en su estrato de alimentación. Las curvas-tipo que están integradas al sistema de cómputo cubren el rango de temperaturas de 200 a 350°C en incrementos de 25°C, permeabilidades absolutas de 10 y 100 mD, permeabilidades relativas Corey y Lineal y porcentajes de masa producida acumulada de 5, 10, 15, 20, 25 y 35%, considerando 0.5% en masa de contenido inicial de CO_2 . Dado que la forma de las curvas-tipo depende, principalmente, de la temperatura en la zona de alimentación del pozo y el rango de flujos másicos es directamente proporcional al valor de permeabilidad de la formación rocosa (manteniendo constantes los otros parámetros), el sistema permite generar automáticamente curvas-tipo para otros valores de permeabilidad absoluta (adicionalmente a 10 y 100 mD) aplicando un factor de escala que el usuario puede elegir libremente.

Cuando se requiere validar la metodología implícita en el sistema para un pozo en particular, el dato $(W,P,h)_{ca}$ puede corresponder a un desarrollo previo del pozo y el sistema permite comparar la curva de salida estimada del pozo (asociada a su respectiva curva de influjo) con los datos completos del desarrollo. Las desviaciones encontradas para seis pozos geotérmicos del campo de Los Azufres son del orden de 6% para las curvas de salida de productividad másica y del 3% para las curvas de salida de productividad térmica, cuando la incertidumbre de los datos de campo en la región de flujos másicos elevados no es muy grande.

GEOT-11

UNA APROXIMACIÓN CUALITATIVA EN EL ANÁLISIS DE FORMACIONES, USANDO LA DERIVADA DE LA TEMPERATURA

Alfonso Aragón Aguilar
Unidad de Geotermia, IIE

Av. Reforma No. 113, Col. Palmira, 62490, Temixco, Mor.,
México

E-mail: aaragon@axp2.iie.org.mx

El objetivo principal de la perforación de cualquier pozo, consiste fundamentalmente en alcanzar los horizontes que almacenan el fluido que se desea explotar (sea petróleo, vapor geotérmico o agua, según se trate de yacimientos petroleros, geotérmicos o acuíferos). Sin embargo, como es del dominio general, estos fluidos se encuentran almacenados dentro de su yacimiento respectivo que, en términos generales, es una formación porosa y permeable, sobreyaciendo y subyaciéndole rocas impermeables que conforman sus capas sellos.

También durante la perforación de tales pozos se controlan parámetros diversos que ayudan a obtener resultados eficaces del pozo y de la perforación misma, - sobre todo cuando la formación no es plenamente conocida. Dentro de tales parámetros se citan la velocidad de penetración de la barrena, los volúmenes de pérdida de circulación del fluido de perforación, la obtención de los recortes de la formación que el fluido ayuda a desalojar, los registros dentro de los mismos pozos que se programan de manera rutinaria desde que se proyecta su perforación. Menos frecuentes son las diferentes pruebas de presión que se realizan cuando existen ciertas evidencias de haber llegado a una zona de interés para terminar apropiadamente el pozo.

El presente trabajo está enfocado al análisis desde el punto de vista predictivo, que se les puede dar a los registros de temperatura que se realizan durante la perforación. Tal información correlacionada con la velocidad de penetración, las zonas de pérdida de fluido y los gradientes de presión que se generan a lo largo del perfil del pozo, permiten definir, en primer instancia, los horizontes permeables y con un análisis más profundo, para el caso de yacimientos geotérmicos, determinar de manera cualitativa los horizontes que aportan fluidos calientes, diferenciándolos de los que aportan fluidos de menor temperatura.

La derivada de la temperatura con respecto al tiempo representa un herramienta útil en la detección de horizontes permeables. Este concepto, relacionado con los diferentes parámetros mencionados anteriormente, se aplica, por ejemplo, en yacimientos petroleros para la determinación de los horizontes invadidos por los fluidos inyectados durante los procesos de recuperación secundaria de hidrocarburos, en los yacimientos geotérmicos se utiliza para diferenciar las zonas calientes de las de menor temperatura. A causa de la reacción exotérmica del cemento, los índices de calentamiento se pueden aplicar para ubicar las cimas de las cementaciones en los pozos.

Al analizar las diferentes tendencias de los valores numéricos de cada componente de la derivada se puede obtener una interpretación general respecto a su valor global, sobre todo en el significado físico que esto representa en las propiedades de la formación.

GEOT-12

GEOMIST: MODELO PARA LA ESTIMACIÓN DE PERFILES DE TEMPERATURA EN POZOS GEOTÉRMICOS PERFORADOS CON AIRE O NIEBLA

F. García, G. Espinosa, A. García y R. Nicolás
CENIDET, IIE

Cuernavaca, Mor., México

Se desarrolló un código numérico capaz de simular el comportamiento térmico de pozos geotérmicos durante su etapa de perforación al utilizar aire o niebla como fluido de perforación. Para ello, se implementó un modelo matemático que considera la naturaleza compresible del fluido. La formulación matemática y computacional se dividió en 3 partes: tubería de perforación, anulo y formación rocosa. La primera parte contempla la solución simultánea de las ecuaciones de conservación de masa, momentum y energía y la ecuación de estado para gases ideales, siguiendo el modelo de flujo homogéneo. El sistema de ecuaciones se discretiza en base al método del volumen de control, aplicando el método de

residuos pesados y el método iterativo de Gauss Seidel para la obtención de la solución. En la región anular se aplica un análisis de flujo multifásico basado en el modelo de Wallis. La formación rocosa se analiza bidimensionalmente, planteando para su estudio la ecuación de difusión de calor en coordenadas cilíndricas. Su discretización comprende la aplicación de la técnica de diferencias finitas en forma implícita y su solución se obtiene a partir del método de Gauss Seidel. La funcionalidad del modelo se determinó al comparar los datos obtenidos mediante la ejecución del mismo contra datos reportados en la literatura y datos de campo (pozo LV-4 del campo geotérmico Las Tres Virgenes), encontrándose una comparación satisfactoria entre éstos y los perfiles simulados.

GEOT-13

ANÁLISIS TÉRMICO DE LA PERFORACION DE POZOS GEOTÉRMICOS DIRECCIONALES

R. Nicolás¹, A. García^{1,2}, G. Espinosa³ y J.F. García¹

¹ CENIDET

Cuernavaca, Mor., México

² IIE

Av. Reforma No. 113, Col. Palmira, 62490, Temixco, Mor.,

México

³ UAM

Iztapalapa

El presente estudio describe el comportamiento térmico de un pozo geotérmico direccional durante su etapa de construcción. El estudio se basa en los mecanismos de transferencia de calor entre el fluido de perforación y la roca circundante durante la circulación y paro, donde el fluido de perforación es un lodo base agua. Para esto se desarrolló un código numérico para resolver las ecuaciones gobernantes y se aplicó al estudio del pozo LV4 del campo geotérmico Las Tres Virgenes, B.C.S. Los perfiles de temperatura calculados se compararon con los registros de temperatura T1 y T2, reportados en los resúmenes de perforación por la Comisión Federal de Electricidad (CFE). La importancia de poder predecir estos perfiles consiste en proporcionar información *in-situ* a los ingenieros de perforación para el diseño de los fluidos de perforación.

GEOT-14

DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES TÉRMICAS DE FLUIDOS UTILIZANDO TÉCNICAS DE CONTROL ANALÓGICO-DIGITAL

Pablo García-Manuel, Alfonso García-Gutiérrez y Christopher Heard

Instituto de Investigaciones Eléctricas

Este trabajo presenta una técnica transitoria y completamente automatizada para determinar la conductividad térmica de fluidos, en un período de tan sólo 50 segundos. La técnica empleada en esta investigación es la de la «esfera» del NIST, la cual emplea un termistor esférico como sensor de temperatura y como elemento de transmisión de calor. El proceso se controla por medio de una computadora personal y una tarjeta electrónica multifuncional; lo cual representa una herramienta muy útil para la caracterización de fluidos.

La técnica requiere de la calibración Temperatura-Resistencia del elemento sensor, la caracterización de un convertidor voltaje-corriente de la tarjeta electrónica y de la caracterización radio-conductividad térmica del termistor.

Se obtuvo una ecuación lineal de calibración temperatura-Resistencia para 6 termistores con un error menor de 0.1°C y con un factor de correlación lineal de 0.9998 para cada uno.

Los resultados de conductividad térmica de líquidos obtenidos a la fecha, mejoran notablemente los resultados obtenidos por el NIST.

Con la implantación de esta tecnología se hace una contribución importante de desarrollo de infraestructura tecnológica nacional en el área de caracterización de propiedades termofísicas de sustancias y también en el área de generación de energía por fuentes alternas, específicamente en la rama de geotermia; caracterizando los lodos de perforación de pozos geotérmicos.

GEOT-15

GEOQUIM: UN MÓDULO ESPECIALIZADO EN GEOQUÍMICA PARA EL SISTEMA COMPUTACIONAL BDGEO V4.0

Eduardo R. Iglesias, Rosa María Barragán, Yalu Galicia y

Rodolfo J. Torres

Unidad de Geotermia, IIE

Av. Reforma No. 113, 62490, Temixco, Mor., México

El sistema computacional multiusuario BDGEO v4.0, basado en la filosofía cliente-servidor, fue diseñado para integrar en un solo ambiente modular y amigable las diferentes aplicaciones necesarias para el almacenamiento, visualización y análisis de datos geotérmicos. El ambiente básico de BDGEO, denominado NUCLEO, está constituido por una base de datos y un paquete de visualización que accesa los datos en forma transparente para el usuario. Todos los usuarios en la red tienen acceso al ambiente básico. El diseño contempla también módulos especializados que no serán requeridos por todos los usuarios. Estos módulos o aplicaciones, que utilizan las facilidades proporcionadas por el NUCLEO, se instalan solo en las computadoras de algunos especialistas. La primera de estas aplicaciones en ser implementada se denomina GEOQUIM. La misma permite computar, a partir de información recuperada de las bases de datos: (1) equilibrio químico en yacimientos; (2) geotermómetros de gases; (3) geotermómetros de fase líquida; y (4) concentraciones químicas a condiciones de yacimiento. Los resultados pueden ser presentados en pantalla tanto en forma tabular como gráfica y pueden ser impresos o guardados en archivos, a voluntad del usuario. GEOQUIM ha sido cuidadosamente validado con datos de campo, en todos sus aspectos. Esta aplicación facilita grandemente el análisis de los datos geoquímicos en yacimientos geotérmicos.

GEOT-16

TRACE ELEMENTS IN MORB SPINELS: A LASER ABLATION MICROPROBE ICP-MS STUDY

L.M. Forsythe¹ and J.F. Allan²¹ Depto. de Geología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

² Ocean Drilling Program Directorate, National Science Foundation

Washington, D.C., USA

Because of their composition and low percent abundance (0-5 vol%), Cr/Al bearing spinels in basalts do not control the evolution of the system, but mirror the changing conditions. For example, calibration of Mg-Fe exchange systematics between spinel and liquid (easily observed by electron microprobe) can be used to calculate Mg# for a parental liquid. Similar reactions should be available in the trace element composition of spinels which could provide important constraints for magma mixing or source composition. This study illustrates the potential of systems that couple a laser ablation microprobe with a high sensitivity inductively coupled plasma mass spectrometer (LAM-ICP-MS) in providing trace element information on individual mineral phases at detection limits similar to ion microprobes but at considerable savings in cost and complexity.

LAM analyses of spinels in picrites from the North Atlantic seaward-dipping reflector sequence recovered in Ocean Drilling Program Leg 152 drill cores were performed at Memorial University of Newfoundland. These picrites may have been derived from an enriched plume source during initiation of rifting of Greenland from northern Europe. Alternately, they may be partly or fully derived from depleted mid-ocean ridge mantle. The importance of the spinel constraints in this study is important for two reasons; the picrites have been extensively altered and olivine may have accumulated during evolution. As a result, bulk rock composition is difficult to interpret.

Preliminary interpretation of the LAM spinel data indicates that detection limits for this technique are low enough to provide information on maximum concentrations of a large number of petrogenetic indicator elements in spinel. Thus, detection limits are near or below chondrite levels for Sc, V, Co, Ni, Cu, Ga, Sr, Y, Zr, Nb, Ba, La, and Ce. For other elements including the rest of the REE, Hf, Ta, Th and U, detection limits are near 10 times chondrite abundances. Elements measured by this method (above detection limits) in these spinels include Se, V, Co, Ni, Cu, Ga, Sr, Y, Zr, and Ce.

However, ensuring good analyses are nontrivial as significant problems can occur. For instance, sensitivity is partly dependent on rate of ablation. On the other hand, spinels are typically small and ablate quite readily. Therefore, a signal can become too short to evaluate matrix contributions or stability of signal, or sensitivity can be lost for almost all elements. To balance these effects, fine power control and the ability to defocus the beam is absolutely critical to good analyses. Even under optimum conditions, an absolute minimum size limit for a spinel crystal adequate for analysis is 50 microns (pit diameter 20-30 microns).

GEOT-17

CLASIFICACIÓN TERMODINÁMICA PARA LOS YACIMIENTOS VAPOR-DOMINANTES

Mahendra P. Verma

Depto. de Geotermia, IIE

Av. Reforma No. 113, Col. Palmira, 62490, Temixco, Mor., México

Se presenta una definición termodinámica para clasificar los yacimientos geotérmicos del tipo vapor- y líquido-dominantes. El yacimiento vapor-dominante contiene un volumen específico de fluido (de vapor y líquido conjunto) mayor que el volumen crítico del agua, mientras que el yacimiento líquido-dominante contiene un volumen específico menor. El yacimiento vapor-dominante no es necesariamente un yacimiento con vapor sobrecalentado, puede contener ambas fases; vapor y líquido. Las características PVT de fluido geotérmico han sido consideradas como de agua pura. Se desarrolla un método de flujo bifásico para calcular el volumen específico en el yacimiento geotérmico.

GEOT-18

INFLUENCE OF ELEMENTAL SULPHUR ON CORROSION OF CARBON STEELS IN GEOTHERMAL ENVIRONMENTS

Benjamin Valdez, José A. Sampedro y Navor Rosas

Red Nacional de Corrosión, UABC, II-EI

Blvd. Benito Juárez S/N, 21280, Mexicali, B.C., México

Severe damages by corrosion occurs on carbon steel pipelines of a noise reduction equipment used in the high pressure regulation system at Cerro Prieto II (CPII) geothermal power plant. The problem was characterized by standard techniques of surface and chemical analyses performed on various materials: corrosion products, rocks and carbon steels which were components of the failed structure. It was found that, the major species that promotes the corrosion process in wet conditions and temperatures higher than 180°C, were elemental sulphur (S⁰), hydrogen sulphide (H₂S), oxygen (O₂) and chlorides (Cl⁻). Thus, based in the obtained results, a scheme of several reactions was proposed as the potential mechanism of the corrosion promoted by elemental sulphur on carbon steel in the geothermal environment.

GEOT-19

EL CHICHON CRATER LAKE AND VOLCANO-HYDROTHERMAL SYSTEM: PRELIMINARY DATA ON THE HEAT AND MASS BUDGET

Y.A. Tarán, N.R. Varley, J.L. Macías and J.M. Espíndola

Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

On the base of the chemical and isotopic composition of gases and waters from El Chichon volcano-hydrothermal system (Tarán *et al.*, 1998) it was assumed, that the crater lake in its modern state is a large steam-heated pool, which is fed by boiling and hot springs discharging inside the crater. It was suggested also, that the heat and mass balance of the lake are controlled by evaporation from the lake surface with the Cl input is only from a single boiling spring, "Soap Pool", and the SO₄ concentration is controlled mostly by the

oxidation of H_2S from the hydrothermal vapor. Our last observations support this suggestions. According to bathimetric data obtained in April 1998, the average depth of the lake is only 1.5 m. Several funnels with a depth not more than 5-6 m discharge a bubbling gas from the lake bottom. No elemental sulfur were found in the lake sediments. Surface temperature of the lake is very uniform, and even above the gas funnels does not exceed 35°C. It indicates that the lake does not have any "magmatic" contribution from the depth and is highly affected by the seasonal variations in precipitations and temperature. The lake level in April 1998 dropped more than 1 m comparing with the January 1997 level which, in turn, was increased more than 1 m above the May 1996 level.

Changes in hydrothermal activity inside the crater were observed in April 1998 compare with the last trip observations in January 1997. Three large, 5 to 10 m in diameter, boiling pools have appeared on the eastern shore of the lake, and this area discharges now much more vapor than earlier. The Soap Pool which had about 20 kg/s of outflow rate in 1996-1997, decreased its activity but still discharges 6-7 kg/s of very saline boiling water. A large area around this pool is covered now by an "armour" of a white salt precipitated from the pool water.

The total thermal water discharge was estimated from the whole volcano-hydrothermal system. Agua Caliente springs (71°C, Cl=2,000 mg/kg), Agua Salada (Calientita) springs (51°C, Cl=1,600 mg/kg), Agua Tibia (55°C, Cl=1,200 mg/kg) and Soap Pool inside the crater (98°C, Cl=10,000 to 15,000 mg/kg) discharge in total not less than 300 kg/s of water with the composition of the Agua Caliente hot springs. The steam output from the crater does not exceed 20 kg/s.

Simple calculations of the heat outflow (without heat loss from the lake surface and steaming grounds) give as a preliminary estimation a minimum value of 150 MW for the thermal capacity of the system. If to take into account deep temperatures (>250°C, evaluated from geothermometers), the El Chichon volcano-hydrothermal system can provide not less than 250 MW of thermal energy.

Este trabajo fue financiado por DGAPA, UNAM, mediante el proyectos IN104197.

GEOT-20

TECNOLOGÍA DE PURIFICACIÓN DE EFLUENTES: UNA APLICACIÓN DE LA BOMBA DE CALOR POR ABSORCIÓN

Sócrates Santoyo-Gutiérrez, Javier Siquiera Alatorre y Edgar Santoyo Gutiérrez

La escasez de agua pura es uno de los problemas más importantes de orden mundial. Asimismo, las descargas de efluentes industriales en ríos y lagos están provocando un efecto adverso sobre el medio que nos rodea. Como una alternativa de solución a dicha problemática se presenta la aplicación de un sistema de purificación integrado a una bomba de calor por absorción de tipo experimental.

Este sistema es empleado para producir agua pura a partir de la evaporación y condensación de efluentes y/o salmueras geotérmicas de desecho -en el caso donde existan recursos

geotérmicos. El sistema aprovecha de forma activa el calor residual de un proceso industrial y/o el calor de la misma salmuera geotérmica de desecho.

El sistema experimental fue diseñado, construido, instalado y operado en el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) de Cuernavaca, Morelos, México. El desarrollo de este tipo de sistemas para purificación de agua y concentración de efluentes a grande y pequeña escala contribuirá sensiblemente a solucionar la problemática mencionada.

GEOT-21

PROPUESTA GEOLÓGICA SOBRE LOS LÍMITES, ÁREA Y VOLUMEN DEL YACIMIENTO GEOTÉRMICO DE LOS HUMEROS, PUEBLA

Daniel Castillo Hernández

Gerencia de Proyectos Geotermoelectrónicos, CFE

Morelia, Mich., México

E-mail: geoexplor@mich1.telnet.net.mx

Se presenta un análisis sobre algunos parámetros geológicos considerados en la conceptualización y delimitación del yacimiento explotable del Campo Geotérmico de Los Humeros, tercero en importancia con los que a la fecha cuenta la Comisión Federal de Electricidad en México.

En la actualidad, el Campo de Los Humeros, en el Estado de Puebla, genera un total de 40 MWe, con un equivalente de vapor endógeno extraído del subsuelo de la estructura caldérica emplazada en el extremo oriental del Eje Neovolcánico durante el Cuaternario. Se pretende actualizar el modelo matemático de este Campo, con la finalidad de definir, por un lado, la capacidad de producción del yacimiento, y por el otro, determinar el ritmo óptimo de explotación a que pueda ser sometido.

La metodología consistió en jerarquizar la información generada durante la historia de perforación de los 40 pozos existentes en este Campo, eligiéndose los siguientes aspectos:

- Definir la Unidad litológica considerada como la roca huésped del yacimiento.
- Calcular el espesor de la roca huésped en todos los pozos, así como el promedio.
- Definir cuales y porqué, serían los pozos que se integrarían en la evaluación.
- Definir las «barreras» o límites estructurales del sistema geotérmico, tanto en superficie como en el subsuelo, y finalmente.
- Calcular el área y volumen del o los sectores considerados como zona de yacimiento.

Se obtuvo que con los 40 pozos existentes, se han perforado 46, 531 m, sólo en la Unidad litológica considerada literalmente como la almacenadora de los fluidos, con un promedio de 1163.275 m.

De acuerdo a las variables usadas, tales como: barreras estructurales, capacidad de producción de los pozos, datos de temperatura y profundidad de medición, así como el espesor de la

roca, se encontró que sólo 29 pozos cubrían las condicionantes descadas, resultando entonces, un espesor total de 33,724 m y un promedio de 1162.897 m.

El área que, mediante tres métodos finalmente se consideró como la delimitante del yacimiento, resultó ser de 12.54 km², la que con el espesor promedio obtenido, dió un volumen total de 14.583 km³.

Superficialmente el yacimiento geotérmico así definido, queda comprendido en dos sectores del Campo, los que son conocidos como Colapso Central y Caorredor de Mastaloya.

GEOT-22

INTERPRETACIÓN GEOFÍSICA DE UNA SECCIÓN E-W MEDIANTE SÍSMICA DE REFLEXIÓN EN EL CAMPO GEOTÉRMICO DE LOS HUMEROS, PUEBLA

Jesús Arredondo Frago
Gerencia de Proyectos Geotermoelectrónicos, CFE
Morelia, Mich., México

El Campo Geotérmico de Los Humeros, Puebla, se ubica en la región noreste del Estado de Puebla, a 32 kilómetros al noroeste de Perote, Ver. Tiene como coordenadas geográficas de referencia 19°40' de Latitud Norte y 97°25' de Longitud Oeste.

De acuerdo con la geología del subsuelo, la Caldera de los Humeros de arriba abajo, está constituida por: derrames de lava andesítica, un horizonte ignimbítico compacto y por debajo de éste, un espesor potente de andesitas fracturadas que contienen al actual yacimiento de vapor. Esta secuencia volcánica descansa sobre un basamento sedimentario compacto constituido por calizas del Cretácico Medio y Jurásico.

Mediante la sísmica de reflexión se determinaron horizontes reflectores que se correlacionan con la base de las ignimbritas, las andesitas Teziutlán, la cima del basamento y estructuras que lo desplazan a mayor profundidad en la zona del pozo H-27. Se observa que la falla de los Humeros descansa sobre la falla sepultada F-II, que desplaza al basamento a mayor profundidad en la zona del pozo H-8. La presencia de manifestaciones de vapor en la superficie sugiere que existe comunicación entre ellas por conducción de fluidos. En la zona en donde se ubican las fallas de la F-II a la F-V, a la profundidad de la cima del basamento sedimentario, se presentan arqueamientos sobre las trazas de las fallas relacionados con intrusiones magmáticas recientes que metamorfixaron al basamento sedimentario (Skarn) y que sirven actualmente de alimentación calorífica al acuífero hidrotermal de alta temperatura.

Se considera que los sectores favorables para ubicar pozos de desarrollo, son aquellos en donde se presentan los arqueamientos mencionados, próximos a trazas de falla, debido a que se asegura la existencia fracturamiento y la transferencia de fluidos.

GEOT-23

MAPEO DE ÓXIDOS E HIDRÓXIDOS EN ZONAS DE ALTERACIÓN DE LA CALDERA DE ACOCULCO, PUEBLA, MEDIANTE EL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES LANDSAT-TM

Vicente Torres Rodríguez, Gabriel Origel Gutiérrez, Peter Birkle y Eduardo González Partida
Unidad de Geotermia, IIE
A.P. No. 1-475, 62000, Cuernavaca, Mor., México
E-mail: vtortres@iie.org.mx

La caldera de Acoculco se localiza a 40 km al SW de Zacatlán, Puebla, en el límite norte del Cinturón Volcánico Transmexicano y la Sierra Madre Oriental. Geológicamente guarda analogía con la Caldera de Los Humeros, de la cual dista 80 km.

Como producto de la actividad hidrotermal actual dentro de la Caldera de Acoculco se han desarrollado varias zonas de alteración, la mayoría de las cuales están relacionadas con descargas de gases. La mineralogía está formada por calcita, cuarzo, minerales arcillosos, zeolitas, epidota y biotita. Se han reconocido sulfuros como pirita, calcopirita, arsenopirita, marcasita, hornita, pirrotita e idaita.

Mediante la técnica de Selección de Componentes Principales Orientados a Objetos se reconocieron los patrones mineralógicos de óxidos de hierro (hematita-limonita) y minerales hidroxidados (arcillas). La técnica se basa en tomar las máximas diferencias entre las covariancias de los eigenvectores obtenidos en un análisis rutinario de componentes principales donde los datos de entrada son las bandas TM en donde cada grupo mineralógico tiene su mejor firma espectral experimental. Para el caso de óxidos de hierro las bandas de entrada fueron la 1, 3, 4 y 5, mientras que para los minerales hidroxidados fueron las 1, 4, 5 y 7.

La técnica permitió el mapeo de todas las zonas de alteración hidrotermal reconocidas en trabajos de campo dentro de la zona geotérmica, pero también incluyó otras zonas con mineralogías de Fe y OH de orígenes no hidrotermales (suelos residuales).

GEOT-24

IMÁGENES DE RESISTIVIDAD PARA DATOS DE DIPOLO-DIPOLO Y SCHLUMBERGER DEL CAMPO GEOTÉRMICO DE CERRO PRIETO, B.C.

Adolfo S. Charré Meza y Marco A. Pérez Flores
Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE
Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

El propósito del presente trabajo es re-interpretar mediante la técnica de Imágenes de Resistividad, un grupo de líneas Dipolo-dipolo y Schlumberger realizadas en el campo Geotérmico de Cerro Prieto, Baja California.

Las sondeos Schlumberger fueron tomados por personal de la CFE entre 1977 y 1978, con separaciones de AB/2 de hasta 10 km. Las líneas de Dipolo-Dipolo fueron tomadas por personal del Lawrence Berkeley Laboratory (LBL) en proyecto con la CFE. Las aberturas interpolares llegan hasta 8 km, lo cual nos indica que ambos grupos de datos fueron de muy elevado costo y quizá no

fueron del todo explotados. La interpretación por parte del LBL y CICESE a ambos grupos de datos en aquellos años, fue mediante la técnica de ensayo-error.

El objetivo del proyecto entre el LBL y CFE era monitorear variaciones temporales en la estructura geoelectrica del campo, para lo cual se hicieron dos líneas de dipolo-dipolo y se midieron durante los años 1978 y 1979. Los modelos que ellos reportan, muestran variaciones de un año al otro, pero queda aun la incertidumbre si existen otras variaciones mas pequeñas no observadas, debido a las limitaciones de su método de interpretación.

De esta manera, mediante esta nueva técnica, pretendemos obtener detalles adicionales a los reportados por los anteriores interpretes. El método antes mencionado, es básicamente inversión lineal mediante la aproximación de contrastes moderados en la resistividad del subsuelo.

Gracias a que los sondeos Schlumberger están dispuestos en línea, nos ofrece una excelente oportunidad para hacer una estimación bidimensional, lo mismo que para las líneas de Dipolo-dipolo.

Esta técnica ya ha sido empleada anteriormente para datos de dipolo-dipolo y ahora hacemos la extensión para Schlumberger en 2D.

GEOT-25

LA EXPLORACIÓN GEOTÉRMICA EN SAN ANTONIO EL BRAVO, CHIH. PROVINCIA DEL BASIN AND RANGES, RIFT DEL RÍO GRANDE

Victor Santiago Rocha López
Depto. de Exploración, Gerencia de Proyectos
Geotermoelectricos, CFE
Morelia, Mich., México

La zona geotérmica de San Antonio El Bravo se localiza a 220 km al noreste de la Cd de Chihuahua y a 90 km al noroeste de Ojinaga, entre los paralelos 30°00'-30°10' de latitud norte y los meridianos 104°40'-104°50' de longitud oeste.

La actividad termal en la zona se le conoce como arroyo Ojo Caliente y El Infiernito consiste en manantiales con temperaturas de 26°C a 90°C, pertenecen a una descarga puntual de un sistema hidrotermal y emanan de un cuerpo conglomerático calcáreo en horizontes areno-arcillosos del Terciario-Cuaternario.

La zona queda ubicada en la Provincia del Basín and Ranges-Rift del Río Grande. Se caracteriza por una cadena de rocas sedimentarias mezozoicas en bloque con tendencia N-S.

La actividad termal ocurre en la porción oeste del bajo estructural, denominado Bolsón o Graben de Presidio, a lo largo de la falla Palo Pegado u Ojo Caliente que actúa como conducto para el ascenso de los fluidos provenientes de grandes profundidades.

La zona pertenece a los recursos geotérmicos convectivos de Texas y México, caracterizado por manantiales y pozos termales someros, localizados a los largo de fallas normales.

GEOT-26

SOPORTE TÉCNICO PARA LA LOCALIZACIÓN DE POZOS DE GRADIENTE EN LA ZONA GEOTÉRMICA DE SAN BARTOLOME DE LOS BAYOS, GUANAJUATO

Roberto Leal Hernández y Aida López Hernández
Gerencia de Proyectos Geotermoelectricos, CFE

El área de San Bartolomé de los Bayos, Gto., forma parte del Cinturón Volcánico Mexicano, se localiza al SE del estado de Guanajuato, en los límites con el estado de Querétaro y está limitada por las siguientes coordenadas 20°26'04"-20°36'43" de Latitud Norte y 100°26'18"-100°37'48" de Longitud Oeste.

Se caracteriza por la presencia de intensa alteración hidrotermal, así como gran cantidad de manantiales termales y escasas fumarolas, con temperaturas superiores a los 90°C, controlados por un sistema de fallas de dirección N-S.

La mayor parte de la actividad volcánica pertenece a las mesetas de basalto del Mioceno Superior del área de Querétaro, las cuales se encuentran afectadas por el sistema de fallas regionales de dirección N-S.

Entre 1979 y 1981 se realizaron estudios exploratorios en este sitio, con el propósito de evaluar su potencial geotérmico. Los resultados de estos trabajos indicaron la existencia de un sistema hidrotermal de tipo volcánico, con temperaturas mayores de 200°C.

Esta zona forma parte de un grupo de localidades que se pretenden reevaluar, con el propósito de presentar un soporte técnico para la ubicación de pozos de gradiente profundos. Se ha propuesto reprocesar con técnicas más modernas, la información obtenida en trabajos anteriores.

El presente trabajo incluye el análisis de la información geológica, así como los resultados de un muestreo de aguas y gases efectuado recientemente. Se realizó sintetizando los datos de los trabajos anteriores y apoyándose con la fotointerpretación tanto de imágenes de satélite como de fotografías de vuelo bajo.

El análisis de las características geológicas del área de estudios indica que el termalismo en la zona, corresponde a un sistema hidrotermal de tipo no volcánico, controlado por la tectónica de la región y el comportamiento hidrogeológico de la cuenca.

IAPC-01

EL EVENTO DE EL NIÑO 1997-1998

José Rubén Lara Lara

IAPC-02

THE SEVERE DROUGHT OF 1997-1998 IN MEXICO: RESPONSE TO ENSO AND QBO FORCINGS

Art Douglas

IAPC-03

LAS SEQUÍAS DEL BAJÍO GUANAJUATENSE Y EL FENÓMENO ENOS DURANTE 1950-1997

Genaro Montesinos Silva

Depto. de Agronomía, Instituto de Ciencias Agrícolas,
Universidad de Guanajuato
A.P. No. 311, 36500, Irapuato, Gto., México
E-mail: genaros@dulcinea.ugto.mx

La recurrencia de los eventos de sequía es una característica muy importante de la precipitación del Bajío guanajuatense y de otras zonas del país. En el caso del Bajío, las sequías adquieren especial relevancia por tratarse de una de las principales regiones agrícolas del país. La variabilidad interanual y la recurrencia de años secos encontrada previamente en distintos períodos de precipitación de dos sitios de Guanajuato, acusaron la influencia directa del fenómeno climático global "El Niño-Oscilación Suriana" (ENOS), lo que vino a sumarse a los resultados de otros trabajos para soportar la tesis de que este cambio climático es el que ofrece las mayores posibilidades de explicación a la aparición de las sequías en nuestro país.

A fin de precisar la conexión entre la disminución de la lluvia anual en esta región y la presencia e intensidad del fenómeno ENOS, se revisó la precipitación del período 1950-1997 en tres localidades: Guanajuato, Irapuato, Celaya; considerando la presencia de sequía tanto por la manifestación de la llamada "canícula" o "sequía intraestival", cuantificada a través de su índice de sequía relativa, como por las mayores desviaciones negativas anuales a partir de la precipitación media. Estas variables fueron relacionadas con un índice de la máxima anomalía de temperatura del mar registrada en diferentes latitudes del Océano Pacífico durante los eventos ENOS del período citado.

De acuerdo a los resultados de la regresión lineal simple efectuada, los dos tipos de sequía considerados poseen una relación estadísticamente significativa con la ocurrencia e intensidad del evento ENOS, con un nivel de confianza del 90%, tomando en consideración que de acuerdo a los coeficientes de correlación obtenidos, éstos indican una relación relativamente débil entre las variables. A su vez, la prueba de falta de ajuste que se desarrolló, nos indica la necesidad de buscar alternativas al modelo empleado.

IAPC-04

ANÁLISIS DE LA SEÑAL "EL NIÑO" DE LOS AÑOS 1997-98 Y SUS CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

Tereshchenko I.E. y Filonov A.E.
Depto. de Física, CUCEI, Universidad de Guadalajara.
A.P. No. 4-040, 44421, Guadalajara, Jal., México

La investigación de aparición de la señal "El Niño" en el territorio ZMG fue realizada para dos escalas temporales:

- el valor medio mensual de temperatura y precipitaciones;
- valores horarios de temperatura, humedad relativa, dirección y velocidad del viento.

Para el análisis de la periodicidad oculta en las series del tiempo mensuales se utilizó análisis espectral. Los espectros normalizados de la fluctuación de la temperatura y precipitaciones claramente se diferencian picos de densidad espectral en períodos de 2 a 11 años, los cuales superan el 80% de nivel de confianza. Los períodos de 2 a 7 años – se relacionan con la aparición de la señal "El Niño" en los campos de las características observadas.

Fueron construidas las gráficas de la distribución del promedio mensual de los valores de cada hora de temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento de los años 1996-98. La comparación de la fluctuación diaria de estos valores en 1996 (año sin "El Niño") y los años 1997-98 (años con episodio "El Niño"), claramente muestra su gran diferencia. Así el campo de temperatura y humedad relativa en los años "El Niño" superó grandemente la cantidad de horas al día con temperatura superior a los 24° y los valores de la humedad relativa inferior al 20%. En el campo de temperatura se observa más claramente comenzando en marzo de 1998; y en el campo de la humedad relativa – desde finales de enero de este mismo año. En este mismo período de tiempo en el campo del viento se observó una estabilidad en su dirección en el rumbo Oeste-Norte-Oeste y aumento de la velocidad hasta 9 m/s.

De esta manera, sin importar que en una metrópoli tan grande como la ZMG, todos los campos meteorológicos reciben influencia de los fenómenos antropogénicos, la señal de este potente fenómeno climático como "El Niño" de los años 1997-98 se observa claramente.

IAPC-05

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA ACTIVIDAD CICLÓNICA EN EL PACÍFICO NOR-ORIENTAL Y SU RELACIÓN CON EL FENÓMENO DE EL NIÑO

Eleonora Romero Vadillo y Rubén A. Morales Pérez
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN
A.P. No. 592, 23000, La Paz, B.C.S.

Recientemente se ha considerado que la presencia del fenómeno de El Niño incrementa la actividad ciclónica de la región del Pacífico nor-oriental. Por lo tanto, con el propósito de establecer si existe una relación entre el fenómeno de El Niño y la actividad ciclónica (número, intensidad y duración) se realiza un análisis estadístico de los datos históricos de los ciclones (1949-1997) que se forman en el Pacífico nor-oriental. El análisis

estadístico se lleva a cabo en dos etapas. En la primera se realizan pruebas de hipótesis para establecer si existe diferencia significativa entre el número, intensidad y duración de los ciclones tropicales que se forman en años Niño y aquellas que se forman en años no-Niño. En la segunda etapa se realiza un análisis espectral de la serie de anomalías en el número de ciclones y las anomalías del Índice de Oscilación del Sur (SOI). En la primera etapa del análisis se encuentra que el número de perturbaciones tropicales con duración mayor a los 13 días es mayor en los años Niño que en los años no-Niño. Del análisis espectral se establece que tanto la serie de anomalías de las perturbaciones tropicales como la serie de anomalías del SOI presentan oscilaciones con periodicidad aproximada de 3.6 años la cual se interpreta como El Niño.

IAPC-06

IMPACTOS DE EL NIÑO 1997-1998 EN EL SECTOR PESQUERO DE MÉXICO

Daniel Lluch

IAPC-07

ADVANCES IN ENSO FORECAST MODELING

Nick Graham

IAPC-08

UN MODELO CLIMÁTICO SECUNDARIO BASADO EN ÍNDICES DE ENOS

Edgar G. Pavía

Depto. de Oceanografía Física, CICESE
Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

Utilizando un parámetro de «El Niño-Oscilación del Sur (ENOS)», como por ejemplo el Índice de Oscilación Austral y las observaciones de algún parámetro climatológico, como por ejemplo la precipitación en algún punto, es posible construir un pronosticador estadístico y calcular su habilidad. Si esta última es aceptable, entonces basados en la señal independiente del ENOS es posible elaborar un pronóstico secundario de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Construir un índice representativo del parámetro a pronosticar que sea comparable al índice del ENOS.
2. Encontrar la correlación óptima entre ambos índices.
3. Determinar la habilidad del predictor.
4. Calcular el error cuadrático medio entre los dos índices.
5. Escoger un pronóstico independiente del índice ENOS.
6. Calcular el pronóstico secundario con la retransformación del índice independiente al parámetro climatológico a pronosticar.
7. El rango de error del pronóstico secundario está dado por el error cuadrático medio retransformado de igual manera que en el punto 6.

Conforme avanza la calidad de los pronósticos del ENOS, este tipo de modelos -que aprovechan los resultados de estos pronósticos- será de gran importancia.

Por lo anterior, este trabajo concluirá con una breve exposición de lo que se espera de estos modelos, los cuales recién empiezan a aparecer en el campo de la climatología aplicada.

IAPC-09

APPLICATIONS OF SHORT-TERM CLIMATE FORECASTING: AN OVERVIEW

Michael Hall and James Buizer

IAPC-10

PROGRAM ACTIVITIES RELATED TO THE 97/98 EL NIÑO EVENT

Josh Foster

IAPC-11

CALIFORNIA PILOT PROJECT ON THE USE OF CLIMATE INFORMATION

Katie Mastriani

IAPC-12

CLIMATE ASSESSMENT PROJECT FOR THE SOUTHWEST, USA

Barbara Morehouse

IAPC-13

EL FENÓMENO DEL NIÑO Y SU IMPACTO EN LA AGRICULTURA EN MÉXICO

Cecilia Conde, Víctor Magaña, Rosa María Ferrer y Carlos Gay

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.
E-mail: conde@servidor.unam.mx

El fenómeno de El Niño y su contraparte, La Niña, están íntimamente relacionados con la variabilidad climática observada en México. Específicamente, estos fenómenos provocan variaciones en las lluvias y en las temperaturas estacionales. Un ejemplo del impacto del fenómeno de El Niño se tuvo en el verano de 1997, año en el cual se reportaron pérdidas en la agricultura en más de 2 millones de toneladas de granos básicos (La Jornada, 4 nov. 1997) y daños con un costo de alrededor de 8 mil millones de pesos, según declaraciones del secretario de agricultura, ganadería y desarrollo rural.

Los estudios realizados en el Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM sobre los impactos del fenómeno de El Niño en México (Magaña, *et al.*, 1995) muestran que en la mayoría de los años, inviernos de Niño resultan en general en mayor precipitación en el centro y norte del país; mientras que veranos de Niño resultan en sequía. Por el contrario, durante años de Niña se esperan mayores precipitaciones en verano y menores lluvias en invierno. Lo anterior puede ser aplicado a modelos de pronóstico climático para evaluar las variaciones climáticas y su impacto en algún cultivo en particular.

Se desarrolló entonces un proyecto de investigación que conjuntara la capacidad de predicción del clima y la evaluación del potencial agrícola para la planeación de actividades agrícolas (en particular producción de maíz), con la participación de la Fundación PRODUCE-Tlaxcala, el Centro de Investigaciones de Ciencias Biológicas (CICB) de la Universidad Autónoma de Tlaxcala y en Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM. Este proyecto: "Utilización de Pronósticos Climáticos para las Actividades Agrícolas en Tlaxcala", que inició en 1997 y durará 5 años, incluye el pronóstico climático así como simulaciones del cultivo de maíz basado en el modelo CERES-Maize.

OCP-01

EXPLICACIÓN DEL COLAPSO DE LA SARDINA DEL GOLFO DE CALIFORNIA A PARTIR DE FALLAS EN EL SISTEMA DE TRIADA (ENRIQUECIMIENTO, CONCENTRACIÓN Y RETENCIÓN)

Salvador E. Lluch-Cota

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
A.P. No. 128, 23000, La Paz, B.C.S. México

La sardina del Golfo de California representa uno de los recursos pesqueros más importantes para México en términos de volúmenes de captura y como actividad económica. Durante los últimos años la pesquería ha pasado por dos periodos de fuertes cambios: un colapso (89-90) y una recuperación (93-94). En el presente trabajo se propone que estos niveles de variación pueden ser explicados principalmente sobre la base del efecto de procesos físicos influenciados por la dinámica de vientos sobre el hábitat de desove. Se expresa el desove como una función de un índice de surgencias derivado de viento. A partir de esta función construimos una serie de tiempo de probabilidad de desove y se comparó con series independientes de capturas e índices poblacionales (número de reclutas y adultos). Los resultados muestran relaciones coherentes entre la serie de probabilidad de desove y las series independientes durante el periodo considerado para el ajuste del modelo de probabilidad (1971-1986). Más importante aún, el modelo mostró capacidad predictiva cuando se consideró el periodo que incluye las grandes fluctuaciones poblacionales (1987-1997).

OCP-02

PATRONES DE DISTRIBUCIÓN DE LARVAS DE PECES EN LA CORRIENTE DE CALIFORNIA

J.J. Bautista-Romero^{1,2}, D.B. Lluch-Cota², D. Lluch-Belda¹,
S.E. Lluch-Cota² y R. Funes-Rodríguez¹¹ CICIMAR-IPN, La Paz, B.C.S.² CIBNOR, La Paz, B.C.S.

Con la finalidad de conocer posibles patrones en la distribución del desove de peces en la Corriente de California, bajo el dominio de la temperatura y del espacio, analizamos los registros larvales de presencia y ausencia (estaciones positivas y negativas) de 22 especies recolectadas por CalCOFI (1951-84). Utilizando series de intervalos preferenciales de temperatura para el desove se establecen tres grupos, denotados igualmente por dos técnicas de agrupación (K-medias y análisis de grupos) tanto en el número como en la composición específica de cada uno. Los grupos 1 (g1; 5 especies) y 2 (g2; 8 especies) presentan un intervalo estrecho de temperaturas para el desove, aproximadamente entre los 8.5 y los 14.5°C para el primero y entre los 11 y los 16°C para el segundo; el tercer grupo (g3; 9 especies) desova en un intervalo amplio de temperaturas, entre los 15 y los 26°C. Para el análisis espacial utilizamos promedios de las probabilidades de desove de las especies por grupo en cada estación (considerando sólo aquellas que fueron muestreadas 10 o más veces en el periodo referido) y dibujamos isolinéas. La ubicación general del desove para cada grupo es como sigue: g1 al norte de la Bahía del Sur de California (BSC) y hasta los límites con el estado de Oregon, EUA; g2 entre Punta Baja, BC, y la BSC, con una mancha que se extiende a zonas muy oceánicas (alrededor de 400 mn fuera de la costa); y g3 a lo

largo Baja California Sur y hasta el norte de Punta Baja. Discutimos la influencia que pueden tener los procesos de surgencias y de advección a gran escala en el establecimiento de cada patrón.

OCP-03

RESPUESTA COMPARADA DE LA COMUNIDAD ICTIOPLANCTÓNICA DE LA REGIÓN CENTRAL DE LA CORRIENTE DE CALIFORNIA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL Y LA VARIABILIDAD INTER-DECADAL

Ehecatl Muñoz Mejía

Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Sinaloa
Tel. (69) 858-656

La comunidad ictioplanctónica de la Corriente de California incluye a varias de las especies de mayor importancia comercial de la región. La variabilidad de sus abundancias en las bajas frecuencias (tendencia de largo plazo y variabilidad interdecadal) resulta de gran interés científico y práctico derivado de las grandes fluctuaciones que se han documentado durante el último medio siglo. Una de las preguntas claves, por sus implicaciones en términos de manejo y planeación de la actividad pesquera a largo plazo, es identificar que escala de variabilidad de baja frecuencia está operando con mayor importancia sobre estas especies. En el presente trabajo se analizan series de tiempo y se prueban modelos matemáticos para buscar esta respuesta (modelos lineal y cíclico). Adicionalmente, se presenta una comparación empírica entre algunas series ambientales a diferentes escalas espaciales (globales, de cuenca y regionales) y series de variabilidad de abundancia de ictioplancton (componentes principales) como antecedentes en la búsqueda de mecanismos.

OCP-04

VARIABILIDAD DE LA POBLACIÓN DE SARDINA MONTERREY (SARDINOPS CAERULEUS) EN EL GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO

M.O. Nevárez Martínez¹, D. Lluch Belda², M.A. Cisneros
Mata¹, M.A. Martínez Zavala¹, J.P. Santos Molina¹ y S.E.
Lluch-Cota³¹ CRIP, INP, Guaymas

Calle 20 No. 605 Sur, Centro, 85400, Guaymas, Son

² CICIMAR, IPN

A.P. 592, 23000, La Paz, B.C.S.

³ CIBNOR, S.C.Km 1, Carret. San Juan de la Costa "El Comitán", 23000, La
Paz, B.C.S.

La pesquería de sardina del Golfo de California desde sus inicios ha presentado grandes fluctuaciones en sus capturas, relacionadas con los cambios en la distribución y abundancia de la población, que parecen ser más una consecuencia de cambios en el ambiente que resultado de un excesivo esfuerzo de pesca, lo cual también ha sido señalado para otras pesquerías del mundo. Esto último, ha sido reforzado a través de estudios de sedimentos anaeróbicos, tanto de la cuenca de Santa Barbara, California como en la cuenca de Guaymas en el Golfo de California, mismos que han evidenciado la existencia de grandes fluctuaciones (a escala de décadas) en las abundancias de las poblaciones de sardina y anchoveta aún antes de que iniciara la pesquería. La creciente

evidencia que sugiere que los factores ambientales juegan un papel clave en los cambios experimentados por las poblaciones de peces pelágicos menores en el mundo está generando un cambio en el esquema tradicional de investigación y administración de los recursos pesqueros. Así pues, en consideración a la gran variabilidad observada en la pesquería de sardina monterrey, particularmente en los últimos años (su captura cayó de 292,000 toneladas métricas en 1988/89 a 7,000 toneladas en 1991/92-1992/93, y enseguida la captura de esta especie en 1993/94 fue de 128,000 toneladas y en la temporada 1996/97 alcanzó las 212,000 toneladas), se planteó la hipótesis de que la distribución y la abundancia de la población de sardina monterrey (*Sardinops caeruleus*) del Golfo de California está definida por los patrones de vientos (surgencias) y la temperatura superficial del mar. Los resultados del análisis de 25 cruceros mostraron un período de baja abundancia relativa de sardina monterrey entre 1990 y principios de 1993 y uno de alta abundancia entre 1993 y 1996, observándose lo mismo para la distribución espacial. La relación encontrada entre la abundancia y las variables ambientales fue de tipo no lineal, en forma de domo. El modelo ajustado explicó el 75% de la variabilidad de la abundancia de sardina. Los más altos niveles de abundancia son producidos por surgencias moderadas (12 a 18 m/s/m) y temperaturas entre 20 y 24 °C. Estos resultados indican que la población de sardina monterrey responde a la variabilidad climática, pero lo hace de manera no lineal.

OCP-05

ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE DOS REGIONES DE ALTA PRODUCTIVIDAD BIOLÓGICA DE LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA

M. Verónica Morales Zárate

Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Sinaloa
Tel. (69) 858-656

La actividad de surgencias a lo largo de toda la costa del Pacífico Nororiental permite altos niveles de producción biológica primaria durante varios meses del año. Sin embargo, existen algunas zonas donde se presentan mayores niveles de producción que en resto de la costa, y de manera más constante a lo largo del año. Adicionalmente, en estas zonas se presentan características físicas que favorecen la presencia de especies de importancia comercial y el desarrollo de actividad pesquera importante. En el presente trabajo se documentan diferencias en las características físicas (corrientes, estructura vertical, topografía, línea de costa, etc.) entre dos áreas con niveles de surgencias similares, pero con diferencias notables en los niveles de producción biológica y pesquera. Los resultados muestran que las principales diferencias radican en la coexistencia de los tres elementos de la triada (enriquecimiento, concentración y retención).

OCP-06

BIOMASA Y DISTRIBUCIÓN DEL CALAMAR GIGANTE (*DOSIDICUS GIGAS*) EN EL GOLFO DE CALIFORNIA Y SU RELACIÓN CON LA TEMPERATURA DEL AGUA

M.O. Nevárez Martínez¹, A. Hernández Herrera², E. Morales Bojórquez³, A. Balmori Ramírez⁴, M.A. Cisneros Mata¹ y R. Morales Azpeitia⁴¹ CRIP, INP, Guaymas

Calle 20 No. 605 Sur, Centro, Guaymas, Son.

² CIBNOR, S.C.

Km 1, Carret. San Juan de la Costa "El Comitán", 23000, La Paz, B.C.S.

³ CRIP, INP, La Paz

Carret. a Pichilingue Km 1, 23020, La Paz, B.C.S.

⁴ CIBNOR, S.C. Unidad Guaymas

Km 2.5, Carret. a las Tinajas, Col. Las Tinajas, 85420, Guaymas, Son.

El objetivo de este estudio fue estimar la biomasa total de la población de calamar gigante en el Golfo de California y su relación con la temperatura del agua. Lo anterior con el fin de investigar el planteamiento hecho anteriormente por diversos investigadores de que la temperatura es un factor determinante en los cambios de distribución y abundancia de esta especie. Los datos se colectaron a bordo del B/I HIP XI del Instituto Nacional de la Pesca, durante un crucero de 20 días (del 16 de mayo al 3 de junio de 1996). El crucero cubrió una red de 59 estaciones entre los 25°10'N a 28°50'N y 109°30'W a 112°45'W. En cada estación se realizaron actividades de pesca utilizando luz de atracción y poteras con seis coronas. La biomasa se estimó utilizando el método de área barrida estratificado y el método de muestreo aleatorio estratificado. El primero proporcionó un estimado de 118,170 toneladas métricas (TM) (intervalo del 95% de 113,243 a 123,097 TM) y el segundo estimado fue de 85,513 TM (intervalo del 95% de 79,613 a 93,413 TM). El calamar se encontró en casi todas las áreas cubiertas por el crucero. Un gradiente norte-sur en la captura fue observado, con las más altas capturas entre los 28°N a 28°30'N y las más bajas capturas al sur de los 27°N. No se observó ninguna relación entre la biomasa, distribución del calamar y la temperatura del agua desde la superficie a 70 metros de profundidad.

OCP-07

DISTRIBUCIÓN COSTA-OCÉANO DE HUEVOS DE SARDINA Y SU RELACIÓN CON EL TRANSPORTE DE EKMAN DURANTE AÑOS CÁLIDOS Y FRÍOS EN LA CORRIENTE DE CALIFORNIA

Sergio Hernández Vázquez

CIBNOR, S.C.

Km 1, Carret. San Juan de la Costa "El Comitán", 23000, La Paz, B.C.S.

Los procesos oceánicos que se manifiestan a través del transporte de Ekman en la Corriente de California (CC) tienen un impacto indudable en la supervivencia de los huevos de sardina, ya sea alejándolos de áreas favorables o bien reteniéndolos en zonas adecuadas. Los trabajos de Norton et al. (1985) describen los efectos de los ciclos tipo ENSO en la CC durante el período 1971-84, señalando que durante estos ciclos hubo una tendencia general

a un transporte de Ekman hacia la costa (convergencia); la velocidad del viento en la zona costera se incrementó y se observaron los máximos valores de mezcla a través de la turbulencia.

Los coberturas geográficas y costa-oceano del desove de sardina en la CC durante años cálidos y fríos encontrados en este trabajo está de acuerdo con lo descrito en Lluch et al. (1992), sobretudo en la distribución latitudinal del desove. Durante los años cálidos la distribución de los huevos y/o larvas de sardina se presentan inclusive más al norte de Point Conception, con una alta frecuencia de ocurrencia en el sur de California si se compara con el centro de desove de Punta Eugenia; sin embargo, durante los años fríos el límite norte del desove es la parte sur del centro de desove norteño, presentándose una alta frecuencia de estaciones positivas de huevos y/o larvas de Punta Baja al sur.

Durante los años cálidos los desoves de sardina son más costeros con respecto a los años fríos y "promedio", debido a que el transporte de Ekman hacia fuera de la costa disminuye (Norton et al., 1985). Estos resultados fueron apoyados por las anomalías encontradas en el transporte de Ekman para las costas de California y Baja California. Durante los años cálidos se debilita el transporte hacia fuera de la costa, mientras que durante los años fríos se intensifica. Sobre la base de los trabajos ya publicados y los resultados encontrados en el presente trabajo se proponen tres tipos generales de distribución latitudinal y costa-oceano durante años promedio, cálidos y fríos.

OCP-08

LA PESQUERÍA DEL HUACHINANGO (LUTJANUS PERU) EN NAYARIT: UN ENFOQUE CUANTITATIVO

Pablo del Monte

Estación de Biología Marina y Pesquera, INP
Calle Tortuga #1, La Cruz de Huanacastle, Nayarit
E-mail: delmonte@hotmail.com

El huachinango *Lutjanus peru*, se considera una de las principales especies de la pesca de escama en el estado de Nayarit tanto por el volumen de su captura como por su valor comercial. A pesar de esto, a la fecha no se cuenta con estudios dedicados al manejo del recurso. El presente trabajo presenta una evaluación de la pesquería del huachinango en Nayarit mediante los modelos de biomasa dinámica de Schaefer y de Fox. El desempeño de cada modelo se determinó mediante la función de máxima verosimilitud. Se incluye además, la posible relación entre el cambio en la abundancia del recurso con la temperatura superficial del mar.

OCP-09

VARIACIÓN INTERANUAL EN EL CRECIMIENTO DEL CAMARÓN CAFÉ *PENAEUS CALIFORNIENSIS* Y SU RELACIÓN CON LA TEMPERATURA

J. López Martínez¹, F. Arreguín Sánchez², S. Hernández Vázquez³, A. García Juárez⁴, G. Rodríguez Domínguez² y W. Valenzuela Quiñonez³

¹ Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Unidad Guaymas

A.P. No. 349, 85420, Guaymas, Son., México

² Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

A.P. No. 592, 23000, La Paz, B.C.S., México

³ Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

A.P. No. 128, 23000, La Paz, B.C.S., México

⁴ Centro Regional de Investigación Pesquera, INP, Guaymas

Calle 20 #605 Sur, Centro, 85400, Guaymas, Son.

Facultad de Ciencias del Mar, UAS

Paseo Claussen s/n, Mazatlán, Sin., México

En recursos pesqueros de corta vida, tales como los camarones pencidos, las variaciones interanuales en las capturas son comunes. Se ha hipotetizado que dichas variaciones pueden tener su origen tanto en relaciones de densodependencia (competencia, canibalismo, etc.), esfuerzo pesquero, o bien ser inducidas por modificaciones en alguna o varias variables ambientales (temperatura, salinidad, precipitación, etc.) que pueden originar tanto modificaciones en la distribución, como modificaciones en la biomasa. Si se considera que la captura es el reflejo tanto del esfuerzo pesquero, como de la biomasa, cualquier modificación en alguno de ellos puede originar variaciones en dichas capturas. La biomasa por otra parte es el resultado de los ingresos (crecimiento, reclutamiento) y egresos (mortalidad, emigraciones) de la población. Uno de los parámetros clave en la evaluación de los recursos es el crecimiento individual promedio, el cual es el parámetro de entrada de la mayor parte de los modelos analíticos de evaluación de los recursos pesqueros. Históricamente se ha asumido que este parámetro es constante, si bien, en bioensayos efectuados en laboratorio se ha demostrado que el crecimiento varía en respuesta a diversos factores limitantes. Por lo anterior, el presente trabajo pretende demostrar la existencia de importantes variaciones interanuales en el crecimiento individual promedio del camarón café *Penaeus californiensis* y el efecto de la temperatura del agua sobre éste. Para lo anterior se utilizaron bases de datos de muestreos biológicos efectuados de 1975 a 1995 en plantas maquiladoras en Guaymas, Son., información proveniente de muestreos a bordo de embarcaciones camaroneras durante 1989-1995 y datos de temperatura superficial del mar de la estación mareográfica de Guaymas de la UNAM. Se efectuaron estimaciones de crecimiento anual ajustando al modelo estacionalizado de von Bertalanffy y se utilizó para la comparación interanual del crecimiento el parámetro de F' . Se determinó la relación que guarda el crecimiento con la temperatura a través de regresiones no lineales. El crecimiento en el camarón café presentó variaciones interanuales marcadas: el coeficiente de crecimiento (K) anual varió entre 1.5 y 2.4, con valor medio de 1.87 ± 0.20 ; la longitud asintótica total varió entre 22 y 24 cm (media de 23.46 ± 0.63 cm); y la F' varió entre 2.9 y 3.1 (media de 3.0 ± 0.04). Se presentó una relación de tipo no lineal entre la temperatura media durante el periodo de mayo-febrero y la F' ($R^2=0.75$) y K ($R^2=0.57$).

DISPONIBILIDAD DE ALIMENTO PRIMARIO DURANTE EL NIÑO 82-83: RESPUESTAS DIFERENCIALES DE LA ZONA TEMPLADA Y TROPICAL

Daniel B. Lluch Cota

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
A.P. No. 128, 23000, La Paz, B.C.S., México

Los efectos de El Niño 1982-83 sobre la disponibilidad de alimento primario a lo largo de la costa del Pacífico de Norte América fueron analizados utilizando series de concentración de pigmentos fotosintéticos derivados del sensor CZCS. Las variaciones en pigmentos fueron relacionadas con variables ambientales indicativas de los dos mecanismos de propagación de El Niño: actividad de ondas costeras atrapadas (SST y NMM) y teleconexiones atmosféricas (índices de surgencias a partir de vientos). Los resultados indican que en los sistemas tropicales (Golfo de Papagayo y Golfo de Tehuantepec) el decremento en la concentración de pigmentos fotosintéticos inicia y termina antes de lo que ocurre en los sistemas sub-tropicales y templados (Golfo de California, Bahía Magdalena, Punta Eugenia, Sur de California y San Francisco); en estos sistemas la baja en pigmentos inicia varios meses después pero persiste hasta un año más. Estas diferencias no son explicables por los desfases característicos de las ondas costeras atrapadas (del orden de 2-3 meses) ni por la actividad de surgencias, que no mostró ser afectada durante este evento. En consecuencia, se propone que la mayor duración de los efectos de El Niño 1982-83 en los sistemas sub-tropicales y templados obedece a que la actividad de ondas costeras en áreas con gradientes térmicos horizontales muy marcados se traduce en una estratificación vertical comparativamente mayor, requiriéndose mayor energía (o tiempo de condiciones de surgencias) para completar la mezcla de la columna de agua.

OCP-11

CENTROS DE ACTIVIDAD BIOLÓGICA: UNA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

D. Lluch-Belda, N. Silverberg y S. Hernández-Vázquez
CIBNOR, La Paz, B.C.S.
A.P. No. 128, 23000, La Paz, B.C.S., México

Se presenta la descripción de un campo de investigación que involucra actividades interdisciplinarias. Se propone llevar a cabo un estudio comparativo de los Centros de Actividad Biológica (BACs, por sus siglas en inglés) a lo largo de la costa del Pacífico Nor-oriental, entre el Mar de Bering y el Golfo de Papagayo. Los BACs son zonas costeras pequeñas (entre 1-10 miles de km²) fijas en el espacio donde se presentan altos niveles de producción biológica incluyendo diferentes niveles tróficos y poblaciones de importancia comercial. La existencia de estos centros es posible gracias a la coincidencia de diversos procesos físicos que permiten el aporte de nutrientes, mezcla vertical, y retención-concentración de organismos. El proyecto pretende demostrar la importancia de estos centros como focos de monitoreo, para estudios retrospectivos y como unidades de manejo.

OA-01

PROCESAMIENTO DIGITAL PARA RECONOCER Y CONTAR COPEPODOS MEDIANTE FILTROS ARMÓNICOS CIRCULARES

Víctor Antonio Zavala Hamz¹ y Josué Álvarez Borrego²

¹ Depto. de Ecología Marina, CICESE

² Depto. de Óptica, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

E-mail: vzavala@cicese.mx

E-mail: josue@cicese.mx

Muy pocos técnicos pueden trabajar continuamente separando, contando, identificando y midiendo microorganismos. Aún para el más competente taxónomo, una correcta identificación puede llevar largo tiempo. Actualmente se requiere aumentar el número de taxónomos expertos a la par de desarrollar sistemas automatizados de identificación que permitan apoyar a la investigación básica en ecología marina.

El procesamiento digital propuesto se basa en la transformada de Fourier y Filtros Armónicos Circulares (FAC) y reconoce imágenes binarizadas y en tonos de grises de tres especies de copépodos calanoides, aún cuando presentan cambios de rotación y/o ubicación. Además, se comparó el desempeño de tres clases de FAC: clásicos, únicamente de fase y promediados. El tiempo de cómputo para generar cualquier filtro fue mucho menor al reportado por otros autores. Los FAC clásicos permiten discriminar el género y especie de los copépodos seleccionados y en algunas ocasiones el sexo, dependiendo de la complejidad de la imagen. Los FAC únicamente de fase mejoraron el poder de discriminación al diferenciar el sexo de los copépodos seleccionados en todos los casos estudiados. Los FAC promediados tienen un poder de discriminación muy similar al de un filtro generado a partir de un solo orden.

El procesamiento digital de imágenes de copépodos calanoides mediante Filtros Armónicos Circulares que contempla este trabajo puede ser utilizado por cualquier persona con nulo o poco conocimiento de taxonomía.

OA-02

IDENTIFICACIÓN DE VIRUS EN CAMARÓN MEDIANTE CORRELACIÓN A COLOR DIGITAL

Mario Alonso Bueno Ibarra¹, Josué Álvarez Borrego¹ y Cristina Chávez Sánchez²

¹ Depto. de Óptica, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

² CIAD, Unidad Mazatlán

Sábalo Cerritos s/n, Estero del Yugo, 82010, A.P. 711

La camaronicultura en México es una actividad que data de los años 70's. La principal especie de camarón que se produce por los diversos métodos de acuicultura es: *Penaeus vannamei* (camarón blanco), sin embargo, recientemente por problemas de enfermedades virales con esta especie, se está retomando el cultivo de *Penaeus stylirostris* (camarón azul).

El desarrollo más importante de la camaronicultura se desarrolla en el estado de Sinaloa. Actualmente se encuentran operando siete laboratorios de producción de larvas y 154 granjas

de camarón, las cuales representan un poco más de 7458 hectáreas de cultivo, que para el ciclo de verano de 1994 reportó 10368 toneladas de camarón. Esta es una actividad de alto riesgo debido a que las principales causas de mortalidades en las granjas y laboratorios son las enfermedades de etiología bacteriana, fúngica, protozoaria y viral, siendo ésta última la más importante ya que actualmente ha ocasionado cuantiosas pérdidas. De las enfermedades virales las más importantes son producidas por los virus IHHNV y TSV. Uno de los principales problemas para enfrentar los problemas de enfermedades de camarón no solo en México sino en muchas partes del mundo en donde se cultiva este crustáceo, es la carencia de antecedentes de investigación, de la falta de registros sistemáticos de las enfermedades, de la escasez de personal técnico calificado en las distintas disciplinas de la patología y de laboratorios equipados adecuadamente para realizar estudios de alto nivel y diagnósticos precisos.

En relación al último punto, uno de los principales problemas es que se requiere de varios días para realizar diagnósticos precisos. En los casos de los análisis histopatológicos, entregar resultados confiables por dos personas, el técnico en histología y el responsable de la diagnosis, requiere de cerca de quince días o más dependiendo del número de muestras. Para entonces lo más probable es que los organismos hayan muerto. Nosotros proponemos una técnica de procesamiento digital donde involucramos la operación de correlación a color para que por medio de este sistema automatizado se pueda detectar de manera rápida la clase de virus que está enfermando al camarón. La obtención de las imágenes para procesar la información, después de tener los cortes histológicos, es rápida. La correlación a color para la identificación de los virus en diferentes partes del cuerpo del camarón puede tomar unos pocos segundos. Presentamos y analizamos algunos resultados preliminares que nos indican que esta técnica puede ser de utilidad para detectar virus como IHHNV o TSV.

OA-03

DESEMPEÑO DE UN AMPLIFICADOR DE FIBRA DOPADA CON ERBIO CON EMBOBINADO HELICOIDAL Y SEÑAL POLARIZADA

V.K. Carrillo, D. Tentori, H. Soto y J. Mendieta

Depto. de Óptica, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

CENAM

Km 4.5 Carret. a los Cues, Municipio de El Marques, Querétaro, Qro.

Un EDFA, Erbium Doped Fiber Amplifier, es un dispositivo que permite amplificar señales ópticas directamente de señales ópticas, sin necesidad de cambiar las señales ópticas a eléctricas. Esta amplificación se debe a iones de Erbium adicionados en el núcleo de sílice que hacen posible la amplificación por emisión estimulada. Actualmente, los sistemas de comunicación coherentes requieren que el estado de polarización de la luz (SOP) de las señales del receptor y del oscilador local sean iguales. Sin embargo, el problema principal para alcanzar un desempeño óptimo es debido a la inestabilidad del SOP cuando la luz se propaga a lo largo de la fibra monomodal. Muchos estudios en la optimización de parámetros de fibra dopada para amplificar asumen que la fibra es recta. En la práctica los EDFA tienden a inclinarse por el uso de

fibra dopada enrollada en un carrete de un radio de curvatura pequeño, por lo que el desempeño del EDFA se ve influenciado por el embobinado.

La ganancia había sido considerada, hasta hace poco, independiente de la polarización pero, estudios realizados en 1993 por M. G. Taylor, asocian el decremento en el desempeño de EDFAs a pérdidas dependientes de la polarización; por lo que se empieza a considerar el efecto del SOP de la señal y del bombeo en el amplificador. Así, en 1994, W. Mazurczyk y J. L. Zyskind, y en 1996, P. Wisocki y W. Mazurczyk, realizan estudios para resolver el problema de la ganancia dependiente de la polarización. En ellos se reporta la sensibilidad de los iones de erbio al estado de polarización de las señales, se supone que esta respuesta puede representarse a través de secciones transversales de absorción y emisión de los iones de erbio, que la orientación de estas secciones transversales en la matriz de vidrio es azarosa y que la ganancia dependiente de la polarización se debe a la desexcitación selectiva de los iones por la señal polarizada. En este trabajo se propone que el arqueamiento introduce un efecto que termina con esta aleatoriedad; es decir, que la birrefringencia inducida por el embobinado helicoidal produce una modificación en el campo de ligadura de los iones de erbio, obteniendo así una orientación preferente. De los resultados experimentales, encontramos que nuestro amplificador embobinado helicoidalmente muestra una figura de ruido menor, para ganancia saturada, con referencia al de un EDFA convencional. Este trabajo ha sido apoyado por CONACYT, proyecto 3813P-A.

OA-04

INVESTIGACIÓN SOBRE SENSORES DE FIBRA ÓPTICA Y PROPAGACIÓN DE SEÑALES ÓPTICAS EN GUÍAS DE ONDA FOTORREFRACTIVAS

Alfonso García-Weidner y Anatoli V. Khomenko
CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

E-mail: agarcia@cicese.mx

E-mail: akhom@cicese.mx

Se presentan los resultados de investigación sobre el estudio de sensores de fibra óptica y el mezclado de señales ópticas en guías cristalinas fotorrefractivas.

Utilizando propiedades de polarización, se han desarrollado técnicas para medir y caracterizar la birrefringencia de las fibras, la cual es un parámetro de fundamental importancia para el desarrollo de sensores polarimétricos de fibra óptica. Por otra parte, se muestra un sensor de temperatura de alta sensibilidad utilizando acopladores espiral de polarización.

Para el estudio de la propagación de haces ópticos en guías ópticas no-lineales, se han desarrollado programas para su simulación numérica, utilizando el método BPM (Beam Propagation Method). Los cristales utilizados (silenitas) son de dimensiones transversales muy pequeñas (milímetros), son no-uniformes a causa del efecto fotorrefractivo, y debido al fenómeno de mezclado de ondas, pueden ser utilizados en sensores ópticos. Durante el proceso del mezclado de ondas, se pueden generar rejillas de difracción en las vecindades de una de las caras del cristal. Estas a su vez, confinan la propagación óptica en un "canal" paralelo a la superficie del cristal, produciendo así ondas superficiales fotorrefractivas. Este proceso puede ser de gran

utilidad para la amplificación de señales ópticas con muy alta ganancia. Se muestran simulaciones numéricas de computadora y resultados experimentales.

OA-05

MODELOS DE LOS COEFICIENTES DE ABSORCIÓN DE LUZ: SU APLICACIÓN A COLUMNAS EUFÓTICAS NO HOMOGÉNEAS PARA EL CÁLCULO DE LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA

A.D. Giles Guzmán y S. Alvarez Borrego

Depto. de Ecología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

En trabajos anteriores hemos presentado modelos exponenciales para el cálculo de los coeficientes de absorción de los diferentes componentes ópticos del agua de mar caso I. Estos coeficientes son promedios ponderados por la distribución espectral in situ de la irradiancia fotosintéticamente activa (PAR_z) (400-700 nm). Fueron deducidos de distribuciones verticales homogéneas de biomasa fitoplanctónica, representada por la concentración de clorofila (Chl). En el presente trabajo se demuestra que se pueden aplicar a perfiles heterogéneos reales de Chl para calcular la productividad orgánica primaria del fitoplancton (POP) con errores aceptables (en el intervalo 0.2-2.4% de la POP integrada para la columna eufótica, comparados con hasta 10% en el caso de las estimaciones directas con 14C). Se analizó la magnitud de los errores en el cálculo de la PAR_z y de la POP_{int} para una serie de perfiles de Chl para el Sistema de la Corriente de California. La media y el error estándar de los errores de PAR_z (en % de la irradiancia que incide en la superficie) y POP_{int} para estos casos fueron, respectivamente: para PAR10 0.04% y 0.08%; para PAR20 0.22% y 0.08%; para PAR30 0.23% y 0.10%; y para POP_{int} 0.7% y 0.27%. Se muestra que cuando se calcula la POP_z con base en los parámetros de la curva fotosíntesis-irradiancia (P-E), la pendiente inicial puede ser corregida por la distribución espectral de PAR_z multiplicando la eficiencia cuántica de la fotosíntesis por el coeficiente específico de absorción del fitoplancton (a*fito) que se deduce de nuestro modelo. Además se muestra que, una vez conocidos los valores de los parámetros de la curva P-E, para el propósito de calcular POP_z no importa que haya diferencias entre los valores absolutos medidos de a*fito y los deducidos de nuestro modelo, porque el valor calculado de la eficiencia cuántica a partir de la pendiente inicial y a*fito compensa por estas diferencias. Sólo se requiere que la forma del espectro de a*fito se mantenga constante, lo cual es cercano a la realidad.

OA-06

RED SIMPLE DE SENSORES DE FIBRA ÓPTICA

I. Márquez B., J.A. Espinosa, M.G. Shlyagin, S.V. Miridinov
and D. Tentori

Depto. de Óptica, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

En los últimos años se ha incrementado considerablemente el campo de aplicaciones de sensores de fibra óptica. El utilizar tales dispositivos como sensores implica ventajas, como el que son elementos pasivos, flexibles, aislantes y están disponibles en longitudes de kilómetros, por lo que pueden actuar simultáneamente como canales telemétricos. Hay gran diversidad de mediciones que

pueden realizarse utilizando técnicas basadas en las propiedades de la fibra óptica, pues la propagación de la luz dentro de estas fibras se ve alterada por una gran variedad de parámetros físicos externos a la fibra (i.e. temperatura, esfuerzo, presión, campo eléctrico y magnético, corrientes de aire o agua, etc.). En esta clase de sensores, están los cuasi-distribuidos los cuales pueden sensar en puntos muy específicos a lo largo de la fibra que empiezan a competir en costo y desempeño. Teniendo aplicación en el control espacial y temporal, de distribuciones de esfuerzos en: rascacielos, puentes, presas; así como para el monitoreo continuo de distribuciones de temperatura en cables de alta tensión, transformadores, ductos de petróleo, vigilancia de esfuerzos para la predicción de temblores y presencia de gases peligrosos en minas. En este trabajo se presenta un nuevo tipo de sensor interferométrico cuasi-distribuido. El sensor está basado en un arreglo de interferómetros desbalanceados, formados por rejillas de Bragg distribuidos a lo largo de una fibra óptica, el cual posee una estructura muy simple y con buen desempeño. Utilizando métodos espectroscópicos y una técnica de procesamiento sencilla es posible interrogar a los sensores en forma simultánea. Se discuten los resultados obtenidos de la investigación del desempeño del sensor y también, sus aplicaciones potenciales.

OA-07

CARACTERIZACIÓN DE UN EDFA CONSTRUIDO CON UNA LONGITUD CORTA DE FIBRA CUYA CONCENTRACIÓN DE ERBIO ES ALTA

Manuel May Alarcón y Diana Tentori SantaCruz
Depto. de Óptica, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

Los amplificadores de fibra activa con una alta concentración de erbio, EDFA, son usados en los sistemas de comunicación para amplificar señales ópticas en la región de 1550 nm. Los amplificadores construidos con fibra con alta concentración de erbio tienen la ventaja de utilizar menor longitud de fibra activa que otros amplificadores construidos con fibra activa con baja concentración de erbio. Una de las desventajas de usar fibras con alta concentración de erbio es que presentan un fenómeno de agrupamiento de iones. En este trabajo se reportan los resultados obtenidos en la construcción y caracterización de un amplificador de fibra activa cuya longitud es de 96 cm y su concentración de erbio es de 5300 ppm-wt (partes por millón por peso). Este amplificador opera en una configuración de copropagación utilizando un diodo de bombeo de 980 nm con una potencia de 50 mW. La señal a amplificar es proporcionada por un láser sintonizado a una longitud de onda de 1532 nm con una potencia de -35 dBm a 0 dBm. Los parámetros reportados son la ganancia, G; Figura de ruido, NF; Potencia de saturación de entrada, $P_{sat}(in)$; Razón de ganancia máxima, $RG(max)$ y el coeficiente de eficiencia de ganancia, CEG. Los resultados obtenidos demuestran que se pueden amplificar señales con potencia de entrada pequeña ($P(in) = -35$ dBm), y de acuerdo a la ganancia, figura de ruido y potencia de saturación de entrada el amplificador es catalogado como amplificador en línea.

Este trabajo ha sido apoyado por CONACYT, proyecto 3813P-A.

OA-08

CORRELACIÓN A COLOR PARA IDENTIFICAR VIBRIO CHOLERAE 01 EN MUESTRAS DE AGUA DE MAR

Rosa Reyna Mourillo Pérez¹ y Josué Álvarez Borrego²

¹ Depto. de Ecología, CICESE

² Depto. de Óptica, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

La identificación de diversos organismos microscópicos a través de sistemas ópticos, resulta de gran apoyo para las observaciones que se realizan en el ámbito de la biología entre otras áreas, esto se debe a que el uso de este tipo de herramientas permite hacer mediciones más precisas y exactas sobre la presencia de un organismo vivo en una muestra que puede ser de agua u otro sustrato, debido a que se eliminan algunas posibilidades de error que en algunas coacciones cometen los observadores humanos, además de reducir el tiempo y permitir la cuantificación de estos en cada muestra. En este sentido se está realizando un estudio para probar la validez de los sistemas ópticos con correlación a color en la identificación del bacilo del cólera. Las bacterias son organismos muy simples por lo que para su correcta observación son teñidos con anticuerpos monoclonales con isocinato de fluoresceína, tomando un característico color verde fluorescente. Se elaboran filtros holográficos de la imagen problema que contengan información sobre la forma y el color de la bacteria, grabándolos en tres canales (RGB) con un haz de luz coherente de láser He-Ne (633nm) y Argón (514 y 477 nm) y se realizan correlaciones en los tres canales con imágenes problema. Los resultados son presentados y discutidos.

OA-09

DESARROLLO DE UN SISTEMA OPTICO-DIGITAL AUTOMATIZADO PARA IDENTIFICAR Y CONTAR ESPECIES FORMADORAS DE MAREA ROJA

José Luis Pech Pacheco¹ y Josué Álvarez Borrego²

¹ Depto. de Ecología, CICESE

² Depto. de Óptica, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

Se describe el desarrollo de un sistema óptico-digital automatizado para identificar y contar organismos formadores de mareas rojas. Se presenta un análisis de los problemas en la identificación de las especies de fitoplancton como es el ruido de fondo, sedimentación de los organismos, diferentes factores de escala, rotaciones y ubicación de los mismos.

El sistema se aplicó en un monitoreo de especies formadores de marea roja en la bahía de Todos Santos, Ensenada, B.C., México, durante dos periodos de mareas vivas y muertas. Esto con la finalidad de contar con un sistema de observación continuo en esta localidad. Otro de los objetivos fue el de prevenir la utilización de agua donde la densidad de estos organismos puedan afectar los experimentos de crecimiento de larvas que se llevan a cabo en CICESE, ya que estos monitoreos fueron en la toma de agua de mar que utiliza dicho Centro.

Se concluye que el sistema automático facilita el trabajo de identificación y conteo de estos organismos y que es una herramienta que puede ser utilizada por gente experta o inexperta en la taxonomía de estos organismos.

VAM-01

MÉTODOS DE DIAGNOSTICO VOLCÁNICO

Servando de la Cruz-Reyna
Centro Nacional de Prevención de Desastres
Instituto de Geofísica, UNAM
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

VAM-02

**ERUPCIONES VOLCÁNICAS EN MÉXICO
DURANTE EL PRESENTE SIGLO**

José Luis Macías
Instituto de Geofísica, UNAM
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

VAM-03

**EPISODIOS DE CONSTRUCCIÓN Y DESTRUCCIÓN
DE DOMOS EN EL VOLCÁN POPOCATÉPETL
(MARZO DE 1996-AGOSTO DE 1998)**

Francisco J. Castillo A.¹, Servando de la Cruz-Reyna^{1,2} y José
Luis Macías Vázquez²

¹ Centro Nacional de Prevención de Desastres

² Instituto de Geofísica, UNAM

E-mail: castillo@cenapred.unam.mx

E-mail: sdelacrr@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

E-mail: macias@tonatiuh.igeofcu.unam.mx

En marzo de 1996, el emplazamiento de un cuerpo de lava en el volcán Popocatepetl marcó una segunda etapa volcánica en el que es considerado uno de los volcanes más activos de México hoy en día.

Esta actividad mixta (efusiva-explosiva) en un principio estuvo caracterizada por un proceso en el interior del cráter de emplazamientos de domos de lava que permanecían desarrollándose un determinado intervalo de tiempo y que eran destruidos parcial o totalmente por explosiones que llegaron a alcanzar una escala considerable, como la ocurrida el 30 de junio de 1997 y cuyo "nuevo ciclo" se iniciaba con el surgimiento de un nuevo cuerpo muy cercano (centro a centro de emisión) al domo previo anterior.

Este trabajo contempla las observaciones realizadas a fotografías aéreas tomadas previamente, durante y después del desarrollo de cada domo, así como la cuantificación del material emitido y la generación de perfiles topográficos basados en la restitución fotogramétrica de los pares estereoscópicos (información proporcionada por la SCT) a escala 1:2000 con intervalo de isohipsas a cada 2m.

Hasta la fecha, un total de nueve domos de lava (del A al I) han sido registrados como consecuencia de la actividad presentada, siendo el domo F el más grande en dimensiones emitido el 6 de diciembre de 1997, cuyo volumen neto (sumado a los cinco previos) representó el 38% de la capacidad total del cráter del Popocatepetl.

VAM-04

**LA SISMICIDAD COMO HERRAMIENTA
PREDICTIVA EN LA ACTIVIDAD DEL
POPOCATÉPETL**

Carlos Valdés G. y Guillermo González Pomposo

VAM-05

**ESTUDIO GRAVIMÉTRICO DE LA MESETA
CENTRAL (VOLCÁN POPOCATÉPETL)**

Manuel Mena Jara

VAM-06

**ESTUDIO AEROMAGNÉTICO DE LA ESTRUCTURA
DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL**

Jaime Urrutia, Israel Hernández y Héctor López
Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

VAM-07

**POPOCATÉPETL VOLCANO'S RECENT ERUPTIVE
ACTIVITY, PART I: SULFUR DIOXIDE, CARBON
DIOXIDE AND ASH EMISSIONS**

H. Delgado Granados¹, L. Cárdenas González², N. Piedad
Sánchez¹ y C. Linares López³

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

² CENAPRED

Delfin Madrigal No. 665, Coyoacán 04360 México, D.F.

³ Facultad de Ingeniería, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

Gas emissions from Popocatepetl volcano have been measured for almost 5 years. SO₂ fluxes are measured using a correlation spectrometer (COSPEC). The measurements made during these years have resulted to be the largest SO₂ fluxes ever measured using a COSPEC. More than 380 measurements have been carried out using aerial (more than 70) and ground measurement techniques. A single measurement consists of 1-5 (ground measurements) or 5-12 traverses (aerial measurements) traverses of the plume. The database was used to calculate average SO₂ fluxes for several periods of the volcano's activity (i.e. fumarolic, explosive or effusive). Depending on the period the average SO₂ fluxes may vary between 2-3 kt/d (kt/d=103 metric tons of SO₂ per day), or 9-13 kt/d.

On the other hand, CO₂ fluxes have been measured since 1995 using a differential, non-dispersive, infrared gas analyzer (NDIR) and a new method (Gerlach et al., 1997, JGR, 102, B4, 8005-8019). CO₂ fluxes also resulted to be the largest ever measured at any volcano in the world with magnitudes ranging from 103 to 105 t/d. High rates of passive degassing are facilitated by a highly efficient plumbing system. Due to differences in solubility of CO₂ and SO₂ gases in the magma, CO₂/SO₂ ratios allow identification of new injections of magma to the chamber. However, not only new injections of magma are responsible of the periodical explosive behavior of Popocatepetl. Finally, study of ejected ashes and block of lava has been made.

Granulometric analyses of ashes allow recognition of magnitude of explosive events. Component modal analysis permit to record the changes in mineralogical composition of the magma as the eruption evolves. All data is integrated to establish a model to explain the eruption of Popocatepetl and its fluctuations.

VAM-08

POPOCATÉPETL VOLCANO'S RECENT ERUPTIVE ACTIVITY, PART II: A MODEL OF THE ERUPTION

H. Delgado Granados
Instituto de Geofísica, UNAM
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

Eruption of Popocatepetl volcano has been explosive and effusive for almost four years. This activity is characterized by high-flux passive degassing. Degassing however, shows large variations. High gas-flux passive degassing, the largest ever reported for fuming or eruptive volcanoes, states several questions. What is the origin of such an amount of gas? Which processes govern the changes in flux and produce explosions? Comparing the activity of volcanoes such as Pinatubo and Popocatepetl with huge degassing, what makes a volcano to erupt violently or passively? This paper uses a chronology of the eruption and the gas data to reconstruct the evolution of the eruption. Based on this, the questions mentioned above are addressed with a model of multi-injections of magma that explains changes in magnitude of emissions and erupted magma volumes. Fluctuations in degassing rates are explained also in terms of magmatic processes such as convection in the magma chamber or in the conduits, as well as crystallization, magma mixing and differentiation, and cleaning and sealing of the plumbing system. Popocatepetl volcano has produced an amount of SO_2 comparable in magnitude with the SO_2 emissions of Mount Pinatubo in 1991. Mount Pinatubo released a huge amount of SO_2 in a very short period of time whilst Popocatepetl has released same-order-of-magnitude SO_2 in almost five years. This difference is explained in terms of magma types, conditions of the plumbing system, and volume of magma injected.

VAM-09

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE OBRA SABO EN LAS PARTES NE Y NW DEL VOLCÁN POPOCATÉPETL, PARA MITIGAR EL RIESGO POR UN POSIBLE FLUJO DE LODO, AGUAS ABAJO DE LAS TRAYECTORIAS

Esteban Ramos J.
Centro Nacional de Prevención de Desastres
Av. Delfín Madrigal # 665, Col. Pedregal de Santo Domingo
E-mail: erj@cenapred.unam.mx

Los fenómenos volcánicos que han ocurrido a través de la historia, han ocasionado destrucción y pérdida de vidas y recursos en muchas partes del mundo. Uno de esos fenómenos es el flujo de lodo o lahar, que es de los más destructivos, como lo atestiguan los casos de Armero, Colombia en 1985, Monte Pinatubo en Las Filipinas en 1991, Monte Tokachi-dake, Japón en 1926 y otros. En el Popocatepetl este fenómeno se dio hace unos 1,100 años, lo que

ocasionó la formación de depósitos de lahar hacia la parte NE donde se asientan las comunidades de Santiago Xalitxintla, San Pedro Yancuictlalpan, San Nicolás de Los Ranchos y San Buenaventura Nealtican, aunque también existen pequeños depósitos en zonas confinadas a lo largo de la trayectoria del río Nexapa, en el Edo. de Puebla. Hacia el sector NW seguramente también se dio al mismo tiempo un flujo similar, como lo atestigua un depósito en la jurisdicción de San Juan Tehuixtlan en el Estado de México, al drenar por la barranca de Amalacaxco-Hueyatlaco-Estafiatepec-Caxquenatlaco. Esto último se corroboró al ocurrir un evento el 30 de junio de 1997 que emitió una cantidad moderada de gases y cenizas acompañadas por fragmentos de alta temperatura, los cuales al caer sobre el hielo de los glaciares, dispararon pequeños flujos. Así, hacia Puebla, se generaron tres flujos que avanzaron por las barrancas Tenenepanco, La Espinera y Tepetloncocone, sólo que los dos últimos tuvieron un alcance reducido, no así el primero que continuó por la barranca Huiloac hasta llegar a la población de Santiago Xalitxintla, distante 17.2 km de trayecto en barranca y donde el espesor del flujo alcanzó 60 cm. Hacia el NW del volcán, se dio simultáneamente el mismo fenómeno, avanzando el flujo sólo unos 3.5 km debido a que los espesores de tefra son mayores que en el sector Norte, provocando que su alcance se redujera por la alta porosidad y permeabilidad de los mismos, además de que las pendientes son menores en la base del cono comparadas con las de la parte Norte por donde baja la barranca de Tenenepanco. Así, mediante el estudio y trabajo de campo en las barrancas ya mencionadas, se busca proponer sitios para construir, en otra etapa, obras mediante las cuales se pueda controlar el material acarreado por los posibles flujos generados en la parte alta del volcán en caso de ocurrir una erupción moderada que daría lugar a la formación de flujos piroclásticos y surges, los cuales al interactuar con el hielo de los glaciares daría agua de fusión, la que al mezclarse con el material provocaría la formación de flujos de lodo que descenderían hacia los sectores ya descritos. Adicionalmente se describen algunos tipos de obras, que serían las más adecuadas en función de las características de las barrancas y cuya finalidad sería detener y almacenar los grandes bloques de roca en la parte alta y paulatinamente aguas abajo los bloques menores, gravas y sedimento. Con estas, se busca disminuir la energía destructiva de los flujos, cambiar las pendientes en ciertos tramos de cauce, disminuir las velocidades de flujo y por tanto mitigar el riesgo por este fenómeno en las poblaciones asentadas aguas abajo en y a lo largo de las trayectorias.

VAM-10

MONITOREO GEOQUÍMICO DE LA ACTIVIDAD DE LOS VOLCANES COLIMA Y CHICHÓN

Yuri Tarán
Instituto de Geofísica, UNAM
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

VAM-11

MONITOREO DE VOLCANES ACTIVOS EN MÉXICO POR MEDIO DE TÉCNICAS DE GPS

Enrique Cabral-Cano¹, Bertha Márquez-Azúa², Timothy Dixon³
y Francisco Correa-Mora¹

¹ Instituto de Geofísica, UNAM,

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

E-mail: ecabral@tonatiuh.igeofcu.unam.mx.

² Depto. de Geografía, Universidad de Guadalajara

Av. de los Maestros y M. Bárcena, 44290, Guadalajara, Jal.

³ University of Miami

RSMAS-MGG, 4600 Rickenbacker Cswy., Miami, FL, 33149

Durante los últimos 31 meses se ha operado una red de estaciones GPS de operación continua en el volcán Popocatepetl como parte de un proyecto de factibilidad para monitorear la deformación superficial en volcanes activos utilizando técnicas de GPS en tiempo casi-real. Esta red permanente se complementa con una red de 12 monumentos geodésicos que son ocupados de manera periódica con receptores GPS en la ladera norte del Popocatepetl. Adicionalmente, se han llevado a cabo campañas de GPS en otros volcanes activos como Colima y Ceboruco con el fin de establecer un marco de referencia a partir del cual se pudiesen detectar señales de mayor actividad volcánica.

La diversidad de técnicas de monitoreo geofísico en el Popocatepetl tales como sismicidad, flujo de SO_2 , CO_2 y geoquímica, gravimetría, magnetometría, y técnicas convencionales de deformación, nos dan la oportunidad de correlacionar el registro derivado de técnicas de GPS.

La modelación inicial de la deformación superficial esperada en cada una de las estaciones de GPS en el Popocatepetl indicaba que la deformación vertical no sería significativa. Sin embargo, el registro en componente vertical muestra excursiones significativas, los cuales correlacionan con diversos eventos registrados como alta sismicidad, evolución del domo en el interior del cráter y en ocasiones con el flujo de gases, ocurridos a lo largo de la actividad del Popocatepetl desde abril de 1996. Estos resultados preliminares indican el gran potencial del sistema GPS como un medio de monitoreo continuo y altamente automatizado para monitoreo de volcanes y otros riesgos geológicos.

VAM-12

MITIGACIÓN DEL RIESGO VOLCÁNICO EN EL VOLCÁN DE COLIMA POR MEDIO DE UNA CAMPAÑA DE INFORMACIÓN A LA POBLACIÓN

Juan Carlos Gavilanes y Ricardo Saucedo
Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima

VAM-13

INCREMENTO EN LA TASA DE RETROCESO GLACIAL POSTERIOR A LA REACTIVACIÓN VOLCÁNICA DEL 21 DE DICIEMBRE DE 1994 EN EL VOLCÁN POPOCATÉPETL

Galván L.
ESIA, IPN

Como cualquier masa de hielo, los glaciares del volcán Popocatepetl son entes muy sensibles a los cambios que modifican o alteran su entorno, por lo que esto redundará en una disminución o aumento en su área y volumen. De acuerdo a información documentada, el porcentaje de reducción en el área glacial ha fluctuado de la siguiente forma: a) del primer inventario glacial en 1958 al segundo publicado en 1995 (período de 37 años), se redujo en un 22.36%; (b) del primer inventario glacial de 1958 al último en 1998, (período de 40 años), el retroceso ha sido de cerca de un 48%. Por tanto, si comparamos el inventario glacial de 1995, que es el que se publicó posterior a la reactivación volcánica del 21 de diciembre de 1994, contra el último del presente año, obtenemos un porcentaje de reducción del 33%, el cual puede aumentar en forma exponencial.

Estas fluctuaciones en la tasa de retroceso de masa glacial indican que los glaciares del Popocatepetl en los últimos tres años han sido seriamente afectados, principalmente por la actividad volcánica, lo que nos hace reflexionar que si en sólo tres años se ha reducido el área glacial para el glaciar Ventorrillo y el Noroccidental de 559 km² a 375 km² aproximadamente, y si además se toma en cuenta que: 1) según datos estadísticos de la ONU se pronostica un incremento en la temperatura atmosférica terrestre entre 1.5 y 3.5 grados centígrados a lo largo del próximo siglo; 2) la Ciudad de México es un foco de emisiones caloríficas debido a su alto grado de contaminación (efecto invernadero) que se extiende a la zona del volcán por el patrón de vientos dominantes en gran parte del año; 3) la urbe es tan grande que genera y acumula energía calorífica afectando a la región del Popocatepetl y, 4) los glaciares mexicanos se encuentran cercanos al punto de congelación, nos da idea de que su existencia está muy próxima a extinguirse aun cuando no exista un evento cataclísmico en el volcán.

VAM-14

ANÁLISIS DE EVENTOS DE BAJA FRECUENCIA REGISTRADOS EN LA ESTACIÓN IIA DE SISMEX

Julio Cuenca S.
Ingeniería Sismológica, Instituto de Ingeniería, UNAM
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.
E-mail: julio@gea.ingen.unam.mx

La estación telesísmica permanente Alzamoni (IIA) del Instituto de Ingeniería, ha estado registrando la reactivación del Volcán Popocatepetl desde fines de 1994. Ubicada aproximadamente a 12 kilómetros al Norte del cráter, cuenta con un sensor de 1 Hz de período natural. En la red sísmica de SISMEX esta señal es obtenida analógicamente en papel con registro de tinta y digitalmente en archivos bajo el sistema SEISAN a 100 muestras/segundo.

Los eventos de baja frecuencia, registrados en IIA, asociados a la actividad del Popocatepetl tienen relación con la intrusión magmática y las cavidades o fracturas llenas de fluidos. Estas señales poseen un primer arribo emergente y difícilmente se identifica la energía de la onda S. Las frecuencias centrales dominantes están principalmente entre 0.7 y 1.2 Hz, las cuales resaltan de las frecuencias para el ruido de fondo. Cuando el espectro de esta señal está dentro de una banda estrecha de baja frecuencia, es conocido como eventos LP (Tipo-B de Minakami) o en su defecto eventos de explosión. Según el arribo y forma de onda evidencian que la región fuente (la cual está bajo el cráter y dentro del aparato volcánico) no varía mucho, aunque su localización precisa es difícil hacerla. La señales registradas monocromáticas reflejan propiedades de la fuente como un proceso resonante excitado por una presión constante. La ocurrencia de eventos dentro de pequeñas diferencias de tiempo refleja una crisis sísmica, en este caso el análisis de la forma de onda indica casi invariable una fuente similar. Se efectuó una normalización a la máxima amplitud para comparar la forma de onda. Los pulsos similares en la forma de onda reflejan el efecto resonante o movimiento lento. A diferencia del tremor (excitación sostenida) la fuente de estos eventos de baja frecuencia sería un impulso limitado, y la consecuente resonancia como resultado de la excitación de una fractura o conducto lleno de fluido (material magmático y gases).

VAM-15

ANÁLISIS DE LA ACTIVIDAD EXPLOSIVA DE JULIO 1998 DEL VOLCÁN DE FUEGO DE COLIMA A PARTIR DE MEDICIONES DE DEFORMACIÓN

Juan Jose Ramírez Ruiz, Tonatiuh Reyes Domínguez y
Gabriel Reyes Dávila
Universidad de Colima

Los cambios en la actividad que ha manifestado el Volcán de Fuego de Colima han sido monitoreados mediante las mediciones de deformación realizadas periódicamente en la red geodésica del Volcán de Fuego. La red geodésica actualmente está compuesta de cuatro puntos de observación monumentados a distancias localizadas entre 1-6 km. de la cima del edificio volcánico. Mientras que los puntos de prismas se encuentran distribuidos sobre el edificio volcánico a tres niveles de altitud. El primer nivel de prismas se localiza a alturas de 3800 msnm con el objetivo de monitorear las variaciones del domo y los otros niveles se localizan a 3450 y 3300 msnm con el fin de medir las deformaciones del edificio volcánico. Las mediciones de los reflectores colocados sobre el domo, realizadas en el último año, nos muestran algunas variaciones desde los puntos de observación de más de 55 cm especialmente en la actividad explosiva del pasado 6 de Julio. Estas mediciones se correlacionan con el análisis de los registros sísmicos obtenidos por la RESCO (Red Sísmica de Colima). El análisis de ambos parámetros con las inspecciones visuales ha permitido crear un modelo físico que explique las causas y orígenes de las últimas etapas más activas de este año del Volcán de Fuego de Colima. El análisis de las variaciones diferenciadas del domo nos permite considerar que las últimas actividades freáticas en este período podrían ser causadas por la alteración e influencia de un remanente magmático probablemente de la actividad de 1991 emplazado en el flanco Noroccidental del edificio volcánico. Mientras que los reflectores colocados a niveles de 3450 y 3300 msnm no muestran una variación que sobrepase el orden del centímetro por lo que no se considera que haya existido una intrusión de magma juvenil.

VAM-16

EVOLUCIÓN MORFOESTRUCTURAL DE LA CIMA DEL VOLCÁN DE COLIMA (1997-1998)

Abel Cortés Cortés y Juan Carlos Gavilanes Ruiz
Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima

La actividad del Volcán de Colima se ha incrementado sustancialmente desde finales de 1997, originando cambios considerables en la morfología del domo somital, incluyendo fracturamientos adicionales a los reportados anteriormente (Cortés et al., 1997). El 26 de noviembre de 1997 se observaron pequeñas grietas alrededor de las 2 fumarolas de mayor temperatura, así como un ligero hundimiento del terreno donde se ubican estas últimas. El 17 de marzo de 1998 se observaron nuevas fracturas en la zona de alta temperatura (Zona III) con direcciones predominantes noreste y noroeste, con longitudes comprendidas entre los 30 y los 40 m y separaciones entre bordes de 0.1 a 0.6 m. Los bloques que se encontraban cubriendo parcialmente las 2 fumarolas mencionadas se encontraron desplazados y/o fragmentados. Las temperaturas de estas fumarolas fueron de 753.5 y 770°C, respectivamente (el 26 de noviembre fueron de 775 y 780°C). También se observó que la fractura que cruza el borde noreste del cráter de 1994 incrementó su profundidad en aproximadamente 2 m. También se observaron nuevos desplazamientos de bloques preexistentes y hundimientos que se localizan en las pendientes interiores del norte del cráter de 1994. Esta zona de hundimientos se extiende hasta el borde de dicho cráter, donde son más marcados, cruzándolo. En este punto esta fractura alcanzaba 1.0 m de separación y 1.0 m de profundidad, prolongándose hasta la zona de alta temperatura (parte norte del domo). Una separación bien definida que alcanza los 0.4 m, una profundidad máxima de 0.5 m y un alineamiento de desgaseificaciones caracterizan a una nueva fractura de dirección este-oeste, que se encuentra emplazada casi de manera paralela a unos 20 m al sur de otra fractura preexistente. Esta nueva fractura se extiende desde la parte central de la porción norte del domo hasta la parte externa (cara este del edificio), cruzando la porción sur de la zona fumarólica noreste (Zona II). Las nuevas fracturas mostraron límites bien definidos con separaciones comprendidas entre 0.1 y 2.0 m, así como profundidades visibles de 0.15 a 2.0 m. El 5 de mayo de 1998 se observó una nueva fractura en la zona III de dirección sureste 75, con una longitud de 20 m y una abertura de 0.10 m. La fractura este-oeste descubierta el 17 de marzo en esta misma zona presentó un incremento de 0.20 m en la separación máxima entre sus bordes. En la zona III se observó que una de las fracturas de dirección noreste incrementó su separación en 0.10 m. También se observó una nueva fractura noroeste 55, de 60 m de longitud, con una separación máxima de 0.65 m y una profundidad máxima visible de 2.0 m. Otra de las fracturas de esta zona incrementó su separación máxima a 1.0 m, por lo que fue posible observar incandescencia en su interior (a 2.0 m de profundidad). En el borde norte del cráter de 1994 fue difícil caminar entre los bloques debido al aumento de la temperatura debido al incremento del fracturamiento. Un reconocimiento aéreo visual efectuado el 14 de agosto de 1998 permitió observar una nueva depresión localizada en el borde noreste el cráter de 1994, misma que tiene una anchura, longitud y profundidad mínimas de 5, 25 y 8 m, respectivamente. Esta dirección coincide con la de los fracturamientos de la misma zona del domo. También se vio un montículo en el interior del cráter de 1994, aunque la deficiente visibilidad debida a la intensa actividad fumarólica impidió establecer si este rasgo monticular es el emplazamiento de un nuevo domo o si se trata de un

acumulamiento de bloques rodados. Es evidente el aumento del grado de inestabilidad de la cima del volcán, por lo que es más susceptible a presentar un colapso parcial, aún sin que se presente una actividad magmática.

VAM-17

DEPÓSITOS DE FLUJOS PIROCLÁSTICOS DE BLOQUES Y CENIZA GENERADOS DURANTE LA ERUPCIÓN DE 1991 DEL VOLCÁN DE COLIMA

Saucedo R.¹, Macías J.L.¹ y Bursik M.²

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

² Geology Department, SUNY at Buffalo

NY 14260, USA

La erupción del 16 de abril de 1991 del volcán de Colima representa el mejor ejemplo de formación de flujos piroclásticos de bloques y ceniza de volumen pequeño, dado que se cuenta con testimonios orales, gráficos y actualmente con excelentes afloramientos de los depósitos. El colapso parcial del domo preexistente del Volcán de Colima produjo una serie de flujos piroclásticos de bloques y ceniza que rellenaron las barrancas Cordobán W, Central y E, alcanzando una distancia de 4 km. con un volumen total de 0.001 km³. Asociada a estos flujos se formó una nube de ceniza de más de 2 km de altura la cual fue transportada por el viento a más de 10 km. al SE y NE del volcán (Rodríguez *et al.* 1991).

El análisis estratigráfico de los depósitos indica que existen al menos tres unidades de flujo con espesores que varían de 2 a 3 m. Dos de las unidades de flujo están compuestas por dos horizontes: una parte basal densa y otra parte superior diluida. a) La parte basal (depósito de flujo de bloques y cenizas) es en general monolítica rica en bloques de andesita gris derivados del domo previo, menor cantidad andesita de textura afanítica del antiguo cráter y <5% de andesita juvenil, soportados por una matriz de arena media a gruesa. Estas unidades presentan gradación inversa con una concentración de bloques hacia su parte superior. b) La parte superior diluida está compuesta por un horizonte delgado (2 a 5 cm de espesor) rico en partículas de vidrio y algunos cristales del tamaño del limo y arcillas.

Los resultados indican que los flujos piroclásticos de 1991 fueron generados por el colapso gravitacional de una parte del domo y cráter del Volcán de Colima, en al menos tres pulsos emplazados en pocos minutos.

Observaciones directas de la erupción, estratigrafía y experimentos de laboratorio indican que este tipo de flujos piroclásticos se dividen inmediatamente en dos partes: una parte basal compuesta por bloques y ceniza controlada por la topografía y una parte superior formada por la expulsión de material fino de la parte basal, la cual forma una nube de ceniza que puede ser transportada por los vientos dominantes a distancias mayores.

CARTEL-01

COLABORATORIO MEXICANO PARA ESTUDIOS
DEL FENOMENO DE EL NIÑORené F. Navarro¹ y José Gómez-Valdés²¹ Depto. de Ciencias Computacionales, CICESE

E-mail: renavarr@cicese.mx

² Depto. de Oceanografía Física, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

E-mail: jgomez@cicese.mx

El Niño es una alteración en el sistema océano-atmósfera que se genera en el Pacífico Ecuatorial e influye de manera significativa en cambios climáticos poco usuales alrededor del mundo. Los cambios en la circulación atmosférica alteran el clima global, con lo que se afectan extensas áreas del planeta, en la agricultura, los recursos hidráulicos, entre otras actividades económicas importantes. En los océanos, el efecto más dramático se da en la temperatura del agua, generando que cambien las condiciones ambientales de los ecosistemas marinos. Estos cambios, por ejemplo, afectan las poblaciones de peces, especialmente en las áreas del Pacífico Oriental y, por ende, la actividad pesquera mexicana. Debido a la magnitud del impacto socioeconómico en las diferentes regiones afectadas por el fenómeno, en las últimas décadas se ha dado mayor importancia a su estudio, por parte de distintos grupos de investigadores de casi todo el mundo. Entre las metas que se persiguen destacan: (1) mejorar el entendimiento del fenómeno y las variaciones climáticas asociadas a él, (2) mejorar los pronósticos climáticos y (3) maximizar el uso de esta información en las regiones afectadas.

Un colaboratorio (collaboratory) se define como "un centro sin muros en el cual los investigadores puedan realizar sus trabajos sin importar su ubicación geográfica, interactuando entre ellos, accediendo información, compartiendo datos y recursos computacionales y accediendo información de bibliotecas digitales" (W. Wolf, NSF). Es decir, se aprovecha la unión de la computación con la telecomunicación para tratar de aumentar la productividad de los investigadores. Un colaboratorio, como su nombre lo indica, permite la integración de recursos humanos y materiales. Otras de sus finalidades consisten en: facilitar la creación de lazos entre los científicos de una área determinada, promover la colaboración, involucrando a científicos de diferentes áreas, acelerar el desarrollo y diseminación de conocimiento básico y minimizar el tiempo entre los descubrimiento y su aplicación práctica. En la actualidad, la reducción en la razón costo/rendimiento del poder de los equipos de cómputo y los sistemas de comunicación, y la fusión de estas dos tecnologías en una infraestructura facilitadora de información y de la coordinación de esfuerzos, permiten la creación de aplicaciones de software que van más allá de las herramientas tradicionales de modelado y de análisis de resultados utilizadas comúnmente en la comunidad científica. Como ejemplo, podemos citar el surgimiento de comunidades electrónicas de investigadores que exploran nuevas formas de compartir información y de colaboración.

La motivación de este trabajo surgió por la convocatoria lanzada por el CONACYT en 1997, en la que se invita a investigadores mexicanos a documentar las causas, mecanismos y efectos del fenómeno de El Niño en la República Mexicana. En este trabajo se presenta el diseño e implementación de un ambiente de colaboración para la visualización de datos, para ser utilizado por

los investigadores mexicanos involucrados en proyectos relacionados con el fenómeno de El Niño. El ambiente se basa en un conjunto de herramientas de software (e.g. chat, pizarrón electrónico, etc.) para la visualización de datos y de apoyo al trabajo en grupo accesibles a través de Internet. Con estas herramientas es posible acceder a un banco de datos compartido, mediante interfase común, en donde se almacene información producida por los investigadores, la cual proporciona la infraestructura de comunicación requerida para apoyar la interacción entre los colaboradores y el medio de enlace para unificar los esfuerzos de distintos grupos de investigación del fenómeno en México. Uno de los requerimientos más importante que se contempló en el desarrollo de este ambiente, fue que pudiera ser utilizado en distintas plataformas de software y hardware. Es por esto, que se eligió el lenguaje Java para su implementación. Este lenguaje permite el desarrollo de aplicaciones robustas con un alto de desempeño y seguridad sobre múltiples plataformas en redes heterogéneas distribuidas consumiendo un mínimo de recursos. Se consideró también que los datos almacenados en el banco de datos fueran independientes de la plataforma en la que se trabaja, por lo que se decidió utilizar el formato HDF (Hierarchical Data Format), que es un formato de archivos orientados a los datos científicos para compartir información en ambientes heterogéneos. Otras características de este formato son: auto descripción, extensibilidad, flexibilidad, portabilidad, estandarización y es de dominio público. Se exhibe el trabajo del desarrollo del colaboratorio en dos PC con las cuales se puede probar *in situ* su funcionamiento. Se escogen datos de temperatura, pero el sistema está listo para incorporar cualquier cantidad de variables.

CARTEL-02

VISUALIZACIÓN DE MODELOS NUMÉRICOS DEL
OCÉANO

Cabrera-Ramos C.E.

Depto. de Oceanografía Física, CICESE,

Km. 107, Carretera Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

E-mail: ccabrera@cicese.mx

La visualización de modelos numéricos comprende la solución de ecuaciones diferenciales por algún método numérico utilizando un lenguaje de programación (C, Pascal, Fortran, etc.) y, la visualización de los datos resultantes de la corrida del modelo con otro paquete computacional (MatLab, Maple, Matemática, etc.). El objetivo de este trabajo es unir las dos tareas en una sola, utilizando un lenguaje de programación, en donde se implemente tanto los métodos numéricos para la solución del modelo; así como la visualización numérica. Para resolver las ecuaciones diferenciales, se utiliza el método de las diferencias finitas con los esquemas conocidos de diferenciación numérica. La evolución del modelo se visualiza mediante gráficos de graficación ya integrados en las bibliotecas del compilador Microsoft Fortran Power Station para Windows 95 y el manejo de la paleta de colores del sistema. En este caso se resuelven las ecuaciones de difusión, de advección y el modelo de Stommel.

OpenGL es una marca registrada de Silicon Graphics. 3d

Windows 95 es una marca registrada de Microsoft, Inc.

CARTEL-03

ESTUDIO ACERCA DE LAS VARIACIONES DE FRECUENCIA BAJA DEL NIVEL DEL MAR EN EL GOLFO DE MÉXICO

Orlando Ramirez Stout y Julio Candela Pérez

Depto. Oceanografía Física, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

A partir de datos de nivel del mar, correspondientes a los años 1985 y 1986, procedentes de 14 estaciones mareográficas ubicadas en el Golfo de México y de datos de presión atmosférica y velocidad del viento de una malla que cubre toda la zona del Golfo es estudiada la variabilidad de frecuencia baja del nivel del mar a través de los métodos del análisis espectral cruzado y las funciones empíricas ortogonales.

Se determinan las frecuencias en las que se presenta la mayor variabilidad del nivel del mar; así como la respuesta del nivel al forzamiento atmosférico. Se obtiene que la respuesta del nivel a los cambios de presión atmosférica es no isostática y varía con la frecuencia y la ubicación geográfica. Se determina que es la presión atmosférica el factor principal en el forzamiento atmosférico. Es identificada una zona de forzamiento por parte del viento.

CARTEL-04

INVESTIGATION OF UNDRAINED SHEAR STRENGTH ON FINE-GRAINED SOILS

Jürgen Mahlknecht^{1,2} and Otto Pregl¹

¹ Geotechnical Institute, Universität für Bodenkultur

Vienna, Austria

² UNICIT, UNAM

Campus Juriquilla, Qro., México

A.P. No. 1-742, 76230

E-mail: j_mahlknecht@yahoo.com

Several different geotechnical laboratory and field devices, used in soil stability problems and bearing capacity of the undrained conditions, were compared by determining the undrained shear strength of fine-grained soil samples. The undrained shear strength determinations were carried out for differently pre-treated, remolded water saturated and non-saturated soil (clay, silt) samples, which were characterized previously at the Geotechnical Laboratory of the University of Applied Sciences (Universität für Bodenkultur), Vienna, Austria.

The undrained shear strength (or initial shear strength) J_u , is the ability of a material to take up shear force in a rested state in closed systems without drainage. When dealing with changes in construction loading, the underlying clay may be considered a closed system, whereas the underlying silt determines an open system. However, in loads that change quickly, such as construction machinery and traffic, the underlying silt behaves as a closed system.

The pre-treatments of the soil specimens were: (a) moistening, and (b) incremental loading by a pneumatic consolidometer. The tests to determine the undrained shear strength were carried out by means of (1) triaxial test apparatus (UU), (2) unconfined compression apparatus, (3) laboratory vane apparatus, (4) pocket vane sonde, (5) pocket penetrometer, and (6) fall cone apparatus.

The results of all tested devices showed an excellent correspondence of water saturation vs undrained shear strength with reference to clay. Silt, on the other hand, in non-saturated states, showed greater deviations. These deviations may be interpreted as follows: the penetration of the pocket penetrometer and the fall cone produced an edging out of the soil specimen since the devices had to overcome surface resistance. Meanwhile, the laboratory vane apparatus, pocket vane apparatus, and unconfined compression tests, caused a brittle failure with a progressive decay of the undrained shear strength.

Furthermore, summary diagrams of water saturation vs undrained shear strength for all tested devices showed that the results of moistening correlate significantly with the results of consolidation. For both soils, at a water content equivalent to Atterberg liquid limit, the undrained shear strength is between 1.5 and 2.5 kN/m². Similar results have been published in other international studies.

In conclusion, the above mentioned devices are very useful and easy-to-use field and laboratory instruments in quickly determining the undrained conditions for calculations of stability problems and bearing capacity. For clay, the results are exact within the selected range, and for silt, the non-saturated state shows deviations with certain devices.

CARTEL-05

PREDICCIÓN DE SERIES DE TIEMPO, APLICANDO REDES NEURONALES ARTIFICIALES

Miguel Angel Pérez Chavarría y Francisco Ocampo Torres

Depto. de Oceanografía Física, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

Recientemente las Redes Neuronales Artificiales (RNA), se aplican en la solución de problemas en diversas áreas de la ciencia, a saber; Control, Reconocimiento de patrones, Procesamiento de imágenes, Predicción, etc. Las RNA's son un sistema de procesamiento de información en paralelo.

El objetivo de este trabajo, consiste en mostrar que las RNA's son una nueva herramienta de procesamiento que debe ser considerada cuando se desee dar solución a algún problema en particular. Como ejemplo, este artículo, intenta predecir una serie de tiempo de alturas significativas de oleaje.

CARTEL-06

ESTUDIOS GEODÉSICOS DE DEFORMACIÓN EN EL VOLCÁN POPOCATÉPETL

Gómez Vázquez A., Márquez E., Gómez E., Barrera L.,

Carrillo, M., Torres C., Pérez S., Ramírez G., Vite K.,

Romero H. y S. De la Cruz-Reyna

Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

A finales de 1994 el volcán Popocatepetl incrementó su actividad fumarólica y sísmica. Esta actividad se venía manifestando desde unos años antes con cambios en la temperatura del lago en el interior del cráter. Desde 1992 se instaló en el flanco norte del volcán una línea base para mediciones de deformación. En la actualidad esta red consta de un polígono de cinco vértices y cinco puntos reflectores localizados en el cuerpo del edificio volcánico.

Las mediciones se han venido haciendo con cierta periodicidad desde finales del 94, con un distanciómetro Leica D1300S montado en un teodolito T-2.

Las mediciones han sido corregidas por refracción empleando un modelo para una atmósfera neutral. Dado que esta corrección se aplica con datos obtenidos en la estación, algunas de los vértices más lejanos presentan condiciones más inestables que obligarán al desarrollo de otros modelos para estas líneas.

Los resultados obtenidos nos indican que en los últimos dos meses del 94 ocurrió una inflación que se puede apreciar en casi todas las líneas medidas. Los desplazamientos observados son moderados. Por ejemplo, la línea Tlaxiaco- Meseta muestra un cambio de -0.068 m. En el mismo período, el volcán presenta gran actividad fumarólica, emisiones de ceniza y tremores sísmicos. Sin embargo, en los dos meses previos, se observó una cierta deflación.

Casi todas las mediciones hechas durante 1995 regresan a los valores iniciales, indicando con esto, una nueva deflación. Esto podría interpretarse como una sucesión de episodios de presurización y despresurización interna del volcán, que parecen reflejar fluctuaciones alrededor de un punto de equilibrio entre el material emitido y la aportación de gas en el interior.

A mediados de marzo de 1996 ocurrieron nuevamente tremores sísmicos asociados al emplazamiento de dos domos de lava en el cráter del volcán. En algunas de las líneas medidas, se pudo observar que durante este mismo período se presentaba una inflación. La línea Tlaxiaco- 3AM, con un cambio de -0.015 m, ejemplifica la dimensión de este movimiento. En 1997, se lograron identificar otros cuatro episodios de formación de cuerpos de lava en el cráter del volcán en marzo, agosto y diciembre, por períodos sucesivos de inflación y deflación.

CARTEL-07

COMENTARIOS SOBRE ACONTECIMIENTOS SISMOLÓGICOS DE CUBA

Mario Octavio Cotilla Rodríguez

Depto. de Geofísica y Meteorología, Facultad de Ciencias Físicas,
Universidad Complutense de Madrid

Se presentan los acontecimientos sismológicos comprendidos en el período comprendidos entre los años 1492 y 1996, según la opinión del autor más importantes, acontecidos en Cuba y algunos comentarios con relación a ellos. Entre esos acontecimientos se encuentran: a) los terremotos más fuertes (de los años 1766, 1852, 1880, 1914, 1932, 1939, 1947, 1976, 1982, 1990 y 1992) con sus efectos y consecuencias; b) las personalidades científicas más relevantes (Andrés Poey, Benito Viñes, Pedro Salterain, Mariano Gutiérrez y Eduardo Monteculic, entre otros) que aportaron sus esfuerzos e inteligencia; c) las publicaciones (contenido y divulgación); d) el desarrollo y estado de la sismología instrumental, las estaciones Sismológica y la cooperación internacional; e) las investigaciones desarrolladas y el apoyo de especialistas de otros países.

CARTEL-08

VERANO DEL '98: UN SONDEO DE MICROSISMICIDAD EN EL CORAZÓN DEL NORTE DE BAJA CALIFORNIA

J. Javier González-García¹, José Frez¹, Luis Orozco¹, Raúl Ochoa¹, Ignacio Méndez¹, Flor Carrillo¹, Gustavo Arellano¹, Oscar Gálvez¹, Ruth Eaton¹, José Acosta¹, Alejandro Nava¹, Alejandro González¹, Adrián González¹, Armida Ortega¹ y Mark Alvarez²

¹ División Ciencias de la Tierra, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

² Stanford University
Stanford, California, EUA

Con el apoyo de IRIS/PASSCAL, CONACYT, CICESE y mucho esfuerzo y coraje de los individuos participantes, se realizó durante el verano de 1998 un sondeo de microsismicidad con 30 estaciones, cubriendo un área de 80 km x 40 km sobre el total de la estructura superficial de la Falla San Miguel, en el Macizo Roco de Sierra Juárez en el norte de Baja California. Se utilizaron grabadoras REFTEK 72A-07 con GPS integrados para llevar un control absoluto del tiempo con su estampado cada 30 min. Los sensores (período corto) son tipo geófono de tres componentes y 4.5 Hz de respuesta pico; los componentes horizontales tienen estrictamente orientación NS y EW y están niveladas con precisión con el objeto de llevar un control sobre la tridimensionalidad de las ondas sísmicas.

Los equipos se programaron para grabar información sólo cuando se detectara "actividad" con una amplitud de 3.7 veces el nivel promedio del "ruido natural"; la observación corta es de 0.5 s y la larga, de 30 s. La longitud de registro es de 45 s con 125 muestras/s en cada una de las tres componentes.

Nuestro objetivo principal es lograr determinar, con precisión no lograda a la fecha, la profundidad y ancho de la capa sismogénica y el tipo de mecanismos focales predominantes en la Falla San Miguel, la cual presenta una gran actividad microsísmica y es capaz de generar temblores mayores a 6.0, como los ocurridos en 1954 (6.0 y 6.1) y 1956 (6.8, 6.2, 6.1, 6.0) en su segmento sur. Esta actividad representa un riesgo sísmico considerable para las ciudades de Ensenada, Tijuana, San Diego y Mexicali, las que se localizan a menos de 100 km de distancia.

Presentamos aquí un informe del trabajo realizado en el campo incluyendo detalles operacionales, coordenadas de los sitios, mapas de ubicación de la red y tablas de funcionalidad de cada una de las estaciones y sitios, además de particularidades de la instrumentación REFTEK. La base de datos, como toda la que se obtiene a través de IRIS/PASSCAL, estará a disposición de la comunidad científica internacional. En otra presentación se incluyen resultados preliminares de la microsismicidad registrada (Frez *et al.*, UGM 1998).

CARTEL-09

RESIDUALES DE ESTACIONES CERCANAS DE LAS REDES RESNOM Y SCSN PARA EPICENTROS DEL SISTEMA DE FALLAS SAN MIGUEL

F. Farfán, I. Méndez, J. Frez, C.J. Rebolgar, L. Orozco, O. Gálvez, G. Arellano, J. Carlos, R. García Arthur y J. González

Depto. de Sismología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

Los datos provenientes de las estaciones de dos redes locales instaladas en el Sistema de Fallas de San Miguel en 1997 y 1998 son expuestos y analizados en dos presentaciones de la presente Reunión Anual de la UGM (González y otros, 1998; Frez y otros, 1998). En esta ponencia, la determinación precisa de hipocentros obtenidos en los trabajos mencionados anteriormente se utilizan para calcular las correcciones a algunas de las estaciones de las redes regionales RESNOM (Red de Estaciones Sismológicas del Noroeste de México) y SCSN (Red Sismológica del Sur de California). Dichas estaciones están situadas a no más de 150 km de los hipocentros. La última restricción se debe a que los sismos correspondientes tienen una magnitud relativamente pequeña.

La base local de datos se seleccionó para incluir sólo hipocentros bien cubiertos desde el punto de vista de distancia y acimut y se complementa con la lectura de tiempos de arribos correspondientes a las estaciones de las redes regionales. La determinación hipocentral se hace iterativamente para optimizar el cálculo de las correcciones de estaciones.

Los resultados (corrección y desviación estándar) se presentan en tablas y sobre el mapa; ellos se discuten en cuanto a la estructura de la corteza y respecto a su utilidad para el trabajo de rutina.

CARTEL-10

ANISOTROPIA SISMICA EN EL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Mario González y Luis Munguía

Depto. de Sismología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

E-mail: mgonzalez@cicese.mx

Se presentan resultados de anisotropía sísmica obtenidos en base al análisis de la partición de la energía de la onda de corte (qS_1 y qS_2), de temblores registrados en equipos digitales de 3 componentes instalados en el Valle de Mexicali, Baja California, México. La información comprende la actividad sísmica del enjambre de Victoria de 1978 y la registrada por la Red de Acelerógrafos del Noroeste de México (RANM) de 1991 a 1996 en dicho valle. La dirección de polarización de la fase más rápida (qS_1) coincide en general con la del patrón tectónico dominante de la región. Los tiempos de retraso de la partición de la onda de corte observados son de hasta 0.6 segundos, los cuales se consideran altos respecto a lo reportado en la literatura. Los máximos retrasos se producen en la región y vecindad del campo geotérmico de Cerro Prieto, mientras que al norte y sur de esta zona, dichos retrasos tienden a ser nulos. Aún cuando no estamos seguros de que estos retrasos tan grandes entre qS_1 y qS_2 sean normales para la región y que en gran parte podrían ser atribuidos a la presencia del reservorio geotérmico de Cerro Prieto, no se debe descartar la

posibilidad de que pudiera estar ocurriendo algo anómalo, ya que un incremento en los tiempos de retraso puede estar indicando un cambio en la densidad de fracturas, lo cual está directamente relacionado a cambios en los esfuerzos regionales. Se ha propuesto que estos retrasos pudieran ser utilizados como indicadores en la predicción de temblores (Crampin *et al.*, 1984; Crampin, 1987).

CARTEL-11

ACONDICIONADOR DE CAMPOS ELÉCTRICOS DE MUY BAJA FRECUENCIA PARA UN SISTEMA DE REGISTRO DEL CAMPO GEOELECTROMAGNÉTICO

Jesús Brassea Ochoa

Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860 Ensenada, B.C.

Como parte de un sistema de registro del campo geoelectromagnético de muy baja frecuencia se diseñó y construyó un acondicionador de campos eléctricos. Las variaciones de las dos componentes horizontales del campo eléctrico obtenidas de dipolos formados con electrodos impolarizables, son filtradas Pasa-Banda, amplificadas y acopladas al sistema para ser registradas. El filtrado Pasa-Banda se realiza mediante filtros analógicos Pasa-Altas y Pasa-Bajas con frecuencias de corte de 10^{-1} Hz y de 10^{-2} Hz respectivamente. Los filtros Pasa-Altas de 10^{-5} Hz requieren de componentes electrónicos con impedancias mayores a 10^9 ohms. El diseño se torna especial debido a que estas altas impedancias son afectadas por los cambios en la humedad ambiental en la que opera la circuitería asociada.

CARTEL-12

EXPLORACIÓN GEOELÉCTRICA EN EL VALLE DE SAN LUIS RÍO COLORADO, SONORA, UTILIZANDO DOS DIFERENTES EQUIPOS

Jesús Brassea Ochoa¹, Juan Espinosa Luna¹ y Héctor Romero Espejel²

¹ Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE

² Depto. de Geología, CICESE

Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

Con objetivo de localizar el nivel freático en cuatro sitios dentro del valle de San Luis Río Colorado, Sonora, se realizaron una serie de sondeos eléctricos verticales con dos equipos, uno comercial y el otro un prototipo desarrollado (*TOPO I*). En general el área de estudio presenta capas conductoras superficiales impidiendo ésto la penetración del sondeo, en el levantamiento de campo se observó que con el prototipo se inyectaron mayores intensidades de corrientes, sin embargo, las curvas de resistividad aparente obtenidas por ambos son similares. Los resultados obtenidos se resumen en que el nivel freático se encuentra a una profundidad cercana a los 6 m y el modelo obtenido de capas se correlaciona con la litología de pozos cercanos a los sondeos.

CARTEL-13

MEDICIONES DE CORRIENTE DIRECTA EN CONDICIONES LÍMITE DEL POTENCIAL ELÉCTRICO

Jesús Brassea, Luis Alonso Gallardo, Enrique Gómez-Treviño y Francisco J. Esparza
 Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE
 Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, B.C.

La distribución de corriente en el subsuelo debido a una fuente puntual de corriente queda descrita mediante la ecuación de la conservación de la carga con las correspondientes condiciones de frontera. Sin embargo, en el ámbito de estudios geofísicos someros una cantidad importante para la realización práctica de un sondeo eléctrico vertical es la cantidad de corriente que circula por el subsuelo, especialmente en casos donde el voltaje medido está en los límites de resolución del equipo. Si no circula suficiente corriente, la diferencia de potencial en el centro de un arreglo colineal puede estar en el nivel de ruido y la medición no tendrá sentido. En particular, esto se agrava para las aberturas más grandes de los electrodos de corriente. En el presente trabajo se reportan los resultados obtenidos mediante dos equipos diferentes, la corriente máxima que puede suministrar uno de ellos es de 100 mA y la del otro es de 1 A. También se incluye el efecto que tiene la cantidad de corriente en la interpretación de los datos de resistividad aparente en términos de la distribución de la resistividad eléctrica del subsuelo.

CARTEL-14

APLICACIÓN DE LA SISMOLOGÍA BIDIMENSIONAL EN LA DETERMINACIÓN DEL LÍMITE DEL YACIMIENTO EN EL PROYECTO DE EXPLORACIÓN LACANTÚN, CHIS. MÉXICO

Juan Marcos Brandi Purata¹, Fernando Samaniego Verduzco¹ y Gildardo Guerrero Cruz²

¹ División Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, D.F.

² Exploración, Producción, PEMEX

La señal sísmica obtenida en la prospección petrolera es la respuesta a las características acústicas del subsuelo, mediante la cual es posible determinar las estructuras y detalles estratigráficos; cuando la adquisición y el procesamiento de los datos son eficientemente tratados, es posible la identificación y evaluación de los yacimientos de hidrocarburos. El objetivo del trabajo es mostrar una aplicación de la sismología bidimensional para determinar el esquema estructural y el límite del yacimiento a nivel de cretácico medio en el proyecto exploratorio de Lacantún, Chis., Méx.

Se analizan los resultados y se correlacionan con las pruebas de límite de yacimiento efectuadas en el pozo Lacantún, se presenta la metodología usada resaltando el cálculo del espectro de Fourier de las trazas sísmicas, sobre todo el espectro de intensidad de amplitud como el que mejor correlación obtuvo con los registros del pozo para determinar la extensión del yacimiento.

CARTEL-15

COASTAL ZONE MANAGEMENT USING SPOT IMAGERY AND GIS DATA IN SOUTHEAST TEXAS

Eric Rieken

Department of Physics and Geology, University of Texas, Pan American

1201 W. University Dr., Edinburg, TX, USA, 78539

E-mail: eriecr@panam.edu

The Laguna Madre of Southeast Texas is the focus of a study to incorporate the benefits of remote sensing imagery combined with GIS technology. SPOT multispectral scenes have been georeferenced with existing GIS vector data in the form of political boundaries, roads and highways, geology, and surface water data to enhance the efficient management of coastal resources in this region. The integrated data sets can be displayed to optimize ongoing management efforts. One example is the assessment of sediment transport and accumulation in the Laguna Madre which necessitates periodic dredging of the Intracoastal Waterway, a vital shipping channel between south Texas and northern ports. Another application involves characterizing landforms on South Padre Island, a large barrier island, and monitoring changes after hurricanes, such as storm surges. Also, more gradual changes along the barrier island and the laguna could be modeled to evaluate erosional effects. In addition, a large scale inventory of land use/land cover for the wetlands and associated areas could more accurately document changes and the exact geographic extent of those changes to protected habitats.

CARTEL-16

ANÁLISIS DE DISTORSIÓN DEL PERFIL MAGNETOTELÚRICO IXTEPEJI-TLACOTALPAN

E. Rionda Morfin¹, J.A. Arzate Flores², H. Jödicke³ y A. Jording³

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² UNICIT, UNAM

Juriquilla, Qro., México

³ Institut für Geophysik der Westfälischen Wilhelms-Universität, Münster, Alemania

Los campos electromagnéticos (EM) por lo general se ven afectados por la presencia de discontinuidades en el medio en el cual se propagan. En particular, la propagación de ondas electromagnéticas en el interior de la Tierra está influenciada por los contrastes que existen entre las propiedades eléctricas de las estructuras geológicas formadas en épocas o en condiciones diferentes.

La distribución geométrica de los cuerpos que provocan distorsiones, tanto como el tamaño y profundidad a la que se localizan, determinan las bandas de frecuencias en las que los campos EM se ven distorsionados, mientras que el contraste de la conductividad eléctrica entre estos cuerpos superficiales y el medio que los rodea determina qué tan intensa es la distorsión.

En general, la presencia de un buen conductor puede producir dos tipos de distorsión: la primera debida a la acumulación de cargas en la interfase del conductor con el medio que lo rodea, llamada distorsión galvánica y la segunda debida a la circulación de cargas dentro y en la periferia del conductor que lo hace parecer

como una fuente de energía EM que distorsiona localmente el campo primario regional, de tal suerte que oscurecen las estructuras profundas, que son usualmente el objetivo principal del método magnetotélurico (MT).

Con el objeto de evaluar los efectos de distorsión de corrientes debidas a la presencia de estructuras locales (superficiales), se han desarrollado varias técnicas de análisis de distorsión del tensor de impedancia Z_m para problemas bidimensionales (p.e. Bahr, 1988 y 1991; Groom y Bailey, 1989 y 1991).

En el presente trabajo se realiza el análisis de rotación del tensor Z_m que consiste en observar la similitud de las curvas de resistividad y fase de cada uno de sus elementos a intervalos de 5 a 10 grados con objeto de establecer la complejidad del medio sobre el cual se realizan las mediciones. Además se aplica el método de análisis de distorsión cuantitativa de Bahr (1991) que sintetiza varios elementos de otras técnicas (Groom y Bailey, 1989; Swift, 1971).

Los parámetros de distorsión que resultan se aplican a un perfil MT que consta de diez estaciones, que va de Santa Catarina Ixtepeji, Oax. a Tlacotalpan, Ver. con el objeto de clasificarlos dimensionalmente e interpretarlos en términos de las estructuras tectónicas regionales. Esto proporciona un método independiente del geológico para establecer límites físicos a los terrenos tectónicos propuestos en la literatura.

CARTEL-17

GEOCHRONOLOGICAL CONSTRAINTS FOR TESTING CONTROVERSIAL PALEOMAGNETIC AND GEOLOGICAL MODELS ON THE TECTONIC EVOLUTION OF THE PENINSULAR RANGES PROVINCE

Maria Amabel Ortega Rivera

Department of Geological Sciences, Queen's University,
Kingston, Ontario, K7L, 3N6, Canada
Instituto de Geología, UNICIT, UNAM
A.P. 15, Juriquilla, 76220, Qro., México
E-mail: amabel@conin.unicit.unam.mx

A compilation of existing age data (Peninsular Ranges and western México), and new age determinations ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ step-heating dates) on various plutons of the Peninsular Ranges batholith, provide geochronological constraints for testing controversial paleomagnetic and geological models on the tectonic evolution of the Peninsular Ranges Province and therefore, southwestern North America. The controversy involves different perceptions of the geologic development of western México and southernmost California derived from paleomagnetic and regional geology. Whereas the geological data and plate tectonic reconstructions seem to indicate a northward motion with respect to the rest of North America since the Cretaceous, of between 300 and 500 km, paleomagnetic data suggest much greater movement involving at least 2500 km of northward translation for the Baja peninsula during the same time period.

The plutons of the Peninsular Ranges batholith were emplaced from W to E between 125 and 80 Ma ago (U-Pb zircon dates) and display $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ hornblende and biotite plateau dates that range from 118 to 83 Ma and 116 to 80 Ma, respectively. Interpretation of the age data presented here supports geological arguments that the

Peninsular Ranges Province has been part of the North America craton since the Early Cretaceous and has undergone only limited northward tectonic displacement, and that by simply closing the Gulf of California to its pre-Miocene opening, as indicated by the geological evidence, the Peninsula is restored to its original position.

Autor	No. Trabajo	Pág.	Autor	No. Trabajo	Pág.
Acosta Ch. J.	SIS-21	288	Balmori Ramírez A.	OCP-06	330
Acosta Chang José G.	IS-10	266	Bandy W.	TECT-14	297
Acosta Chang José	IS-09	265	Bandy William L.	TECT-13	296
Acosta José	CARTEL-08	343	Barragán R. Rosa María	GEOT-07	319
Aguayo A.	EG-09	248	Barragán R. Rosa María	GEOT-08	319
Aguilar Sierra Alejandro	CAT-07	243	Barragán R.M.	GEOT-06	318
Aguilera Sergio	AEMM-09	316	Barragán Rosa María	GEOT-15	321
Aguirre Díaz G.J.	TG-06	301	Barrera L.	CARTEL-06	342
Aguirre Díaz Gerardo J.	VOL-02	309	Barrón M. Juan Ricardo	IS-16	268
Aguirre J.	IS-17	268	Bartolomé R.	TECT-01	292
Akinci Aybige	SIS-06	284	Bartolomé R.	TECT-11	296
Alaniz Álvarez Susana	TG-05	301	Bartolomé R.	SIS-27	290
Alarcón Chaires P.	IS-13	267	Bautista Romero J.J.	OCP-02	329
Alarcon Working Group	TECT-09	295	Bazán N.G.	CAT-02	242
Alarcón Working Group	TECT-10	295	Becerril Ayala Javier	EG-20	252
Allan J.F.	GEOT-16	322	Beier E.	MM-05	277
Almaguer Medina Jaime F.	EB-01	270	Bermúdez J. B.	EB-08	271
Almeida Vega Margarita	EG-07	248	Bernal Franco Gladys	PP-07	281
Alva Valdivia Luis M.	GEOH-05	259	Bernal Gladys	PP-06	281
Alvarado J. Andrés	SIS-20	288	Beron Vera F.J.	MM-06	277
Álvarez Béjar R.	EG-01	246	Beroza Gregory C.	SIS-02	282
Álvarez Borrego Josué	AEMM-04	314	Bigioggero Biagio	TG-04	300
Álvarez Borrego Josué	OA-01	333	Birch Francis S.	EG-14	250
Álvarez Borrego Josué	OA-02	333	Birkle Peter	GEOT-23	324
Álvarez Borrego Josué	OA-08	335	Blanco R.	ELCB-09	275
Álvarez Borrego Josué	OA-09	335	Böhnel Harald	TG-02	299
Álvarez Borrego S.	AEMM-07	315	Brandi Purata Juan Marcos	CARTEL-14	345
Álvarez Borrego S.	OA-05	334	Brascea Jesús	CARTEL-13	345
Álvarez Borrego Saúl	AEMM-02	313	Brascea Jesús	EG-25	255
Álvarez Borrego Saúl	AEMM-05	314	Brascea Ochoa Jesús	CARTEL-11	344
Álvarez Luis G.	MM-02	276	Brascea Ochoa Jesús	CARTEL-12	344
Álvarez M.	SIS-21	288	Bravo José Luis	CAT-01	242
Álvarez Mark	CARTEL-08	343	Briones E.	IS-17	268
Amador Buenrostro Alberto	MM-07	277	Brito Castillo L.	ELCB-02	273
Ammon Charles J.	SIS-06	284	Brito Castillo L.	ELCB-03	273
Amuchastegui Jorge	EG-19	252	Brito Castillo L.	PP-02	280
Andrews M.J.	TG-09	303	Brito Castillo Luis	PP-04	280
Anguiano Rojas Pedro	EG-18	251	Brune Jim	SIS-23	289
Aquino López Ambrosio	EG-18	251	Buendía Enrique	CAT-13	245
Aragón Aguilar Alfonso	GEOT-11	320	Bueno Ibarra Mario Alonso	OA-02	333
Aragón Alfonso	GEOT-10	319	Buizer James	IAPC-09	327
Arana Salinas L.	TG-13	304	Bulgakov Sergey N.	EB-01	270
Aranda Gómez José Jorge	TG-15	304	Burlak G.N.	FE-01	256
Arce J.	VOL-01	309	Burlak G.N.	SIS-16	287
Arellano G. Víctor Manuel	GEOT-07	319	Burrola Sánchez S.	ELCB-02	273
Arellano G. Víctor Manuel	GEOT-08	319	Burrola Sánchez S.	ELCB-03	273
Arellano G.	CARTEL-09	344	Burrola Sánchez S.	ELCB-04	273
Arellano G.	SIS-21	288	Bursik M.	VAM-17	340
Arellano Gustavo	CARTEL-08	343	Cabañas L.	SIS-28	291
Arellano V.	GEOT-06	318	Cabral Cano Enrique	VAM-11	338
Argote Espinosa María Luisa	CAT-08	244	Cabrera Ramos C.E.	CARTEL-02	341
Armienta M.A.	EG-09	248	Calmus T.	TECT-03	293
Arredondo Fragoso Jesús	GEOT-22	324	Campos Enriquez J. Oscar	EG-14	250
Arreguín Sánchez F.	OCP-09	331	Canales J.P.	TECT-11	296
Arroyave R.F.	CAT-02	242	Candela Julio	MM-01	276
Arzate Flores J.A.	CARTEL-16	345	Candela Pérez Julio	CARTEL-03	342
Arzate J.A.	EG-22	253	Carbajal Noel	MM-03	276
Arzate J.A.	TECT-16	298	Cárdenas González L.	VAM-07	336
Astiz Luciana	SIS-23	289	Carlos V. J.	SIS-21	288
Axen Gary J.	TECT-02	292	Carlos J.	CARTEL-09	344
Azpra Romero Enrique	CAT-13	245	Carreón Díazconti Concepción	EG-08	248

Autor	No. Trabajo	Pág.	Autor	No. Trabajo	Pág.
Carrillo Flor	CARTEL-08	343	De la Cruz Reyna Servando	VAM-03	336
Carrillo González F.M.	PC-04	279	De Vicente G.	SIS-28	291
Carrillo M.	CARTEL-06	342	De Vicente G.	TG-07	302
Carrillo V.K.	OA-03	333	Defaux T.	TECT-03	293
Carriquiry J.D.	AEMM-09	316	Del Monte Pablo	OCP-08	331
Carter N.L.	TG-09	303	Delgado Argote L.	TECT-11	296
Casas A.	SIS-28	291	Delgado Argote L.A.	TECT-01	292
Castillo A. Francisco J.	VAM-03	336	Delgado Argote L.A.	TECT-07	294
Castillo Hernández Daniel	GEOT-21	323	Delgado Argote Luis A.	TECT-06	294
Castillo Juan	TG-10	303	Delgado Argote Luis A.	TG-02	299
Castrejón González Israel	TG-18	306	Delgado Argote Luis A.	VOL-08	311
Castro Del Río Alberto	PP-01	280	Delgado Argote Luis Alberto	TG-17	305
Castro Raúl	IS-03	263	Delgado Contreras J.	ELCB-02	273
Castro Raúl	SIS-15	287	Delgado Contreras J.	ELCB-03	273
Castro Raúl	SIS-23	289	Delgado Contreras J.A.	ELCB-04	273
Cázares Rubio J. Manuel	IS-05	264	Delgado Delgado Orlando	CAT-13	245
Ceballos Magaña Esther	VOL-09	311	DeMets Chuck	TECT-15	297
Ceniceros N.	EG-09	248	Díaz de Cossío Guillermo	TG-10	303
Cerca Martínez M.	TG-06	301	Díaz J.	TECT-11	296
Charré Meza Adolfo S.	GEOT-24	324	Díaz J.	SIS-27	290
Charvis Ph.	TECT-11	296	Diego Orozco Arturo	EG-19	252
Chavarría Andrés	GEOH-04	259	Dixon Timothy	VAM-11	338
Chávez Aguirre Rafael	GEOH-05	259	Dominguez Jaime	TECT-12	296
Chávez G. Mario	TG-21	307	Dominguez Tonatihu	VOL-04	310
Chávez García F.J.	IS-06	264	Douglas Art	IAPC-02	326
Chávez M.	IS-04	264	Durazo Arvizu R.	ELCB-02	273
Chávez Sánchez Cristina	OA-02	333	Durazo Arvizu R.	ELCB-03	273
Chávez Segura	GEOH-06	260	Dworak Robinson J.A.	ELCB-02	273
Choy José	SIS-11	285	Dworak Robinson J.A.	ELCB-03	273
Cicuéndez J.L.	SIS-28	291	Eaton Ruth	CARTEL-08	343
Cisneros Mata M.A.	OCP-04	329	Ehecatl Muñoz Mejía	OCP-03	329
Cisneros Mata M.A.	OCP-06	330	Eleonora Romero Vadillo	IAPC-05	326
Cisneros R.M.	CAT-02	242	Eliseo Alatorre	VOL-04	310
Coduri Giovanni	TG-04	300	Enríques R.P.	FE-01	256
Conde Cecilia	IAPC-13	327	Escalona Alcázar F.J.	TECT-07	294
Córdoba D.	TECT-01	292	Escalona Alcázar Felipe	TECT-06	294
Córdoba D.	TECT-11	296	Escobedo Z. David	SIS-03	282
Córdoba D.	SIS-27	290	Esparza Francisco J.	CARTEL-13	345
Corona Chávez Pedro	TG-04	300	Esparza Francisco J.	EG-11	249
Correa Mora Francisco	VAM-11	338	Espindola J.M.	GEOT-19	322
Cortés A.	SIS-28	291	Espinosa Cardeña Juan M.	EG-07	248
Cortés Cortés Abel	VAM-16	339	Espinosa G.	GEOT-12	320
Cotilla M.	SIS-27	290	Espinosa G.	GEOT-13	321
Cotilla Rodríguez Mario Octavio	CARTEL-07	343	Espinosa J.A.	OA-06	334
Cruz A. Víctor Manuel	EG-21	253	Espinosa Luna Juan	CARTEL-12	344
Cruz Atienza Víctor Manuel	SIS-03	282	Espinosa Luna Juan	EG-04	247
Cruz Castillo Manuel	TG-17	305	Espinosa Luna Juan	EG-17	251
Cruz Collin M.C.	ELCB-03	273	Espinosa Luna Juan	EG-17	251
Cruz Collin E.	ELCB-02	273	Espinosa Luna Juan	EG-17	251
Cruz Falcón Arturo	SIS-22	289	Espinosa Luna Juan	EG-17	251
Cruz G.L.	CAT-02	242	Espinosa Luna Juan	EG-17	251
Cruz O.	EG-09	248	Espinosa Luna Juan	EG-17	251
Cuenca S. Julio	VAM-14	338	Espinosa Luna Juan	EG-17	251
Cuevas Muñoz Alicia	VOL-09	311	Espinosa Luna Juan	EG-17	251
Dañobeitia J.J.	TECT-01	292	Espinosa Luna Juan	EG-17	251
Dañobeitia J.J.	SIS-27	290	Espinosa Luna Juan	EG-17	251
Dañobeitia J.J.	TECT-11	296	Espinosa Luna Juan	EG-17	251
Dattatrayam R.S.	SIS-12	286	Espinosa Luna Juan	EG-17	251
Day Steve	SIS-23	289	Espinosa Luna Juan	EG-17	251
De la Cruz Reyna S.	CARTEL-06	342	Espinosa Luna Juan	EG-17	251
De la Cruz Reyna Servando	VAM-01	336	Espinosa Luna Juan	EG-17	251

Autor	No. Trabajo	Pág.	Autor	No. Trabajo	Pág.
Foster Josh	IAPC-10	327	Gómez Reyes E.	ELCB-09	275
Franco S.I.	SIS-20	288	Gómez Treviño Enrique	CARTEL-13	345
Frez C. J.	EG-10	249	Gómez Treviño Enrique	EG-04	247
Frez C. J.	SIS-21	288	Gómez Treviño Enrique	EG-11	249
Frez J.	CARTEL-09	344	Gómez Valdés J.	ELCB-02	273
Frez José	CARTEL-08	343	Gómez Valdés J.	ELCB-03	273
Frez José	EG-25	255	Gómez Valdés J.	ELCB-04	273
Fuentes Carlos	SIS-10	285	Gómez Valdés José	CARTEL-01	341
Funes Rodríguez R.	OCP-02	329	Gómez Valdés José	EB-07	271
Galicia P. M.A.	PC-01	279	Gómez Vázquez A.	CARTEL-06	342
Galicia Pérez Marco A.	ELCB-05	274	González A.	SIS-27	290
Galicia Pérez Marco A.	ELCB-06	274	González A.	TECT-01	292
Galicia Yalu	GEOT-15	321	González A.	TECT-10	295
Galindo Estrada Ignacio	PC-03	279	González Adrián	CARTEL-08	343
Gallardo Delgado Luis A.	EG-07	248	González Alejandro	CARTEL-08	343
Gallardo Delgado Luis Alonso	EG-17	251	González Casado J.M.	SIS-28	291
Gallardo Luis Alonso	CARTEL-13	345	González Espinosa Eduardo L.	EB-03	270
Gallart J.	TECT-11	296	González G. J.	SIS-21	288
Gallegos Cruz Apolonio	FE-03	256	González García J. Javier	CARTEL-08	343
Galván L.	VAM-13	338	González J.	CARTEL-09	344
Gálvez O.	CARTEL-09	344	González Javier	TG-10	303
Gálvez Oscar	CARTEL-08	343	González Mario	CARTEL-10	344
García A. R.	SIS-21	288	González Mellado Ma. Dolores	IS-10	266
García A.	GEOT-12	320	González Orduño Ana	ELCB-07	274
García A.	GEOT-13	321	González Partida Eduardo	GEOT-23	324
García Abdeslem Juan	EG-02	246	González Pomposo Guillermo	VAM-04	336
García Abdeslem Juan	EG-05	247	González Ruelas M.E.	PC-04	279
García Abdeslem Juan	EG-08	248	Gorbatov A.	SIS-20	288
García Arthur R.	CARTEL-09	344	Gorsline D.	PP-03	280
García Arthur Rosalia	SIS-15	287	Graef Federico	EB-02	270
García C.	GEOT-06	318	Graham Nick	IAPC-07	327
García F.	GEOT-12	320	Graindorge D.	TECT-11	296
García G.M.	MM-04	276	Green Ruiz María	PP-01	280
García García Fernando	CAT-12	245	Grijalva Noriega Francisco J.	EG-08	248
García Gutiérrez Alfonso	GEOT-14	321	Grimalsky V.V.	SIS-16	287
García H. Raúl	TG-21	307	Grover Tracy M.	TECT-02	292
García J.F.	GEOT-13	321	Grupo Trabajo ESIGAL-97	SIS-27	290
García Juárez A.	OCP-09	331	Guada Barráez Carlos	SIS-04	283
García Manuel Pablo	GEOT-14	321	Guarneros S. Yussim	TG-13	304
García Rigoberto	EB-02	270	Guerrero Cruz Gildardo	CARTEL-14	345
García Weidner Alfonso	OA-04	334	Guerrero G.J.L.	GEOT-01	317
Garduño L. René	CAT-11	245	Guerrero G.J.L.	GEOT-03	317
Garduño Monroy V.H.	GEOH-03	258	Guerrero G.J.L.	IS-13	267
Garza H. Aureliano	TG-21	307	Gutiérrez P. Aureliano	TG-21	307
Garza Rocha Daniel	EG-03	246	Cruz H.	IS-17	268
Gavilanes Juan Carlos	VAM-12	338	Delgado Granados H.	VAM-07	336
Gavilanes Ruiz Juan Carlos	VAM-16	339	Delgado Granados H.	VAM-08	337
Gaviño R. Juan H.	PC-01	279	García H.	IS-04	264
Gaviño Rodríguez Juan H.	ELCB-06	274	Hall Michael	IAPC-09	327
Gaxiola Castro Gilberto	AEMM-03	314	Heard Christopher	GEOT-14	321
Gay Carlos	IAPC-13	327	Herguera J.C.	PP-05	281
Gendron D.	AEMM-09	316	Herguera Juan Carlos	PP-06	281
Giles Guzmán A.D.	OA-05	334	Herguera Juan Carlos	PP-07	281
Giner	SIS-28	291	Hernández Becerril David U.	AEMM-08	315
Glowacka Ewa	TG-10	303	Hernández C. Jorge A.	TG-21	307
Glowacka Ewa	TG-11	303	Hernández G. Mario	TG-21	307
Godínez Domínguez E.	PC-04	279	Hernández Herrera A.	OCP-06	330
Gómez E.	CARTEL-06	342	Hernández Israel	VAM-06	336
Gómez Luis O.	IS-14	267	Hernández Vázquez S.	OCP-09	331
Gómez Luis O.	SIS-26	290	Hernández Vázquez S.	OCP-11	332
Gómez N. Enrique C.	PC-01	279	Hernández Vázquez Sergio	OCP-07	330

Autor	No. Trabajo	Pág.	Autor	No. Trabajo	Pág.
Herrera M.	SIS-28	291	Lonsdale P.	TECT-10	295
Herrera Barrientos Jaime	GEOH-09	261	López G. Gustavo	TG-22	308
Herrera Barrientos	GEOH-06	260	López Héctor	VAM-06	336
Herrera Charles Roberto	OLE-03	278	López Hernández Aida	GEOT-26	325
Herrman Robert B.	SIS-06	284	López Martínez J.	OCP-09	331
Hidalgo González R.M.	AEMM-05	314	López Martínez M.	TG-06	301
Hinojosa Corona A.	TECT-08	295	López Martínez Margarita	TECT-04	293
Housh Todd B.	TG-15	304	López Martínez Margarita	TECT-06	294
Huerta López Carlos I.	SIS-01	282	López Martínez Margarita	VOL-02	309
Hurtado A.	TECT-14	297	Lucini M.	SIS-28	291
Hurtado Alejandro	TECT-12	296	Luco Enrique	IS-02	263
Hutton Wallis	TECT-15	297	Luhr James F.	TG-15	304
Ibáñez Garduño D.	EG-01	246	Machain del Castillo Maria Luisa	PP-07	281
Iglesias Eduardo R.	GEOT-15	321	Macías J.L.	GEOT-19	322
Iglesias M. Arturo	EG-21	253	Macías J.L.	VAM-17	340
Jacques Ayala César	EG-08	248	Macías J.L.	VOL-01	309
Jáuregui Ernesto	CAT-03	242	Macías José Luis	VAM-02	336
Jiménez Illescas Ángel R.	ELCB-08	274	Macías Vázquez José Luis	VAM-03	336
Jiménez Illescas Ángel	ELCB-07	274	Macías Z. Eduardo	TG-21	307
Jiménez Sergio	EB-09	272	Magaña Víctor	IAPC-13	327
Jödicke H.	EG-22	253	Mahlknecht Jürgen	CARTEL-04	342
Jödicke H.	CARTEL-16	345	Makarov Vyacheslav G.	EB-06	271
Jödicke H.	TECT-16	298	Mandal P.	SIS-12	286
Jording A.	EG-22	253	Marín Luis E.	GEOH-11	262
Jording A.	CARTEL-16	345	Marinone S.G.	MM-04	276
Jording A.	TECT-16	298	Márquez Azúa Bertha	VAM-11	338
Kalmykov S.	PP-03	280	Márquez B. I.	OA-06	334
Keller Jaime	TECT-17	298	Márquez Bertha	SIS-15	287
Khomenko Anatoli V.	OA-04	334	Márquez E.	CARTEL-06	342
Koshevaya S.V.	FE-01	256	Marshall Jeffrey S.	TG-19	306
Koshevaya S.V.	SIS-16	287	Martin Atienza Beatriz	EG-02	246
Kostoglodov V.	SIS-17	287	Martin Barajas A.	TECT-08	295
Kostoglodov V.	SIS-20	288	Martínez B.	IS-04	264
Kostoglodov V.	TECT-14	297	Martínez Zatarain Alejandro	EB-01	270
Kostoglodov Vladimir V.	TECT-13	296	Martínez Zavala M.A.	OCP-04	329
Kotsarenko A.N.	FE-01	256	Mastriani Katie	IAPC-11	327
Kuenhel Randy	TECT-12	296	May Alarcón Manuel	OA-07	335
Labrin T.	TECT-03	293	Mayer Geraldo Sergio	SIS-22	289
Lara Lara José Rubén	AEMM-06	315	Mazariegos R.A.	TG-09	303
Lara Lara José Rubén	IAPC-01	326	Mena Jara Manuel	VAM-05	336
Lara Lara Rubén	AEMM-01	313	Mena M.	TECT-14	297
Leal Hernández Roberto	GEOT-26	325	Méndez Delgado Sóstenes	EG-03	246
Leal Lupercio Juan Carlos	CAT-08	244	Méndez I.	CARTEL-09	344
Ledesma Vázquez Jorge	TECT-05	293	Méndez Ignacio	CARTEL-08	343
Lermo J.	IS-17	268	Mendieta J.	OA-03	333
Leyva Contreras A.	PP-02	280	Mendoza Borunda Ramón	TECT-02	292
Leyva Contreras Armando	PP-04	280	Mendoza Garcilazo Luis H.	IS-05	264
Linares López C.	VAM-07	336	Mendoza Romero Gustavo	EG-20	252
Lindo R.	SIS-28	291	Meza C.	IS-17	268
Lluch Belda D.	OCP-02	329	Michaud F.	TECT-01	292
Lluch Belda D.	OCP-04	329	Michaud F.	TECT-11	296
Lluch Belda D.	OCP-11	332	Mijares H.	IS-17	268
Lluch Cota D.B.	OCP-02	329	Mikumo T.	SIS-08	284
Lluch Cota Daniel B.	OCP-10	332	Mikumo Takeshi	SIS-07	284
Lluch Cota S.E.	OCP-02	329	Millán Núñez Eduardo	AEMM-06	315
Lluch Cota S.E.	OCP-04	329	Mimiaga J.	SIS-20	288
Lluch Cota Salvador E.	AEMM-07	315	Miranda A. Saúl	CAT-05	243
Lluch Cota Salvador E.	OCP-01	329	Miranda Reyes Fernando	CAT-09	244
Lluch Daniel	IAPC-06	327	Miridinov S.V.	OA-06	334
Lobato René	CAT-05	243	Miroshnichenko L.I.	FE-04	256
Lonsdale P.	TECT-09	295	Molina Cruz Adolfo	PP-07	281

Autor	No. Trabajo	Pág.	Autor	No. Trabajo	Pág.
Mondragón J.	IS-17	268	Ordaz M.	SIS-09	285
Montaño Yovani	MM-03	276	Ordaz S. Mario	IS-11	266
Montesinos Silva Genaro	IAPC-03	326	Origel Gutiérrez Gabriel	GEOT-23	324
Monzón C.O.	PC-04	279	Origel Gutiérrez Gabriel	VOL-07	311
Mora Amezcua Adriana	VOL-10	312	Orosco R. Justo	SIS-13	286
Morales Azpeitia R.	OCP-06	330	Orozco L.	CARTEL-09	344
Morales Blake Alejandro	PC-03	279	Orozco Luis	CARTEL-08	343
Morales Bojórquez E.	OCP-06	330	Orozco Rojas Justo	VOL-06	310
Morales Pérez Rubén A.	IAPC-05	326	Ortega Armida	CARTEL-08	343
Morales Rodríguez Héctor Félix	EG-14	250	Ortega Guerrero Marcos Adrián	GEOH-07	260
Morales Zárate M. Verónica	OCP-05	330	Ortega Rivera Amabel	TECT-02	292
Morandi María Teresa	SIS-11	285	Ortega Rivera María Amabel	CARTEL-17	346
Morehouse Barbara	IAPC-12	327	Ortega Roberto	SIS-06	284
Mortera Gutiérrez Carlos A.	TECT-13	296	Ortiz Alemán Carlos	EG-16	251
Mouriño Pérez Rosa Reyna	OA-08	335	Ortiz Alemán J. Carlos	EG-21	253
Moya Sara L.	GEOT-10	319	Ortiz M.	ELCB-09	275
Munchisa Sawada	VOL-03	309	Ortiz M.	SIS-17	287
Munguía Luis	CARTEL-10	344	Osuna Vizcarra Abundio	GEOH-05	259
Munguía Orozco Luis	GEOT-02	317	Pacheco A. Javier F.	IS-16	268
Munguía Orozco Luis	SIS-22	289	Pacheco Alvarado Javier	SIS-10	285
Muñoz Sevilla Patricia	GEOH-09	261	Pacheco J.	SIS-12	286
Muñoz Sevilla	GEOH-06	260	Pacheco J.	SIS-17	287
Nava Alejandro	CARTEL-08	343	Pacheco J.	SIS-19	288
Nava F. Alejandro	SIS-15	287	Pacheco J.	SIS-24	289
Nava F. Alejandro	TG-11	303	Pacheco Javier F.	SIS-25	290
Nava F.A.	SIS-14	286	Pacheco Javier F.	SIS-03	282
Nava F.A.	VOL-05	310	Pairó G.	TG-13	304
Nava María Magdalena	CAT-01	242	Palacios Hernández E.	MM-05	277
Nava P. A.	SIS-21	288	Palme de Osechas Christ	SIS-11	285
Nava Pichardo Alejandro	VOL-08	311	Parra López M.	TECT-16	298
Nava Sánchez E.	PP-03	280	Parra Guevara David	EB-10	272
Navarro Carlos	VOL-04	310	Pavia Edgar G.	IAPC-08	327
Navarro René F.	CARTEL-01	341	Payero Juan S.	IS-14	267
Nevárez Martínez M.O.	OCP-04	329	Payero Juan S.	SIS-26	290
Nevárez Martínez M.O.	OCP-06	330	Pech Pacheco José Luis	OA-09	335
Nicolás C. A.	EB-08	271	Peláez R.	SIS-20	288
Nicolás R.	GEOT-12	320	Pérez Campos Xyoli	SIS-02	282
Nicolás R.	GEOT-13	321	Pérez Chavarría Miguel Ángel	CARTEL-05	342
Nieblas Maclovio Obeso	ELCB-07	274	Pérez Chavarría Miguel Ángel	OLE-04	278
Nieto Samaniego Ángel	TG-05	301	Pérez de Tejada H.	FE-02	256
Norzagaray Campos Mariano	GEOH-09	261	Pérez Flores M.A.	EG-23	254
Norzagaray Campos	GEOH-06	260	Pérez Flores Marco A.	GEOT-24	324
Noyola Medrano M.C.	TECT-08	295	Pérez García Ismael	CAT-04	243
Núñez Cornú F.	SIS-14	286	Pérez García Ismael	CAT-07	243
Núñez Cornú F.	TECT-11	296	Pérez López José Luis	CAT-06	243
Núñez Cornú F.	VOL-05	310	Pérez Peraza Jorge	FE-03	256
Núñez Cornú Francisco	SIS-15	287	Pérez Rocha Luis Eduardo	IS-11	266
Núñez Cornú Francisco	TG-16	305	Pérez S.	CARTEL-06	342
Núñez Cornú Francisco	VOL-08	311	Piedad Sánchez N.	VAM-07	336
Núñez G. R.	EG-10	249	Pilkington Mark	EG-16	251
Obeso Nieblas Maclovio	ELCB-08	274	Portugal E.	GEOT-06	318
Ocampo Torres Francisco J.	OLE-03	278	Portugal M. Enrique	GEOT-07	319
Ocampo Torres Francisco J.	OLE-01	278	Portugal M. Enrique	GEOT-08	319
Ocampo Torres Francisco	CARTEL-05	342	Poupeau G.	TECT-03	293
Ocampo Torres Francisco	OLE-02	278	Powers Edward J.	SIS-01	282
Ocampo Torres Francisco	OLE-04	278	Pregl Otto	CARTEL-04	342
Ochoa Raúl	CARTEL-08	343	Prol Ledesma R.M.	TG-13	304
Olascoaga M.J.	EB-04	270	Ramírez A.	SIS-14	286
Oleschko Klaudia	EG-13	250	Ramírez G.	CARTEL-06	342
Olguin F.L.	CAT-02	242	Ramírez Hernández Jorge	GEOH-02	258
Olivier B.	PP-05	281	Ramírez Hernández Jorge	GEOH-08	260

Autor	No. Trabajo	Pág.	Autor	No. Trabajo	Pág.
Ramírez Hernández Jorge	EG-08	248	Ruiz Hernández J.A.	PP-02	280
Ramírez M.	SIS-28	291	Russell J.E.	TG-09	303
Ramírez María Teresa	TG-19	306	Rutz M.	SIS-14	286
Ramírez Ruiz Juan José	VAM-15	339	Rutz M.	VOL-05	310
Ramírez Silva Germán R.	GEOT-04	318	Saavedra de la Cruz Gustavo	TG-16	305
Ramírez Stout Orlando	CARTEL-03	342	Saavedra de la Cruz Gustavo	TG-20	307
Ramírez V. C. Ariel	SIS-13	286	Saavedra de la Cruz Gustavo	VOL-08	311
Ramírez Vázquez Carlos Ariel	VOL-06	310	Sabina F.J.	TG-12	303
Ramos A. Rogelio	TG-21	307	Salcido A.	CAT-10	244
Ramos J. Esteban	VAM-09	337	Saldaña R.	CAT-10	244
Ramos Leal J.A.	GEOH-03	258	Salinas José A.	CAT-05	243
Ramos Velázquez Ernesto	TG-03	299	Salinas Zavala C.A.	PP-02	280
Randall Roberts John A.	GEOH-01	258	Sallarés V.	SIS-27	290
Rebollar Bustamante Cecilio	GEOT-02	317	Samaniego Verduzco Fernando	CARTEL-14	345
Rebollar C.J.	CARTEL-09	344	Sampedro José A.	GEOT-18	322
Rebollar Cecilio J.	SIS-23	289	Sánchez B. F.J.	EB-08	271
Rebollar Cecilio	IS-03	263	Sánchez Mondragón J.	SIS-16	287
Rebolledo Vieyra Mario	EG-15	251	Sánchez Osvaldo	TECT-15	297
Reyes A.	IS-07	265	Sánchez R. Julia del Carmen	IS-15	267
Reyes A.	SIS-14	286	Sánchez Vázquez Lourdes	TG-16	305
Reyes A.	VOL-05	310	Sandeman Hamish	TECT-02	292
Reyes Alfonso	IS-02	263	Sandoval S.	SIS-27	290
Reyes Alfonso	IS-15	267	Santos Molina J.P.	OCP-04	329
Reyes Dávila G.	SIS-14	286	Santoyo Gutiérrez Edgar	GEOT-20	323
Reyes Dávila Gabriel A.	SIS-13	286	Santoyo Gutiérrez Sócrates	GEOT-20	323
Reyes Dávila Gabriel Ángel	IS-12	266	Santoyo M.A.	SIS-08	284
Reyes Dávila Gabriel Ángel	VOL-06	310	Santoyo Miguel A.	SIS-07	284
Reyes Dávila Gabriel	VAM-15	339	Sanz Ramos Rafael	GEOH-09	261
Reyes Domínguez Tonatihu	VAM-15	339	Sapozhnikov D.	PP-03	280
Reyes Gabriel	TECT-12	296	Sarmiento López Citlalli	TG-23	308
Reyes Gabriel	VOL-04	310	Saucedo R.	VAM-17	340
Rieken Eric	CARTEL-15	345	Saucedo Ricardo	VAM-12	338
Rincón P.	SIS-28	291	Sclater J.G.	TECT-10	295
Rincón P.J.	TG-07	302	Shapiro N.	SIS-12	286
Rionda Morfin E.	CARTEL-16	345	Shapiro N.M.	SIS-19	288
Rionda Morfin Erika	GEOH-11	262	Shapiro N.M.	SIS-24	289
Ríos Aguilar Jesús	IS-01	263	Shin June Y.	SIS-01	282
Ripa P.	EB-04	270	Shirasago Germán Bernardo	ELCB-08	274
Ripa P.	MM-06	277	Shlyagin M.G.	OA-06	334
Ripa Pedro	EB-05	271	Shumilin E.	PP-03	280
Ripa Pedro	MM-05	277	Silva García J.T.	GEOH-03	258
Rocha L. Alberto	TG-22	308	Silverberg N.	OCP-11	332
Rocha López Victor Santiago	GEOT-25	325	Simón J.L.	SIS-28	291
Rodríguez Castillo R.	GEOH-03	258	Simón Velázquez Isabel	GEOH-04	259
Rodríguez Domínguez G.	OCP-09	331	Singh S.K.	IS-11	266
Rodríguez Joel E.	EG-11	249	Singh S.K.	SIS-08	284
Rodríguez Joel E.	EG-12	249	Singh S.K.	SIS-09	285
Rodríguez M.	IS-04	264	Singh S.K.	SIS-12	286
Rodríguez M.	IS-06	264	Singh S.K.	SIS-17	287
Rodríguez Pascual M.	SIS-28	291	Singh S.K.	SIS-19	288
Rodríguez R.	EG-09	248	Singh S.K.	SIS-24	289
Roeset José M.	SIS-01	282	Singh Shri K.	SIS-07	284
Romero Espejel Héctor	CARTEL-12	344	Siquiera Alatorre Javier	GEOT-20	323
Romero H.	CARTEL-06	342	Skiba Yuri N.	CAT-04	243
Romo José M.	EG-25	255	Skiba Yuri N.	EB-03	270
Ronquillo J. Gerardo	TG-22	308	Skiba Yuri N.	EB-10	272
Rosales Grano P.	ELCB-04	273	Skiba Yuri N.	PC-02	279
Rosas Elguera J.	TG-08	302	Soares López Juracy	IS-09	265
Rosas Navar	GEOT-18	322	Solano Barajas Ramón	PC-03	279
Royo Ochoa Miguel	GEOH-05	259	Sólnes Júlíus	IS-08	265
Ruiz Esteban	IS-03	263	Solomon Sean	TECT-12	296

Autor	No. Trabajo	Pág.	Autor	No. Trabajo	Pág.
Soto H.	OA-03	333	Valle Levinson Arnoldo	ELCB-01	273
Soto J.	IS-17	268	VanDecar John	TECT-12	296
Staines Urias Francisca	TECT-05	293	Varley N.R.	GEOT-19	322
Steinich Birgit	GEOH-04	259	Vashenyuk E.V.	FE-04	256
Stephenson W.R.	IS-06	264	Vázquez González Rogelio	CAT-09	244
Stock Joann	TECT-15	297	Vázquez González Rogelio	GEOH-02	258
Suárez Arriaga Mario César	GEOT-09	319	Vázquez González Rogelio	GEOH-08	260
Suárez Carlos	SIS-15	287	Vázquez M. Mario Ernesto	TG-21	307
Suárez Gerardo	TECT-12	296	Vdovichev A.O.	FE-04	256
Suárez Gerardo	TECT-15	297	Vega Mario	EG-25	255
Suárez Plascencia C.	SIS-14	286	Vega Puente Rolando S.	OLE-02	278
Suárez Plascencia C.	VOL-05	310	Vegas R.	TG-07	302
Suárez Plascencia Carlos	TG-16	305	Velázquez C. Estanislao	TG-21	307
Suárez Plascencia Carlos	TG-20	307	Vélez Muñoz H.S.	ELCB-09	275
Suárez Plascencia Carlos	VOL-08	311	Venegas S.S.	GEOT-03	317
Tapia Armenta Juan J.	OLE-03	278	Ventura Ramírez Francisco	IS-01	263
Tapia Armenta Juan José	EB-07	271	Vera Guzmán Norberto	GEOH-10	261
Tarín Y.A.	GEOT-19	322	Verduzco Heredia María de Jesús	GEOH-09	261
Tarín Yuri	VAM-10	337	Verduzco Heredia María de los A.	GEOH-09	261
Tejero Andrade Andrés	EG-06	247	Verma Mahendra P.	GEOT-17	322
Téllez Duarte Miguel Agustín	TECT-04	293	Vernon Frank	SIS-23	289
Tello E.	GEOT-06	318	Villanueva Magaña Marcela	VOL-10	312
Tello H. Enrique	GEOT-07	319	Villasenor G.	EG-09	248
Tello H. Enrique	GEOT-08	319	Villegas C. Carlos	TG-21	307
Tello Hinojosa Enrique	GEOT-05	318	Villicaña Cruz Francisco	CAT-13	245
Tello L. Mirna del Rocío	GEOT-07	319	Vite K.	CARTEL-06	342
Tello L. Mirna del Rocío	GEOT-08	319	Vladislav Arkadievich Shelutko	PP-04	280
Tentori D.	OA-03	333	Whitehead John A.	EB-01	270
Tentori D.	OA-06	334	Wong Ortega Victor	GEOT-02	317
Tentori SantaCruz Diana	OA-07	335	Wyssession Michael E.	SIS-05	283
Tereshchenko I.E.	IAPC-04	326	Yakson Tatyana I.	SIS-18	287
Tereshchenko I.E.	PC-04	279	Yussim Guarneros Sergio	TG-14	304
Tolson G.	TG-13	304	Zamorano J.J.	TG-19	306
Tolson Gustavo	TG-14	304	Zavala Hamz Victor Antonio	OA-01	333
Torres C.	CARTEL-06	342	Zobin Vyacheslav	IS-01	263
Torres Orozco Ernesto	ELCB-05	274	Zobin Vyacheslav	VOL-04	310
Torres Rodolfo J.	GEOT-15	321			
Torres Rodríguez Vicente	GEOT-23	324			
Torres Vargas Verónica A.	VOL-10	312			
Toscano Roberto	SIS-15	287			
Trees Charles C.	AEMM-02	313			
Trees Charles C.	AEMM-06	315			
Urbieto Gómez Javier	EG-06	247			
Uribe Antonio	IS-03	263			
Uribe Daniel	GEOT-10	319			
Urrutia Fucugauchi Jaime H.	GEOH-05	259			
Urrutia Fucugauchi Jaime	EG-15	251			
Urrutia Fucugauchi Jaime	EG-16	251			
Urrutia J.F.	CAT-02	242			
Urrutia Jaime	VAM-06	336			
Vadillo O.	SIS-28	291			
Valdés G. Carlos	VAM-04	336			
Valdés González Carlos	SIS-25	290			
Valdez Benjamín	GEOT-18	322			
Valdéz Holguín José Eduardo	AEMM-02	313			
Valdéz Tito	SIS-15	287			
Valenzuela Quiñonez W.	OCP-09	331			
Valenzuela R.	SIS-20	288			
Valenzuela Wong Raúl	SIS-05	283			
Valle Levinson A.	ELCB-02	273			
Valle Levinson A.	ELCB-03	273			

09:00 hrs.

INAUGURACIÓN

SALA A
LUNES 9

SESIÓN: TECTÓNICA I
Moderador: Miguel Téllez

TECT-01

ESTRUCTURA SÍSMICA Y GRAVIMÉTRICA DE LA CORTEZA EN EL NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA
González A., Dabobé J.J., Córdoba D., Delgado-Aguirre L.A., Bartolomé R. y Michael F.

ECT-01

MULTIPLE STATES OF THE BUOYANCY DRIVEN FLOWS (CONACYT-NSF PROJECT)
John A. Whitehead, Sergey N. Bulgakov, Alejandro Martínez Zetser and Jaime F. Almaguer Medina

SALA B
LUNES 9

SESIÓN: OCEANOGRAFÍA
(ESTUDIOS BÁSICOS)
Moderador: Pedro Ripa

TECT-02

STRATIGRAPHY AND GEOCHRONOLOGY OF THE TERTIARY VOLCANIC AND SEDIMENTARY ROCKS, IN THE SOUTHERN SIERRA JUAREZ AND NORTHERN SIERRA LAS TINAJAS AREA, IN NORTHEASTERN BAJA CALIFORNIA, MEXICO
Ramón Mendoza-Ibarra, Gary J. Axon, Hamish Sandeman, Amabel Ortega-Rivera and Tracy M. Grover

ECT-02

INTERACCIONES RESONANTES ENTRE MODOS DE ROSSBY EN UN CANAL Y EN UN GOLFO
Rigoberto García y Federico Graci

TECT-03

APATITE FISSION TRACK AGES IN SONORA, MEXICO: A RECORDING OF BASIN AND RANGE EVENTS AND OPENING OF THE GULF OF CALIFORNIA
Cabrera T., Pospisil G., Defaux T. and Labrta T.

ECT-03

APLICACIÓN DE LOS ARMÓNICOS ESFÉRICOS AL ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD LINEAL DE FLUIDOS VISCOSOS NO DIVERGENTES SOBRE UNA ESFERA EN ROTACIÓN
Eduardo L. González-Espinoza y Yuri N. Sukla

TECT-04

EDAD ISOTÓPICA POR K-AR DE GLAUCONITA EN ROCAS SEDIMENTARIAS TERCARIAS DE LA FORMACIÓN SEPULTURA EN BAJA CALIFORNIA
Miguel Agustín Téllez Duany y Margarita López Martínez

ECT-04

EFFECTOS DE LA CURVATURA TERRESTRE EN LA INESTABILIDAD BAROCLÍNICA DE LA CAPA SUPERIOR DEL OCEANO
M.J. Olascoaga y P. Ripa

TECT-05

ANÁLISIS DE TECTONÓFACIES EN SAN NICOLÁS, BAJA CALIFORNIA SUR
Salazar-Lirio Francisca y Lademna-Vázquez Jorge

ECT-05

EFFECTOS DE LA CURVATURA TERRESTRE EN LA DINÁMICA DE REMOLINOS OCEÁNICOS AISLADOS
Pedro Ripa

TECT-06

RECONSTRUCCIÓN DE LA REGIÓN DE LAS GRANDES ISLAS A PARTIR DE BASCOS ESTRUCTURALES Y DE DEPÓSITOS MARINOS DEL PROTOGOLFO DE CALIFORNIA
Delgado-Aguirre Luis A., Escalona-Alcaraz Felipe y López-Martínez Margarita

ECT-06

VORTEX PATCH DYNAMICS IN A COASTAL CURRENT: STATIONARY STATE AND EVOLUTION
Vyacheslav G. Makarev

TECT-07

RECONOCIMIENTO GEOLOGICO DE LA PARTE CENTRAL DE ISLA SAN LORENZO, GOLFO DE CALIFORNIA
Escalona-Alcaraz F.J. y Delgado-Aguirre L.A.

ECT-07

UN MODELO MODULAR DEL OCEANO COSTERO: IMPLANTACIÓN Y VERIFICACIÓN
José Gómez-Velázquez y Juan José Tapia-Arenas

TECT-08

CARACTERIZACIÓN DE LA FRANJA COSTERA ENTRE PUERTICITOS Y BAHÍA DE SAN LUIS GONZAGA, BAJA CALIFORNIA, APOYADOS CON IMÁGENES MULTIESPECTRALES
A. Hinojosa-Carrazo A. Martín-Barajas A. y M.C. Noyola-Medrano

ECT-08

UN ESQUEMA NUMÉRICO PARA CONVECCIÓN NATURAL
B. Bernadina J., A. Nicolás C. y F.J. Sánchez B.

SALA C
LUNES 9

SESIÓN: SISMOLOGÍA I
Moderador: Carlos Huerta López

SIS-01

TIME-FREQUENCY ANALYSIS OF EARTHQUAKE RECORDS
Huerta-López Carlos I., Shin June Y., Powers Edward J. and Rosend José M.

SIS-02

IMPROVED ESTIMATES OF SEISMIC ENERGY AND ITS UNCERTAINTY
Niyol Pérez-Cuevas and Gregory C. Beroza

SIS-03

ANÁLISIS DE FUNCIONES DE RECEPTOR EN LA PARTE CENTRO-SUR DE LA REPÚBLICA MEXICANA, MODELO INVERSO DE LAS OBSERVACIONES CON ALGORITMOS GENÉTICOS Y SIMULATED ANNEALING: ESTIMACIÓN DE LA ESTRUCTURA CORTICAL
Victor Manuel Cruz-Alfaro, Javier F. Pacheco y David Escobedo Z.

SIS-04

DETECTOR DE EVENTOS SÍSMICOS EN TIEMPO REAL UTILIZANDO REDES NEURONALES
Gustavo Barrientes Carlos

SIS-05

DIFERENCIAS EN LOS TIEMPOS DE RECORRIDO DE LAS FASES SURF, SKS Y SKKS BAJO EL OCEANO PACÍFICO
Raúl Valenzuela Wang y Michael E. Wyssession

SALA A

LUNES 9

SESIÓN: TECTÓNICA II

Moderador: Antonio González Fernández

COMIDA

13:15 hrs.

SALA B

LUNES 9

SESIÓN: OCEANOGRAFÍA

(ESTUDIOS BÁSICOS)

Moderador: Pedro Ripa

EB-09

MARCO TEÓRICO Y NUMÉRICO DE UN MODELO FÍSICO-BIOLÓGICO

ACOPLEADO

Sergio Jimenez

13:30 hrs.

EB-10

APLICACIÓN DEL MÉTODO ADJUNTO EN EL ANÁLISIS DE

SENSIBILIDAD DEL PROBLEMA DE DERRAME DE PETRÓLEO

David Peña Guevara y Yuri N. Skiba

13:45 hrs.

COMIDA

SESIÓN: OCEANOGRAFÍA

(MARES MARGINALES)

Moderador: María Luisa Argote

MM-01

CANAL EXCHANGE THROUGH THE YUCATAN CHANNEL

Candelita Jolo

16:15 hrs.

MM-02

FLUJO DE SEDIMENTO EN SUSPENSIÓN EN EL ALTO GOLFO DE

CALIFORNIA

Luis G. Alvarez

16:30 hrs.

MM-03

FORMACIÓN DE BANCOS DE ARENA: ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE

TASAS DE CRECIMIENTO EN EL DELTA DEL RIO COLORADO

Noel Carbajal y Yovani Montaña

16:45 hrs.

MM-04

CARACTERIZACIÓN DINÁMICA Y ENERGÉTICA DE LA MARÍA EN EL

GOLFO DE CALIFORNIA

García G.M. y Martínez S.G.

17:00 hrs.

MM-05

MEZCLA POR MAREAS EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

E. Bricer, Pedro Ripa y E. Palacios-Hernández

17:15 hrs.

MM-06

BALANCE DE CALOR Y SAL EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

F.J. Beros-Vera y P. Ripa

SALA C

LUNES 9

SESIÓN: FÍSICA ESPACIAL

Moderador: Héctor Pérez de Tejada

COMIDA

FE-01

INTERACTION OF ATMOSPHERIC ACOUSTIC WAVES WITH IONOSPHERIC

PLASMA WAVES

S.V. Kostevyova, G.N. Buzik, R.P. Enriques and A.N. Kotomirko

FE-02

CANALES DE PLASMA EN LA IONÓSFERA DEL PLANETA VENUS

H. Pérez de Tejada

FE-03

CONSTRAINTS OF STOCHASTIC ACCELERATION OF SOLAR PARTICLES BY

MID TURBULENCE

Apollonio Gallegos-Cruz and Jorge Perez-Peña

FE-04

PROTON ENERGY SPECTRUM AND SOURCE STRUCTURE OF THE

SEPTEMBER 29, 1989 EVENT

E.V. Vladimirov, L.I. Miroshnikov and A.O. Vlasov

SALA A
LUNES 9

SESIÓN: TECTÓNICA II

Moderador: Antonio González Fernández

17:30 hrs.

TECT-15

IMPLICATIONS OF CONTINUING POSTSEISMIC MOTION OF THE
JALISCO-COLIMA REGION FOLLOWING THE 9 OCTOBER 1995 (MW=8)
MANZANILLO EARTHQUAKE
Wallis Horton, Chuck DeMets, Osvaldo Sánchez, Joann Stock and Gerardo Suárez

17:45 hrs.

TECT-16

MAPPING THE SUBDUCTING COCOS PLATE ALONG THE TRANSECT
ACAPULCO-ACHERNAVACA (MÉXICO) FROM MAGNETOTELLURIC
MEASUREMENTS
M. Pérez-López, J.A. Arzam, A. Jorling and H. Jodice

18:00 hrs.

TECT-17

THE PHYSICOCHEMICAL HISTORY OF THE EARTH AS AN INTERIOR
ATE PLANET
Jaime Keller

SALA B
LUNES 9SESIÓN: OCEANOGRAFÍA
(MARES MARGINALES)

Moderador: María Luisa Argote

MM-07

DINÁMICA DEL FLUJO SOBRE EL BAJO "ESPIRITU SANTO" EN LA
PARTE SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA
Alberto Amador Ballesteros

SALA A
MARTES 10

**SESIÓN: VOLCANES ACTIVOS DE MÉXICO:
MONITOREO Y MITIGACIÓN DE DESASTRES**
Moderador: José Luis Macías

- VAM-01**
MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO VOLCÁNICO
Servando de la Cruz-Reyna
- VAM-02**
ERUPCIONES VOLCÁNICAS EN MÉXICO DURANTE EL PRESENTE SIGLO
José Luis Macías
- VAM-03**
EFECTOS DE CONSTRUCCIÓN Y DESTRUCCIÓN DE DOMOS EN EL VOLCÁN POPOCATEPÉTIL (MARZO DE 1996-AGOSTO DE 1998)
Francisco J. Cuatrecasas, J. Servando de la Cruz-Reyna y José Luis Macías
- VAM-04**
LA SISMICIDAD COMO HERRAMIENTA PREDICTIVA EN LA ACTIVIDAD DEL POPOCATEPÉTIL
Carlos Valdés G. y Guillermo González Pomposo
- VAM-05**
ESTUDIO GRAVIMÉTRICO DE LA MESETA CENTRAL (VOLCÁN POPOCATEPÉTIL)
Manuel Mesa Lara
- VAM-06**
ESTUDIO AEROMAGNÉTICO DE LA ESTRUCTURA DEL VOLCÁN POPOCATEPÉTIL
Jaime Urbina, Israel Hernández y Héctor López
- VAM-07**
POPOCATEPÉTIL VOLCANO'S RECENT ERUPTIVE ACTIVITY, PARTE SULFUR DIOXIDE, CARBON DIOXIDE AND ASH EMISSIONS
H. Delgado Granados, L. Chelmas González, N. Piedad Sánchez y C. Linares López
- VAM-08**
POPOCATEPÉTIL VOLCANO'S RECENT ERUPTIVE ACTIVITY, PARTE A MODEL OF THE ERUPTION
H. Delgado Granados

09:00 hrs.

09:15 hrs.

09:30 hrs.

09:45 hrs.

10:00 hrs.

10:15 hrs.

10:30 hrs.

10:45 hrs.

11:00 hrs.

SALA B
MARTES 10

**SESIÓN: OCEANOGRAFÍA
(ESTUARIOS, LAGUNAS COSTERAS Y BAHÍAS)**
Moderador: Arnoldo Valle Levinson

- ELCB-01**
AVANCES RECIENTES EN EL CONOCIMIENTO DE LA DINÁMICA ESTUARINA
Arnoldo Valle Levinson
- ELCB-02**
OBSERVACIONES OCEANOGRÁFICAS EN LA BAHÍA DE YAVAROS, SONORA, DURANTE MAYO-JUNIO DE 1998
J.A. Dzworak-Robinson, J. Gómez Valdés, A. Valle-Levinson, J. Delgado-Contreras, E. Cruz-Collín, L. Brito-Castillo, S. Barrota-Sánchez y R. Durazo-Ariza
- ELCB-03**
¿ES LA BAHÍA DE YAVAROS, SONORA UN ESTUARIO?
M.E. Cruz-Collín, J.A. Dzworak-Robinson, J. Gómez Valdés, A. Valle-Levinson, J. Delgado-Contreras, L. Brito-Castillo, S. Barrota-Sánchez y R. Durazo-Ariza
- ELCB-04**
OBSERVACIONES OCEANOGRÁFICAS EN LA BAHÍA DE GUAYMAS, SONORA, DURANTE ABRIL DE 1998
J.A. Delgado-Contreras, S. Barrota-Sánchez, J. Gómez-Valdés y P. Rosales-García

09:00 hrs.

09:15 hrs.

09:30 hrs.

09:45 hrs.

10:00 hrs.

10:15 hrs.

10:30 hrs.

10:45 hrs.

11:00 hrs.

SALA C
MARTES 10

SESIÓN: INGENIERÍA SÍSMICA I
Moderador: Juracy Soares

- IS-01**
METODOLOGÍA Y EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ZONA RESIDENCIAL DE LA CIUDAD DE COLIMA
Vladimir Zúñiga, Francisco Ventura-Ramírez y Jesús Ríos-Aguilar
- IS-02**
ANÁLISIS DE LA RESPUESTA ESTRUCTURAL Y DEL EFECTO DE INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA DEL EDIFICIO PCC USANDO REGISTROS DE SU RESPUESTA SÍSMICA EN EL RANGO DE ACELERACIONES DEL SUBSUELO DE 2 CN/SEG2 A 26 CN/SEG2
Alfonso Reyes y Enrique Lazo
- IS-03**
ESTUDIO DE LA FRECUENCIA CARACTERÍSTICA DE VIBRACIÓN DE LA PRESA EL INVERNILLO, GUERRERO-MICHOACÁN, MÉXICO
Esteban Ruiz, Raúl Castro, Antonio Uribe y Cecilia Rebolledo
- IS-04**
EL SISMO DEL CARDONAL, HIDALGO DEL 25 DE MARZO DE 1976 (M5-4.7) Y LOS EFECTOS DE SUELO EN DOMINGILPAN Y JULIÁN VILLAGRÁN, HIDALGO
M. Rodríguez, M. Chávez, H. García y B. Martínez
- IS-05**
IDENTIFICACIÓN TEÓRICA-EXPERIMENTAL DE LA RESPUESTA SÍSMICA DEL PALACIO DE GOBIERNO DE LA CIUDAD DE TULUANA, B.C.
J. Manuel Cárdenas Rubio y Luis H. Mendoza Garcilazo
- IS-06**
COMPARACIÓN DE ESTIMACIONES DE EFECTOS DE SUELO USANDO REGISTROS DE TEMBLORES Y MEDICIONES DE MICROTREMORES
Rodríguez M., Chávez-García F.J. y Stephenson W.R.
- IS-07**
IDENTIFICACIÓN DE LAS PROPIEDADES ESTRUCTURALES DE UN EDIFICIO EN LA CIUDAD DE MÉXICO, USANDO PRUEBAS DE VIBRACIÓN AMBIENTAL DURANTE EL PROCESO DE REFORZAMIENTO
D. Fong y A. Reyes
- IS-08**
EARTHQUAKE ANALYSIS OF THE PABELLÓN BOSQUES TOWER IN MEXICO CITY
Julius Solares
- IS-09**
MICROZONACIÓN SÍSMICA DE LA CIUDAD DE ENSENADA, B. C.
Juracy Soares López y José Acosta Chang

09:00 hrs.

09:15 hrs.

09:30 hrs.

09:45 hrs.

10:00 hrs.

10:15 hrs.

10:30 hrs.

10:45 hrs.

11:00 hrs.

SALA A

MARTES 10

SESIÓN: VOLCANOLOGÍA

Modificador: Gerardo J. Aguirre Díaz

VOL-01
CRONOLOGÍA ERUPTIVA DE LA ERUPCIÓN PLINIANA (PÓMEZ TOLUCA SUPERIOR) DEL VOLCÁN NEVADO DE TOLUCA
Aren J. y Macías J.L.

16:00 hrs.

VOL-02
VOLCANIC EVOLUTION OF THE HUICHAPAN CALDERA, HIDALGO, MEXICO
Aguirre-Díaz Gerardo J. and López-Martínez Margarita

16:15 hrs.

VOL-03
LONG-PERIOD EARTHQUAKES OBSERVED AT ASAMA VOLCANO
Murehisa Sawada

16:30 hrs.

VOL-04
LOS PARÁMETROS ESPECTRALES DE SISMOS REGISTRADOS ALREDEDOR DE VOLCÁN DE COLIMA EN JUNIO Y JULIO DE 1998
Tenaiah Domínguez, Vynchislav Zolits, Eliseo Aláiz, Carlos Navarro y Gabriel Reyes

16:45 hrs.

VOL-05
ACTIVIDAD SÍSMICA EN EL COMPLEJO VOLCÁNICO CEBORUCCO-SAN PEDRO-TEITILTIC
F. Núñez-Cornu, C. Suárez-Plascencia, F.A. Nava, A. Reyes y M. Ruiz

17:00 hrs.

VOL-06
ACTIVIDAD SÍSMICA DEL VOLCÁN DE FUEGO DESDE NOVIEMBRE DE 1997
Gabriel Angel Reyes Divila, Carlos Ariel Ramírez Vázquez y Juan Osorio Rojas

17:15 hrs.

VOL-07
CVT, SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL CINTURÓN VOLCÁNICO MEXICANO: ETAPA I
Gabriel Ornelas Gutiérrez

17:30 hrs.

VOL-08
ZONIFICACIÓN DEL RIESGO VOLCÁNICO EN EL VOLCÁN CEBORUCCO, NAVARIT
Carlos Suárez Plascencia, Luis A. Delgado Argente, Francisco Núñez Cornu, Alejandro Nava Pichardo y Gustavo Saavedra de la Cruz

17:45 hrs.

VOL-09
ACCIONES DE INFORMACIÓN PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO VOLCÁNICO EN POBLACIONES DE COLIMA Y JALISCO
Alicia Cuevas Maltá y Esther Ceballos Magaña

18:00 hrs.

SALA B

MARTES 10

SESIÓN: OCEANOGRAFÍA

(OLEAJE)

Modificador: Francisco Ocampo

OLE-01
ESTIMACIÓN Y MODELACIÓN DEL ESPECTRO DIRECCIONAL DEL OLEAJE EN AGUAS SOMERAS
Francisco J. Ocampo Torres

OLE-01 CONTINUACIÓN

OLE-02
ANÁLISIS NUMÉRICO DEL ANCHO DIRECCIONES DEL OLEAJE EN REGIONES CERCANAS A LA COSTA
Rolando S. Vega Puente y Francisco Ocampo Torres

OLE-03
MODELO DE OLEAJE CERCANO A LA COSTA, QUE UTILIZA IMÁGENES DE RADAR TOMADAS EN ROSARITO, B.C.
Roberto Herrera Charles, Juan J. Tapia Armenta y Francisco J. Ocampo Torres

OLE-04
PREEDICCIÓN DE SERIES DE TIEMPO, APLICANDO REDES NEURONALES ARTIFICIALES
Miguel Ángel Pérez Chavarría y Francisco Ocampo Torres

SALA C

MARTES 10

SESIÓN: SISMOLOGÍA II

Modificador: María Teresa Morandi

SIS-06
OBTAINING SOURCE PARAMETERS USING SURFACE-WAVE SPECTRA FOR MODERATE-SIZE EARTHQUAKES
Ortega, Roberto, Alkazi, Aybige, Armon, Charles J. and Herman Robert B.

SIS-07
ANÁLISIS DE LA FUENTE SÍSMICA DEL TEBILOR DEL 11/1/1997 (M_w=7.1), EN LAS COSTAS DE MICHOACÁN, MÉXICO
Miguel A. Santoyo, Shri K. Singh y Takeda Mikasa

SIS-08
RUPTURA DINÁMICA DE LA FUENTE DE UN SISMO DE FALLAMIENTO NORMAL, EN LA PLACA DE COCOS SUBDUCCENTE
T. Mikasa, M.A. Santoyo y S.K. Singh

SIS-09
ESTIMATION OF SOURCE PARAMETERS FROM INVERSION OF NEAR-SOURCE DISPLACEMENT SEISMOGRAMS, USING A SIMPLE EARTH MODEL
S.K. Singh and M. Orlitz

SIS-10
DETERMINACIÓN DEL MECANISMO FOCAL PARA EVENTOS MEXICANOS INVIRTIENDO EL TENSOR DE MOMENTO SÍSMICO
Carlos Fuentes y Javier Pacheco Alvarado

SIS-11
MODELOS DE FALLAMIENTO EN LA FRONTERA DE LAS PLACAS CARIBE Y SURAMERICANA, ORIENTE DE VENEZUELA, POR INVERSIÓN DE MECANISMOS FOCALES
José Choy, María Teresa Morandi y Christa Palmer de Ochoa

SIS-12
CRUSTAL AND UPPER MANTLE STRUCTURE OF PENINSULAR INDIA AND SOURCE PARAMETERS OF THE MAY 21, 1997, JABALPUR EARTHQUAKE (M_w=5.8): RESULTS FROM A NEW REGIONAL BROADBAND NETWORK
S.K. Singh, N. Shapiro, J. Pacheco, R.S. Dattarajan and P. Mandal

SALA A
MARTES 10
SESIÓN: VOLCANOLOGÍA
Moderador: Gerardo J. Aguirre Díaz

VOL-10
VOLCAN DE COLIMA: EDUCACIÓN DEL RIESGO EN NIÑOS
Adriana Mora Amézquita, Verónica A. Torres Vargas y Maricela Villanueva Magaña

18:15 hrs.

SALA A

MIÉRCOLES 11

SESIÓN: EXPLORACIÓN GEOFÍSICA I

Moderador: Juan García Abdeslem

09:00 hrs. EG-01 SONDEOS CON RADAR A TRAVÉS DE LAS LAVAS DEL XITLÉ EN LA ZONA ARQUEOLÓGICA DE CUICUILCO
Roberto García-Delgado y Alberto Bujar R.

09:15 hrs. EG-02 MODELADO DE ANOMALÍAS GRAVIMÉTRICAS EN 2-D
Beatriz Martín-Arteaga y Juan García Abdeslem

09:30 hrs. EG-03 DETECCIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA EN FRACTURAS UTILIZANDO MÉTODOS ELECTROMAGNÉTICOS EN LAS CERCANÍAS A LINARES, N.L.
Sotomayor Méndez-Delgado y Daniel Guerra-Rocha

09:45 hrs. EG-04 INVERSIÓN DE DATOS DE DIPOLO-DIPOLO CONSIDERANDO EL EFECTO TOPOGRÁFICO
Juan Espinosa Luna y Enrique Gómez Treviño

10:00 hrs. EG-05 GEOMETRÍA DEL GRABEN DE SAYULA A PARTIR DE LA INVERSIÓN 2-D DE SU ANOMALÍA GRAVIMÉTRICA
Juan García Abdeslem

10:15 hrs. EG-06 APLICACIÓN DE LA TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA EN PROBLEMAS DE GEOLOGÍA
Javier Urbina Gómez y Andrés Tejeda Andrade

10:30 hrs. EG-07 ESTRUCTURA DE LA REGIÓN DEL CAMPO VOLCÁNICO DE SAN QUENTÍN, A PARTIR DE INVERSIÓN TRIDIMENSIONAL DE DATOS MAGNÉTICOS Y GRAVIMÉTRICOS
Luis A. Gallardo-Delgado, Juan M. Espinosa-Carrión y Margarita Almeida-Vega

10:45 hrs. EG-08 GRAVIMETRÍA DEL ÁREA DE CABORCA, SONORA - RESULTADOS PRELIMINARES
Jorge Ramírez-Hernández, César Jacinto-Ayala, Juan García Abdeslem, Concepción Carreón-Diazamé y Francisco J. Grijalva-Neriaga

11:00 hrs. EG-09 MODELACIÓN GEOQUÍMICA DEL APORTÉ NATURAL DE ARSÉNICO AL AGUA SUBTERRÁNEA DE ZIMAPÁN, HIDALGO
M.A. Armistea, R. Villaseca, R. Rodríguez, O. Cruz, A. Aguayo, N. Cisneros

SALA B

MIÉRCOLES 11

SESIÓN: OCEANOGRAFÍA (PALEOOCENOGRAFÍA Y PALEOCLIMATOLOGÍA)

Moderador: Juan Carlos Herguera

PP-01 SEDIMENTOS MARINOS RECIENTES DE LA PLATAFORMA Y TALUD CONTINENTALES PRÓXIMOS A LA LAGUNA DE ALTATA, SINALOA
María Giron Ruiz y Alberto Castro Del Río

PP-02 VARIABILIDAD DECAIDAL DE LA PRECIPITACIÓN Y LA TEMPERATURA EN EL NOROCCIDENTE DE MÉXICO
L. Brito-Castillo, J.A. Ruiz-Hernández, C.A. Salinas-Zavala y A. Loyola-Contreras

PP-03 CRONOLOGÍA DE LA ACUMULACIÓN DE LOS ELEMENTOS TRAZA EN SEDIMENTOS FINOS A LO LARGO DE LA COSTA ORIENTAL DE BAJA CALIFORNIA SUR
E. Shumlin, D. Garsline, E. Nava Sánchez, S. Kalaynikov y D. Saperzhikov

PP-04 DETERMINATION OF DECADEAL CLIMATIC CYCLES IN RUNOFF FLUCTUATION OF A HYDROLOGIC UNIT
Luis Beto Castillo, Amado Loyola Contreras, Vladislav Arkadievich Shchukin

PP-05 PATRONES DE VARIABILIDAD INTERANUAL-INTERDECAIDAL DELA CORRIENTE DE CALIFORNIA DURANTE LOS ÚLTIMOS 130 AÑOS EN SEDIMENTOS LAMINADOS DE LA CUENCA DE SAN LAZARO
B. Oliver y J.C. Herguera

PP-06 ABUNDANCIA DE FORAMINÍFEROS Y ACUMULACIÓN DE CARBONO EN LOS SEDIMENTOS DE LA REGIÓN DE LA PAZ, BAJO GOLFO DE CALIFORNIA
Gladys Bernal y Juan Carlos Herguera

PP-07 SOBRE LA FERTILIDAD DEL MARGEN ORIENTAL DEL PACÍFICO NOROCCIDENTE DURANTE PERÍODOS DE CLIMAS FRÍOS
Juan Carlos Herguera, Gladys Bernal Franco, María Luisa Machain del Castillo y Adolfo Molina-Cruz

RECESO

SALA C

MIÉRCOLES 11

SESIÓN: SISMOLOGÍA III

Moderador: Gabriel A. Reyes Dávila

SIS-13 SISMOLOGÍA EN LA REGIÓN DEL ESTADO DE COLIMA, DURANTE 1997 Y 1998
Gabriel A. Reyes Dávila, C. Ariel Ramírez V. y Justo Olasco R.

SIS-14 EVENTOS SÍSMICOS EN EL BLOQUE DE JALISCO
F. Nolasco-Cortés, G. Reyes-Dávila, C. Solórzano-Pascencia, F.A. Nava, M. Ratz, A. Ramírez y A. Reyes

SIS-15 ATENUACIÓN DE LAS ONDAS S EN LA ZONA COSTERA DE JALISCO-COLIMA, MÉXICO
Rosalia García-Arteaga, F. Alejandro Nava, Raúl Castro, Carlos Solórzano, Bertha Márquez, Francisco Nolasco-Cortés, Roberto Tascas, Francisco Farfán y Tito Valdez

SIS-16 SOLITARY WAVES PROPAGATING ALONG THE INTERFACE OCEAN-EARTH CRUST CAUSED EARTHQUAKE
G.N. Burlak, J. Sánchez-Mondragón, S.V. Koshvitskiy and V.V. Grinshchik

SIS-17 RUPTURE LENGTH OF OCTOBER 9, 1995 COLIMA-JALISCO EARTHQUAKE (MW 8) ESTIMATED FROM TSUNAMI DATA
M. Ortiz, S.K. Singh, J. Pacheco and V. Kostoglodov

SIS-18 GENERATION OF TSUNAMI WAVES BY DIFFERENT SEISMIC SOURCES
Tatyana I. Yakovleva

SIS-19 TOWARDS A FAST IDENTIFICATION OF TSUNAMIGENIC EARTHQUAKES IN MEXICO
Shapiro N.M., Singh S.K., and Pacheco J.

SIS-20 INTERSEISMIC UPLIFT IN THE GUERRERO SEISMIC GAP, MEXICO
V. Kostoglodov, A. Gorbunov, J. Minagawa, R. Valenzuela, R. Peller, S.I. Franco and J. Andrés Alvarado

RECESO

SALA A
MIÉRCOLES 11
SESIÓN: GEOTERMIA I
Moderador: José Luis Guerrero G.

11:15 hrs. GEOT-01
SISMICIDAD EN EL COMPLEJO VOLCÁNICO DE LAS TRES VIRGENES, B.C.S., MÉXICO
Guerrero, G.J.L.

11:30 hrs. GEOT-02
ATENÚACIÓN DE ONDAS DE CODA EN LA REGIÓN VOLCÁNICA LAS TRES VIRGENES, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO
Victor Wong Ortega, Luis Munguía-Oreco y Cecilio Rebolívar Bustamante

11:45 hrs. GEOT-03
RED GEODÉSICA GPS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS EN EL COMPLEJO VOLCÁNICO DE LAS TRES VIRGENES, B. C. S., MÉXICO
Guerrero, G.J.L. y Vinagras S.S.

12:00 hrs. GEOT-04
HIDROGEOLOGÍA DEL CAMPO GEOTÉRMICO DE TRES VIRGENES, B.C.S.
González R. Ramírez Silva

12:15 hrs. GEOT-05
ESTUDIO GEOQUÍMICO E ISOTÓPICO PARA DEFINIR LA GÉNESIS DEL RESERVOIRIO DE LAS TRES VIRGENES, B.C.S.
Enrique Tello Hinojosa

12:30 hrs. GEOT-06
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS-ISOTÓPICAS DE FLUIDOS DE POZOS PRODUCTORES Y MANANTIALES DEL SISTEMA LAS TRES VIRGENES, B.C.S.
E. Portugal, R.M. Barragán, V. Arriaga, E. Tello y C. García

12:45 hrs. GEOT-07
MONITOREO ISOTÓPICO DE FLUIDOS DE POZOS DEL CAMPO GEOTÉRMICO DE LOS AZULES, MICHOACÁN
Rosa María Barragán R., Víctor Manuel Arriaga O., Enrique Portugal M., Mirna del Rocío Tello L. y Enrique Tello H.

13:00 hrs. GEOT-08
MONITOREO ISOTÓPICO DE FLUIDOS DE POZOS DEL CAMPO GEOTÉRMICO DE LOS HUMEROS, PUEBLA
Rosa María Barragán R., Enrique Portugal M., Víctor Manuel Arriaga G., Mirna del Rocío Tello L. y Enrique Tello H.

13:15 hrs. COMIDA

SALA B
MIÉRCOLES 11
SESIÓN: CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA
Moderador: Ernesto Jáuregui

CAT-01
MODELO ESTOCÁSTICO PARA PRONOSTICAR LA CONCENTRACIÓN MÁXIMA DE OZONO EN LA CIUDAD DE MÉXICO
José Luis Bravo y María Magdalena Nava

CAT-02
DISTRIBUCIÓN DE MINERALES EN LAS PARTÍCULAS SUSPENDIDAS EN LA ATMÓSFERA DE LA CIUDAD DE MÉXICO
Bautín N.G., Arroyave R.F., Cruz G.L., Flores J.H., Olgún F.L., Cisterna R.M. y Lirio J.F.

CAT-03
ASPECTOS DE LA VARIABILIDAD DEL CLIMA DE LA CUENCA DE MÉXICO DURANTE EL SIGLO XX
Ernesto Jáuregui

CAT-04
UNAS PRUEBAS CON EL MODELO BAROTRÓPICO ESPECTRAL ATMOSFÉRICO
Ismael Pérez García y Yuri N. Salda

CAT-05
ESTUDIO DE CASO DE UNA ONDA DEL ESTE EN EL CARIBE Y GOLFO DE MÉXICO
José A. Salinas, Saúl Miranda A. y René Lobato

CAT-06
MODELACIÓN NUMÉRICA DE MESOESCALA EN UNA COMPUTADORA PERSONAL
José Luis Pérez López

CAT-07
UNA ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE PRECIPITACIÓN DEL HIRACAN PAULINA POR MEDIO DE IMÁGENES DE SATELITE
Alejandro Aguilar Sierra e Ismael Pérez García

CAT-08
TRANSPORTE DE HUMEDAD TROPICAL SOBRE EL GOLFO DE CALIFORNIA DURANTE EL MONZÓN MEXICANO
Juan Carlos Lual López y María Luisa Angulo Espinosa

CAT-09
COMPARACIÓN DE LOS VALORES ESTIMADOS Y MÉTODOS DE LA EVAPORACIÓN EN EL VALLE DE MÉXICO, B. C.
Fernando Miranda Reyes y Rogelio Viquez González

SALA C
MIÉRCOLES 11
SESIÓN: SISMOLOGÍA IV
Moderador: Javier F. Pacheco

SIS-21
ESTUDIOS DE SISMICIDAD LOCAL EN LA SIERRA PENINSULAR DEL NORTE DE BAJA CALIFORNIA
J. Pérez C., J. González G., J. Acosta Ch., A. Nava P., M. Alvarez, G. Arriaga, J. Carlos V. y R. García A.

SIS-22
ACTIVIDAD SÍSMICA REGISTRADA DURANTE 1997 EN LA REGIÓN DE LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR
Sergio Mayer-Gerschlager, Luis Munguía-Oreco y Arturo Cruz-Falcón

SIS-23
RESULTADOS PRELIMINARES DE UN TRANSECTO DE ONCE ESTACIONES DE BANDA ANCHA LOCALIZADAS DESDE PUNTA COLONET (BAJA CALIFORNIA) HASTA PUERTO PEÑASCO (SONORA)
Cecilio J. Rebolívar, Raúl Castro, Luciana Antez, Frank Vernon, Steve Day and Jim Brune

SIS-24
SEISMIC WAVE PROPAGATION ACROSS THE GULF COASTAL PLAIN OF VERACRUZ, TABASCO, AND CAMPECHE (MEXICO)
N.M. Shapiro, J. Pacheco, and S.K. Singh

SIS-25
EL SISMO DE CHAMPOTÓN, CAMPECHE, DEL 3 DE JUNIO DE 1998 Y SUS RÉPLICAS
Javier F. Pacheco y Carlos Valdés González

SIS-26
LOS SISMOS DE BONAÑO Y SAN JOSÉ DE OCTUBRE 1998, REPÚBLICA DOMINICANA
Juan S. Puyet y Luis O. Gilmer

SIS-27
ESTRUCTURA DE LA LITOSFERA DESDE LA LLANURA AISIAL IBERICA HASTA EL NOROESTE DE LA PENINSULA IBERICA
D. Córdoba, J.J. Dabobé, S. Sandoval, R. Barolomé, M. Colla, V. Sallera, A. González, J. Díaz y Grupo Trabajo ESI041-97

SIS-28
ESTADOS DE ESFUERZOS EN LA PENINSULA IBERICA DEDUCIDOS A PARTIR DE DATOS SÍSMICOS Y GEOLOGICOS
Herrera M., De Vicente G., Lando R., Guez, Simón J.L., González Casado J.M., Vadillo, O., Rodríguez-Pascua M., Cerdáñez J.L., Casas A., Caballero L., Rincón P., Carrón A., Ramírez M. y Lucini M.

SALA B
MIÉRCOLES 11
SESIÓN: CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA
Moderador: Ernesto Jáuregui

CAT-10
IMPLANTACIÓN DE UN CENTRO DE GESTIÓN AMBIENTAL EN LA
REFINERÍA GRAL. LÁZARO CÁRDENAS EN MINATITILÁN, VER.
A. Salcido, R. Saldaña

13:30 hrs.

CAT-11
OBRAS COMPLETAS DE JULIÁN ADEM
Bened Quachabto L.

13:45 hrs.

CAT-12
COLECCIÓN ARTIFICIAL DE AGUJA DE NIEBLA PARA CONSUMO
HUMANO. ¿SUEÑO O REALIDAD?
Fernando García-García

14:00 hrs.

CAT-13
LA TEMPORADA DE HURACANES DEL AÑO DE 1998 Y LAS
ANOMALÍAS ABRUPTAS DE LA PRECIPITACIÓN EN CHEAPAS, MÉXICO
Enrique Bernaldo, Francisco Villalada Cruz, Enrique Azpey Romero y Orlando
Delgado Delgado

14:15 hrs.

ASAMBLEA GENERAL
UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA. A.C.
1998

16:00 hrs.



SALA A

JUEVES 12

SESIÓN: EXPLORACIÓN GEOFÍSICA II

Moderador: Ricardo Díaz Navarro

- EG-10 09:00 hrs. UN MÉTODO DE REGULARIZACIÓN PARA ESTIMAR FUNCIONES BIVARIANTES INYERTIENDO UNA ECUACIÓN DE FREDHOLM DE PRIMERA CLASE
R. Núñez G. y J. Pérez C.
- EG-11 09:15 hrs. INVERSIÓN DE SONIDOS DE POLARIZACIÓN INDUCIDA MEDIANTE REDES NEURONALES HOPFIELD
José E. Rodríguez, Francisco J. Espinosa y Enrique Gómez Treviño
- EG-12 09:30 hrs. ANALIZADOR DE DINÁMICAS CAÓTICAS EN INTERNET
José E. Rodríguez
- EG-13 09:45 hrs. TRES ALGORITMOS PARA EL ANÁLISIS FRACTAL: ¿CONTEO DE CAJA O DISTEBEOLÓGIA?
Klaudia Oleśko
- EG-14 10:00 hrs. CÁLCULO DEL DÉFICIT DE MASA DEL CRÁTER DE IMPACTO CHICXULUB (YUCATAN, MÉXICO)
Monsieur-Rodriguez Héctor Félix, Campos-Enríquez J. Oscar y Borch-Francis S.
- EG-15 10:15 hrs. CARACTERÍSTICAS PALEOMAGNÉTICAS DE LA SECUENCIA SEDIMENTARIA DEL TERCERARCO EN LA ESTRUCTURA DE IMPACTO DE CHICXULUB, YUCATAN, MÉXICO
Mario Rebolledo Vieyra y Jaime Urrutia-Pacaganchi
- EG-16 10:30 hrs. LA FIRMA GEOFÍSICA DE CHICXULUB
Carlos Ortiz Alvarado, Jaime Urrutia-Pacaganchi y Mark Pilkington
- EG-17 10:45 hrs. EL METEORITO DEL MAQUIPO SINALOA, SU BÚSQUEDA MEDIANTE LA INVERSIÓN DE DATOS MAGNÉTICOS EN 2-D Y 3-D
Juan Espinosa Luna y Luis Alonso Gallardo Delgado
- EG-18 11:00 hrs. MODELAJO GEOFÍSICO DE POTENCIAL NATURAL
Andrés Aquino López y Pedro Agustino Rojas

RECESO

SALA B

JUEVES 12

SESIÓN: ÓPTICA APLICADA

Moderador: José Álvarez Borrego

- OA-01 09:00 hrs. PROCESAMIENTO DIGITAL PARA RECONOCER Y CONTAR COPELOS MEDIANTE FILTROS ARMÓNICOS CIRCULARES
Victor Antonio Zavala Iturriz y José Álvarez Borrego
- OA-02 09:15 hrs. IDENTIFICACIÓN DE VIRUS EN CAMARÓN MEDIANTE CORRELACIÓN A COLOR DIGITAL
Mario Alonso Bueno Sierra, José Álvarez Borrego y Cristina Chávez Sánchez
- OA-03 09:30 hrs. DESEMPEÑO DE UN AMPLIFICADOR DE FIBRA DOPADA CON ERBIO CON EMBOBINADO HELICOIDAL Y SEÑAL POLARIZADA
V.K. Carrillo, D. Trenti, H. Soto y J. Mendez
- OA-04 09:45 hrs. INVESTIGACIÓN SOBRE SENSORES DE FIBRA ÓPTICA Y PROPAGACIÓN DE SEÑALES ÓPTICAS EN GUÍAS DE ONDA FOTOREFRACTIVAS
Alfonso García-Weidner y Anatoli V. Khomenko
- OA-05 10:00 hrs. MODELOS DE LOS COEFICIENTES DE ABSORCIÓN DE LUZ: SU APLICACIÓN A COLUMNAS ELÉCTRICAS NO HOMOGÉNEAS PARA EL CÁLCULO DE LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA
A.D. Giles Ozuna y S. Álvarez Borrego
- OA-06 10:15 hrs. RED SIMPLE DE SENSORES DE FIBRA ÓPTICA
I. Márquez B., J.A. Espinosa, M.G. Shlyagin, S.V. Mirzhasov and D. Trenti
- OA-07 10:30 hrs. CARACTERIZACIÓN DE UN EDFA CONSTRUÍDO CON UNA LONGITUD CORTA DE FIBRA CUYA CONCENTRACIÓN DE ERBIO ES ALTA
Manuel May Alarcón y Diana Trenti Santa Cruz
- OA-08 10:45 hrs. CORRELACIÓN A COLOR PARA IDENTIFICAR VIRUS CHOLERA 01 EN MUESTRAS DE AGUA DE MAR
Rosa Reyna Mouriño Pérez y José Álvarez Borrego
- OA-09 11:00 hrs. DESARROLLO DE UN SISTEMA ÓPTICO-DIGITAL AUTOMATIZADO PARA IDENTIFICAR Y CONTAR ESPECIES FORMADORAS DE MAREA ROJA
José Luis Pech Pacheco y José Álvarez Borrego

SALA C

JUEVES 12

SESIÓN: GEOHIDROLOGÍA I

Moderador: John Randall Roberts

- GEOH-01 09:00 hrs. SEPARACIÓN DEL BAJO DE GUANAJUATO EN FRONTERAS GEOHIDROLÓGICAS, EVIDENCIA DE GEOFÍSICA Y GEOLOGÍA
John A. Randall Roberts
- GEOH-02 09:15 hrs. EVOLUCIÓN DE NIVELES PIEZOMÉTRICOS DEL ACUÍFERO DEL VALLE DE MEXICALT, B.C.
Rogelio Vázquez González y Jorge Ramírez Hernández
- GEOH-03 09:30 hrs. ELEMENTOS HIDROLÓGICOS EN LA PROTECCIÓN DE MANANTIALES: CASO LAGO DE CAMÉCUARO, MICHOACÁN, MÉXICO
J.T. Silva García, J.A. Ramos León, R. Rodríguez Castillo y V.H. Gerardo Moorey
- GEOH-04 09:45 hrs. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD EN SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES CONSIDERANDO LA SATURACIÓN Y CALIDAD DE AGUA: LOS CASOS DE LOS VALLES DEL YAQUI Y HERMOSILLO, SONORA
Isabel Simón-Velázquez, Birgit Steinich y Andrés Chavarría
- GEOH-05 10:00 hrs. ESTUDIOS GEOLOGICOS, GEOFÍSICOS Y GEOHIDROLÓGICOS EN EL ÁREA DE HIDALGO DEL PARRAL, CHIHUAHUA (AVANCE A 1998): MODELO CONCEPTUAL DEL ACUÍFERO DEL VALLE DEL VERANO
Miguel Ruy-Ochoa, Rafael Chávez-Aguirre, Abundio Osuna-Vizcarra, Luis M. Alva-Valderrama y Jaime H. Urrutia-Pacaganchi
- GEOH-06 10:15 hrs. INTEGRACIÓN DE TÉCNICAS GEOFÍSICAS Y GEOHIDROLÓGICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA VARIABILIDAD ESPACIAL DE LA CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA TOTAL DEL VALLE DE ETLA, OAXACA
Nicolás-Campos, Muñoz-Servilla, Flores-Márquez, Herrera-Barrios y Chávez-Segura

SALA A
JUEVES 12

SESIÓN: EXPLORACIÓN GEOFÍSICA III
Moderrador: Marco A. Pérez Flores

EG-19
MIGRACIÓN EN PROFUNDIDAD ANTES DE APELAR EN DOS PASOS, CASO HISTÓRICO
Arturo Diego-Orozco y Jorge Amuchastegui

11:15 hrs.

EG-20
EVALUACIÓN DE PERMEABILIDAD EN YACIMIENTOS
FRACTURADOS: NUEVAS PERSPECTIVAS USANDO REGISTROS DE POZO
Gustavo Mendez Romero y Javier Becerra Ayala

11:30 hrs.

EG-21
INVERSIÓN GLOBAL DE SONIDOS ELÉCTRICOS VERTICALES CON
VARIACIÓN EXPONENCIAL DE LA RESISTIVIDAD: ALGORITMOS
GENÉTICOS VS. SIMULATED ANNEALING
Ignacia M. Arturo, Cruz A. Vitor Manuel y Ortiz-Alemán J. Carlos

11:45 hrs.

EG-22
MAGNETOTELLURIC MEASUREMENTS IN SOUTHERN MEXICO
A. Jording, J.A. Arzate and H. Jodice

12:00 hrs.

EG-23
APLICACIÓN DE ALGORITMOS GENÉTICOS PARA INVERSIÓN
BIDIMENSIONAL DE DATOS DE MAGNETOTELLÚRICOS
M.A. Pérez Flores

12:15 hrs.

EG-24
ANÁLISIS DE DISTORSIÓN DEL PERFIL MAGNETOTELLÚRICO EN TIPI-
TLACOTALPAN
E. Rosenda Martín, J.A. Arzate Flores, J. Jodice y A. Jording

12:30 hrs.

EG-25
INVESTIGANDO LA DISTRIBUCIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD
ELÉCTRICA EN LA ZONA SISMOGÉNICA DE LA FALLA DE SAN
MIGUEL, SIERRA DE JUÁREZ, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO
José M. Razo, María Vega, Jesús Brizuela y José Fier

12:45 hrs.

COMIDA

13:00 hrs.

SALA B
JUEVES 12

SESIÓN: OCEANOGRAFÍA PESQUERA
Moderrador: Daniel B. Llach Costa

OCP-01
EXPLICACIÓN DEL COLAPSO DE LA SARDINA DEL GOLFO DE
CALIFORNIA A PARTIR DE FALLAS EN EL SISTEMA DE TRIADA
(ENRIQUECIMIENTO, CONCENTRACIÓN Y RETENCIÓN)
Salvador E. Llach-Costa

OCP-01

OCP-02
PATRONES DE DISTRIBUCIÓN DE LARVAS DE PECES EN LA
CORRIENTE DE CALIFORNIA
J.J. Barón-Romero, D.B. Llach-Costa, D. Llach-Belda, S.E. Llach-Costa y R.
Fuentes-Rodríguez

OCP-02

OCP-03
RESPUESTA COMPARADA DE LA COMUNIDAD ICTIOPLANCTÓNICA
DE LA REGIÓN CENTRAL DE LA CORRIENTE DE CALIFORNIA ANTE
EL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL Y LA VARIABILIDAD INTER-
DECADAL
Eduardo Muñoz Mejía

OCP-03

OCP-04
VARIABILIDAD DE LA POBLACIÓN DE SARDINA MONTERREY
(SARDINOPS CAURILATUS) EN EL GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO
M.O. Nevárez Martínez, D. Llach-Belda, M.A. Cosentino Mata, M.A. Martínez
Zavala, J.P. Santos Molina y S.E. Llach-Costa

OCP-04

OCP-05
ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE DOS REGIONES DE ALTA
PRODUCTIVIDAD BIOLÓGICA DE LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA
CALIFORNIA
M. Verónica Morales Zárate

OCP-05

OCP-06
BIOMASA Y DISTRIBUCIÓN DEL CALAMAR GIGANTE (SEPIOTES
OPACUS) EN EL GOLFO DE CALIFORNIA Y SU RELACIÓN CON LA
TEMPERATURA DEL AGUA
M.O. Nevárez Martínez, A. Hernández Herrera, E. Morales Bojórquez, A.
Balsori Ramírez, M.A. Cosentino Mata y R. Morales Appellán

OCP-06

OCP-07
DISTRIBUCIÓN COSTA-OCEANO DE JUEVES DE SARDINA Y SU
RELACIÓN CON EL TRANSPORTE DE EKMAN DURANTE AÑOS
CÁLIDOS Y FRÍOS EN LA CORRIENTE DE CALIFORNIA
Sergio Hernández Viqueza

OCP-07

OCP-08
LA PESQUERÍA DEL HUACHINANGO (LUTIANUS PERU) EN NAVARIT:
UN ENFOQUE CUANTITATIVO
Pablo del Monte

OCP-08

OCP-09
VARIACIÓN INTERANUAL EN EL CRECIMIENTO DEL CAMARÓN CAFÉ
PENAEUS CALIFORNENSIS Y SU RELACIÓN CON LA TEMPERATURA
J. López Martínez, F. Arrigui Sánchez, S. Hernández Viqueza, A. García Juárez,
G. Rodríguez Domínguez y W. Valenzuela Quintero

OCP-09

SALA C
JUEVES 12

SESIÓN: GEOTERMIA II
Moderrador: Alfonso García

GEOT-09
EL CONCEPTO DE POROSIDAD MÚLTIPLE EN RESERVORIOS
GEOTÉRMICOS DE ORIGEN VOLCÁNICO
Mario César Suárez Arriaga

GEOT-09

GEOT-10
SISTEMA DE CÓMPUTO PARA LA ESTIMACIÓN DE PERMEABILIDADES
DE FORMACIONES ROCOSAS A PARTIR DE UNA SOLA MEDICIÓN
(W/P) Y EL EMPLEO DE CURVAS-TIPO DE INFLUJO GEOTÉRMICO
Sara L. Moya, Daniel Uribe y Alfonso Aragón

GEOT-10

GEOT-11
UNA APROXIMACIÓN CUALITATIVA EN EL ANÁLISIS DE FORMACIONES
USANDO LA DERIVADA DE LA TEMPERATURA
Alfonso Aragón Aguilar

GEOT-11

GEOT-12
GEOMIST: MODELO PARA LA ESTIMACIÓN DE PERFILES DE
TEMPERATURA EN POZOS GEOTÉRMICOS PERFORADOS CON ABRE O
NEBLA
F. García, G. Espinosa, A. García y R. Nicolás

GEOT-12

GEOT-13
ANÁLISIS TÉRMICO DE LA PERFORACIÓN DE POZOS GEOTÉRMICOS
DIRECCIONALES
R. Nicolás, A. García, G. Espinosa y J.F. García

GEOT-13

GEOT-14
DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES TÉRMICAS DE FLUIDOS
UTILIZANDO TÉCNICAS DE CONTROL ANALÓGICO-DIGITAL
Pablo García-Manuel, Alfonso García-Godínez y Christopher Heard

GEOT-14

GEOT-15
GEOQUIM: UN MÓDULO ESPECIALIZADO EN GEOQUÍMICA PARA EL
SISTEMA COMPUTACIONAL BICEO V4.0
Eduardo R. Iglesias, Rosa María Barragán, Yola Galicia y Rodolfo J. Torres

GEOT-15

GEOT-16
TRACE ELEMENTS IN MORB SPINELS: A LASER ABLATION MICROPROBE
ICP-MS STUDY
L.M. Forsythe and J.F. Allan

GEOT-16

GEOT-17
CLASIFICACIÓN TERMODINÁMICA PARA LOS YACIMIENTOS VAPO-
DOMINANTES
Madelinda P. Vienna

GEOT-17

SALA A

JUEVES 12

SESIÓN: TECTÓNICA Y GEOLOGÍA I
 Moderador: Harald Böhm

SALA B

JUEVES 12

SESIÓN: OCEANOLOGÍA PESQUERA
 Moderador: Daniel B. Lluch Cota

SALA C

JUEVES 12

SESIÓN: GEOTERMIA II
 Moderador: Alfonso García

13:30 hrs.

OCP-10

DISPONIBILIDAD DE ALIMENTO PRIMARIO DURANTE EL NIÑO R2-43:
 RESPUESTAS DIFERENCIALES DE LA ZONA TEMPLADA Y TROPICAL
 Daniel B. Lluch Cota

GEO-18

INFLUENCE OF ELEMENTAL SULPHUR ON CORROSION OF CARBON
 STEELS IN GEOTHERMAL ENVIRONMENTS
 Benjamin Valdez, José A. Sampedro y Nasser Rostan

13:45 hrs.

OCP-11

CENTROS DE ACTIVIDAD BIOLÓGICA: UNA PROPUESTA DE
 INVESTIGACIÓN
 D. Lluch-Belda, N. Silverberg y S. Hernández-Vázquez

COMIDA

15:00 hrs.

SESIÓN: ASPECTOS ECOLÓGICOS DE MARES
 MEXICANOS (SESIÓN DEDICADA AL DR. SAÚL
 ALVAREZ BORRERO)

Moderador: José Rubén Lara Lara
 APERTURA DE LA SESIÓN
 José Rubén Lara Lara

15:30 hrs.

ANÉCDOTAS DEL DR. SAÚL ALVAREZ BORRERO
 Santos Silva Cota

16:00 hrs.

TG-01
 GEOMORFOLOGICAL CONSTRAINTS FOR TESTING CONTROVER-
 SIAL PALEOMAGNETIC AND GEOLOGICAL MODELS ON THE
 TECTONIC EVOLUTION OF THE PENINSULAR RANGES PROVINCE
 María Amabel Ortega Rivera

AEMM-01

LOS IMPACTOS DE LOS CAMBIOS AMBIENTALES GLOBALES EN LOS
 RECURSOS DE NUESTRO PAÍS: EN RUTA HACIA EL SIGLO XXI
 Rubén Lara Lara

GEO-19

EL CHICHON CLATER LAKE AND VOLCANO-HYDROTHERMAL SYSTEM:
 PRELIMINARY DATA ON THE HEAT AND MASS BUDGET
 Y.A. Tulin, N.R. Varley, J.L. Macías and J.M. Espinola

16:15 hrs.

TG-02
 DATOS PALEOMAGNÉTICOS DE BAJA CALIFORNIA: RESULTADOS DE
 LOS PLUTONES DE SAN TELMO, SAN JOSÉ Y SAN PEDRO MARTÍN
 Harald Böhm y Luis Delgado

AEMM-02

PARÁMETROS FOTOSINTÉTICOS DEL FITOPLANCTON DEL GOLFO DE
 CALIFORNIA
 José Eduardo Valdez Holguín, Saúl Álvarez Borrero y Charles C. Trevis

GEO-20

TECNOLOGÍA DE PURIFICACIÓN DE EFUENTES: UNA APLICACIÓN DE
 LA BOMBA DE CALOR POR ABSORCIÓN
 Sócrates Santoyo-Gutiérrez, Javier Sigüenza Alatorre y Edgar Santoyo Gutiérrez

16:30 hrs.

TG-03
 CARACTERÍSTICAS DE LA DEFORMACIÓN EN LAS ROCAS
 CRISTALINAS CRETÁCEAS AL E-SE DE LA CIUDAD DE LA PAZ, B.C.S.,
 MEXICO
 Ramón Velázquez Ernesto y Fletcher M. John

AEMM-03

PRODUCTIVIDAD PRIMARIA EN EL OCEANO PACÍFICO MEXICANO:
 ANÁLISIS Y PERSPECTIVAS
 Gilberto Gascón Castro

GEO-21

PROPUESTA GEOLÓGICA SOBRE LOS LÍMITES, ÁREA Y VOLUMEN DEL
 YACIMIENTO GEOTERMICO DE LOS HUMEROS, PUEBLA
 Daniel Cuatrecasas Hernández

16:45 hrs.

TG-04
 EL CUERPO INTRUSIVO TERCARIO DE SAN JUAN DEL REPARO,
 GUERRERO: GENESIS, EMPLAZAMIENTO Y ALGUNAS RELACIONES
 CON LA EVOLUCIÓN TECTÓNICA REGIONAL
 Blas Bigazzi, Giovanni Colucci y Pedro Corona-Chavez

AEMM-04

DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES ESTADÍSTICAS DE SUPERFICIES
 RUGOSAS A PARTIR DE IMÁGENES REMITAS
 José Álvarez Borrero

GEO-22

INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA DE UNA SECCIÓN E-W MEDIANTE
 SÍMULA DE REFLEXIÓN EN EL CAMPO GEOTERMICO DE LOS HUMEROS,
 PUEBLA
 Jesús Acosta-Fragoso

SALA A

JUEVES 12

SESIÓN: TECTÓNICA Y GEOLOGÍA I

Moderador: Harald Böhm

- 17:00 hrs. **TG-05**
LATE CRETACEOUS BASEMENT UPLIFT AND LARGE-SCALE GRAVITATIONAL TECTONICS IN SOUTHERN MEXICO: A POSSIBLE REASON FOR ANOMALOUS LARAMIDE TRENDS SOUTH OF THE MEXICAN VOLCANIC BELT
Luca Ferrari, Angel Nieto Sarmiento and Susana Alami Alvaraz
- 17:15 hrs. **TG-06**
MIGRACIÓN DE VOLCANISMO Y FALLAMIENTO EN EL SUR DE LA SIERRA DE GUANAJUATO
Cecilia Martínez M., Agustín Díaz G.J. y López Martínez M.
- 17:30 hrs. **TG-07**
ESTADO DE ESFUERZOS NEOTECTÓNICOS EN EL SEGMENTO ORIENTAL DEL EJE NEOVOLCÁNICO TRANSMEXICANO, BORDE DEL ALTIPLANO Y LLANURA COSTERA
R. Vargas, P.J. Rincón y G. de Vicente
- 17:45 hrs. **TG-08**
EL OCCIDENTE DEL GRABEN DE CHAPALA - EL NORTE DEL GRABEN DE COLIMA - SEMIGRABEN CITLALA-SAYULA: UNA NUEVA PERSPECTIVA
J. Rosas-Elguera

SALA B

JUEVES 12

SESIÓN: ASPECTOS ECOLÓGICOS DE MARES MEXICANOS (SESIÓN DEDICADA AL DR. SAÚL ALVAREZ BORRERO)

Moderador: José Rubén Lara Lara

- RECESO**
- AEMM-05**
PRODUCCIÓN PRIMARIA EN EL GOLFO DE CALIFORNIA: SU RELACIÓN CON LA DINÁMICA FÍSICA
Hidalgo González R.M. y Saúl Álvarez-Borrego
- AEMM-06**
VARIABILIDAD INTERANUAL DEL COEFICIENTE ESPECÍFICO DE ABSORCIÓN POR FITOPLANCTON EN EL GOLFO DE CALIFORNIA
Eduardo Millán-Núñez, José Rubén Lara-Lara y Charles C. Ties
- AEMM-07**
VARIABILIDAD TEMPORAL DE LAS SURGENCIAS POR VIENTO EN LA COSTA CONTINENTAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA
Salvador E. Lloch-Cota y S. Álvarez-Borrego
- AEMM-08**
BIODIVERSIDAD DEL FITOPLANCTON MARINO DE MÉXICO
David U. Hernández-Becerra
- AEMM-09**
EVALUACIÓN DEL NIVEL TRÓFICO DE 3 BALLENAS (BALAENOPTERA MUSCULUS, B. PHYSALLUS AND B. EDENI) FROM THE GULF OF CALIFORNIA USING STABLE CARBON AND NITROGEN ISOTOPE RATIOS
Sergio Aguilara, D. Gerdson y J.D. Casterbury

SALA C

JUEVES 12

SESIÓN: GEOTERMIA III

Moderador: Vicente Torres

- GEOT-23**
MAPEO DE ÓXIDOS E HIDRÓXIDOS EN ZONAS DE ALTERACIÓN DE LA CALDERA DE ACOCULCO, PUEBLA, MEDIANTE EL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES LANDSAT-TM
Vicente Torres Rodríguez, Gabriel Origel Quistáñez, Peter Bickle y Eduardo González Partida
- GEOT-24**
IMÁGENES DE RESISTIVIDAD PARA DATOS DE DIPOLO-DIPOLO Y SCHLUMBERGER DEL CAMPO GEOTÉRMICO DE CERRO PRIETO, B.C.
Adolfo S. Charré Meza y Marco A. Pérez Ponce
- GEOT-25**
LA EXPLORACIÓN GEOTÉRMICA EN SAN ANTONIO EL BRAVO, CIBOLA, PROVINCIA DEL BASIN AND RANGES, RIFT DEL RÍO GRANDE
Víctor Santiago Rocha López
- GEOT-26**
SOPORTE TÉCNICO PARA LA LOCALIZACIÓN DE POZOS DE GRADIENTE EN LA ZONA GEOTÉRMICA DE SAN BARTOLOME DE LOS BAYOS, GUANAJUATO
Roberto Leal Hernández y Aida López Hernández

ASAMBLEA GENERAL

ASOCIACIÓN MEXICANA DE GEOTERMIA

SALA A

VIERNES 13

SESIÓN: TECTÓNICA Y GEOLOGÍA II

Moderador: Gustavo Tolson

- TG-09
09:00 hrs.
SALT TECTONICS SIMULATIONS USING LABORATORY-DERIVED
RHEOLOGICAL LAWS FOR SHALE AND SALT
Mazurek R.A., Rosell J.E., Carter N.L., and Andrews M.J.
- TG-10
09:15 hrs.
MINI-RED DE MEDIDORES DE DEFORMACIONES SUPERFICIALES EN
LA PARTE SUR DE LA FALLA IMPERIAL (BAJA CALIFORNIA, MÉXICO)
Ewa Glowacka, Javier González, Guillermo Díaz de Cossío, Francisco Peñín y
Juan Castillo
- TG-11
09:30 hrs.
DESIZAMIENTO VERTICAL EN LA FALLA IMPERIAL: DISPARADO,
SANO Y RECUPERACIÓN VISCOELÁSTICA
F. Alejandro Nava y Ewa Glowacka
- TG-12
09:45 hrs.
PROPIEDADES EFECTIVAS DE MATERIALES CON MICROESTRUCTURA
0-3
F.J. Salinas
- TG-13
10:00 hrs.
ANÁLISIS GEOMÉTRICO Y FRACTAL DEL FRACTURAMIENTO Y SU
RELACIÓN TEMPORAL CON EL PLEGAMIENTO EN ROCAS
CRETÁCEAS ENTRE VIZARRÓN Y SAN JOAQUÍN, QUERÉTARO
Tolson G., Yasmin Guzmán S., Arana Salazar L., Páez, G. y Pío Ledezma R.M.
- TG-14
10:15 hrs.
GEOMETRÍA FRACTAL DEL FRACTURAMIENTO EN EL ÁREA DE
VIZARRÓN-QUERÉTARO: DATOS PRELIMINARES
Sergio Yasmin Guzmán y Gustavo Tolson
- TG-15
10:30 hrs.
THE AGUACHILE AND LA HERRADURA SYNCLINES, SOUTHEASTERN
CHIHUAHUA: EVIDENCE FOR LATE-CENOZOIC REACTIVATION OF
THE SAN MARCOS FAULT
José Jorge Aranda-Gómez, James F. Lehr and Todd B. Henth

10:45 hrs.

11:00 hrs.

SALA B

VIERNES 13

SESIÓN: EL NIÑO 1997-1998: IMPACTOS Y
APLICACIONES DE LOS PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS

Moderador: José Rubén Lara Lara

- IAPC-01
EL EVENTO DE EL NIÑO 1997-1998
José Rubén Lara Lara
- IAPC-02
THE SEVERE DROUGHT OF 1997-1998 IN MEXICO: RESPONSE TO ENSO
AND QBO FORCINGS
Art Douglas
- IAPC-03
LAS SEQUÍAS DEL BAJO GUANAJUATENSE Y EL FENÓMENO ENOS
DURANTE 1990-1997
Gisela Montiel Silva
- IAPC-04
ANÁLISIS DE LA SEÑAL "EL NIÑO" DE LOS AÑOS 1997-98 Y SUS
CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS EN LA ZONA
METROPOLITANA DE GUADALAJARA
Terebilenko I.E. y Filonov A.E.
- IAPC-05
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA ACTIVIDAD CICLÓNICA EN EL
PACÍFICO NOROCCIDENTAL Y SU RELACIÓN CON EL FENÓMENO DE EL
NIÑO
Eduardo Romero Vadillo y Rubén A. Morales Pérez
- IAPC-06
IMPACTOS DE EL NIÑO 1997-1998 EN EL SECTOR PESQUERO DE
MÉXICO
Daniel Llach
- RECESO

SALA B

VIERNES 13

SESIÓN: GEOHIDROLOGÍA II

Moderador: Jorge Ramírez Hernández

- GEOH-07
ORIGEN DEL AGUA DE POZO Y DE LA SALINIDAD DEL ACUITARDO
LACUSTRE DE LA CIUDAD DE MÉXICO
Marcos Adrián Ortega Guzmán
- GEOH-08
ANÁLISIS DE LA CONCENTRACIÓN DE IONES MAYORITARIOS EN EL
ACUITARDO DEL VALLE DE MEXICALI Y SU RELACIÓN CON AGUAS
GEOTÉRMICAS
Jorge Ramírez-Hernández y Rogelio Vázquez González
- GEOH-09
VARIACIONES EN LA VERTICAL DE LA CONCENTRACIÓN PARA LA
MARGEN DERECHA DEL RÍO PITÁTLÁN, GUASAVE, SINALOA, ESTIMADA
A TRAVÉS DE METEOROLOGÍA INDIRECTA
Verónica Horella María de Jesús, Norzagaray Campos Mariano, Nolasco Sevilla
Pérez, Herrera Barrientos Jaime, Saiz Ramos Rafael, Verónica Horella María de
Jesús y Espinosa Verónica María de los Angeles
- GEOH-10
ALTERNATIVAS DE EXPLOTACIÓN EN UN ACUÍFERO CONTAMINADO
CON TRICLOROETILENO (TCE): UN CASO HIPOTÉTICO
Norberto Vera Guzmán
- GEOH-11
PRECAUCIONES PARA ESTUDIOS EN SITIOS ALTAMENTE
CONTAMINADOS
Erika Ríos de Morfín y Luis E. Martín

SALA A
VIERNES 13

SESIÓN: TECTÓNICA Y GEOLOGÍA III
Moderador: Carlos Suárez Plascencia

TG-16
CAUSAS Y ÁREAS AFECTADAS POR EL FLUJO DE LODO Y ROCAS EN
SAN JUAN COSALA, CHAPALA, JALISCO
Carlos Suárez Plascencia, Francisco Nolasco Cerni, Gustavo Saavedra de la Cruz,
Leonides Sánchez Vázquez

TG-17
DEFORMACIÓN EN LA ZONA DE DESLIZAMIENTOS DE LA
CABRETERA DE CUOTA TIJUANÁ-ENSENADA
Manuel Cruz-Castillo y Luis Alberto Delgado-Argente

TG-18
DETERMINACIÓN DEL VALOR EMPÍRICO DE RIESGO GEOLÓGICO
ASOCIADO AL MOVIMIENTO DE MASAS ROCOSAS EN EL ÁREA DEL
CAÑÓN EL CARMEN, AL NE DE LA CIUDAD DE ENSENADA, B.C.,
MÉXICO
Israel Contreras González

TG-19
UPLIFTED HOLOCENE TERRACES AND TECTONIC DEFORMATION OF
THE MICHOCAN COAST, SOUTHERN MEXICO
Ramirez María Teresa, Marshall Jeffrey S. and Zamorano J.J.

TG-20
LOCALIZACIÓN Y ESTADO ACTUAL DE LAS ZONAS FOSILÍFERAS
PLEISTOCÉNICA Y CRETÁCEAS DEL ESTADO DE JALISCO
Gustavo Saavedra de la Cruz y Carlos Suárez Plascencia

TG-21
NEOTECTÓNICA DE LA PLANKIE COSTERA, DEL GOLFO DE MÉXICO,
IMPLICACIONES TECTÓNICO-ECONÓMICAS EN LA REGIÓN DE
ERANOMANUO
Mario E. Vázquez M., Mario Hernández G., Carlos Villegas C., Rogelio Ramos
A., Raúl García H., Emilián Velázquez C., Jorge A. Hernández C., Eduardo
Macías Z., Aureliano Garza R., Aureliano Gutiérrez P. y Mario Chávez G.

TG-22
CORRELACIÓN MORFOESTRUCTURAL Y GEOFÍSICA DE LA CUENCA
DE CHICONTÉPIC
Gerardo Romoquillo J., Alberto Rocha L., y Gustavo López G.

TG-23
CARACTERIZACIÓN GEOLOGICA DE UN CAMPO PETROLERO Y SU
INTERRELACION CON OTRAS DISCIPLINAS
Cristóbal Sarmiento López

SALA B
VIERNES 13

SESIÓN: EL NIÑO 1997-1998: IMPACTOS Y
APLICACIONES DE LOS PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS
Moderador: José Rubén Lara Lara

IAPC-07
ADVANCES IN ENSO FORECAST MODELING
Nick Graham

IAPC-07 CONTINUACIÓN

IAPC-08
UN MODELO CLIMÁTICO SECUNDARIO BASADO EN ÍNDICES DE
ENOS
Edgar O. Preña

IAPC-09
APPLICATIONS OF SHORT-TERM CLIMATE FORECASTING: AN
OVERVIEW
Michael Hall and James Bulmer

IAPC-09 CONTINUACIÓN

IAPC-10
PROGRAM ACTIVITIES RELATED TO THE 97/98 EL
NIÑO EVENT
Josh Foster

IAPC-11
CALIFORNIA PILOT PROJECT ON THE USE OF CLIMATE
INFORMATION
Katie Marnett

COMIDA

SALA B
VIERNES 13
SESIÓN: EL NIÑO 1997-1998: IMPACTOS Y
APLICACIONES DE LOS PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS
Moderador: José Rubén Lara Lara

IAPC-12
CLIMATE ASSESSMENT PROJECT FOR THE SOUTHWEST, USA
Barbara Morehouse

15:00 hrs.

IAPC-13
EL FENÓMENO DEL NIÑO Y SU IMPACTO EN LA AGRICULTURA EN
MÉXICO
Cecilia Couste, Victor Magaña, Rosa María Ferrer y Carlos Gay

15:15 hrs.

"MESA REDONDA: EL NIÑO 1997-1998 Y LA NIÑA 1997-
1998"

15:30 hrs.

CARTELES

MARTES 10 • 16:00 A 18:00 HRS.
MIÉRCOLES 11 • 09:00 A 13:00 HRS.

- CARTEL-01**
COLABORATORIO MEXICANO PARA ESTUDIOS DEL FENÓMENO DE EL NIÑO
René F. Navarro y José Gómez-Vallés
- CARTEL-02**
VISUALIZACIÓN DE MODELOS NUMÉRICOS DEL OCEANO
Cabrera-Ramos C.E.
- CARTEL-03**
ESTUDIO ACERCA DE LAS VARIACIONES DE FRECUENCIA BAJA DEL NIVEL DEL MAR EN EL GOLFO DE MÉXICO
Orlando Ramírez Sissat y Julio Candelá Pérez
- CARTEL-04**
INVESTIGATION OF UNDRAINED SHEAR STRENGTH ON FINE-GRAINED SOILS
Jürgen Malsbenden and Otto Progl
- CARTEL-05**
PREDICCIÓN DE SERIES DE TIEMPO, APLICANDO REDES NEURONALES ARTIFICIALES
Miguel Ángel Pérez Chavert y Francisco Ocampo Torres
- CARTEL-06**
ESTUDIOS GEODÉSICOS DE DEFORMACIÓN EN EL VOLCÁN POPOCATEPÉTL
Gómez Vázquez A., Márquez E., Gómez E., Barrera L., Carrillo, M., Torres C., Pérez S., Ramírez G., Vite K., Romero H. y S. De la Cruz-Reyna
- CARTEL-07**
COMENTARIOS SOBRE ACONTECIMIENTOS SISMOLÓGICOS DE CUBA
Mario Osorio Cordero Rodríguez
- CARTEL-08**
VERANO DEL '98: UN SONDEO DE MICROSIMILITUD EN EL CORAZÓN DEL NORTE DE BAJA CALIFORNIA
J. Javier González-García, José Frez, Luis Orozco, Raúl Ochoa, Ignacio Méndez, Flor Carrillo, Gustavo Arellano, Oscar Gálvez, Ruth Esten, José Acosta, Alejandro Nava, Alejandro González, Adán González, Araceli Ortega y Mark Alvarez
- CARTEL-09**
RESIDUALES DE ESTACIONES CERCANAS DE LAS REDES RESNOM Y SCSS PARA EPICENTROS DEL SISTEMA DE FALLAS SAN MIGUEL
F. Farfán, I. Méndez, J. Frez, C.J. Rebollar, L. Orozco, O. Gálvez, G. Arellano, J. Carlos, R. García Arbur y J. González
- CARTEL-10**
ANISOTROPÍA SÍSMICA EN EL VALLE DE MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO
Mario González y Luis Mangata
- CARTEL-11**
ACONDICIONADOR DE CAMPOS ELÉCTRICOS DE MUJ BAJA FRECUENCIA PARA UN SISTEMA DE REGISTRO DEL CAMPO GEOMAGNETOMAGNETICO
Jesús Brasseur Ochoa
- CARTEL-12**
EXPLORACIÓN GEOLÓGICA EN EL VALLE DE SAN LUIS RÍO COLORADO, SONORA, UTILIZANDO DOS DIFERENTES EQUIPOS
Jesús Brasseur Ochoa, Juan Espinosa Luna y Héctor Romero Espigol
- CARTEL-13**
MEDICIONES DE CORRIENTE DIRECTA EN CONDICIONES LÍMITE DEL POTENCIAL ELÉCTRICO
Jesús Brasseur, Luis Alonso Gallardo, Enrique Gómez-Trujillo y Francisco J. Espinosa
- CARTEL-14**
APLICACIÓN DE LA SISMOLOGÍA BIDIMENSIONAL EN LA DETERMINACIÓN DEL LÍMITE DEL YACIMIENTO EN EL PROYECTO DE EXPLORACIÓN LACANTÚN, CHIS. MÉXICO
Juan Marcos Brandi Puriá, Fernando Sarmiento Veralazo y Gildardo Guerrero Cruz
- CARTEL-15**
COASTAL ZONE MANAGEMENT USING SPOT IMAGERY AND GIS DATA IN SOUTHEAST TEXAS
Eric Riekem
- CARTEL-16**
ANÁLISIS DE DISTORSIÓN DEL PERFIL MAGNETOTELÚRICO INTEPEL-TLACOTALPAN
E. Rosado Morfin, J.A. Arante Flores, H. Jódice y A. Jording
- CARTEL-17**
GEOCHRONOLOGICAL CONSTRAINTS FOR TESTING CONTROVERSIAL PALEOMAGNETIC AND GEOLOGICAL MODELS ON THE TECTONIC EVOLUTION OF THE PENINSULAR RANGES PROVINCE
María Amabel Ortega Rivera

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.
• REUNIÓN ANUAL 1998 •
PROGRAMA GENERAL



LUNES 9				MARTES 10				MIÉRCOLES 11				JUEVES 12				VIERNES 13			
A	B	C		A	B	C		A	B	C		A	B	C		A	B	C	
CEREMONIA INAUGURAL				VOLCANES ACTIVOS DE MÉXICO (Academia Mexicana de Ciencias)				EXPLORACIÓN GEOFÍSICA I				EXPLORACIÓN GEOFÍSICA II				TECTÓNICA Y GEOLOGÍA II			
				OCEANOGRAFÍA (Estuarios, Lagunas Costeras y Bahías)				OCEANOGRAFÍA (Paleoceanografía Paleoclimatología)				SESIÓN ESPECIAL ÓPTICA APLICADA				EL NIÑO 1997-1998: Impactos y Aplicaciones de los Pronósticos Climáticos			
REGISTRO E INSCRIPCIÓN 8:00 A 9:00				INGENIERÍA SÍSMICA I				SISMOLOGÍA III				GEOHIDROLOGÍA I				GEOHIDROLOGÍA II			

**Recordamos a todos los miembros de la Unión Geofísica Mexicana, A.C.
que la cuota para 1998 es de \$200.00 para investigadores
y \$150.00 para estudiantes.**

página internet: www.ugm.org.mx

Favor de hacer llegar su cuota a:

Maria Guadalupe Martínez Vázquez
Depto. de Geología,
División de Ciencias de la Tierra,
CICESE
Km. 107, Carret. Tijuana-Ensenada,
Ensenada, 22860, Baja California, México

Araceli Chaman
Depto. de Posgrado,
Instituto de Geofísica,
UNAM
Cd. Universitaria, Delegación Coyoacán,
04510, México, D.F.

Con un cordial saludo

**Luis A. Delgado Argote
Secretario de Difusión**

GEOS

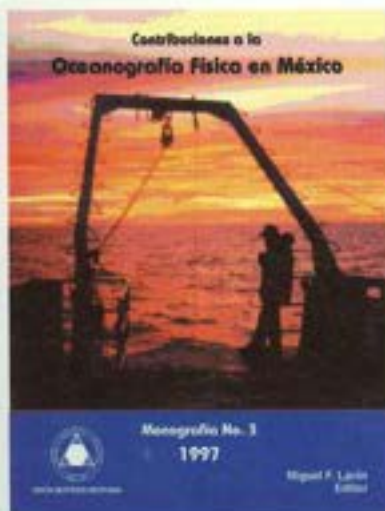
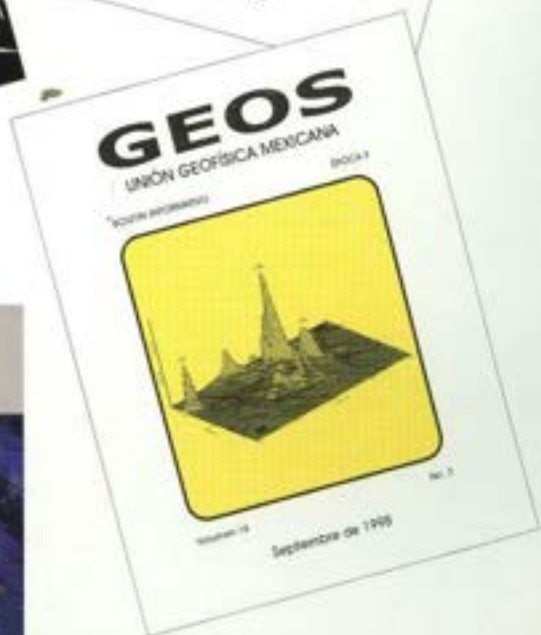
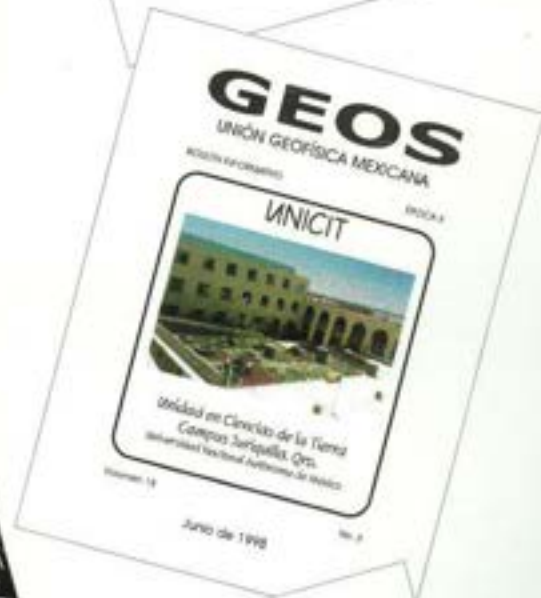
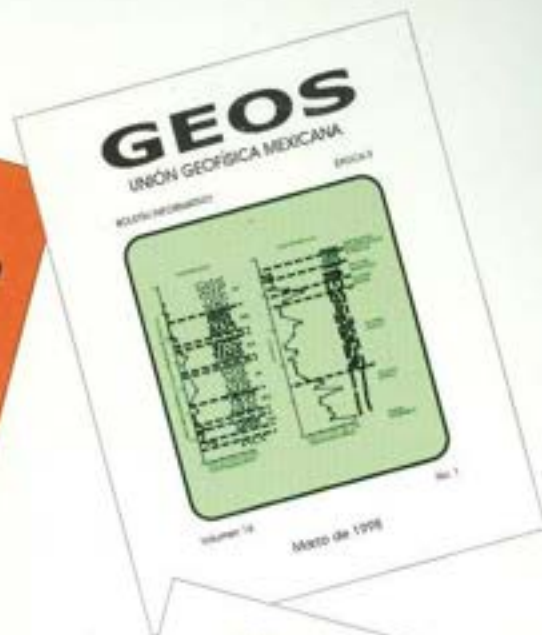
Revista a la venta con:

Maria Guadalupe Martínez Vázquez
Depto. de Geología,
División de Ciencias de la Tierra
Tel: 01(61)744-501 al 08
Ext: 26035
E-mail: gmartinez@cicese.mx

Costo del ejemplar \$50.00

Araceli Chaman
Depto. de Posgrado
Instituto de Geofísica
Tel: 01(5) 622-4130 y 622-4137
E-mail: achaman@quetzalcoatl.igeofcu.unam.mx





Tus trabajos de investigación y divulgación tienen cabida en estos foros de la Unión Geofísica Mexicana, A.C.