

GEOS

UNION GEOFISICA MEXICANA

BOLETIN INFORMATIVO

EPOCA II

Trigésimo quinto aniversario de la Unión Geofísica Mexicana



a diez años del temblor de Michoacán
del 19 de septiembre de 1985

Volumen 15

No. 2

Noviembre de 1995

Resúmenes y Programa de la Reunión Anual

GEOS
Boletín Informativo de la Unión Geofísica Mexicana
(ISSN 0186-1891)

UNION GEOFISICA MEXICANA
MESA DIRECTIVA 93-95

Dr. Enrique Gómez Treviño
Presidente

Dr. Juan Manuel Espíndola Castro
Vicepresidente

M.C. Luis A. Delgado Argote
Secretario General

M.C. Francisco Medina Martínez
Tesorero

M.C. L.G. Suárez
Secretario de Investigación

Dra. Silvia Bravo
Secretario de Difusión

Dra. R.M. Prol y Dr. R. Castro
Secretarios de Educación

APOYO EDITORIAL
Victor Manuel Frías Camacho
Ana Pereda

Luis A. Delgado Argote y Enrique Gómez Treviño
Editores

COMITE EDITORIAL

Harald Bohnel, Paleomagnetismo, Instituto de Geofísica, UNAM
Juan Brandi, Reflexión Sísmica, DESFI, UNAM
Silvia Bravo, Estudios Espaciales, Instituto de Geofísica, UNAM
Gerardo Carrasco, Vulcanología, Instituto de Geología, UNAM
Ana Luisa Carreño, Paleontología, Instituto de Geología, UNAM
Raúl Castro, Sismología, Div. Ciencias de la Tierra, CICESE
Ricardo Díaz N., Exploración Geofísica, IMP
Hubert Fabriol, Geotermia, Div. Ciencias de la Tierra, CICESE
Carlos Flores, Métodos Eléctricos y Electromagnéticos, CICESE
José Luis Frías Salazar, Cartografía, INEGI
Juan García A., Gravimetría y Magnetometría, CICESE
René Garduño, Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Juan Gaviño, Oceanografía Física, CEUNIVO, Univ. de Colima
Manuel Grajales N., Estratigrafía, IMP
Irma Guevara, Geoquímica, IIE
Alejandro Hinojosa, Sistemas de Información Geográfica, CICESE
Miguel Lavín, Oceanografía, Div. de Oceanología, CICESE
Alberto López, Astronomía, Instituto de Astronomía, UNAM
Luis Miguel Mitre, Geología Ambiental, Instituto de Geología, UNAM
Guillermo Pérez, Exploración Petrolera, PEMEX
Domitilo Pereyra, Meteorología, Univ. Veracruz-Jalapa
Francisco José Sánchez Sesma, Ingeniería Sísmica, UNAM
Mario César Suárez, Geotermia, CFE
Oscar Talavera, Petrología, Univ. Autónoma Guerrero
Miguel Téllez, Sedimentología, UABC
Gustavo Tolson, Geología Estructural, Instituto de Geofísica UNAM
Luis Valdivia, Geomorfología, Univ. Guadalajara
Joerg Werner, Geohidrología y Paleoclimatología, UANL, Linares

GEOS, Boletín Informativo de la Unión Geofísica Mexicana 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, 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 enviados para publicación no deben de exceder doce cuartillas más cuatro figuras. 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. Los trabajos y notas de investigación deberán ser enviados a los editores, quienes turnarán los documentos a los editores de área para su arbitraje.

Toda correspondencia dirigirla a:

División de Ciencias de la Tierra
At'n: Luis A. Delgado Argote.
Km. 107 Carr. Tijuana-Ensenada,
Ensenada, 22860, Baja California
Tel. (617) 4 45 01 al 05
FAX: (617) 4 49 33
e-mail: ldelgado@cicese.mx

EDITORIAL

TRIGESIMO QUINTO ANIVERSARIO

El 15 de noviembre de 1995 La Unión Geofísica Mexicana cumplirá 35 años de existencia. Es muy grato contemplar que nuestra Unión, a través de los años, ha logrado convertirse en una de las principales sociedades científicas de México. Por la variedad de las disciplinas que incluye y por el número de trabajos que se presentan, nuestra reunión es probablemente en este tiempo la más importante en el área de Ciencias de la Tierra.

Nuestras reuniones anuales atraen cada vez a un mayor número de participantes. En esta ocasión recibimos más de 350 trabajos, lo cual representa un incremento del 75% con respecto a los 200 recibidos hace apenas dos años. En los 35 años de existencia de la UGM no se había tenido una participación tan numerosa. Participan 82 instituciones mexicanas, 23 de Estados Unidos, 14 de Francia, 4 de Rusia, 7 de otros países europeos, 3 de Latinoamérica y uno de Australia.

Los logros anteriores se deben, en parte, a que en los últimos años más miembros de la Unión trabajan en forma activa en los diversos aspectos de la organización. Para la presente reunión se concretaron varias sesiones especiales: Cambios Ambientales Globales, organizada por Ruben Lara; Sismología (a 10 años del sismo de 1985), por Raúl Castro; Geotermia, por Hubert Fabriol; Riesgo Volcánico, por Juan M. Espíndola; Sistemas de Posicionamiento Global, por Javier González; Paleoceanografía del Pacífico Mexicano, por A. Molina y J. C. Herguera; Geohidrología, por Luis Marín; Dinámica de Mares Marginales, por María Luisa Argote; y Simulación del Oleaje y su Dinámica, por Francisco Ocampo.

La Mesa Directiva desea agradecer a los miembros anteriores su entusiasmo y dedicación. Igualmente le damos las gracias a Odranoel Quintero por ofrecer y conducir el curso "Análisis Estructural de Fallas Activas", y a Pratap Sahay por organizar el Taller Canadá-México sobre Aplicaciones de la Física de Medios Porosos. También deseamos agradecer a José Manuel Romo las largas horas dedicadas a apoyarnos en diversos aspectos de la organización de la presente reunión y edición de este libro de resúmenes. Fue muy importante el apoyo logístico de Ana Pereda, Lupita Martínez y Elena Enríquez. En la interminable talacha editorial contribuyeron principalmente Víctor Frías y Héctor Manzo, apoyados por Blanca Escareño, Ivonne Pedrín, Lupita González y Maru García.

Para llevar a cabo la presente reunión se contó con el patrocinio del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, así como de las siguientes instituciones de la UNAM: Instituto de Geofísica, Coordinación de la Investigación Científica, Instituto de Geología, Centro de Ciencias de la Atmósfera e Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. La Secretaría de Educación Pública patrocinó la impresión de la Monografía No.2 de la UGM "La Sismología en México: 10 años después del temblor de Michoacán del 19 de septiembre de 1985 (M=8.1)".

Como primer paso para llegar a celebrar en pocos años las Olimpiadas de las Ciencias de la Tierra a nivel nacional, y así divulgar e incidir en los programas educativos, a mediados del presente año se llevó a cabo una Primera Olimpiada Estatal en Baja California. El evento contó con el patrocinio del CICESE y se contempla efectuarla de nuevo el año próximo. La realización de estos eventos en otros estados nos acercará a nuestra meta de efectuar Olimpiadas Nacionales antes del año 2000.

Dos sesiones de la presente reunión tienen un carácter muy especial. Una de ellas, sobre Ciencias de la Atmósfera y Espacio Exterior, está dedicada a Javier Otaola; la otra, sobre Riesgo Volcánico, está dedicada a Francisco Medina. Ambos investigadores fueron dos tesoreros de la UGM y uno de sus tantos méritos es el de haber revivido a la Unión en 1981, después de que ésta pasó por un periodo de inactividad de 5 años. Queremos dedicar esta reunión a la memoria de Javier Otaola y de Pancho Medina.

Luis A. Delgado Argote y Enrique Gómez Treviño.

Medalla Manuel Maldonado Koerdell

CINNA LOMNITZ, ganador de la versión 1995

La versión 1995 del Premio Manuel Maldonado Koerdell de investigación científica contó con candidatos de excelente trayectoria. El comité de premiación decidió otorgarlo en esta ocasión al Dr. Cinna Lomnitz del Instituto de Geofísica de la UNAM, por sus logros en la generación de conocimientos científicos básicos y aplicados en el área de Sismología.

Cita. Dr. Cinna Lomnitz Aronsfrau. El Dr. Lomnitz nació en Colonia, Alemania, y es mexicano por naturalización. Su labor como sismólogo teórico y observacional se remonta a su época de estudiante, cuando realizó su doctorado en el Instituto Tecnológico de California, bajo la dirección de Hugo Benioff. Su reconocida calidad académica y científica le llevó a ocupar el cargo de director del Instituto Geofísico de Santiago de Chile (1958-1964) y posteriormente, la dirección del Departamento de Sismología del Instituto de Geofísica de la UNAM (1968-1970).

Actualmente, el Dr. Lomnitz es uno de los más destacados investigadores en el área de las Ciencias de la Tierra y ha contribuido significativamente a la investigación y la docencia. Sus estudios cubren casi todo el espectro de la Sismología, además de haber sido pionero con la instalación de la primera red telemétrica digital de monitoreo sísmico a nivel mundial. Su amplia producción científica incluye la publicación de cinco libros (el más reciente es de 1994), casi un centenar de artículos en revistas especializadas y numerosos artículos en volúmenes de congresos, reportes y publicaciones técnicas. Se ha caracterizado, además, por ser un asiduo divulgador de la ciencia.

Entre sus principales contribuciones científicas destaca la Ley de Lomnitz, la cual describe la deformación de un cuerpo de roca en el tiempo. Su libro más reciente, *Earthquake Prediction*, ha tenido una amplia aceptación. En los últimos años, y a raíz de los grandes sismos de septiembre de 1985, ha hecho contribuciones fundamentales en aspectos no lineales de propagación sísmica en el Valle de México.

En el campo de la docencia su labor también ha sido destacada. Ha impartido numerosos cursos de licenciatura y posgrado en las facultades de Ciencias e Ingeniería de la UNAM, y en el Posgrado de Ciencias de la Tierra, también de la UNAM. Además de dirigir tesis en los niveles anteriores, fue asesor informal de numerosos estudiantes mexicanos en posgrados extranjeros, antes de que se formalizara el de la UNAM.

En 1993, la Unión Geofísica Mexicana le otorgó la Medalla Mariano Bárcena por servicios a la Unión, en reconocimiento a su sobresaliente labor como editor científico de **GEOFISICA INTERNACIONAL**. Recientemente, el Dr. Lomnitz se ha hecho acreedor al Premio Nacional de Ciencias y Artes 1995, en la rama de Ciencias Físico Matemáticas, que otorga el Gobierno de México.

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

| | |
|--|-----------|
| Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México. | México |
| Centre de Recherches Péetrographiques et Géochimiques, Vandoeuvre-IÛs Nancy, France. | Francia |
| Centro de Calidad Ambiental | México |
| Centro de Investigación Sísmica, FJBS, México D.F. | México |
| Centro de Meteorología Aplicada, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México. | México |
| Centro Nacional de Prevención de Desastres, México, D.F. | México |
| Centro Universitario de Investigaciones en Ciencia Básica, Universidad de Colima, Colima, México. | México |
| Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas, Universidad de Colima, Manzanillo, Colima, México. | México |
| CFE, Depto. de Sismotectónicas, México, D.F. | México |
| CFE, Disciplina de Física Aplicada, El Farallón, Veracruz, México. | México |
| CFE, Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos, Morelia, Michoacán, México. | México |
| CFE, Gerencia de Proyectos Termoeléctricos, Morelia, Michoacán, México. | México |
| CFE, Instituto Tecnológico de Oaxaca, Oaxaca, México. | México |
| CFE, Residencia de Estudios, Cerro Prieto, Mexicali, Baja California, México. | México |
| CFE, Superintendencia de Estudios Geológicos, Zona Pacífico Norte, Guadalajara, Jal. | México |
| CICBAS, Universidad de Colima, Colima, México. | México |
| CICESE, Depto. de Geofísica Aplicada, Ensenada, Baja California, México | México |
| CICESE, Depto. de Oceanografía Física, División de Oceanología, Ensenada, Baja California, México. | México |
| CICESE, Depto. de Geología, División de Ciencias de la Tierra, Ensenada, Baja California, México. | México |
| CICESE, Depto. de Oceanografía Física, División de Oceanografía, Ensenada, Baja California, México. | México |
| CICESE, Depto. de Óptica, División de Física Aplicada, Ensenada, Baja California, México. | México |
| CICESE, Depto. de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE, Ensenada, Baja California, México. | México |
| CICIMAR, Depto. de Oceanología, La Paz, Baja California Sur, México. | México |
| Ciencias Atmosféricas de la Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México. | México |
| CNRS-UPMC, LGTE, Paris Cedex 05, France. | Francia |
| COFAA, BDA | México |
| Consortio Minero Benito Juárez Peña Colorada, Minatitlán Col. | México |
| Coordinación General de Investigación Científica, U. de C. | México |
| Department of Earth Sciences, University of Queensland, Queensland, Australia. | Australia |
| Department of Earth, Atmospheric and Planetary Sciences, MIT, Cambridge, MA, USA. | USA |
| Department of Geology and Geophysics, University of Utah, Salt Lake City, UT, USA. | USA |
| Department of Marine Science, University of South Florida, St. Petersburg, USA.. | USA |
| Depto. de Agronomía, Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad de Guanajuato, Irapuato, Guanajuato. | México |
| Depto. de Geología Dinámica, Geofísica y Paleontología, Facultad de Geología, Universidad de Barcelona, España. | España |
| Depto. de Geología, I.M., Universidad Moreliana, Morelia, Michoacán, México. | México |
| Depto. de Geología, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México. | México |
| Depto. de Pesquerías, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, Baja California Sur, México. | México |
| Depto. Geofísica , ISMES, Bergamo, Italia. | Italia |
| DGS, Universidad de Texas en El Paso, El Paso, TX, USA | USA |
| ENEL, Roma, Italia. | Italia |
| Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, NL., México. | México |
| Facultad de Instrumentación Electrónica y Ciencias Atmosféricas, U.V. | México |
| Geography Department, Arizona State University, Tempe, Arizona, EUA. | EUA |
| Geology and Geophysics, U.C. Berkeley, Berkeley, CA, USA. | USA |
| Geology and Geophysics, U.W. Madison, Madison, WI, USA. | USA |
| Geology Department, SUNY at Buffalo, Buffalo, New York, USA. | USA |
| Hydrometeorological Research Center of Russia, Bolshoi Predtechenskii pereulok, Moscow, Russia. | Rusia |
| IMP, México, D.F. | México |
| IMP, SGIDTEP, México, D.F. | México |
| INAH, Laboratorio de Paleozoología, México, D.F. | México |
| INEGI, Aguascalientes, Ags., México. | México |
| ININ | México |
| Institut de Géodynamique, Sophia Antipolis, Valbonne, Francia. | Francia |
| Institut fuer Geowissenschaften, Leoben, Austria. | Austria |
| Institut fuer Meereskunde, Uni-Hamburg, Hamburg, Deutschland, Germany. | Alemania |
| Institute of Volcanic Geology and Geochemistry, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia. | Rusia |
| Instituto de Geofísica y Física Planetaria, Universidad de California, Riverside. Riverside Ca. EUA. | EUA |
| Instituto de Geología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, SLP, México. | México |
| Instituto de Investigaciones Eléctricas, División Fuentes de Energía, Cuernavaca, Mor., México. | México |
| Instituto de Investigaciones Eléctricas, Temixco, Morelos, México. | México |
| Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, Universidad Michoacán de San Nicolás Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. | México |
| Instituto Tecnológico de Sonora, Cd. Obregón, Sonora, México. | México |
| Instituto Tecnológico del Mar, Guaymas, Sonora, México. | México |
| Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey | México |
| IPN-ESIA, Ciencias de la Tierra, México, D.F. | México |
| IPN, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, Baja California Sur, México. | México |
| IPN, COFFA | México |
| IPN, UPIICSA, México, D.F. | México |
| Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, CA, USA. | USA |

| | |
|--|------------|
| Lab. Géodynamique Sous Marine, Villefranche sur Mer, Francia. | Francia |
| Lab. Géodynamique, Tectonique et Environnement, UPMC, Paris, Francia. | Francia |
| Lab. Géophysique Interne et Tectonophysique, Grenoble, Francia. | Francia |
| Lab. Géophysique Nucléaire, Institut Dolomieu, Grenoble, Francia. | Francia |
| Lab. Péetrologie Magmatique, URSA, Université d'Aix-Marseille III, Faculté des Sciences et Techniques de Saint-Jérôme, CEREGE, Marseille, Francia. | Francia |
| Lab. Péetrologie, UPMC, Paris, France. | Francia |
| Lab. Tectonique et Environnement UPMC, Paris, Francia | Francia |
| Lab. Tectonique Quantitative UPMC, Paris, Francia | Francia |
| Lab. Tectonophysique, Université Montpellier II, Montpellier, France. | Francia |
| CFE, Lab. de Análisis Nucleares y Ambientales, P.N.L.V. | México |
| Lab. de Energía Solar, IIM-UNAM, Temixco, Morelos, México. | México |
| Lab. de Geofísica Ambiental, ITESM, Monterrey, NL, México. | México |
| Lab. de Geofísica, Facultad de Ciencias, La Hechicera, Universidad de Los Andes, Venezuela. | Venezuela |
| Lab. de Ionósfera, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina. | Argentina |
| Liverpool-John-Moores University, Liverpool, UK. | USA |
| Lomonosov Universidad Estatal de Moscú, Rusia. | Rusia |
| Museum of Texas Tech University, Lubbock, Texas, EUA. | USA |
| National Geodetic Survey, NOS, NOAA, Silver Spring, MD, USA. | USA |
| INAOEP, Puebla, México. | México |
| New Mexico Bureau of Mines and Mineral Resources, N.M. Tech, Socorro, NM, USA. | USA |
| Northern Illinois University, Dept. Geology, Dekalb Illinois, USA. | USA |
| Observatoires Volcanologiques, Institut de Physique du Globe de Paris, Paris, France. | Francia |
| Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima, Colima, México. | México |
| Observatoire Midi-Pyrénées, Dynamique Terrestre et Planétaire, Toulouse, France. | Francia |
| OGMI, Lvovskaia 15, Odessa, Ucrania. | Ucrania |
| OVSICORI, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. | Costa Rica |
| RSMAS, University of Miami, Miami, FL, USA. | USA |
| SCRIPPS, Institution of Oceanography, La Jolla, CA, EUA. | USA |
| Seismological Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, CA, USA. | USA |
| SOEST, University of Hawaii, Honolulu, Hawaii, USA. | USA |
| Departament of Earth and Space Science, Stony Brook, New York, NY, USA. | USA |
| Temblores S&C, México, D.F. | México |
| Tijberg 2, 2716 LH Zoetermeer, Holanda | Holanda |
| U. de G. Centro Universitario en Ciencias del Ambiente, Guadalajara, Jalisco, México. | México |
| U. de G. CUCBA, Guadalajara, Jalisco, México. | México |
| U. de G. CUCEI, Centro de Ciencias de la Tierra, Guadalajara, Jalisco, México. | México |
| U. de G. CUCEI. Depto. de Física, Guadalajara, Jalisco, México. | México |
| U. de G. CUCEI. Depto. de Ingeniería Civil y Topografía, Guadalajara, Jalisco, México. | México |
| U. de G. CUCSH. Depto. de Geografía y Ordenación Territorial, Guadalajara, Jalisco, México. | México |
| UABC, Escuela de Ingeniería, Unidad Mexicali, Baja California, México. | México |
| UABC, Facultad de Ciencias Marinas, Ensenada, Baja California, México. | México |
| UABC, Instituto de Ingeniería, Unidad Mexicali, Baja California, México. | México |
| UABC, Instituto de Investigaciones Oceanológicas. Unidad Ensenada, Baja California, México. | México |
| UABCS, La Paz, Baja California Sur, México. | México |
| UABCS, Depto. de Geología, La Paz, Baja California Sur, México. | México |
| UAEM, Facultad de Geografía. | México |
| UAM, Depto. de Ingeniería de Procesos e Hidráulica, División de Ciencias Básicas e Ingeniería, México, D.F. | México |
| UAZ, Escuela de Ingeniería de Minas, Metalurgia y Geología, Zacatecas, Zacatecas, México. | México |
| UCSD, Applied Mechanics and Engineering Sciences (AMES), La Jolla, San Diego, CA., USA. | USA |
| UMSNH-IIM, Depto. de Geología y Mineralogía, Morelia, Michoacán, México. | México |
| UNAM, Centro de Ciencias de la Atmósfera, México, D.F., México. | México |
| UNAM, Centro de Ecología, México, D.F. | México |
| UNAM, Depto. Sismología, Instituto de Geofísica, México, D.F. | México |
| UNAM, ERCE, Instituto de Geología, Guanajuato, Gto., México. | México |
| UNAM, ERNO, Instituto de Geología, Hermosillo, Sonora, México. | México |
| UNAM, Facultad de Ingeniería, División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, México D.F. | México |
| UNAM, Instituto de Geofísica y Posgrado en Ciencias de la Tierra, México, D.F. | México |
| UNAM, Instituto de Geofísica, Ensenada, Baja California, México. | México |
| UNAM, Instituto de Geofísica, México, D.F. | México |
| UNAM, Instituto de Geología, México, D.F. | México |
| UNAM, Instituto de Ingeniería, México, D.F. | México |
| UNAM, Laboratorio de Química Analítica, Instituto de Geofísica, México, D.F. | México |
| UNAM, Observatorio de Radiación Solar, Instituto de Geofísica, México, D.F. | México |
| UNAM, Instituto de Matemáticas. | México |
| Unit for Coastal and Estuarine Studies, Marine Science Laboratories, Menai Bridge, Gwynedd, UK, USA. | USA |
| Universidad de Washington, St. Louis, MO, USA. | USA |
| Vernadsky Instituto de Geoquímica y Química Analítica, Moscú, Rusia. | Rusia |

INDICE GENERAL

| | Página |
|---|--------|
| CAMBIO GLOBAL | 1 |
| CIENCIAS DE LA ATMOSFERA Y ESTUDIOS ESPACIALES ... | 6 |
| OCEANOGRAFIA FISICA | 15 |
| GEOHIDROLOGIA | 25 |
| EXPLORACION GEOFISICA | 30 |
| SISMOLOGIA | 41 |
| TECTONICA | 63 |
| GPS | 72 |
| TECTONICA Y VOLCANISMO | 77 |
| GEOTERMIA. | 91 |
| GEOLOGIA | 100 |
| RIESGO GEOLOGICO | 120 |
| INDICE DE AUTORES | 125 |
| PROGRAMA DE LA REUNION | 132 |
| PROGRAMA DEL TALLER CANADA-MEXICO SOBRE APLICACIONES DE FISICA DE MEDIOS POROSOS, 1995.. | 152 |

CG.01

EL NIÑO Y LA PREDICCIÓN DEL CLIMA: EL PROGRAMA DEL INSTITUTO INTERNACIONAL PARA PREDICCIÓN DEL CLIMA (IRI) Y SU RELACION CON LOS PROGRAMAS DEL IAI.

James L. Buizer

NOAA Office of Global Programs, 1100 Wayne Avenue,
Suite 1225, Silver Spring, MD 20910, USA

The El Niño-Southern Oscillation (ENSO), phenomenon refers to a coupled oceanic and atmospheric interaction known to be a central factor in short-term climate variability throughout the globe, particularly in the tropics. The capacity to predict climate anomalies is currently linked to the ability to forecast, as much as a year in advance, the onset and intensity of a warm phase or a cold phase of the ENSO cycle through the advent of coupled models of the Pacific Ocean and the atmosphere above it.

Because of limited observational capabilities, before the 1980s it was not even possible to know if an ENSO event (warm or cold phase) was underway until several months into the event. Progress in climate prediction in the 1980s and early 1990s has been stimulated by the development of a variety of models used for ENSO prediction; by empirical studies that have better defined the global impacts of ENSO; by theoretical studies that have elucidated the underlying oceanic and atmospheric processes accounting for the predictability of ENSO; and by the establishment of an ocean observing system (primarily in the Pacific) for initializing and verifying models under development for ENSO prediction. Compared to the early 1980s when observational techniques were inadequate to simply monitor the evolution of an ENSO event once underway, we are now able to observe day-to-day changes in surface winds, sea surface temperature (SST), upper ocean thermal structure and ocean currents on a basin scale in the tropical Pacific, and routinely issue experimental forecasts with useful skill at up to one-year lead times.

CG.02

ESTIMACION DEL MATERIAL SUSPENDIDO TOTAL EN AGUAS DEL PACIFICO MEXICANO

R. Cervantes-Duarte

Depto. de Oceanología, CICIMAR., La Paz, B.C.S., México.

Los sensores remotos, particularmente las imágenes de color del océano actualmente son la principal herramienta para el estudio global de la distribución de fitoplancton y Material Suspendido Total (MST) cerca de la superficie.

La aplicación de modelos para estimar la concentración de pigmentos a partir de datos de sensores remotos suponen que la relación MST: Cloropigmentos se incrementa en forma monotónica.

Se analizan datos de MST (dos métodos gravimétricos y trasmisómetro) y Cloropigmentos (Cla) de la región Noroeste del Pacífico Mexicano, en dos localidades fijas que cubren aproximadamente un ciclo anual y una cobertura regional.

La comparación de métodos gravimétricos para estimar MST, presentan un coeficiente de determinación $r^2=0.68$ con una significancia del 95 %. El método que presentó menor coeficiente de variación se correlacionó con los datos del trasmisómetro, resultando un coeficiente de determinación $r^2=0.66$ significativo al 95 %.

La variabilidad de la relación MST vs. Cla en aguas de la primera profundidad óptica se explica en un 77 %, sin embargo, utilizando todos los datos de la zona eufótica, se observa una gran dispersión. Aparentemente hay un valor de saturación de MST en 2 mg m^{-3} , el cual posiblemente puede corresponder al límite de agregación de la materia orgánica antes de dejar la columna de agua.

CG.03

FLUJO DEL CARBONO DENTRO DE LA ZONA EPIPELAGICA DE LA REGION CENTRAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA.

Jorge García Pámanes y José Rubén Lara Lara

El flujo descendente de las partículas biogénicas de la zona eufótica es un proceso central en el ciclo del carbono oceánico. La estructura y organización de la comunidad planctónica es uno de los factores que controlan la producción exportada. Los factores biológicos que afectan la exportación pelágica lo hacen a través de un diverso número de mecanismos incluida la sedimentación de células fitoplanctónicas, la formación y hundimiento de cápsulas fecales y otros desechos orgánicos, sin embargo, el reciclado en la zona eufótica también es un destino importante (Miquel et al., 1994).

Generar información sobre la variabilidad temporal de la producción primaria en el océano y la exportación de materia orgánica y energía al fondo del mar, es crucial para entender el papel del océano en los ciclos biogeoquímicos, especialmente en regiones caracterizadas por una compleja dinámica oceanográfica, de alta productividad y gran riqueza biológica como lo es la región central del Golfo de California.

Dentro de este contexto los objetivos de este trabajo son: describir el flujo del carbono orgánico particulado dentro de la zona epipelágica en la región central del Golfo de California, y proponer un modelo que represente el destino de la producción primaria en la región central del Golfo de California.

Para lograr lo anterior se ha medido: la producción primaria, la tasa de pastoreo del microzooplancton ($< 200 \mu\text{m}$), del macrozooplancton ($> 200 \mu\text{m}$), la biomasa zooplanctónica de las dos fracciones, la biomasa fitoplanctónica y la cantidad de materia orgánica particulada exportada de los primeros 200 m de la columna de agua. Se presentarán los resultados preliminares de esta investigación.

CG.04

VARIABILIDAD INTERANUAL DEL FITOPLANCTON EN EL PACIFICO ORIENTAL TROPICAL A PARTIR DE OBSERVACIONES DEL CZCS

Gilberto Gaxiola Castro¹ y Frank Muller-Karger²

¹ División de Oceanología, CICESE, Km. 107 Carr. Tijuana-Ensenada. A.P. 2732. Ensenada, B.C., México.

² Department of Marine Science. University of South Florida. 140 7th Ave. South. Saint Petersburg, Florida 33701. U.S.A.

Las escenas de color del océano originadas por el sensor remoto CZCS (Coastal Zone Color Scanner) de noviembre de 1978 a junio de 1986 fueron utilizadas para estudiar la variabilidad estacional e interanual del fitoplancton del Océano Pacífico Oriental tropical, desde el sur de México hasta Panamá. Esta región se caracteriza por presentar chorros y filamentos de agua fría, originados por el viento que sopla a través de los pasos montañosos del continente. Las mayores concentraciones de pigmentos se midieron en los meses de invierno y primavera, como una respuesta del fitoplancton al forzamiento del viento que sopla hacia afuera de la costa. A partir de las imágenes compuestas anuales fue posible identificar el efecto de El Niño 1982-1983, con las más bajas concentraciones de pigmentos de toda la serie de tiempo. El fenómeno de El Niño parece tener un doble efecto sobre la disminución del fitoplancton superficial al aumentar la profundidad de la nutriclina y frenar la incidencia del viento a través de los pasos montañosos de México y Centroamérica. La disminución del viento en esta área del Pacífico Oriental tropical durante El Niño 1982-1983 podría obedecer a un fenómeno de teleconexión atmosférica, el cual formaría parte de la circulación general de la atmósfera.

CG.05

COVARIANCIA DE LA ABSORCION DEL FITOPLANCTON, CDOM Y DETRITUS EN AGUAS CASO I, DEDUCIDA DEL ALGORITMO BIO-ÓPTICO DEL CZCS.

COVARIANCE OF THE ABSORPTION OF PHYTOPLANKTON, CDOM AND DETRITUS IN CASE I WATERS, AS DEDUCED FROM THE CZCS BIO-OPTICAL ALGORITHM

Alma D. Giles Guzmán y Saúl Alvarez Borrego.
División de Oceanología, CICESE., Ensenada, B. C., México.

El algoritmo bio-óptico "universal" del coastal zone color scanner (CZCS) para aguas Caso I contiene implícitamente una covariancia promedio de la absorción del fitoplancton y la materia orgánica disuelta de color (CDOM) y el detritus. Esta covariancia se explicita combinando el algoritmo del CZCS con una expresión para reflectancia. La variación espectral de la absorción de CDOM+detritus para aguas Caso I se puede estimar con la expresión: $a_{gd} = 2a_{ph(443)}' Chl^{0.013(1-443)}$. Esto nos permite estimar la atenuación espectral de la irradiancia escalar en función de la concentración de clorofila.

The "universal" bio-optical algorithm of the coastal zone color scanner (CZCS) for Case I waters contains implicitly an average covariance of the absorption by phytoplankton and colored dissolved organic matter (CDOM) and detritus. We made that covariance explicit by combining the CZCS algorithm with an expression for reflectance. The spectral variation of absorption by CDOM + detritus for Case I waters may be estimated by the expression: $a_{gd} = 2a_{ph(443)}' Chl^{0.013(1-443)}$. This allows us to estimate the spectral attenuation of scalar irradiance as a function of chlorophyll concentration.

CG.06

LA AGENDA CIENTIFICA DEL INSTITUTO INTERAMERICANO PARA LA INVESTIGACION DEL CAMBIO GLOBAL

José Rubén Lara Lara

Científico Ejecutivo del Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global, Km. 107 Carr. Tijuana-Ensenada, Ensenada, B. C., México

En la conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (UNCED) realizada en Río de Janeiro, Brasil en junio de 1992, hubo una amplia participación de Países de casi todo el mundo. Ahí se destacó la importancia del Cambio Global como uno de los retos a los que se enfrenta hoy en día. Los efectos físicos y socioeconómicos que traen consigo fenómenos relacionados con este cambio global como son: Disminución de la capa de ozono, pérdida de biodiversidad y cambios en los patrones e intensidad de la lluvia, pueden encontrarse en todas las áreas alrededor del mundo.

Sin importar si el fenómeno es de origen natural ó inducido por el hombre, sus efectos normalmente cruzan barreras geopolíticas, por lo que es necesario que los temas ambientales se manejen a nivel regional y/o global, con la idea de que las medidas de mitigación que se vayan a tomar sean a nivel nacional.

Una vez reconocida la importancia de estudiar el cambio global desde un punto de vista regional, dieciséis países de América firmaron el Acuerdo que estableció al Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (13 de Mayo de 1992; en Montevideo, Uruguay).

El IAI, enfocará sus esfuerzos en aumentar el conocimiento sobre los fenómenos relacionados con el cambio global y sus efectos sociales, a través de ir aumentando y fortaleciendo la capacidad científica de la región. Se considera que cada país que participe en el IAI, se beneficiará al aumentar sus relaciones, establecer nuevos arreglos interinstitucionales, promover el intercambio abierto de datos científicos y de información generada por los programas de investigación del Instituto, e implementando Programas de Entrenamiento y de Educación del IAI. Además, la Agenda Científica del IAI es consistente con programas internacionales sobre investigación de cambio global como son el Programa Mundial de Investigación sobre el Clima (WCRP), Programa Internacional para Geósfera-Biósfera (IGBP), Programa de Dimensiones Humanas del Cambio Global (HDP); de esta

manera, el IAI puede servir como vehículo para que la región contribuya a dichos esfuerzos.

CG.07

INFLUENCIA DEL CAMBIO GLOBAL EN LOS BROTOS Y DISPERSION DE ENFERMEDADES EPIDEMICAS

Marcial Leonardo Lizárraga-Partida

CICESE, Km. 107 Carr. Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C. México.

El incremento de la temperatura a nivel mundial ha sido señalado como una de las posibles causas del resurgimiento de enfermedades que se creía estaban controladas, como es el caso del cólera, que en la actualidad representa la séptima epidemia mundial (pandemia) de esta enfermedad.

La asociación de *Vibrio cholerae* con el plancton en especial el zooplancton ha sido comprobada anteriormente en Bangladesh, por lo que estos microorganismos pueden constituir un vector en la diseminación de *V. cholerae* tal como sugieren los patrones de avance del cólera en Latinoamérica durante 1991, 1992 y 1993 y afectar la calidad de los productos pesqueros en primera instancia y la salud humana en segunda.

La Organización Mundial de la Salud, identificó otras enfermedades que pueden ser influenciadas por el cambio climático tales como la malaria, dengue y la fiebre amarilla. La mayor incidencia de estas enfermedades, así como la extensión de su rango de distribución debido al calentamiento, hacen necesario elaborar proyectos de monitoreo en los que pueda pronosticarse su surgimiento y dispersión.

CG.08

VARIACION INTERANUAL DE LA DISTRIBUCIÓN DE AGUAS PRODUCTIVAS EN EL PACÍFICO TROPICAL MEXICANO.

Salvador Lluch-Cota¹, Saúl Alvarez-Borrego², Eduardo Santamaría-del-Angel² y Frank E. Müller-Karger³

¹ Depto. de Pesquerías, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, BCS, México.

² Facultad de Ciencias Marinas, UABC, Ensenada, B.C., México.

³ Department of Marine Science, University of South Florida, St. Petersburg, USA.

La información generada por el "Coastal Zone Color Scanner-Nimbus 7" representa la única base de datos disponible para analizar la distribución de las concentraciones de pigmentos fotosintéticos en grandes áreas del océano y su variación intra e interanual. Es la única herramienta para estudiar cambios climáticos globales bajo este enfoque. Una forma de analizar esta información es la creación de patrones anuales y series de tiempo donde se maneja como variable la cobertura espacial de tipos de agua (intervalos de concentración pigmentaria definidos sobre la base de criterios biológicos).

Este análisis se aplicó para la parte tropical del Pacífico mexicano. Los resultados permiten reconocer dos regiones como los principales aportes de aguas productivas al Pacífico Tropical Mexicano: el Golfo de Tehuantepec, sometido al efecto de vientos invernales intensos y la zona sureste, bajo la influencia veraniega de aguas productivas de la Corriente Costera de Costa Rica e invernal del bombeo de nutrientes a la superficie en el Golfo de Papagayo. El resto del área presenta características de zona oceánica o costera.

Interanualmente, la variación más notoria se presenta durante 1983 como una fuerte disminución en la concentración pigmentaria a consecuencia, principalmente, del abatimiento de la termoclina en las zonas que proveen de aguas productivas a esta zona del océano por la presencia del evento El Niño de 1982-1983.

Otro evento interanual que se resalta es un aumento en la cobertura de los intervalos altos de concentración pigmentaria en la zona sureste del área de estudio desde finales de 1984 y hasta principios de 1986; atribuido a una menor profundidad de la termoclina en esta zona del Pacífico Tropical Oriental en este periodo.

CG.09

PARAMETRIZACION DE PERFILES DE CLOROFILA EN LA CORRIENTE DE CALIFORNIA: APLICACION A SENSORES REMOTOS

R. Millan-Nuñez¹, S. Alvarez-Borrego², Charles C. Trees³.

¹ Facultad de Ciencias Marinas, UABC, A.P. 453, Ensenada, B. C. México.

² Depto. de Ecología, CICESE, A.P. 2732, Ensenada, B. C. México.

³ Center for Hydro-Optics and Remote Sensing, San Diego State University, San Diego, Ca 92120.

Las estimaciones de la productividad primaria a gran escala se han hecho posible utilizando los datos de color del agua mediante sensores remotos y los modelos de luz-fotosíntesis. Desafortunadamente, los satélites proveen información de la concentración de clorofila en la superficie, que típicamente cubre solamente la quinta parte de la productividad en la columna de agua. Muchas veces el máximo de clorofila está por debajo de la primera profundidad óptica, por esto es importante el conocer la distribución vertical de la clorofila cuando se utilizan los modelos de productividad primaria. Datos de CalCOFI desde 1978 a 1992 y entre los 28 a 370N fueron usados en este estudio. La parametrización de los perfiles verticales de clorofila fueron hechos mediante un ajuste de una curva Gaussiana para cada perfil y posteriormente se calcula los parámetros; Biomasa base de la curva (Bo), la profundidad del máximo de clorofila (Zm), la biomasa de la curva (h) y la amplitud de la curva (I). La región de estudio fué dividida en seis provincias utilizando la latitud, y la distancia a la costa. Los perfiles fueron separados en meses fríos y calientes. Todos los perfiles verticales agrupados dentro de siete categorías considerando la concentración de clorofila superficial. Modelos de regresión lineal fueron utilizados para predecir los cuatro parámetros como función de la

concentración superficial, estos modelos tuvieron generalmente una $R > 0.90$. Con estos modelos los perfiles verticales de clorofila fueron reproducidos adecuadamente.

CG.10

COEFICIENTE ESPECIFICO DE ABSORCION DE LUZ POR FITOPLANCTON Y DETRITUS EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

E. Millán-Núñez¹, J.R. Lara-Lara² y J.S. Cleveland³

¹ Secretaría de Marina. Estación Oceanográfica de Ensenada, Ensenada, B. C. México.

² CICESE, Carr. Tijuana-Ensenada, Km. 107, Ensenada, B. C. México.

³ Center for Hydro-Optics & Remote Sensing. Sand Diego State University, 6505 Alvarado Road, San Diego, Ca. USA.

Se colectaron muestras de agua de mar en filtros GF/F para determinar el coeficiente específico del fitoplancton en el Golfo de California durante Octubre de 1994, para tal efecto se analizaron cinco estaciones con cinco niveles de profundidad con relación al porcentaje de irradiancia de luz de superficie (100%, 32%, 10%, 3%, 1%). Los análisis de absorción se llevaron a cabo con un espectrofotómetro con esfera integradora con intervalo de 400-750 nm de longitud de onda y 2 nm entre cada lectura. Se obtuvieron gráficas espaciales del coeficiente de absorción del material detrítico y del fitoplancton, a partir de la descomposición espectral del material total particulado. La variabilidad espacial espectral del detritus mostró un intervalo de valores de 0-0.05 m con decaimiento exponencial negativo desde la banda azul a la roja, con máximos de absorción de luz en la parte norte del Golfo de California. La variabilidad espacial del coeficiente específico de absorción del fitoplancton ($aph^*[m^2(mg\ Chla + phaeo\ a)^{-1}]$) presentó un intervalo en sus valores de 0-0.05 m^{-1} , mostrando espectralmente la distribución típica de absorción de dos picos máximos (azul y roja) con una relación promedio de 2:1 para la banda azul. La parte Norte, Central y Sur del Golfo mostraron diferentes coeficientes específicos de fitoplancton para la banda azul; sin embargo, la banda roja de absorción mostró escasa diferencia entre las estaciones, excepto para la estación Sur.

CG.11

INCORPORATION OF LARGE-SCALE HYDROLOGICAL TRANSPORT INTO THE GLOBAL CLIMATE MODEL

K. G. Rubinstein y A. Shmakin

Hydrometeorological Research Center of Russia, 9-13 Bolshoi Predtechenskii pereulok, Moscow 123242, Russia

Horizontal water flows associated mainly with rivers have been included into the Global Climate Model of the Russian Hydrometeorological Center by using a parameterization scheme specially developed for this task. The scheme considers the orography in the scales of elementary basins (process of the runoff formation) and of large river basins (horizontal runoff redistribution). The landscape features are taken into account also. The scheme describes mechanisms

of Hortonian, Dunne, and subground formation in a simplified form. Corresponding data bases (the number and depths of the basin spatial distribution for large-scale basins, and the landscape distribution) have been created. The Global Climate Model is a spectral model with T21 resolution and 45 min time step. The horizontal river transport is applied once a day. The model uses the annual cycle of the atmospheric circulation. An inclusion of the river transport provides geographical redistribution of the water sources/sinks on the land surface.

CG.12

VARIABILIDAD DE BAJA FRECUENCIA DE LAS CARACTERISTICAS HIDROMETEOROLOGICAS EN EL TERRITORIO DE MEXICO EN RELACION CON LOS CAMBIOS GLOBALES DEL TIPO EL NIÑO/OSCILACION SUREÑA (ENSO)

Tereshchenko I.E.^{1,2} y Galindo E.I.³

¹ Depto. de Física, CUCEI, U. de G., Guadalajara. Jal. México.

² OGMI, Odessa, Ucrania.

³ Centro Universitario en Ciencias del Ambiente, U. de G., Guadalajara, Jalisco, México.

Uno de los cambios mas fuertes en el sistema oceano-atmosfera, condicionados por la variabilidad de baja frecuencia de las características hidrometeorológicas de la zona tropical del oceano mundial y de la atmosfera, es sin duda el complejo fenomeno del ENSO. Este fenomeno a atraído la atención de un gran numero de especialistas debido a los efectos que produce en diversos aspectos en el mundo.

En el trabajo se realizó el estudio de la aparición del NIÑO en las fluctuaciones de diferentes parametros hidrometeorológicos.

Por métodos del análisis interespectral se procesaron largas series de tiempo de la oscilación del nivel del mar, de la temperatura del aire y de las precipitaciones, en muchos puntos de observación en el territorio de México. Las matrices de coherencia obtenidas y las diferencias de fase de las oscilaciones en el diapason de los periodos del ENSO (desde 2 hasta 7 años), mostraron en sus análisis, que la coherencia de estas oscilaciones disminuye notablemente a medida que se alejan por las líneas sur-norte y sur-norte-oriental, con una invariabilidad prácticamente de las diferencias de fase. Se discute la relación de las oscilaciones del ENSO, con las sequías en el norte de México.

CG.13

TEMPERATURE-PH RELATIONSHIPS IN THE OCEAN: THE KEY TO MEASURING GLOBAL PRODUCTIVITY?

A. Zirino, J.M. Hernandez-Ayon and S.R. Canino-Herrera
Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC, Unidad Ensenada Km. 103, Carr. Tijuana-Ensenada, Ensenada, B. C., México.

Net oceanic primary production, in g C/l-1, plays a major

role in the earth's carbon dioxide cycle. The photosynthetic uptake of carbon at the ocean's surface is clearly evident by the 200 μmolar or so difference between surface and 100m inorganic carbon. However, the time interval over which photosynthesis occurred must be equally clearly known in order to convert the difference in TCO_2 into a rate. Because the same energy source both heats the water and promotes photosynthesis, for a closed system, it is possible to calculate the photosynthetic rate from the solar constant and the calories stored in the water. Of course, since the real ocean is not a closed system, the photosynthetic rate must be corrected for both losses of heat and for losses (or gains) of CO_2 across the air-sea interface.

In the oceans, the pH of seawater is almost linearly related to TCO_2 , and analysis of the pH-temperature relationship in the world ocean indicates that the two co-vary wherever water column density is controlled by temperature. Thus, for a single parcel of water at the earth's surface, it is possible to calculate primary production from synoptic hydrographic casts with a CTD which measures pH as well as temperature and salinity.

Analysis of hydrocasts from the Gulf of California indicates that reasonable primary productivity numbers can be obtained in the manner discussed above. Additionally, the entire physical-biological-chemical system can be analyzed using an interdisciplinary uni-dimensional (vertical) model which relates all of the pertinent CTD-measured variables. Model simulations lead to a better understanding of the interactions among the variables and to better corrections for CO_2 , venting and heat losses.

Because this approach to measuring net primary production is inherently large scale and primarily physico-chemical, it appears to be a promising direction for the long-term assessment of global changes.

CG.14

BIOMASA FITOPLANCTONICA DERIVADA DE SATELITE FRENTE A BAJA CALIFORNIA SUR

I.L. Zuria-Jordan¹, S. Alvarez Borrego¹, Eduardo Santamaría Del Angel² y Frank E. Muller-Karger³

¹ CICESE, Ensenada.

² FCM-UABC, Ensenada.

³ University of South Florida, St. Petersburg.

Se utilizaron todas las estimaciones disponibles de la concentración de pigmentos fotosintéticos derivadas de datos generados en el período 1978-1986 por el sensor Coastal Zone Color Scanner (CZCS), para interpretar las variaciones espaciales y temporales de la biomasa de fitoplancton, en un transecto de Punta San Hipólito (27°N, 114°30'W) a Cabo Corrientes (20°30'N, 105°30'W), frente al sur de Baja California, México. Las más altas concentraciones de pigmentos fotosintéticos se presentaron cerca de la costa.

Sugerimos que se debieron a surgencias y a la interacción entre las corrientes marinas y la fisiografía local. Frente a Cabo San Lucas se observó un frente recurrente, con gradientes fuertes de las concentraciones de pigmentos al final de primavera e inicios de verano, en años no-El Niño. Se

presentó una clara variación estacional cerca de la costa. Inmediatamente al oeste de la península, se presentaron valores grandes de pigmentos de febrero a agosto (3 a 8 mg m^{-3}). Frente a Cabo Corrientes los altos valores se presentaron de enero a mayo (5 a 8 mg m^{-3}). Estas áreas experimentan una fuerte estacionalidad de surgencias. El Niño tuvo un claro efecto en la concentración de pigmentos, pero no fue la única causa de variación interanual. Se presentaron relativamente bajas concentraciones de pigmentos en todo el transecto a partir de septiembre de 1982, a menudo con valores menores al 20% de los presentados en el período previo. Estas bajas concentraciones se mantuvieron hasta agosto de 1984 en la boca del Golfo, y hasta diciembre de 1985 en la costa occidental de Baja California.

CG.15

EL CLIMA PASADO EN EL SUR DE LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA

S. Diaz, D. Lluch-Cota, C. Salinas-Zavala y L. Arriaga
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Km. 1
Carr. San Juan de la Costa El Comitan. Apartado Postal 128
La Paz, 23000, B.C.S. Mexico.

El conocimiento del clima pasado ayuda a comprender el por qué de la presencia de las especies en una determinada zona, así como también, este conocimiento ayuda a formular modelos más confiables de predicción climática que sirvan para efectuar un mejor manejo de los recursos naturales. Ya que las series climáticas de registros históricos largos en el mundo están restringidas geográficamente al oriente, la información climática pasada para el resto del mundo se tiene que obtener por medios indirectos como los análisis dendrocronológicos. Este tipo de estudios se basa en el análisis de los anillos de crecimiento de algunos árboles como las coníferas. En Baja California Sur, el tipo de vegetación es más bien de tipo desértica, sin embargo en las partes más elevadas de la Sierra de la Laguna se desarrolla un bosque que cuenta con pinos de longevidad superior a los 150 años. El objetivo principal de este trabajo fue el de inferir el clima para la región sur de B.C.S. basado en análisis dendrocronológico. Para ello se obtuvo una dendrocronología maestra a partir del análisis de 160 muestras y se comparó con la serie climática instrumental. Se observa que para el período en que ambas series coinciden, las variaciones interdecadas presentes en la serie climática instrumental se manifiestan en la serie cronológica. A partir de esos datos se obtiene un modelo para hacer una reconstrucción climática que va de 1804 a 1990.

En la serie reconstruida se observa un período de alta variabilidad de 1810 a 1890 con altos valores de aridez interrumpidos por bajos valores de aridez a mediados de 1940's, un período de aridez intermedia de 1900 a mediados de 1950's y un período reciente de alta variabilidad con un máximo de aridez a principios de los 1970's y aridez mínima a mediados de los 1960's y 1980's. La serie reconstruida detecta algunos fenómenos de alta variabilidad climática detectados por otras técnicas así como la tendencia hacia una disminución de la aridez reportada para el noroeste mexicano.

CA.01

CORRELACION ESTADISTICA DEL VIENTO A 10 Y 60 METROS SOBRE UN SITIO COSTERO: LAGUNA VERDE UN CASO DE ESTUDIO

Alvarez, O.¹, Silva, A.² y Mancilla, R.²

¹ Facultad de Instrumentación Electrónica y Ciencias Atmosféricas, U.V.

² Lab. de Análisis Nucleares y Ambientales, PNLV-CFE.

Se presenta una metodología del procesamiento estadístico de datos de viento a 10 y 60 metros de altura sobre el sitio costero de Laguna Verde, Ver., usando la parametrización generalizada entre variables circulares para periodos diurnos y nocturnos. Se evalúa el coeficiente de correlación del flujo de viento entre los dos niveles citados a partir de registros climatológicos horarios de la dirección del viento de dos estaciones automáticas. Finalmente y partiendo de un esquema de análisis de persistencia estadística acoplado a los patrones de la circulación atmosférica típica a escala regional y local, se analizan aquellas condiciones meteorológicas y climatológicas que impactarían en los procesos de dispersión de los radionúclidos gaseosos de la central nucleoelectrónica de Laguna Verde (CLV) que opera en la zona, bajo una hipotética condición de emergencia radiológica caracterizada por una pluma de emisión. Asimismo, resulta especialmente importante para los grupos de tarea de la CLV, conocer los cambios de dirección del viento en la altura a partir de la observación elemental del viento en superficie, dado que se requieren calcular las dosis de radiación promedio por habitante.

CA.02

DISCUSION DEL COMPORTAMIENTO DEL INDICE DE CHAPMAN PARA LA CAPA E EN CONDICIONES MAGNETO-TRANQUILAS.

Eduardo Araujo Pradere
Posgrado en Ciencias de la Tierra
UACP y P-CCH, UNAM.

Se obtuvo y discutió el índice de Chapman correspondiente a las condiciones locales de las capas bajas ionosféricas en condiciones magneto-tranquilas. Para esto se utilizaron datos de frecuencia crítica de la capa E de la ionosfera y el ángulo cenital del Sol. A partir de los valores obtenidos se concluye que: el rango de variación de la temperatura respecto a la altura debe ser mayor en el periodo de invierno-otoño que en el periodo de verano-primavera.

CA.03

UN ANALISIS OBJETIVO DE ALTURA A 500mb PARA LA REGION IV

Enrique Azpra Romero
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM., D.F., México.

Se presenta un esquema de análisis de corrección sucesiva en la región IV meteorológica y se demuestra que,

en el caso de usar un campo preliminar climatológico o un pronóstico válido para la hora del análisis, los resultados obtenidos tienen una calidad comparable.

También se presenta el error sistemático para los meses de septiembre y octubre de 1994 y se observa que, en la región donde se concentran los datos el error sistemático no supera los 20 metros geopotenciales. El encontrar este error sistemático ayuda a producir un mejor campo analizado objetivamente.

La bondad de este tipo de análisis permite extenderlo a otros niveles de presión.

CA.04

EFFECTO DE LA ESTRUCTURA DEL FOLLAJE DEL FRIJOL (PHASEOLUS VULGARIS L.) EN LA TRANSMISION DE RADIACION FOTOSINTETICAMENTE ACTIVA

Victor L. Barradas
Centro de Ecología, UNAM., Depto. de Ecología, Funcional, Apartado Postal 70-275, 04510, México, D.F., México.

Se midieron los cambios de los parámetros estructurales del follaje (orientación e inclinación de las hojas, e índice de área foliar) en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el campo durante el desarrollo del cultivo entre julio y octubre. Estos cambios se compararon con los cambios correspondientes de transmisión de radiación fotosintéticamente activa (PAR). El frijol mostró una conducta claramente heliotrópica, con orientaciones preferenciales de las hojas hacia los rayos solares, especialmente en días soleados. No obstante, una proporción significativa de hojas apuntaron en otras direcciones con cerca del 20% orientadas hacia el norte. La mas alta proporción de inclinación foliar fué de 30 a 40° durante días nublados y entre 40 y 50° en días soleados.

Durante el periodo de crecimiento estudiado el índice de área foliar y de tallos (L_s) se incrementó de 0.26 a 5.2, los cambios correspondientes en los coeficientes de transmisión de PAR fueron de 0.72 a 0.05 y los coeficientes de extinción decrecieron de 1.4 a 0.62. Se usaron algunas funciones de distribución angular para calcular L_s a partir de la transmisión de PAR. La mejor función angular para predecir L_s a partir de PAR fué una función cónica corregida por el grado de heliotropismo.

CA.05

MUESTREO DE LA DISTRIBUCION VERTICAL DE OZONO SOBRE LA CIUDAD DE MEXICO Y SOBRE UN AREA RURAL

José Luis Bravo
Instituto de Geofísica, UNAM.

En el año de 1974 se iniciaron en la Ciudad de México las observaciones de ozono, empleando el espectrofotómetro de Dobson #98; este instrumento permite la determinación de la cantidad total de ozono mediante la comparación de la

intensidad de la luz en dos pares de longitudes de onda en el ultravioleta cercano (300-320 nm) empleando la radiación solar directa. Con el espectrofotómetro Dobson puede estimarse también su distribución vertical, las mediciones para tal efecto requieren del uso de la radiación difusa proveniente del cenit cuando este se encuentra despejado, es decir libre de nubes. A este tipo de observaciones se les denomina Umkehr. Para la obtención de la distribución vertical de ozono se divide la atmósfera en 9 capas entre los niveles de 500 y 1 mb (0.5 y 50 km) y se emplean distribuciones estándar de las cuales la distribución resultante debe diferir en una cantidad mínima y ser compatible con las mediciones dentro de un margen de error observacional. Las determinaciones de la distribución en la Ciudad de México se hacen en una atmósfera contaminada por ozono superficial. Con propósitos de comparación se realizó una campaña de observaciones en una atmósfera rural en una localidad cercana. Se discuten las características de las distribuciones verticales de ozono para la ciudad de México y para Orizabita Hgo encontrándose que el efecto de la presencia de la contaminación perturba las mediciones en una cantidad menor a la incertidumbre con la que se determina la concentración de ozono. Esto se atribuye al hecho de que las observaciones Umkehr se realizan durante las tres primeras horas de la mañana o en las últimas horas de la tarde, en el intervalo durante el cual el sol tiene una altura entre 0 y 30 grados sobre el horizonte; en estas condiciones la actividad fotoquímica, que es la que produce el ozono troposférico en la Ciudad de México es mínima y la concentración de del ozono superficial se encuentra baja.

CA.06

MODELO TURBULENTO EN EL ESTUDIO DEL MEDIO INTERPLANETARIO

Rogelio A. Caballero López.

Posgrado en Ciencias de la Tierra, UACPyP - CCH. UNAM.

Bajo el enfoque turbulento, se hace un análisis del tratamiento de las fluctuaciones de los parámetros del Viento Solar. Se describen las principales magnitudes estadísticas que caracterizan el espectro de potencias de las fluctuaciones del campo magnético y del plasma solar. Se discute la importancia de una adecuada selección de los datos a fin de que cumplan con el criterio de estacionariedad. Esta es una condición indispensable para aplicar la mayoría de las técnicas de análisis espectral. Se presentan algunos resultados de la aplicación de dicho enfoque, empleando datos del satélite Pioneer 11.

CA.07

CALCULO DE LA PROBABILIDAD DE INCIDENCIA DE CICLONES TROPICALES EN LA ZONA DE LAGUNA VERDE, VERACRUZ

Contreras, A.D.¹, Jaúregui, E.² y Pérez, J.³

¹ Facultad de Instrumentación Electrónica y Ciencias Atmosféricas, U.V.

² Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

³ Lab. de Análisis Nucleares y Ambientales, PNLV-CFE.

Partiendo de información histórica (1871 a 1990) de la trayectoria y nivel de intensidad de ciclones tropicales sobre el Golfo de México y Mar Caribe, se desarrolla una técnica estadística que permite estimar la probabilidad de incidencia sobre la región central del Estado de Veracruz, donde se encuentra ubicada la Central Nucleoeléctrica de Laguna Verde. Se obtiene la probabilidad del grado de intensidad del huracán que llegaría a afectar la región de estudio, usando los datos de los últimos cuarenta y cinco años, dado que desde entonces se han podido clasificar los huracanes conforme al grado de intensidad. Se estudia un caso específico en que un sistema de baja presión al acercarse o alejarse de la zona afecta la densidad de la masa de aire que da lugar a definir la estabilidad atmosférica que impera en la circulación diurna y nocturna. La técnica se basa en la determinación de envolventes de trayectoria de los citados hidrometeoros, en el periodo de mayo a noviembre, ligando los aspectos climatológicos con observaciones meteorológicas instantáneas sobre el importante sitio costero.

CA.08

ESTUDIO DE LA TURBULENCIA GENERADA POR ALTERACIONES A LA INESTABILIDAD DE LA TOPOLOGIA MAGNETICA DE LAS FULGURACIONES SOLARES

L. del Peral¹, J. Pérez-Peraza¹, M. D. Rodríguez-Frías¹, L. Mirosnichenko¹ y A. Gallegos-Cruz²

¹ Instituto de Geofísica, UNAM., D.F., México.

² UPIICSA, IPN., D.F., México.

El estudio de la aceleración estocástica de partículas solares durante el fenómeno de las fulguraciones solares se realiza generalmente suponiendo la presencia de un cierto tipo de turbulencia en la fuente aceleradora, y en base a ello se analiza la factibilidad de que ese tipo específico de turbulencia acelere las partículas acorde a las propiedades observacionales: básicamente su espectro de energía, su espectro de masa y carga y las escalas temporales involucradas en el fenómeno. Sin embargo, la presencia del tipo de turbulencia propuesto es aun de carácter cualitativo e incluso especulativo.

En este trabajo se emprende un análisis cuantitativo del tipo de turbulencia que puede prevalecer en las fuentes aceleradoras de partículas solares. Para ello se analiza las condiciones de estabilidad del tipo de topología magnética asociada a las fulguraciones solares y la subsecuente inestabilidad producida por una perturbación. Se obtienen relaciones de dispersión de la turbulencia generada y de ahí se analiza la eficiencia aceleradora del tipo de modos ondulatorios asociados.

CA.09

**DESCRIPCION DEL COMPORTAMIENTO DE LAS
CONCENTRACIONES DE OZONO
TROPOSFERICO EN LAS ESTACIONES DE LA
RED AUTOMATICA DE MONITOREO
AMBIENTAL LA CUIDAD DE MEXICO**

Ma. Teresa Díaz y José Luis Bravo
Posgrado en Ciencias de la Tierra, UACPyP del CCH,
UNAM.
Observatorio de Radiación Solar, Instituto de Geofísica,
UNAM.

En la actualidad existe gran interés en tratar de predecir la calidad del aire a partir de concentraciones de contaminantes primarios y de parámetros ambientales. Hasta ahora, la mayoría de las investigaciones que abordan este tema tratan de solucionar el problema haciendo uso de modelos físico-químicos. Pero otra manera de enfrentar el problema, la cual se considera en este trabajo, es la de modelar las concentraciones de contaminantes realizando un análisis estadístico a los datos existentes.

Se analizaron los registros de concentraciones de ozono en diez de las estaciones de la Red Automática de Monitoreo Ambiental de la Cd. de México, durante el período de 1988 a 1992.

Una regresión lineal múltiple se realizó entre el logaritmo de la concentración media de ozono registrada entre las 12 y 13 hrs y la velocidad y dirección del viento, correspondientes a esa misma hora. Los resultados mostraron que, en la mayoría de las estaciones así analizadas, no existe una correlación significativa entre estos tres parámetros.

La función de distribución Gamma fue fijada a la concentración media de ozono entre 12 y 13 hrs en la estación Tlalnepantla y la función de distribución Weibull se ajustó a los datos registrados en las estaciones Hangares y Mercedes.

Un modelo del tipo Box-Jenkins, autorregresivo, con una diferencia de primer orden, resultó eficaz para modelar los promedios mensuales de las concentraciones de ozono en cuatro estaciones de la Red.

CA.10

EL CAMPO GRAVI-Q

Héctor J. Durand-Manterola.
Posgrado en Ciencias de la Tierra., UACP y P-CCH, UNAM.

Se discute la posibilidad de la existencia de un nuevo campo de energía, al que llamaré campo Q o campo quónico, el cual formaría un par con el campo gravitacional, de la misma manera que los campos eléctrico y magnético hacen un par, el cual en su conjunto forma el campo electromagnético. El par campo gravitacional y campo Q darían por resultado el campo gravi-Q o campo gravicuónico. Se exponen las razones de tipo físico y matemático que llevan a pensar en la posible existencia del campo Q. Se discute la necesidad del campo Q

para la existencia de ondas gravitacionales y la posibilidad de que variaciones del campo Q puedan inducir un campo gravitacional independiente de cualquier masa.

CA.11

**SEISMIC AND GRAVIMETRIC CONSTRAINS ON
THE AMOUNT OF THE MATERIAL EJECTED
INTO THE ATMOSPHERE DURING THE K/T
BOLIDE AT CHICXULUB: IMPLICATIONS ON
THE POTENTIAL CLIMATE IMPACT.**

Flores-Marquez, E. Leticia Marín-Stillman, Luis E. Marin
and Royer Jean Jacques
Instituto de Geofísica, UNAM, C.U., 04510 México D.F.
Centre de Recherches Petrographiques et Géochimiques
B.P. 20, 54501 Vandoeuvre-lès Nancy, France.

Some observations and data demonstrate that sea level at the end of the Cretaceous was 150-200 m higher than at present, suggesting that the bolide struck a shallow marine carbonate-rich sedimentary section. O'Keefe and Ahrens showed that the impact of such a bolide (greater than 5 km in radius) onto a carbonate-rich terrane would increase the CO₂ content of the atmosphere by a factor of two to ten. Additional dissolution of CO₂ from the ocean's photic zone could release much larger quantities of CO₂. The impact induced release of CO₂, by itself, would enhance atmospheric greenhouse heating and give rise to a worldwide increase in temperature from 2K to 10K for periods of 104 to 105 years. The carbon dioxide atmospheric reservoir is huge estimated at 700 GT with a yearly increase of 2,5 GT/yr mainly caused by human activity. The value of 35 Gt CO₂ reported for Chicxulub would only represent an increase in the present time atmosphere of 5%, implying a greenhouse effect of several degrees. It has been estimated that the mass of yellow glass originally present in the impact layer globally was 5x10¹⁶ g if this represents an evaporite source, then the mass of sulfur degassed into the atmosphere would amount to ~6.4x10¹⁵ g (e.g. 6.5 GT of S). This is about two orders of magnitude higher than the sulfur mass emitted from Tambora volcano in 1815. Both theoretical models and climate data indicate that large emissions cause considerable short-term cooling at the Earth's surface. By comparison, the total sulfur reservoir in the atmosphere is 0.0005 GT of S, a very small value compared to the release of the Chicxulub impact.

The Bouguer-gravity anomaly consists of a broad ~90 km radius, 30mGal low with a central 20km radius. The magnetic field anomaly over the crater consists of three zones, an outer zone from 45 to 90km radius of the radius of low-amplitude, short-wavelength anomalies with an irregular perimeter, a middle zone from 20 to 45km radius of high amplitude, and an inner pool averages ~90km in diameter and the melt volume in the crater is estimated at ~20,000 km³.

This data gives new insight on the impact diameter and on the total amount of material ejected in the atmosphere. In this work, a re-estimation of the total quantity of the material ejected by the impact is proposed. This implies that the CO₂ and SO₂ vaporized during the impact would be greater (by a

factor of ten to hundred, depending on the assumption made) than previously estimated. CA.14

CA.12

MEDICIONES Y PARAMETRIZACIONES DEL BALANCE ENERGÉTICO ATMOSFÉRICO SOBRE SUPERFICIES URBANAS Y SUBURBANAS EN EL VALLE DE MÉXICO

E. Jáuregui¹, V.L. Barradas² y A. Tejeda³

¹ Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM
Circuito Exterior, 04510 Ciudad Universitaria, D.F.

² Centro de Ecología de la UNAM, A.P. 70-275
Circuito Exterior, 04510 Ciudad Universitaria, D.F.

³ Ciencias Atmosféricas de la Universidad Veracruzana,
A.P. 465, 91000 Xalapa, Ver.

Se resumen y discuten los resultados de cuatro campañas de mediciones del balance energético atmosférico sobre puntos urbanos y suburbanos del Valle de México: Observatorio de Tacubaya, invierno de 1985; Palacio de Minería, diciembre de 1993; exlago de Texcoco, agosto de 1994, y Pedregal de San Angel, verano de 1995. Se observa que para los sitios urbanos (Tacubaya y Minería) el almacenamiento de calor en el suelo (Q_s) en ocasiones consume hasta el 90% de la radiación neta (Q^*); el flujo de calor sensible turbulento (Q_h) ocupa el tercer lugar también con una fracción importante de Q^* , mientras que el calor latente de evaporación (Q_e) es insignificante, por lo que la razón de Bowen (b) alcanza valores superiores a 10.

Por el contrario, en ambientes suburbanos (Texcoco y Pedregal) Q_s es muy cercano a cero; Q_h también, excepto a las horas de mayor insolación que puede ser del 20% de Q^* , y Q_e consume la mayor parte de la radiación neta. Además, las razones de flujos energéticos descritas anteriormente, se comparan con las observadas en otras ciudades del mundo.

Por último se demuestran algunas parametrizaciones en principio aplicables a entornos urbanos del Valle, de modo que es posible estimar los valores de las componentes del balance energético (Q_h , Q_e y Q_s) a partir de mediciones de la radiación neta.

CA.13

ESTADÍSTICA DE LOS TERMINOS DE FORZAMIENTO PARA UNA ATMOSFERA BAROTROPICA

Luis Le Moyne Hernández y Luis Le Moyne Echeverría
Centro de Ciencias de la Atmósfera

Para conocer los términos de forzamiento óptimo para simulación de la atmósfera, se toma una ecuación barotrópica simple, y se le añaden términos disipativos y turbulentos. Se substituyen secuencialmente datos a intervalos de medios días en series de Fourier y se obtienen los términos de forzamiento correspondientes. De este resultado se hace un análisis estadístico del valor de los armónicos y su fluctuación en el tiempo, conforme el tiempo de pronóstico crece.

LA NATURALEZA DE LA CONTAMINACION DEL AIRE EN LA CIUDAD DE MEXICO PARTE II: ANÁLISIS DE EVENTOS ESPECIALES

Luis Le Moyne Hernández y G. B. Raga
Centro de Ciencias de la Atmósfera

Después de aplicar un análisis propio de sistemas no lineales, y encontrar diferencias significativas en cada estación respecto al número de grado de libertad, se procedió a un análisis descriptivo de las diferentes estaciones, para determinar el comportamiento por separado de las variables. Esto se hace mediante un análisis de eventos especiales, para detectar extremos de comportamiento, por lo que se seleccionó, el día de mayor contaminación medida del ozono para el año de 1993 y se procedió al análisis de las diferentes variables. En términos generales, las condiciones geográficas y las circulaciones generadas por la topografía, son las primeras causantes de las diferencias entre estaciones.

CA.15

INFLUENCIA DEL CAMPO MAGNETICO TERRESTRE SOBRE FENOMENOS IONOSFERICOS

Ana Martínez Pulido¹ y Eduardo Francisco Garat²
Laboratorio de Ionósfera, Facultad de Ciencias Exactas y
Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.

¹ Instituto de Física,

² Instituto de Matemáticas

El objetivo de este trabajo es relacionar un fenómeno característico de la ionósfera, en este caso la anomalía de invierno de la región F2, con el campo magnético terrestre, en particular con sus componentes. El fenómeno ionosférico que se estudia está definido por el hecho, aparentemente paradójico, de presentar valores de concentración electrónica máxima mayores en invierno que en verano, en horas del mediodía. A la noche la situación se "normaliza". Se trabaja con el año 1980, que muestra alta actividad solar. Se examinan datos de foF2 frecuencia crítica de la capa F2 -y datos de hpF2- valor aproximado para la altura del máximo de concentración electrónica- proporcionados por sondadores de 42 observatorios: 20 del hemisferio norte y 22 del sur. Se hace un análisis estadístico global, que incluye ambos hemisferios simultáneamente. El estudio se efectúa al mediodía y a la medianoche ajustando un modelo de regresión lineal múltiple para cada una de las variables (dependientes) asociadas a foF2 y hpF2. Los resultados numéricos muestran que el coeficiente cuadrático de correlación lineal múltiple R^2 vale, al mediodía local 0,73 para las frecuencias, y 0,92 para las alturas. En el primer caso la variable explicativa más significativa y más importante es la componente vertical del campo, y en el segundo, la inclinación magnética. Los resultados nocturnos para foF2 muestran que R^2 vale 0,80 siendo la variable explicativa más destacada la inclinación magnética.

CA.16

EVENTOS DE RAYOS X DETECTADOS CON EL SATELITE SMM

R. Melendez Venancio y H.R. Perez Enriquez
Posgrado en Ciencias de la Tierra, UACP y P-CCH. UNAM.

Se obtienen las distribuciones de intensidad, duración y localización de los eventos en rayos X detectados con el satélite SMM y correlacionados con el Satélite GOES para los años de 1980, 1984-1989. Se estudia su posible relación con algunos fenómenos transitorios como CME's.

CA.17

RELATIVISTIC COOLING

Raul Melendez Venancio and Hector J. Durand-Manterola
Posgrado en Ciencias de la Tierra, UACP y P-CCH, UNAM.

A relativistic transformation of the temperature is proposed. The method that we used is to apply the relativistic transformations to the velocity distribution of a gas in thermodynamic equilibrium and in this form we obtained the relativistic distribution. One of the results was that the maximum on the relativistic distribution was moved to more cool temperatures, i.e., there exists a relativistic cooling. This cooling was anisotropic with a minimum in the direction of the movement. The last result imply that the relativistic temperature is a tensor.

CA.18

LA PRECIPITACION DEL OBSERVATORIO METEOROLOGICO DE GUANAJUATO, GTO., DE 1985 A 1994.

G. Montesinos Silva y B. Mendoza Celedon
Depto. de Agronomía, Instituto de Ciencias Agrícolas,
Universidad de Guanajuato, Irapuato, Gto., México.

Al revisar el registro de la precipitación anual del observatorio meteorológico de la Universidad de Guanajuato, se encontró que presenta las características comunmente citadas para la lluvia de las zonas semiáridas: una gran variabilidad interanual, la recurrente presencia de eventos de sequía, y la ocurrencia de períodos secos y húmedos alternos; esta caracterización es muy importante porque puede ser de gran utilidad para valorar el impacto de las variaciones climáticas sobre la población y sus actividades productivas, principalmente la agrícola.

La muestra de 100±12 años estudiados resultó homogénea con media de 677.4 mm, y desviación estándar de 170.2 mm, un valor máximo de 1253 mm, valor mínimo de 280.3 mm, y dos valores extremos de 1135.2 mm y 1253 mm, ligeramente asimétrica hacia la izquierda ya que en 55 años la precipitación estuvo por debajo de la media, y con coeficiente de variación de 25.13%.

De los valores registrados en el cuartil inferior (<570.3 mm) y en el cuartil superior (>795.7 mm), la mayoría coincidió

con los años donde se ha presentado el fenómeno ENSO, lo que hace necesaria una investigación para establecer en su caso, la naturaleza de su relación.

Las fluctuaciones de la precipitación durante el período estudiado se identificaron utilizando promedios móviles con lapsos de 7 años, habiéndose establecido a partir de esto cuatro ciclos lluviosos durante 1985-1918, 1919-1959, 1960-1985, y 1986-1994, los que se caracterizaron por medio de los diagramas de caja respectivos. La comparación estadística de las medias de los ciclos por medio de una prueba de t-student, permitió concluir que la tendencia de la precipitación no ha sufrido cambios. Así mismo, este trabajo sirvió para desechar la existencia de ciclos decenales húmedos y secos alternados contemplada en un trabajo preliminar por uno de los autores.

CA.19

UNA RELACION ENTRE PARAMETROS METEOROLOGICOS Y LA CORROSION EN XALAPA, VER. ESTUDIO PRELIMINAR

Domitilo Pereyra Díaz y Miguel Angel Natividad Baizabal
Centro de Meteorología Aplicada, Universidad Veracruzana,
Xalapa, Veracruz, México

En este estudio se analizan estadísticamente, las variables climatológicas que inducen en gran medida al deterioro de obras de infraestructura metálica. Para realizar lo anterior los autores han analizado algunos componentes químicos de la atmósfera de Xalapa, así como las condiciones ambientales. Tal es el caso del cloruro de sodio y el dióxido de azufre que se captaron continuamente durante los últimos meses de 1993 y todo el año de 1994. Con la información anterior se formaron muestras, con 14 observaciones cada una. Con estas muestras se procedió a encontrar las variables climatológicas que mayor relación guardan con el cloruro de sodio (NaCl) y el dióxido de azufre (SO2) encontrados en la atmósfera de Xalapa, Ver. Las variables climatológicas analizadas fueron: velocidad del viento dominante (vvd), humedad relativa (hr), tiempo de humectación (th), temperatura media (tm), velocidad del viento (vv), insolación (insol), precipitación (preci) y evaporación (evap). Estas variables se correlacionaron con el cloruro de sodio y el dióxido de azufre mostrando ser más significativamente al 5% las regresiones siguientes: $NaCl=0.94VVD+0.30TH$ con $R^2=0.585$ $SO_2=2.82VVD + 0.10HR$ con $R^2=0.584$.

CA.20

ESTUDIO DE INTERACCIONES ATOMICAS DE CAPTURA-ELECTRONICA Y EMISIONES ASOCIADAS COMO METODO DE DIAGNOSTICO DE PLASMAS ESPACIALES

J. Pérez-Peraza¹, M. D. Rodríguez-Frías¹, Luis del Peral¹,
L. Mirosnichenko¹ y A. Gallegos-Cruz²

¹ Instituto de Geofísica, UNAM., D.F., México.

² UPIICSA, IPN., D.F., México.

Se realiza un estudio de la Física Atómica involucrada en

el proceso de intercambio de carga entre iones energéticos que están siendo acelerados y la materia local-termal que atraviesan durante dicho proceso de aceleración:

Se derivan las correspondientes secciones eficaces y se introduce su dependencia de la temperatura del medio.

Se derivan un formulismo teórico para describir la Carga Efectiva de los iones acelerados en función de las secciones eficaces de interacción.

Se derivan criterios de establecimiento del intercambio de carga para diferentes mecanismos de aceleración y bajo diferentes condiciones físicas prevalentes en las fuentes aceleradoras.

Se determinan las propiedades de las emisiones fotónicas que se producen a consecuencia de la captura electrónica de electrones del medio por los iones acelerados: rango energético, multiplicidades, espectro de energía, deriva en frecuencia y perfil temporal.

Se discute la utilidad de esta teoría como método de diagnóstico en física atómica, física de plasmas, física de rayos cósmicos y física espacial, por medio del eventual desarrollo de una "Espectroscopía por Captura Electrónica".

CA.21

LA NATURALEZA DE LA CONTAMINACION DEL AIRE EN LA CIUDAD DE MEXICO PARTE I: ANALISIS DINAMICO

G. B. Raga y Luis Le Moyné Hernández
Centro de Ciencias de la Atmósfera

Se ha aplicado un análisis de teoría de sistemas dinámicos no lineales a datos de ozono y dióxido de nitrógeno obtenidos en las estaciones de la Red Automática de Monitoreo de la Ciudad de México. Las series de tiempo utilizadas consisten de datos horarios por un período de 12 meses (1993). El análisis ha permitido determinar el número de grados de libertad del sistema. Cabe destacar que este valor no es constante en todas las estaciones analizadas. En la mayoría de las estaciones se obtuvieron 6 grados de libertad, mientras que en 2 estaciones son 3 los grados de libertad. Las condiciones particulares de la topografía en distintas zonas de la ciudad son responsables de la generación de circulaciones forzadas de viento en pequeña escala (es decir, con menos grados de libertad). En zonas del centro de la ciudad, la presencia de edificios genera cañones urbanos por los cuales se canaliza el viento. Asimismo, la diferencia en insolación debido a la presencia frecuente de nubes en ciertas zonas de la ciudad afecta la producción de ozono a partir de precursores (como el dióxido de nitrógeno en ciertas épocas del año). Estos factores se consideran importantes en la determinación de la dinámica de la contaminación del aire en la ciudad.

CA.22

RECONSTRUCCION DE CAMPOS DE VIENTO

Hermilo Ramírez León
Instituto de Investigaciones Eléctricas, División Fuentes de Energía, Av. Reforma 113, 62001. Cuernavaca Mor. México

En este trabajo se presenta un modelo para la reconstrucción de campos de viento a partir de las ecuaciones de Navier Stokes y de la energía; el algoritmo de cálculo incluye un método de compresibilidad artificial el cual permite verificar que la divergencia de la velocidad sea satisfecha en la evolución de un proceso, tanto en el tiempo como en el espacio, relajando tanto presiones como velocidades, hasta verificar que en cada celda de cálculo la divergencia sea satisfecha hasta un valor que tienda a cero. El modelo permite reconstruir el campo de velocidades de una área determinada, a partir de mediciones de velocidades, temperaturas y presiones aisladas; diversas pruebas de calibración han sido llevada a cabo para verificar el procedimiento numérico; se ha puesto especial interés en la consideración de las condiciones de frontera. Se han considerado cuerpos geométricos de distintas formas de tal manera que se permita detectar la formación y el comportamiento de estructuras turbulentas como zonas vorticidad y zonas de recirculación. El modelo de turbulencia que se considera es de orden cero, y es deducido a partir de una descomposición estadística sobre las ecuaciones originales. Los resultados obtenidos hasta ahora son satisfactorios e interesantes, ya que han logrado reproducir cartas de velocidad en extensiones de interés. Actualmente se tienen identificadas dos aplicaciones directas; a saber, la reconstrucción de campos de viento para la ubicación correcta, tanto en ubicación como en dirección, de torres de generación eólica y el estudio de la dispersión contaminantes atmosféricos. Para la realización de ésta última actividad se está incluyendo actualmente la ecuación de conservación de especies. A este respecto algunos resultados preliminares han sido ya obtenidos.

CA.23

ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DE ACCELERACION DE PARTICULAS SOLARES POR MODOS ONDULATORIOS CICLOTRONICOS-ELECTROSTATICOS (MOCE)

M. D. Rodríguez-Frías¹, J. Pérez-Peraza¹, Luis del Peral¹, L. Mirosnichenko¹ y A. Gallegos-Cruz²
¹ Instituto de Geofísica, UNAM., D.F., México.
² UPIICSA, IPN., D.F., México.

Se analiza la eficiencia de aceleración de partículas solares por los Modos Ondulatorios Ciclotrónicos-Electrostáticos (Modos de BERNSTEIN) en los plasmas típicos de Fulguraciones Solares. En base al Coeficiente de Difusión de las partículas resonantes con un espectro de MOCE se demuestra en este trabajo que la eficiencia por este tipo de modos híbridos es más elevada que con otros tipos de modos longitudinales como es el caso de la turbulencia tipo LANGMUIR.

CA.24

**ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO Y NIVEL DE POTENCIALIDAD ENERGETICA DEL VIENTO EN LA ZONA CENTRO-OCCIDENTAL DEL ESTADO DE HIDALGO **

R. Saldaña, M. A. Borja, U. Miranda
 Instituto de Investigaciones Eléctricas
 Reforma 113. Col. Palmira. 62490 Temixco, Mor., México

En base a información anemométrica recabada en El Gavillero, Hgo. del 23 de julio de 1994 al 31 de mayo de 1995 se determinó: la velocidad media, la energía disponible, la densidad de potencia, la frecuencia de rumbos horaria, la distribución de rumbos dominantes, la frecuencia promedio diaria por rumbos, las velocidades de los vientos dominantes y máximos, la distribución de frecuencias de velocidades, y el patrón diario de velocidades.

Asimismo se obtuvieron los factores K y C de la función de densidad de Weibull a través de la velocidad media y la desviación estándar, el tipo de varianza, y la velocidad y desviación estándar por rumbos, reconstruyendo teóricamente la distribución de frecuencias de velocidades.

En el presente trabajo se discuten los resultados obtenidos referentes a las características y capacidad energética del viento en la zona.

CA.25

ASPECTOS INSTRUMENTALES DE MEDICIONES DEL BALANCE ENERGETICO ATMOSFERICO SOBRE SUPERFICIES URBANAS Y SUBURBANAS EN EL VALLE DE MEXICO

Adalberto Tejeda¹, Ernesto Jáuregui², Ricardo Saldaña³ y Ubaldo Miranda³

¹ Ciencias Atmosféricas de la Universidad Veracruzana, A.P. 465, 91000 Xalapa, Ver.

² Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, Circuito Exterior, 04510 Ciudad Universitaria, D.F.

³ Instituto de Investigaciones Eléctricas, Interior Internado Palmira, Cuernavaca, Mor.

Se discuten las dificultades instrumentales que se presentan al medir el balance energético atmosférico, en base a experiencias de campañas observacionales realizadas en el Valle de México en los últimos tres años. Se comparan los resultados de cuantificar el balance energético a partir de: 1) medir el almacenamiento de calor en el suelo (Qs), la radiación neta (Q*) y la razón de Bowen (b) para inferir los flujos de calor sensible turbulento (Qh) y de calor latente de evaporación (Qe), y 2) medir directamente Q*, Qh (con anemómetro sónico) y Qe (con higrómetro de kriptón), estimando Qs como un residuo. Se concluye que el primer método es conveniente sobre superficies no complejas (es decir, suelos planos y de uso homogéneo), pero que el segundo es más recomendable para monitorear el balance energético en cañones urbanos.

Además, el sistema de Bowen debe ser calibrado frecuentemente, pero es útil para mediciones aún bajo lluvia, mientras que los elementos sensores del higrómetro de kriptón y del anemómetro sónico son muy susceptibles al intemperismo.

Por otra parte, se muestra que para superficies no homogéneas, la altura a que se colocan los instrumentos de medición (principalmente el radiómetro neto) impacta sensiblemente en las mediciones.

Para el sistema de la razón de Bowen se discuten los resultados experimentales de otras posibles conexiones de los sensores en el ordenador (*data logger*) Campbell distintas a la especificada por el fabricante.

CA.26

ACERCA DEL TEMA DE LAS OSCILACIONES DE LAS CARACTERISTICAS HIDROMETEOROLOGICAS EN LA REGION DEL LAGO DE CHAPALA

Tereshchenko I.E.^{1,2} y A. E. Filonov^{1,2}

¹ Depto. de Física, CUCEI, U. de G., Guadalajara, Jalisco, México.

² OGMI, Odessa, Ucrania.

Se dan resultados del análisis estadístico de largas series de tiempo de las oscilaciones de las principales características hidrometeorológicas (temperatura del agua y del aire, precipitación, evaporación, presión atmosférica, viento y nivel del lago) en la región del lago de Chapala. Con ayuda de métodos lineal y no lineal del análisis espectral (método de máxima entropía y método de máxima verosimilitud) se resaltan las oscilaciones dominantes en el diapason de periodos desde algunos meses hasta decenas de años.

Se discuten las causas físicas de las oscilaciones que resaltan y el caracter de las relaciones internas entre las fluctuaciones de los diferentes parámetros hidrometeorológicos, así como las causas que originan la oscilación del nivel del lago. Se discuten los fundamentos conceptuales para la construcción de un modelo matemático del ecosistema del lago.

CA.27

ACERCA DEL TEMA SOBRE EL ESTUDIO DE LAS "ISLAS DE CALOR" EN GUADALAJARA

Tereshchenko I.E.^{1,2} y Orozco M.³

¹ Depto. de Física, CUCEI, U. de G., Guadalajara, Jalisco, México.

² OGMI., Odessa, Ucrania.

³ CUCBA, U. de G., Guadalajara, Jalisco, México.

Una gran ciudad moderna influye en el clima del territorio que la rodea y forma su clima local; este es determinado por las construcciones, la superficie de áreas verdes, la existencia de presas y otros.

Para el análisis de la influencia de una gran ciudad (situada en una zona tropical), en la variación del régimen térmico de su cuenca atmosférica, es necesario considerar que aquí el efecto se presenta mayormente en la elevación de la temperatura mínima diaria, considerando la época climática correspondiente.

En el trabajo se discuten los resultados del análisis del campo de temperatura del aire en la ciudad de Guadalajara para la época seca y húmeda. Se determina la interrelación del campo de la temperatura de la ciudad con otros parámetros meteorológicos, con fenómenos de tiempo y con factores urbanos.

El trabajo se realizó debido a la necesidad de estudiar la variabilidad de las magnitudes meteorológicas en las áreas urbanas, ya que estas dependencias, obtenidas por diversos autores estudiosos de las "islas de calor" en ciudades de latitudes medias, no son aplicables a grandes ciudades situadas en una zona tropical.

CA.28

LA TEMPORADA DE TORMENTAS Y URACANES DE 1995

Enrique Buendia Carrera

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

Este año se ha caracterizado por un aumento considerable de la actividad ciclónica en el océano Atlántico llegando a generar hasta mediados del mes de septiembre trece huracanes y en algunos de ellos se tuvo una alta probabilidad de introducirse a las costas nacionales pero las propias inestabilidades meteorológicas en su momento han cambiado la trayectoria de los huracanes hacia el noroeste y afortunadamente para la gran mayoría de los casos estos no penetraron a las costas del Atlántico mexicano, con la excepción de la tormenta Graciela que invadió parte de Tamaulipas, Veracruz, Nuevo León y San Luis Potosí.

En el Océano Pacífico a pesar de la aparente disminución de estos fenómenos se han tenido a 4 de ellos que han afectado los estados de Colima, Jalisco, Nayarit, Sinaloa, Sonora y Baja California Sur.

CA.29

EFFECTOS DE LA CORRIENTE EN CHORRO SUBTROPICAL SOBRE EL TIEMPO EN LA REPUBLICA MEXICANA

Orlando Delgado. D.

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

La presencia de una corriente en chorro en la República Mexicana, puede tener influencia de diferentes maneras. Esta se puede presentar en invierno, situándose en la parte occidental de la República Mexicana, durante la parte fría del año afectando con lluvias a los Estados de Baja California Norte, o bien a Sonora y Chihuahua donde puede producir

precipitación nivosas en la época más fría del año.

En esta misma época que la corriente en chorro, produce lloviznas en el Valle de México e incluso nieve en las montañas que lo rodean.

En este estudio vemos el comportamiento de la corriente en chorro, durante el verano, época en que se sitúa al este de su posición invernal, cruzando la República Mexicana en la parte sureste ó sea, en Oaxaca, Golfo de México el sureste de USA, o bien, más al oriente, situándose a lo largo del Golfo de Tehuantepec, atravesando Chiapas, Península de Yucatán, Golfo de México, Península de Florida y continuando hacia el Atlántico Nor-Occidental. Este caso, induce una corriente ciclónica en el Golfo de México, que en la República Mexicana produce un cambio en el estado de tiempo, de lluvioso a seco.

CA.30

ESTUDIO DE LA TRAYECTORIA DEL HURACAN LUIS

Rafael Patiño Mercado

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

El huracán Luis se presentó en el océano Atlántico del 29 de agosto al 9 de septiembre, situándose el 2 de septiembre en 11.7°N, 31.3°W. Este huracán se apareció al final de una serie de cuatro que son Humberto, Karen, Iris y Luis. Los cuatro huracanes se internaron en aguas Atlánticas, solo Luis y Humberto se aproximaron a las Antillas menores, mientras que Luis fue el único que se acercó a las costas de los E.E.U.U., donde pasó paralelamente a las costas orientales sin tocar tierra. Esto se debió a que se presentó una corriente en chorro que impuso una trayectoria hacia el noreste al aproximarse a las costas de los Estados Unidos. Esta corriente en chorro se puede observar en las fotografías de satélite de los días 8 y 9 de septiembre. En ellas se observa el cambio de dirección así como una aceleración que lo llevó rápidamente a latitudes medias perdiendo intensidad y, finalmente convirtiéndose en tormenta extratropical el 10 de septiembre.

CA.31

EFFECTO DE LOS CICLONES TROPICALES SOBRE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA EN EL VALLE DE MEXICO

Alfonso Salas Cruz

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

Cuando se han aproximado huracanes o tormentas tropicales al valle de México como Gilberto y Diana, la contaminación del Valle de México no se ha visto afectada en sus niveles climatológicos. Sin embargo, cuando el vortice ciclónico es invernal el incremento de la contaminación atmosférica es detectado y bastante fuerte. Por lo tanto, al emplearse el modelo de pronóstico a corto plazo en la región IV se pueden determinar los días de máxima contaminación de ozono superficial por la presencia de un vortice ciclónico y

con un exámen de las principales características de la correspondencia espacio-tiempo y una regresión lineal de las concentraciones de ozono-temperatura ambiental, se puede pronósticar diariamente la concentración de ozono superficial.

CA.32

EL MODELO DIVERGENTE

Francisco Javier Villicaña
Centro de Ciencias de la Atmósfera, Ciudad Universitaria,
UNAM, México D.F.

Este modelo esta basado fundamentalmente en la perturbación ageostrófica del viento o sea que para obtener resultados que concuerden a un alto grado es necesario calcular, lo más preciso posible, la divergencia del viento, horizontal para obtener mayor apego a la realidad.

En este trabajo se propone como calcular la perturbación ageostrófica del viento horizontal, a partir de la altura geopotencial al considerar la hipótesis de Petterssen (1956) Para un caso en particular con una pequeña modificación; además de permitir la variación del parámetro de Coriolis; con lo cual la evolución pronósticada se apega al tiempo que muestra una imagen de satélite, antes que a el campo de la altura geopotencial correspondiente.

OF.01

DETERMINACION DE FUNCIONES DE CORRELACION-ESPECTROS DE POTENCIA DE SUPERFICIES MARINAS A PARTIR DEL ANÁLISIS DE SUS PATRONES DE BRILLO

Josué Alvarez Borrego

Depto. de Optica, CICESE, Km. 107 Carr. Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C., 22860

Recientemente se ha desarrollado una técnica no lineal que permite determinar algunas propiedades estadísticas de superficies rugosas aleatorias a partir del análisis de sus patrones de brillo.

La funcionalidad de la técnica es probada cuando se obtienen las estadísticas de superficies ya conocidas. En este trabajo se presentan resultados del análisis de varias superficies con diferentes estadísticas cada una, con el objetivo de conocer el rango de aplicabilidad de la técnica. Se observa que trabajando con pendientes de 0 a 0.8 el modelo ofrece resultados excelentes, además, en una superficie marina el rango de pendientes para ondas de gravedad es menor que esto.

Se analizan además los patrones de brillo de varias superficies marinas para la determinación de sus funciones de correlación o espectros de potencia. Los resultados presentados muestran características estadísticas al momento de tomar la imagen de sus patrones de brillo.

OF.02

ALGUNAS APLICACIONES DE LA SOLUCION DEL PROBLEMA DE TAYLOR PARA CUENCAS MARINAS FINITAS Y SEMI-CERRADAS

Noel Carbajal

Tijberg 2, 2716 LH Zoetermeer, Holanda

Especificando condiciones de frontera y con fricción de fondo incluida, el problema de Taylor fue resuelto para cuencas marinas finitas, de fondo plano y semi-cerradas.

Las soluciones son usadas para explicar múltiples máximos de elipticidad observados en bahías como la Moray Firth y la Bahía Alemana en el Mar del Norte, o en general, en mares marginales relativamente pequeños. El sistema anfídrómico de corriente en las cercanías de fronteras abiertas también es investigado. Se encuentra que anfídrómicas de corriente pueden existir en forma individual o bien pueden presentarse en pares. Finalmente, la solución del problema de Taylor es combinada con la solución de Prandle para la estructura vertical de flujos oscilatorios. De esta manera, se obtiene una descripción tridimensional de la componente ciclónica y anticiclónica del flujo así como la fase, amplitud y elipticidad.

OF.03

VARIABILIDAD DE TEMPERATURA EN LA BAHIA DE TODOS SANTOS, BC, A PARTIR DE REGISTROS DE LARGO PERIODO

M. Esther Cruz-Colín¹, Oscar E. Delgado-González², Reginaldo Durazo Arvizu¹ y José Ma. Robles-Pacheco³

¹ Facultad de Ciencias Marinas, UABC, Km 103 Carr. Tijuana-Ensenada., Ensenada, B.C., México.

² Instituto de Investigaciones Oceanológicas. UABC, Km 103 Carr. Tijuana-Ensenada., Ensenada, B.C., México.

³ CICESE, Km 107 Carr. Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C., México

Se caracteriza la variación de temperatura del mar a partir de registros obtenidos por una red de termógrafos ubicados en seis diferentes puntos y a tres niveles de profundidad dentro de la Bahía de Todos Santos, BC. En dos de los seis termógrafos, se han obtenido series de datos continuos abarcando un periodo de dos años: de abril de 1993 a marzo de 1995. Una de las estaciones se encuentra ubicada en la entrada de la bahía, y la otra en la parte interna.

Las series de tiempo muestran mayores variaciones durante los meses de primavera y verano (marzo a septiembre), en contraste con los meses de invierno (diciembre a febrero). Durante el verano existe una termoclina bien formada, debido a que las intensidades de viento son moderadas. El análisis espectral muestra variaciones de 6 horas, semidiurnas, diurnas, semanales y quincenales. Se estudian las variaciones atípicas en función de parámetros hidrográficos, por medio de correlación estadística.

Palabras Claves: Temperatura, variabilidad estacional, correlación.

OF.04

LAS CORRIENTES DE MAREA Y SUS INTERACCIONES EN LA ENSENADA DE LA PAZ, B.C.S

Juan A. Delgado-Contreras y José Gómez-Valdés
CICESE, Km 107 Carr. Tijuana-Ensenada. Apartado Postal 2732. Ensenada, B.C.

Sandoval y Gómez-Valdés (sometida a GI, 1995) analizaron el único conjunto de datos del nivel del mar y velocidades de corriente que se tiene hasta la fecha de La Ensenada de La Paz, B.C.S. Ellos encontraron que las corrientes de marea dominaron el campo de velocidad y que sus gradientes estuvieron vinculados en su variabilidad espacial con la topografía de la laguna durante el periodo de mediciones. Asimismo, reportaron que en el canal que conecta la laguna con la bahía de La Paz la corriente semidiurna tuvo el 85% de la variancia total, disminuyendo a 50% en el interior de la laguna. En las bajas frecuencias el porcentaje de energía se incrementa del canal hacia el interior de la laguna. Su trabajo sugiere que la estructura de la corriente es tridimensional en el canal y bidimensional en el interior. Mareas compuestas, terciarias principalmente, fueron detectadas en los análisis

armónico y espectral. Observaron también asimetrías en el flujo y el reflujó de la marea, en distintos sitios.

En este trabajo se predicen las corrientes de marea en La Ensenada de La Paz, B.C.S., usando el modelo de circulación costera de Wang (DSR, 1989), calibrado con los resultados de Sandoval y Gómez-Valdés. Se estudia la generación de corrientes residuales debidas a la interacción del flujo oscilatorio con la topografía. El modelo puede ser usado para estudiar el efecto en las corrientes de marea de los cambios en la batimetría en el último lustro.

Palabras Claves: corriente de marea, topografía, interacciones no lineales.

OF.05

ONDAS INTERNAS EN LA PLATAFORMA CONTINENTAL DE LA COSTA OCCIDENTAL DE MEXICO.

Filonov A.E.^{1,2}, Monzón C.O.¹ y Tereshchenko I.E.^{1,2}

¹ Depto. de Física, CUCEI, U. de G. Guadalajara, Jalisco, México.

² OGMI, Odessa, Ucrania.

Se discuten los resultados de múltiples mediciones de sondeo con CTD, de la estructura termohalina de las aguas en un polígono hidrofísico (20x100 km), en la parte central de la costa occidental de México (costa del Estado de Jalisco). La región de estudio abarca una plataforma continental muy angosta (la isobata de 200 m se sitúa a 7-10 km de la costa), la cual se interrumpe bruscamente en dirección de la Fosa Central Americana, en donde las inclinaciones del fondo alcanzan 8-10 grados. La estructura termohalina de las aguas de la región, se ve afectada constantemente por la acción de las ondas internas de corto período, las cuales se generan por la marea barotrópica sobre la pendiente continental. La perturbación inicial baroclinica, se propaga en dirección de la costa y de manera no lineal se transforma en grupos de ondas cortas en la plataforma continental. La altura máxima de onda registrada en los grupos alcanza 20-25 m, una longitud promedio de 4-8 km y una velocidad de fase de 0.3-0.5 m/s. En la ponencia se presentan resultados del análisis espectral espacio-temporal de la fluctuación de la termohaloclina. Se presenta la estadística de las estimaciones de los períodos, longitudes, dirección y velocidades de fase de las ondas registradas. Se discuten las estimaciones de la dispersión y no linealidad de las ondas en los grupos, así como la forma de sus perfiles en el marco de la ecuación de Korteweg-de Vries. Se discuten los resultados de las estimaciones de la influencia de la deformación de las ondas internas en los cálculos de las alturas dinámicas y de las corrientes geostroficas, así como su participación en la formación de "manchas" espaciales de alta productividad biológica de las aguas y en la dinámica de la contaminación en la región de estudio.

OF.06

ACERCA DE UN METODO PARA LA REALIZACION DE UN RAPIDO LEVANTAMIENTO OCEANOGRAFICO, UTILIZANDO UN CTD CON LA EMBARCACION EN MOVIMIENTO"

Filonov A.E.^{1,2}, Monzón C.O.¹ y Tereshchenko I.E.^{1,2}
¹ Depto. de Física, CUCEI, U de G., Guadalajara, Jalisco, México.

² OGMI, Odessa, Ucrania.

Se describe un método para realizar un rápido levantamiento oceanográfico en el mar, utilizando un registrador CTD. Con este método, el registrador se introduce a un cuerpo especial y se remolca a máxima velocidad desde la embarcación de investigación. En el punto de medición, la nave sin disminuir la velocidad, realiza 1-2 círculos suaves, durante los cuales el registrador cae al fondo con una velocidad de hasta 5 m/s (dependiendo del peso del cuerpo con el registrador) y lleva a cabo el sondeo hasta la profundidad que es determinada por la longitud del cable de remolque. Después, la nave sin detenerse, se mueve al siguiente punto de medición y así sucesivamente. Se da un ejemplo de la utilización del método para un levantamiento oceanográfico rápido en un micropolígono en la plataforma continental de la costa occidental de México, cercana al Estado de Jalisco. Aquí, tan solo en 5 horas y 21 minutos, se realizaron 27 sondeos verticales hasta una profundidad de 120 m en transectos de una longitud total de más de 28 millas. Se muestra la posibilidad de utilizar el material del rápido levantamiento espacial, para la determinación de los parámetros de las ondas internas gravitacionales cortas.

OF.07

ESTUDIO DE REFRACCION DE OLEAJE Y DE OSCILACIONES DEL NIVEL DEL AGUA (SEICHES) EN EL PUERTO INTERIOR DE SAN PEDRITO EN MANZANILLO, COLIMA

Marco A. Galicia P. y Juan H. Gaviño R.
 Centro Universitario de Investigaciones Oceanológicas,
 Universidad de Colima, Manzanillo, Colima.

Se presentan los resultados de un estudio de refracción de oleaje en la Bahía de Manzanillo y el análisis espectral en el Puerto Interior de San Pedrito. En ambos estudios se utilizan las técnicas de los métodos numéricos, además, datos de una caseta mareográfica instalada en el puerto de Manzanillo. De acuerdo a los diagramas de refracción obtenidos, el área de los puertos interior y exterior no es afectada considerablemente por oleaje directo que penetra en la Bahía de Manzanillo, de esta peculiaridad, también goza la zona adyacente a la Laguna de Juluapan. Según las frecuencias calculadas, mediante la Transformada Rápida de Fourier, se puede decir que, los efectos de resonancia en el interior y exterior de Manzanillo se encuentran en la banda de 30 y 36 min. Estos efectos de resonancia o seiches son los que producen, en las vecindades del muelle fiscal y en la "flotilla" de la Armada de México,

oscilaciones del nivel del mar que provocan movimientos en los barcos que llegan a oroginar choques contra el muelle o entre ellos mismos.

OF.08

ESTIMACION DE CORRIENTES Y TRANSPORTE LITORAL EN UNA ZONA DE LA BAHIA DE TODOS SANTOS, B.C, MEDIANTE ESTADISTICAS DE OLEAJE.

K. Galindo-Albrechtsen¹ y C.R. Torres-Navarrete^{1,2}

¹ Instituto de Investigaciones Oceanológicas. UABC.
Km 103, Carr. Tijuana-Ensenada. Apartado Postal 453.
Ensenada B. C.

² CICESE, Km 103 Carr. Tijuana-Ensenada. Apartado Postal 2732. Ensenada, B. C.

Con el fin de conocer la dinámica litoral, previa a la construcción de una marina en la zona conocida como "Playitas" situada en Ensenada, BC, se utilizaron estadísticas de oleaje de aguas profundas. A partir de éstas se obtuvieron diagramas de refracción con los cuales se estimó la altura y ángulo de aproximación en la rompiente. Con esta información se calculó la corriente y el transporte litoral en la zona.

Los resultados muestran que durante verano las corrientes son predominantemente en dirección NE con velocidades de 2.89 m/s en promedio mientras que en invierno son de 3.09 m/s en la misma dirección. Los valores de transporte de sedimento para estas estaciones fueron de 5.7m³/día y 6.2m³/día respectivamente.

Palabras Claves: Oleaje, refracción, corriente litoral y transporte litoral.

OF.09

ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE LA CIRCULACION BAROTROPICA EN EL GOLFO DE MEXICO EL MAR CARIBE Y EL ATLANTICO ALEDAÑO

Juan H. Gaviño Rodríguez¹ y Benjamin Martínez López²

¹ CeUnlvO, Universidad de Colima

Apdo. Postal 275. Manzanillo, Colima, 28200 México.

² Institut fuer Meereskunde, Uni-Hamburg

Tropelwitzstr.7 D-22529 Hamburg, Deutschland (Germany).

Al comparar 2 modelos explícitos y uno semi-implícito se obtienen resultados muy semejantes pero tiempos de ejecución muy dispares, resaltando la necesidad de vectorización en computadoras que lo permiten. Los cálculos de la circulación por marea muestran una gran influencia de la atracción directa, además de una gran sensibilidad a cambios en las condiciones de frontera, aduciendo el requerimiento de asimilación de datos. Los diagramas de flujo de energía muestran que la marea M2 es más importante en el Atlántico, en los de la K1 el Caribe es también significativo. Un flujo penetrando por la esquina suroriental del Caribe produce una circulación muy semejante a la corriente del Golfo y la circulación por el arrastre de un esquema idealizado de

los vientos dominantes en la región ayuda a explicar ciertas observaciones.

OF.10

LA TRASLACION DE REMOLINOS OCEANICOS USANDO LAS ECUACIONES DE PLANO-BETA EXACTAS

Federico Graef Ziehl

CICESE

Los remolinos ciclónicos o anti-ciclónicos se trasladan hacia el Oeste debido al llamado efecto- β , que es la variación del parámetro de Coriolis con la latitud. La mayoría de los trabajos analíticos que estudian la traslación y que utilizan las ecuaciones primitivas de aguas someras, también usan la aproximación de plano- β convencional, en la que el parámetro de Coriolis varía linealmente con la latitud. Los términos métricos proporcionales a $\tan \theta_0/r_0$, donde θ_0 es la latitud de referencia y r_0 el radio medio de la Tierra, que resultan de hacer una expansión de las ecuaciones de movimiento escritas en coordenadas esféricas alrededor de θ_0 , son generalmente omitidos.

En este trabajo se investiga el movimiento del centro de masa de un remolino aislado tipo lente usando las ecuaciones primitivas de aguas someras de plano- β exactas, esto es, incluyendo los términos proporcionales a $\tan \theta_0/r_0$.

OF.11

DOCUMENTACION DE LOS CAMBIOS OBSERVADOS EN LA FRANJA COSTERA CONOCIDA COMO PLAYITAS, UBICADA EN LA BAHIA DE TODOS SANTOS, B.C., MEXICO

Rigoberto Guardado France

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

La playa de bolsillo conocida como Playitas se ubica aproximadamente a 3 km al norte de la ciudad de Ensenada, B.C. Esta zona catalogada hasta hace poco por muchas personas como uno de los lugares más bellos de la Bahía de Todos Santos se caracterizó por ser un lugar de aguas tranquilas, limpias y seguras para el desarrollo de actividades turísticas y recreativas. Sin embargo, ésta zona ha sufrido cambios drásticos, principalmente debido a la pérdida de la arena de playa a causa de la presencia de una tormenta de invierno en 1988.

A fines de 1994 se inició la construcción en ésta zona de una marina turística en cuyo proyecto se contempló la construcción de un rompeolas y un espigón como obras exteriores, dicho proyecto será concluido a finales de 1995.

Los cambios que se han presentado en la franja costera de Playitas han sido muy marcados y sobre todo, muy rápidos. Con el fin de documentar los cambios que se han presentado en la zona de Playitas, se realizó un estudio en el que se presenta tanto la evolución física de la zona costera como las

posibles causas de dichos cambios. Para lograr lo anterior se realizó un análisis fotográfico, análisis de las condiciones de oleaje incluyendo análisis de refracción y difracción del oleaje así como estudios de geología de la zona costera, razones de retroceso, períodos de retorno de tormenta, efectos sobre la costa de las obras de protección construídas entre otros.

De este estudio se concluye que la pérdida de arena durante la tormenta de 1988 fue el principal factor de cambio en la franja costera y la construcción de obras de protección en la zona definitivamente agudizaron el problema, principalmente en la región sur de Playitas, conocida como Papagayo.

OF.12

COMPARACION DE DOS MODELOS NUMERICOS DEL SISTEMA LAGUNAR TOPOLOBAMPO ANTES Y DESPUES DEL DRAGADO DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE ALTURA

Jiménez Llescas A.R.¹, Obeso Nieblas M.¹ y González Orduño Ana M.²
¹COFAA, BDA

²Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN

Se simularon las corrientes producidas por marea y viento reinante en el complejo lagunar Topolobampo-Ohuira, por medio de un modelo barotrópico bidimensional integrado en diferencias finitas, programado en FORTRAN, desarrollado en CICIMAR y ejecutado vía satélite a través de la REDIPN en la supercomputadora IBM 9021 del IPN, en Zacatenco, México, D.F.

A partir del portulano y cartas nauticas anteriores al dragado, se digitalizó la batimetría para simular las condiciones previas y con información del diseño del canal se construyó la segunda malla de integración. Los resultados de corrientes se obtienen a partir de dos matrices de componentes ($U(i,j), V(i,j)$); se grafican con programas en POWER BASIC elaborados ex-profeso por el autor y con Winsurf de Golden Software.

La intensidad de las corrientes disminuyó con el dragado, lo que disminuye la capacidad de autdragado y la estabilidad del sistema y aunque el canal se mantiene profundo, el prisma de marea se mantiene constante. La sección transversal de la bocana se conservó por medio de un crecimiento de los bajos cercanos a las puntas. Las corrientes mas intensas en ambos casos se observan frente al Puerto de Topolobampo, en los estrechamientos del canal, las cuales disminuyen de intensidad gradualmente y en forma de abanico al entrar a la Bahía Ohuira, sin embargo, es interesante hacer notar que frente a los muelles, las velocidades de las corrientes de marea son muy intensas.

Las corrientes medidas para calibrar el modelo fueron registradas con un corrientómetro InterOcean S4 frente al muelle de PEMEX, antes del dragado, y coinciden con las corrientes simuladas. El máximo en corrientes de sicigia alcanza 1.5 m/s.

Se recomienda no disminuir el prisma de mareas en la laguna Ohuira para mantener la estabilidad del sistema y evitar en lo posible derrames de hidrocarburos y de contaminantes en la zona de muelles y canales, ya que las corrientes de marea pueden ocasionar una gran dispersión de los contaminantes y afectar a un gran porcentaje del sistema lagunar.

Palabras Clave: Oceanografía Física, Modelación Numérica, Lagunas Costeras, Corrientes de Marea.

OF.13

PERSPECTIVA DEL SISTEMA DE CIRCULACION EN LA REGION NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA

M. F. Lavín¹, E. Palacios¹, M. L. Argote¹, L. Carrillo¹ y R. Durazo²

¹Depto. de Oceanografía Física, CICESE

²Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC

Las descripciones clásicas de la circulación en la región norte del Golfo de California, sugieren que es en forma de un gran giro, ciclónico en verano y anticiclónico en invierno. Se revisan los diferentes posibles mecanismos de forzamiento usando modelos mecánicos y observaciones de hidrografía y de corrientes eulerianas y lagrangeanas.

OF.14

UN EXPERIMENTO NUMERICO SOBRE LA FORMACION DE MASAS DE AGUA EN LA PARTE NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA

M. Lopéz Mariscal
 CICESE

Se describen los resultados de un experimento numérico con un forzamiento idealizado de pérdida de calor en forma de 3 eventos Gaussianos. Las condiciones iniciales son las de un frente de densidad con aguas más densas (más frías y más salinas) a profundidades menores de 25 m. Al principio se permiten algunos días de relajación antes de comenzar al forzamiento, y el frente de densidad se ajusta geostóricamente a partir del reposo en períodos del orden de un día. El flujo superficial es anticiclónico a lo largo del frente, y ciclónico a mayores profundidades. El flujo ciclónico superficial presenta rápidamente signos de desestabilización en forma de pequeños remolinos ciclónicos. Los eventos de forzamiento se manifiestan sub-superficialmente como un aumento de la temperatura y de la salinidad, indicando el origen superficial de las aguas que se hunden hasta alcanzar el fondo o una profundidad cuya densidad es aproximadamente igual a la de las aguas superficiales. Las aguas superficiales se hunden por diversas partes a lo largo de la pendiente del fondo, pero avanzan más rápidamente a partir de la zona de la cabeza del Golfo fluyendo hacia el sur por la zona de la Cuenca Wagner. En esta zona, durante los primeros días de relajación después de haber cesado el forzamiento, las aguas de orgien superficial avanzan a una velocidad pequeña de aproximadamente 3 km/día y con cierta evidencia de un avance

más rápido del lado derecho de la cuenca en relación al sentido de avance de las aguas. Después, el avance se hace un poco más lento y la situación más complicada conforme convergen aguas de origen superficial provenientes de diferentes puntos. El período de relajación se extiende hasta el final del experimento (78 días) y las aguas de alta salinidad llegan hasta la zona de la Cuenca Delfín y al límite del dominio numérico justo al norte de la Isla Angel de la Guarda. El comportamiento de los campos de salinidad y temperatura es calitativamente similar a las pocas observaciones que se tienen sobre formación de masas de agua en la parte norte del Golfo de California durante el invierno.

OF.15

CORRIENTES RESIDUALES PRODUCIDAS POR MAREAS EN UN MODELO VERTICALMENTE INTEGRADO DEL GOLFO DE CALIFORNIA

S. G. Marinone
CICESE

En este trabajo se estudian las corrientes residuales en el Golfo de California inducidas por los diferentes constituyentes diurnos y semidiurnos de la marea, así como las producidas por sus interacciones. El estudio se efectúa por medio de un modelo numérico que resuelve las ecuaciones de movimiento verticalmente integradas y la marea es simulada (forzada) como marea de co-oscilación con la marea del Océano Pacífico.

En el Golfo de California la modelación de corrientes residuales que se producen por la marea ha sido restringida a la inducida por la componente M2. La razón es que esta componente es la más energética, llegando a tener una amplitud de casi 2 metros en la parte norte del golfo, por efectos de resonancia. Sin embargo, todas las componentes semidiurnas experimentan resonancia y tienen amplitudes considerables (v.gr., la S2 alcanza una amplitud de 1 metro). La marea total llega a ser de 10 metros en la cabeza del golfo. Siendo las corrientes residuales un fenómeno alineal, es importante investigar la contribución de otros componentes además de la M2 así como la generada por interacción de los diferentes componentes.

OF.16

DISTRIBUCION ESPACIAL DEL OLEAJE MEDIANTE ANALISIS DE ESPECTROS DE POTENCIA DE FOTOGRAFIAS AEREAS EN LA BAHIA DE TODOS SANTOS, B.C.

Octavio Meillón Menchaca y Josué Alvarez Borrego
Depto. de Optica, CICESE, Km. 107 Carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C., México

La relación que existe entre el espectro direccional del oleaje de una imagen aérea de la superficie del mar y el espectro de potencia obtenido vía la transformada de Fourier de esa fotografía, es un hecho ya observado por N. F. Barber en 1954 a través de un sistema óptico.

Esta técnica es implementada digitalmente y aplicada a imágenes de la superficie marina obtenidas el 12 de Mayo de 1993 para determinar la distribución espacial del oleaje en la bahía de Todos Santos, B.C., México.

La implementación y el diseño del sistema fotográfico utilizado es cubierta en detalle. Se concluye sobre la aplicabilidad, las limitaciones y el potencial de la técnica, además de los resultados encontrados.

OF.17

THE INFLUENCE OF TIDAL CURRENTS AND WIND ON MIXING IN THE SURFACE LAYERS OF THE SEA

Rubén A. Morales¹ and A.J. Elliott²

¹ Instituto de Investigaciones Eléctricas, Cuernavaca, Mor, México.

² Unit for Coastal and Estuarine Studies, Marine Science Laboratories, Menai Bridge, Gwynedd LL59 5EY, UK

The data from series of continuous plume diffusion experiments in the southern North Sea have been analysed to extract both Fickian and non-Fickian estimates of lateral (Ky) and vertical (Kz) diffusivities, and the dependence of the mixing rates on wind and tidal conditions investigated. Power laws, expressing the diffusivities as functions of the environmental conditions, were fitted to the data but little improvement could be achieved over that obtained using a linear function of wind and current speed. The data displayed considerable scatter and regression could only explain 55% of the variance in the observed lateral and vertical diffusivities. Empirical formulae relating the mixing to the tidal currents and winds have been derived for use in applied studies.

OF.18

REGISTRO DE CORRIENTES EN LA ENSENADA DE LA PAZ, B.C.S., MEXICO.

Maclovio Obeso Nieblas^{1,2,3}, Angel R. Jiménez Llescas^{1,2,3} y Ana Margarita Gonzalez Orduqo¹

¹ Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-IPN La Paz, Baja California Sur, México.

² Becario COFFA del I.P.N.

³ Becario del Programa de Estímulo al Desempeño Docente del I.P.N.

En julio 10-14 de 1995 se instalaron seis correntómetros y un ológrafo en la Ensenada de La Paz, B.C.S., México, con el objetivo de determinar la dirección e intensidad de la corriente y el comportamiento de la onda de marea en la zona. Tres equipos se colocaron en la boca de la Ensenada, de los cuales dos se instalaron en el canal de navegación y el tercero se ubicó en el canal secundario adjunto a la barrera arenosa El Mogote. El resto de los correntómetros se ubicaron en la parte interna de la Ensenada en la zona de canales y el ológrafo se instaló en la parte norte de la cabeza de la Ensenada.

Los datos obtenidos de corrientes muestran que la dinámica del canal principal, así como del resto de la zona de canales esta determinada por la acción de la marea.

La marea tiene un comportamiento mixto predominantemente semidiurno, con la pleamar superior seguida de la bajamar inferior. Este comportamiento de la marea produce corrientes de reflujo más intensas que durante el flujo, esta característica permite a los canales y principalmente al canal de acceso al Puerto de La Paz, B.C.S., permanecer dragados en forma natural.

La corriente máximas se registraron en la boca de la Ensenada en el canal de navegación con una magnitud de 103 cm/s mientras que en el otro extremo de la boca del lado de la barrera arenosa El Mogote, la máxima magnitud registrada fue de 73 cm/s. El mayor intercambio de agua se produce por el canal de navegación, en virtud de la mayor magnitud de la corriente, profundidad y sección transversal.

Palabras Claves: Corrientes, Marea, Oceanografía Sísmica, Laguna Costera.

OF.19

EL CRECIMIENTO DEL OLEAJE BAJO LA INFLUENCIA DE OLAS LARGAS QUE VIAJAN EN DIRECCION OPUESTA AL VIENTO

F. J. Ocampo Torres y R. Padilla Hernández
CICESE, Depto. de Oceanografía Física

La generación y el crecimiento del oleaje es un proceso que se asocia al suministro de energía por parte del viento al actuar sobre la superficie del mar. Generalmente, en los modelos de predicción de oleaje que se basan en la ecuación de balance de energía, este proceso se incorpora como una función fuente. A pesar del desarrollo sobresaliente en la teoría para describir el oleaje, aún existen algunos aspectos que requieren de un mejor entendimiento. Entre otros, la influencia del oleaje largo que viaja en dirección opuesta al viento, en el proceso de generación y crecimiento, que aún no se conoce adecuadamente. El potencial de algunos modelos numéricos nos brinda la posibilidad de utilizarlos como herramienta para estudiar un cierto fenómeno.

Se utiliza el modelo WAM para analizar el espectro direccional del oleaje durante etapas de generación y crecimiento en la región del Golfo de Tehuantepec. Bajo la influencia de los Tehuanos (viento del norte) el crecimiento del oleaje es evidente. El objetivo del trabajo es analizar la simulación del crecimiento del oleaje inducido por vientos Tehuanos (que soplan hacia mar abierto) en la presencia de oleaje que se acerca a las costas y que fué generando en regiones alejadas del Golfo de Tehuantepec.

El dominio geográfico en el que se aplica el modelo corresponde con una malla de 241 por 281 puntos; con resolución espacial de 5' en latitud y longitud y la simulación con el modelo WAM se realiza utilizando la malla en una forma a) independiente, o bien b) anidada en otra malla de menor resolución que cubre prácticamente el Océano Pacífico. El

modelo es forzado con campos de viento horarios proporcionados por la Agencia Meteorológica del Reino Unido que corresponden a febrero de 1992. Se analizan los espectros del oleaje, resultantes por el efecto de los vientos Tehuanos y la comparación de las dos simulaciones indican que el crecimiento del oleaje se intensifica con la presencia de oleaje que proviene del exterior de la malla fina, y que se propaga hacia la costa en dirección opuesta al viento.

OF.20

SIMULACION DEL OLEAJE EN LA BAHIA DE TODOS SANTOS (ENSENADA, B.C.) UTILIZANDO EL MODELO WAM

P. Osuna y F.J. Ocampo Torres
Depto. de Oceanografía Física, CICESE, Km. 107 Carr.
Tijuana-Ensenada, Ensenada B.C., México

En este trabajo se estudia la propagación del oleaje y las modificaciones que sufre el espectro al propagarse desde aguas profundas a un ambiente de aguas someras utilizando el modelo espectral de tercera generación WAM. Algunos resultados de la simulación numérica se comparan con mediciones disponibles obtenidas en un punto cercano a la costa, durante un evento registrado entre los meses de abril y mayo de 1988. Los resultados numéricos preliminares describen adecuadamente las cantidades integrales del espectro (i.e. altura significativa y dirección promedio) estimadas a partir de las observaciones, sin embargo, sus características particulares (i.e. período y dirección del pico espectral) no se logran reproducir satisfactoriamente. También se puede apreciar una sobrestimación de la altura significativa modelada antes y después del evento. Con respecto a la propagación del oleaje en aguas someras, se discute la importancia relativa de los términos que comprenden la función fuente de energía (básicamente los disipativos y la interacción no lineal entre olas) en la evolución del espectro.

OF.21

ESTIMACION DE RIESGO POR OLEAJE DE HURACAN EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO

J.I. Peredo Jaime, J.E. Arboleda V., E. Cornejo L., y A. Vázquez
Depto. de Geología Marina, UABCS, Carr. Sur Km. 5.5, La Paz, B.C., México

El extremo sur de la Península de Baja California es especialmente vulnerable a la presencia de huracanes que generan, entre otros fenómenos olas capaces de producir cambios importantes en la Topografía de la línea de costa, representando un factor de riesgo para las poblaciones y obras costeras.

Al carecer de registros sistemáticos de oleaje se recurrió al registro natural de aquellos depósitos de grava vulcanoclástica localizados a lo largo de la Costa del Estado de Baja California Sur y cuya génesis se asocia con la presencia de tormentas de alta energía. Mediante un modelo

empírico se correlacionó la altura de las olas rompientes, la pendiente del frente de playa y el diámetro de máxima proyección de los clastos movidos por el oleaje. Se definieron dos zonas de riesgo: a) alto riesgo que incluye desde el poblado de Todos Santos en el litoral pacífico hasta los planes en el Golfo de California y b) riesgo moderado que incluye los litorales del resto del estado. Los resultados indican que, ante la presencia de un huracán severo en las zonas de alto riesgo, la altura de las olas en la rompiente puede superar los 6.5 metros.

OF.22

ESTIMACION TEORICA DEL TRANSPORTE LITORAL A LO LARGO DE LA BARRERA ARENOSA "EL MOGOTE DE LA PAZ", B.C.S., MEXICO

José Isidoro Peredo Jaime¹ y Sergio Troyo Dieguez²

¹ Depto. de Geología de la U.A.B.C.S.

² Depto. de Oceanografía del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas - IPN

Durante los días 22, 23, 24 y 25 de noviembre de 1994; 13 y 14 de marzo de 1995, se colocaron ológrafos direccionales en la porción norte de la Barrera Arenosa "El Mogote de La Paz", con los datos de dirección de aproximación y altura significativa del oleaje, mediante la aplicación de la ecuación de Galvin y Schweppe, se obtuvieron los valores de flujo de energía a lo largo de la costa (PLS).

Estos valores se aplicaron a los diagramas de transporte litoral de arenas elaborados por el Cuerpo de Ingenieros Costeros de los Estados Unidos.

Los resultados muestran un transporte litoral promedio diario de 666 metros cúbicos de arena por día para el período de muestreo del mes de noviembre y de 140 metros cúbicos para el correspondiente al mes de marzo.

OF.23

EVALUACION DEL PONTENCIAL DE EXTRACCION DE ENERGIA ELECTRICA A PARTIR DEL OLEAJE, COMO POSIBLE FUENTE ALTERNA EN ROSARITO, B. C

Ana Luz Quintanilla Montoya¹ y Luis Mariano Cerca Martínez²

¹ Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Apartado Postal 423, Ensenada, B.C., 22800

² Facultad de Ciencias Marinas, Carr. Tijuana-Ensenada Km 102, Ensenada, B.C., México, 22860

Los recursos energéticos provenientes de fuentes no renovables son finitos y generan productos secundarios que impactan al medio ambiente de diversas formas, por lo que es necesario cambiar la política hacia el uso de los recursos renovables como fuentes de energía. Este estudio provee una propuesta de uso de la energía del oleaje como una posible fuente alterna en Rosarito. La energía extraída del oleaje no pretende sustituir completamente y en corto plazo a la fuente

convencional de energía, que actualmente se explora pero puede hacer un aporte significativo. El recurso de la zona de Rosarito es abundante, y presenta una gran variabilidad temporal. Se determinaron dos períodos de máxima energía, 7 y 14 segundos a los que les corresponden alturas significantes promedio de 1.38 metros y 1.1 metros. Se propone el uso de un convertidor de la energía del oleaje del tipo *Salter's Duck* el cual se colocaría en la Isóбата de los 25 metros, con una orientación al oeste y tiene una potencia de 70 kw. Las ventajas ambientales y socioeconómicas hacen que la extracción de energía del oleaje se presente como una oportunidad real y prometedora.

OF.24

MODOS NORMALES EN UN CANAL OCEANICO

P. Ripa y J. Zavala
CICESE

Los modos normales en un canal de ancho constante y profundidad independiente de la coordenada longitudinal x , son de dos tipos diferentes:

Aquellos para los que la frecuencia w es el autovalor mientras que el número de onda longitudinal k es fijo.

Los que, por el contrario, corresponden a w fijo, para los que k es el autovalor.

Los primeros son útiles para la descripción de un problema de condiciones iniciales. En ausencia de fricción, son ortogonales en una métrica correspondiente a la densidad local de energía y tienen autofrecuencias w reales.

Los segundos son los adecuados para describir un problema forzado en una frontera (v.gr., en $x=0$). Estos modos tienen, en general, autovalores k complejos y no son ortogonales en una métrica diagonal. Se demuestra, sin embargo, que estos modos son ortogonales a los del problema adjunto, y que estos pueden ser fácilmente encontrados como función de los primeros. La métrica de ortogonalidad corresponde a la integral de flujo de energía. Se discute un esquema numérico adecuado para la obtención de las bases directa y adjunta (el esquema C de Arakawa no lo es) y se ejemplifica su utilización en el problema de forzamiento baroclínico de una cuenca uniforme, de dimensiones similares a las del Golfo de California.

OF.25

EL ESPECTRO DIRECCIONAL DEL OLEAJE EN LA PLAYA SAN FRANCISCO, GUAYMAS, SONORA

Pedro Rosales Grano
Instituto Tecnológico del Mar, Guaymas.
Carr. al Varadero Nacional Km. 4, Guaymas, Sonora.

Se analizan datos de presión y velocidades orbitales registrados durante dos campañas de mediciones efectuadas del 9 al 21 de Octubre y del 7 al 19 de Noviembre de 1993, en Playa San Francisco, Guaymas, Sonora.

Las mediciones se hicieron con instrumento equipado con un corrientímetro electromagnético y un sensor de presión, programado para que grabara durante 10 minutos cada dos horas con un intervalo de muestreo de 0.5 s. Se obtuvieron 1200 muestras por variable obtenida, presión p, y velocidades orbitales u,v grabando un total de 290 paquetes de datos.

El sensor fué colocado a una distancia aproximada de 200 m de la línea de costa a una profundidad promedio de 4.5 m.

La información recabada se recuperó en código binario y hexadecimal, se calcularon los espectros de energía utilizando las técnicas de la transformada rápida de Fourier, para cada paquete de datos, utilizando 1024 muestras de presión. En general los períodos de máxima energía oscilaron entre los 3 y 5 segundos presentándose esporádicamente períodos de 6 segundos y solo en una ocasión un período de 7 segundos.

Los espectros direccionales de oleaje se determinaron de los registros de presión y las dos componentes de la velocidad orbital, calculando los 5 primeros coeficientes de la expansión en series de Fourier del espectro direccional.

La dirección predominante asociada con los picos de máxima energía en el espectro fue del Suroeste.

La altura significativa máxima encontrada fue de .91 m durante la segunda campana de medición con un período de máxima energía de 5.5 s y una dirección SW bien definida.

Estas son las primeras mediciones de oleaje que se realizan en la zona, es recomendable hacer mediciones para un ciclo anual, la información sería útil para estudios de transporte litoral donde se construyan obras de ingeniería costera, dadas las perspectivas de desarrollo turístico de Guaymas, Sonora.

OF.26

DESARROLLO DE OLAS DE VIENTO Y SEICHES EN LA ZONA COSTERA DE LA BAHIA DE LA PAZ

Salinas-González, F., Troyo-Dieguez, S., Zaytsev, Oleg. Depto. de Oceanología, CICIMAR., La Paz, B.C.S., México.

En la zona costera el oleaje influye de manera determinante en el movimiento y transporte de sedimento. Para determinar la variabilidad de las corrientes debido al oleaje se realizaron mediciones horizontales de corrientes en la zona de aguas someras frente a la barrera arenosa El Mogote. Los corrientómetros se colocaron en dos puntos a lo largo de la línea de costa a una distancia de 40 cm sobre el fondo, donde se registraron las corrientes durante 10 minutos cada dos horas del 25 al 29 de Julio. Después de algunas transformaciones a las series de tiempo obtenidas, se les hizo un tratamiento estadístico incluyendo los momentos y el análisis espectral. así como la descomposición de algunas series.

Los resultados permiten restaurar las principales peculiaridades del desarrollo y transformación del oleaje de viento, bajo la influencia de las variaciones del mismo. El

análisis espectral pone al descubierto la existencia de tres máximos en la densidad espectral que corresponden a olas de viento y swell. El primero se encuentra en la banda de 3-5 s (para olas de viento en desarrollo), el segundo de 6-8 s (para oleaje bien desarrollado) y en el tercero de 11-15 s (swell).

En el punto localizado al oeste de la barrera arenosa, el máximo espectral del swell es notable y el oleaje de vientos presenta períodos estables en comparación del punto cercano a la punta del Mogote que se encuentra protegido por la isla del Espíritu Santo, aquí el swell no es dominante y los períodos del oleaje tienen una variabilidad significativa, esto resulta de la refracción del oleaje y de las aguas someras.

Oscilaciones con períodos alrededor de los 120 s se registraron en el punto cercano al canal de navegación. Estas oscilaciones internas y transversales del cuerpo de agua en el canal, están relacionadas posiblemente con el forzamiento de la marea sobre el canal de comunicación entre la Bahía y Laguna de la Paz. Estas oscilaciones parecen ser un seiche en el canal.

OF.27

ANALISIS ENERGETICO DE LA INESTABILIDAD DE CORRIENTES ECUATORIALES

Julio Sheinbaum y Eduardo González
CICESE

Se analizan los procesos de transferencia de energía entre perturbaciones y flujos zonales ecuatoriales, usando un modelo de "una capa y media" en el que la densidad de la capa activa es variable.

Se utilizan integrales de movimiento como la pseudoenergía y el pseudomomento, las cuales son cuadráticas (a primer orden) en la perturbación. Estas cantidades conservadas son independientes de las variables dinámicas utilizadas para describir el problema, lo que no sucede con la energía de onda, utilizada normalmente en el estudio de estos problemas. Analizando los términos dominantes en la transferencia energética pueden determinarse algunas características de las inestabilidades.

OF.28

OBSERVACIONES SIMULTANEAS DE OLAJE EN DOS ESTACIONES DE LA COSTA NOROCCIDENTAL DE LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA, MEXICO.

Cuahtemoc Nava y Sergio Ramos

Se comparan observaciones de oleaje en dos estaciones de la costa noroccidental de la península de la Baja California. Una de las estaciones se encuentra localizada en el interior de la rada portuaria del Puerto de Ensenada, B.C, México, mientras que la otra se localiza a 120 km al norte en la playa frente a Imperial Beach, California, en la frontera entre Estados Unidos y México.

Las observaciones en Imperial Beach son hechas por el

Instituto Scripps con un arreglo de sensores de presión (arreglo direccional). En Ensenada las observaciones son hechas por el CICESE con un ológrafo PACER 10635/DWG compuesto por un sensor de presión Paroscientific y un corrientímetro electromagnético Marsh-McBirney que permite obtener información direccional del oleaje.

El período de mediciones comprende desde el mes de enero hasta el mes de julio de 1995, período en el cual se observan en ambas estaciones tanto olas de tormentas (enero a marzo) como olas de relativa calma (abril a julio).

A pesar de la gran distancia que existe entre las dos localidades y que en Ensenada el sensor se encuentra en el interior de la rada portuaria (protegida con un rompeolas), las variabilidad temporal del oleaje es muy parecida; la variabilidad de las series de tiempo de altura significativa, H_s , y del período pico, T_p , son muy semejantes. La diferencia principal radica en el valor absoluto de H_s , la cual la mayoría del tiempo en el interior del Puerto de Ensenada es de $1/5$ de la H_s en Imperial Beach. En Imperial Beach se alcanzaron a observar olas de tormenta de hasta 2.5 m de H_s y simultáneamente en Ensenada de 0.5 metros.

La alta correlación visual sugiere la posibilidad de estimar el oleaje dentro de la rada portuaria en base a la información obtenida en Imperial Beach o en alguna otra estación cercana a Ensenada (Rosarito, B.C.).

OF.29

DUAL ESTIMATES IN THE OIL SPILL PROBLEM

Yuri N. Skiba

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM., D.F., México

The 2-D oil transport equation is used to describe the propagation of the oil spilling from a damaged oil tanker. The problem is considered in a limited sea area and takes into account oil flow across the liquid boundaries. Dual estimates of an average oil concentration in some ecologically sensitive zones are obtained by means of the direct and adjoint methods. While the direct estimate uses the oil transport problem solution, the equivalent adjoint estimate explicitly depends on the tanker oil expense and the adjoint oil transport problem solution at the accident site. Mathematically and physically appropriate conditions are formulated at the inflow and outflow parts of the liquid boundary. It is shown that with these conditions, the main and adjoint oil transport problems are wellposed, i.e., any solution of either problem is unique and stable to initial perturbations. Examples show that the dual estimates complement each other nicely in studying the oil spill consequences. The both approaches are readily generalized to the 3-D oil transport problem.

OF.30

EVOLUCION DE UN REMOLINO TRIPOLAR EN UNA TOPOGRAFIA PARABOLICA

O.U. Velasco Fuentes

Depto. de Oceanografía Física, CICESE
A.P. 2732, 22800 Ensenada, B.C., México

Se estudia experimental y numericamente la evolución de remolinos tripolares bajo la influencia de una topografía parabólica como la superficie libre de un fluido en rotación. Los experimentos de laboratorio en un tanque rotatorio muestran que los remolinos tripolares generados lejos del eje de rotación se vuelven asimétricos. A consecuencia de esta asimetría el remolino se desplaza hacia el eje a lo largo de una trayectoria espiral anticiclónica. Al mismo tiempo los remolinos satélites giran cuasi-periódicamente alrededor del remolino central. El modelo de vórtices puntuales con circulación modulada bajo el principio de conservación de vorticidad potencial reproduce las trayectorias de los remolinos individuales observadas en el laboratorio. El modelo también muestra que, como en los experimentos, los remolinos capturan permanentemente ciertas regiones de fluido en tanto que las partículas localizadas entre estas regiones se revuelven notablemente.

OF.31

DETERMINACION DEL FLUJO DE MAREA Y PARAMETRIZACION DE LA FRICCIÓN LINEAL DE FONDO EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

J. Zavala y P. Ripa
CICESE

Uno de los mayores problemas en modelación numérica es la reconciliación de los resultados del modelo con los datos. Un buen ejemplo de este tipo de problemas es la marea en mares marginales, como el Golfo de California. Numerosas investigaciones de carácter numérico se han realizado para este cuerpo de agua, determinándose que la forma de la solución depende en gran medida de la fricción y del forzamiento que se aplique en la boca, ya que más del 95 % de la marea M_2 (la componente más importante) es producida por una co-oscilación con el Océano Pacífico. Por lo anterior, la forma de la solución depende básicamente de dos parámetros: la formulación del término de fricción empleado y el flujo en la boca del golfo. En el presente trabajo se estudian diferentes parametrizaciones de la fricción lineal de fondo con un modelo unidimensional lineal, comparando su disipación (a lo largo del golfo y total) con la obtenida en un modelo bidimensional con fricción alineal y los resultados del modelo con las observaciones. De esta manera se determina que el uso de la fricción lineal es válida, cuando el coeficiente de fricción es inversamente proporcional a la profundidad en cada punto. Un mejor ajuste se obtiene cuando además se considera la amplitud de la corriente en cada punto. Para este último caso los errores de ajuste y la distribución espacial de la disipación son semejantes a los obtenidos con el modelo alineal. Una vez determinada la forma adecuada de la fricción lineal, se determina el flujo de marea en la boca del golfo, mediante el uso de un modelo bidimensional lineal. Con un esquema sencillo de asimilación de datos se muestra que la mayor parte de la variabilidad de las observaciones para la componente M_2 (98 %) se puede explicar a partir de una onda de Kelvin entrante en la boca del golfo. Debido a la localización de las estaciones mareográficas no es posible determinar la amplitud de los modos de Poincaré en la boca, indicándonos esto la necesidad de estaciones mareográficas

cercanas a ella.

OF.32

METODOLOGIA PARA ANALISIS ESTADISTICO DE SERIES DE TIEMPO DE CORRIENTES LITORALES

O.V. Zaytsev, S. Troyo-Dieiguez, F. Salinas-González.
Depto. de Oceanología, CICIMAR., La Paz, B.C.S., México.

Los estudios experimentales de hidrodinámica en la zona costera usualmente incluyen mediciones de corrientes con equipo autónomo colocados en aguas someras.

Series de tiempo de intensidad y dirección de las corrientes obtenidas por estos medios, son el resultado de la superposición de movimientos horizontales del agua de varios fenómenos físicos tales como viento, corrientes de marea, ondas de viento, oleaje distante, turbulencia y otros.

En la descomposición cuantitativa de las series de tiempo, se usan varios métodos estadísticos para obteniendo las componentes de corrientes, algunos de estos métodos son la desviación estandar, correlación y el análisis espectral, sin embargo, el uso arbitrario de ellos, puede llevar a errores significantes en la interpretación de resultados. Por ejemplo, aquí se encuentra el problema de corrimientos de fase entre componentes armónicas (como en las mareas) que se puedan distinguir de la presencia de cambios lentos de tendencia no armónica y la ortogonalidad de la transformación estandar de Fourier requiere de la relación definida entre duración de mediciones, discretización de los datos y períodos de los armónicos separados.

Este trabajo ofrece una técnica de análisis estadístico de intensidad de corrientes, que representa una secuencia óptima de la serie de tiempo. Se supone que una serie puede ser representada como una superposición lineal como sigue:

$$U_{total} = U_{no\ armonica} + U_{armonica} + U'$$

donde:

U_{total} es de la serie de tiempo inicial (datos); $U_{no\ armonica}$ es la tendencia (componente no armónica); $U_{armonica}$ comprende todas las componentes armónicas; U' representa la turbulencia (ruido).

La idea principal de la técnica consiste en que primero deben ser separadas las componentes de cambios más lentos como secuencia tendencia-mareas-swell-ondas de viento-turbulencia.

Para análisis de armónicos muy cercanos numericamente, se dispone del método para separar armónicos con períodos que no son divisores de la longitud de la serie de tiempo (Anderson T., 1965). El algoritmo común se describe y se presenta una aplicación a corrientes en la zona costera de la Bahía de La Paz registradas por correntímetros InterOcean S4 en julio de 1994.

OF.32

PERFILES DE CORRIENTES EN LA BOCA DEL GOLFO DE CALIFORNIA UTILIZANDO UN PERFILADOR ACÚSTICO DE CORRIENTES DOPPLER (ADCP)

Reginaldo Durazo¹, Armando Trasviña², Alfonso da S. Mascarenhas³ y Curtis A. Collins⁴.

¹UABC-Facultad de Ciencias Marinas. Apdo. Postal 453 Ensenada, B.C.

²CICESE Km 107, Carr. Tijuana-Ensenada. Ensenada, B.C.

³UABC-Instituto de Investigaciones Oceanológicas Apdo. Postal 453. Ensenada, B.C.

⁴Naval Postgraduate School. Monterey, California, USA.

Durante el crucero PESCAR7 (10-21 Agosto 1995) se midieron perfiles verticales de propiedades mediante CTD en dos secciones transversales a la boca del Golfo de California. La roseta original del fabricante se modificó para adaptar un perfilador de corrientes Doppler (ADCP). Se utilizó un ADCP auto-contenido de 150 kHz marca RDI, el cual se programó para medir las componentes este-oeste y norte-sur de la velocidad a intervalos de 8 segundos en celdas de 16 m de espesor. A la velocidad típica de descenso y ascenso de 1 m/s, se obtuvo un perfil de velocidades desde la superficie hasta 50-100 m sobre el fondo. Los perfiles "empalmados" obtenidos durante el descenso/ascenso fueron procesados para obtener un perfil de velocidad único para cada estación hidrográfica. Este trabajo presenta detalles de la metodología de muestreo y del análisis de datos, así como la estadística para cada lance. Las corrientes observadas se comparan con los cálculos geostroáficos derivados a partir de los datos de CTD. Para cada una de las secciones se calculan los transportes de entrada y salida por la boca.

GH.01

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA LERMA-CHAPALA USANDO SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA

de Anda-Sánchez, José¹, Quiñones-Cisneros, Sergio E.²
y Guzmán-Arroyo, Manuel³

¹ Posgrado en Ciencias de la Tierra, UACPyP CCH, UNAM.

² Instituto de Geofísica, UNAM, C.U., 04510 México D.F.

³ Instituto de Limnología, Universidad de Guadalajara, Apdo.
Postal 310, 45900 Chapala, Jal.

A lo largo de las tres últimas décadas, se han ido suscitando cambios importantes en el uso de suelo de la parte baja de la cuenca Lerma-Chapala. Estos cambios han propiciado un acelerado deterioro ambiental de la región y en especial de la calidad y cantidad de agua de los mantos superficiales y aguas subterráneas. Algunas de las causas que han originado este deterioro son: 1) el incremento demográfico de las poblaciones localizadas en la cercanía de los ríos Lerma y Santiago así como en la ribera del lago de Chapala, 2) la descarga de un elevado volumen de aguas residuales, procedentes de la ciudad de Guadalajara y poblaciones colindantes con el río Santiago, 3) el acelerado crecimiento de la actividad industrial en la parte alta y baja de la cuenca, 4) la falta de planeación en el desarrollo agrícola, urbano e industrial de la cuenca, 5) la tardía aplicación de programas de protección al medio ambiente en la actividad industrial y agrícola, entre otros. En este trabajo se hace un análisis de los cambios más importantes que ha sufrido el uso de suelo en la parte baja de la cuenca Lerma-Santiago y especialmente del Lago de Chapala y sus repercusiones en la calidad del medio ambiente de la región. Se proponen algunas soluciones viables para el ordenamiento territorial a fin de impedir que continúe la alteración a las características ecológicas de las que gozaba esta región hace apenas treinta años. En el desarrollo del estudio, se ha hecho una extensa investigación bibliográfica del tema, se usaron imágenes de satélite para evaluar los cambios en el uso de suelo en los últimos años y se cuenta con resultados de investigación de campo que valida las conclusiones obtenidas.

GH.02

PROCESOS GEOQUIMICOS DEL ARSENICO EN ZIMAPAN, HIDALGO

M.A. Armienta¹, R. Rodríguez¹, N. Cenicerros¹, A.
Aguayo¹, O Cruz¹ y G. Villaseñor²

¹ Instituto de Geofísica, UNAM

² Instituto de Geología, UNAM

Zimapan, en el estado de Hidalgo es una antigua población minera. En el valle donde se encuentra, no existen cuerpos de agua superficiales importantes, por lo que el agua subterránea constituye la única fuente de abastecimiento de agua potable. En 1992 se detectó por primera vez contaminación por arsénico en el agua consumida por la población. En abril de 1993 se inició un estudio con objeto de conocer la distribución y el origen del contaminante en el acuífero. La investigación incluyó el muestreo de agua de

pozos profundos, norias y manantiales, así como la toma de muestras de suelo y de jales a varias profundidades. En el agua se determinaron los parámetros físico-químicos y las concentraciones de arsénico, en las muestras de suelo y jales se cuantificaron los contenidos de arsénico total y soluble. Los resultados analíticos interpretados en el marco geológico e hidrogeológico permitieron detectar tres fuentes de contaminación con diversos grados de aporte del contaminante hacia el agua subterránea, así como con características específicas en relación a la movilidad del arsénico en el medio ambiente.

El principal aporte de arsénico se produce a partir de una fuente natural, la oxidación de los minerales de arsénico presentes en las zonas de mineralización del acuífero calizo, con concentraciones que alcanzan 1.0 mg/L (la norma para agua potable es de 0.05 mg/L). El arsénico producido por este proceso se transporta por el acuífero profundo a través del sistema de fracturas y fallas presente en el valle. Por otro lado, en los límites del poblado existen grandes depósitos de jales provenientes de diversas minas localizadas varios km al norte y noroeste de Zimapan, cuya intemperización y lixiviación ha originado contenidos altos de arsénico (hasta 0.44 mg/L) en las norias situadas en sus alrededores. El acarreo aéreo ha contaminado también los suelos aledaños con concentraciones hasta de 1500 ppm. Finalmente, la operación de las fundidoras que estuvieron activas en todo el pueblo hasta 1940, ocasionó la presencia de arsénico en norias (en concentraciones hasta de 0.53 mg/L), y en suelos (con valores entre 26 y 4180 ppm), debido a la emisión de humos conteniendo ácido arsenioso. En todas las muestras de suelo las concentraciones de arsénico total fueron mayores en varios órdenes de magnitud a las de arsénico soluble. Por otro lado, no se encontraron concentraciones de arsénico por encima del límite de detección (0.014 mg/L) en norias ni en pozos localizados en el área de rocas volcánicas del valle.

GH.03

SISTEMA DUAL DE MONITOREO HIDROGEOLOGICO PARA PUNTOS DE INTERES (BASUREROS, JALES, ETC.) LOCALIZADOS SOBRE ROCAS IGNEAS

Gerardo Bocanegra García¹ y Luis E. Marín²

¹ Postgrado en Ciencias de la Tierra

² Instituto de Geofísica, UNAM, CU., Apdo. Postal 70-472,
Coyoacán 04510 México, D.F.

El sistema tradicional de la USEPA para el monitoreo de áreas de interés hidrogeológico como rellenos sanitarios, rellenos tóxicos, jales, etc. pide cuatro pozos de monitoreo. Uno localizado aguas arriba y tres aguas abajo del sitio en cuestión. Nosotros proponemos que este esquema es inadecuado para la industria minera en el caso específico en el que el proyecto minero se encuentra localizado sobre un cuerpo ígneo. Para estos casos, es necesario implementar un sistema doble de monitoreo: el primer sistema para detectar cualquier infiltración dentro del proyecto mismo, y el segundo sistema para monitorear la calidad del agua en la cuenca(s) a la que descarguen los escurrimientos superficiales y subterráneos.

GH.04

DETERMINACION DE LA CONCENTRACION DE CROMO EN SUELOS CONTAMINADOS DEL VALLE DE LEON, GTO.

O. Cruz, N. Ceniceros, M.A. Armienta
Instituto de Geofísica, UNAM, México D.F. 04510

La cuantificación de Cromo en suelos es de gran importancia ya que se puede incorporar por lixiviación al flujo de agua subterránea en zonas que son de abastecimiento de agua potable, lo cual puede generar problemas de salud pública, debido a las propiedades carcinogénicas de este elemento.

La cuantificación de Cromo fue realizada en muestras de suelos provenientes del valle de León, Gto., mediante espectrofotometría de Absorción Atómica con horno de Grafito, la cual es una técnica de análisis con bajos límites de detección y una alta sensibilidad y especificidad.

Se describe el método analítico y se evalúan los rangos de concentración en varias muestras de suelos con cromo presente.

GH.05

INVESTIGACIONES HIDROGEOLOGICAS DE LAS FILTRACIONES DE LA PRESA JOSE LOPEZ PORTILLO (CERRO PRIETO), LINARES, NUEVO LEON; MEXICO

H. de León Gómez y C. Pola Simuta
Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo Leon, Linares, N.L., México

Se presentan las investigaciones hidrogeológicas realizadas en la presa Cerro Prieto, localizada a 20 km. al noreste de Linares, N.L. Ella forma parte del Sistema Regional de Abastecimiento de Agua Potable Linares-Monterrey. La causa principal de dicho estudio se debe a la enorme cantidad de filtraciones (aprox. 1000 l/s) localizadas al pie de la cortina y los diques 1 y 2.

La cimentación de la presa se compone de una secuencia heterogénea de rocas calizo-margas-arcillosas del Cretácico Superior (Formaciones San Felipe y Méndez).

Las causas principales que han originado las filtraciones se deben principalmente entre otras, a los siguientes elementos tectónico-geológicos: predominan diaclasas de tipo ac, cuya dirección principal es perpendicular al eje de la cortina y diques; se presentan sistemas de fallas inversas y normales así como pliegues de empuje; estratificación horizontal y litología heterogénea.

Desde el punto de vista abastecimiento de agua, el valor promedio de las filtraciones existentes en la presa sobrepasa el límite permisible. En general se considera un valor permisible del 5% del escurrimiento medio anual en presas.

La estabilidad de la presa se ve afectada por las

filtraciones, ya que el riesgo de erosión (tubificación) en el cuerpo de la cortina y diques, así como erosión en el subsuelo no se descarta.

La estabilidad de ambas estructuras no puede ser garantizada ni a corto, ni a largo plazo ya que el riesgo hidráulico puede ocurrir en cualquier instante.

En base a las condiciones hidrogeológicas e ingeniero-geológicas actuales de la presa se propone una serie de medidas de saneamiento, cuyo objetivo principal es el de reducir el enorme gasto de filtración. Además se ofrecen recomendaciones para el uso óptimo de las aguas de la presa, así como el control continuo de la operación segura y eficiente del sistema hidráulico.

GH.06

EL ACUIFERO ALUVIAL DEL RIO YAQUI COMO FUENTE DE ABASTECIMIENTO PARA GUAYMAS Y EMPALME. PROBLEMAS POR Fe Y Mn

J.L. Escajeda O., R. González E. y A.G. Canales E.
Instituto Tecnológico de Sonora.
5 de Febrero 818 Sur. 85000, Cd. Obregón, Sonora, México

Desde 1979 se previó que Guaymas y Empalme enfrentarían desabasto del recurso, consecuencia del deterioro y sobreexplotación de sus fuentes. La solución consideró transferencias desde el acuífero aluvial del Río Yaqui, donde actualmente proveen 550 lps. de los 1072 lps. requeridos. Este acuífero, limita al norte por la Presa Alvaro Obregón, al sur por Esperanza y Cocorit, al oriente y poniente por fronteras impermeables; formado por deposición costera del mioceno tardío, con sedimentación de depósitos clásticos de gravas, arenas, arcillas y limos, además de evaporitas (sulfatos, carbonatos y halita), que controlan el flujo y calidad del agua.

Se detectaron concentraciones de Fe y Mn que rebasan la norma para agua potable y dada la importancia de esta fuente para esas ciudades, es necesario emprender acciones encaminadas a solucionar esta problemática. Actualmente, ITSON y CNA evalúan las siguientes alternativas: 1) Tratamiento químico, 2) Modificar profundidad de pozos y/o ranurado de ademe 3) Relocalizar batería de pozos aguas abajo y 4) Intercambiar agua con particulares. Se presentarán avances de esta investigación.

GH.07

DISTRIBUCION DE ARSENICO EN SEDIMENTOS FLUVIALES A LO LARGO DEL RIO TOLIMAN, ZIMAPAN HGO.

Alfonso García E.
UACP y P del CCH, Instituto de Geofísica, UNAM, Ciudad Universitaria, Coyoacán 04510 México, D.F.

En el área de Zimapán Hidalgo se ha identificado contaminación ambiental por arsénico en agua y en sedimentos. El emplazamiento de depósitos de jales y escoria

de las plantas de beneficio y fundidoras, ha generado una fuente de riesgo tanto para los pobladores de la zona, así como para el ambiente. Estos depósitos se encuentran ubicados sobre la margen del Río Tolimán, lo que representa el principal mecanismo de transporte del contaminante a lo largo de la corriente. En la interpretación preliminar de los resultados se ha podido definir la distribución del arsénico a lo largo de la cuenca hidrológica. Se obtuvieron 45 muestras de sedimentos fluviales y suelos sobre el nivel base del Río Tolimán y en las áreas circundantes a los depósitos de jales respectivamente. Las muestras se analizaron por absorción atómica (horno de grafito) obteniéndose concentraciones de arsénico total superiores a las consideradas como base.

GH.08

EL IMPACTO DE LOS PLAGUICIDAS Y FERTILIZANTES AGRICOLAS EN LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL VALLE DEL YAQUI, SONORA, MÉXICO

Rodrigo González Enríquez
Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 Sur,
85000 Cd. Obregón, Son.

El Valle del Yaqui, es una gran extensión agrícola, que sustenta el desarrollo económico regional, posee una infraestructura hidroagrícola de las más modernas del país en donde el uso de agroquímicos es muy amplio.

Estudios realizados en el Valle del Yaqui en 1990 y 1992, encaminados a determinar el impacto que las actividades agrícolas están generando en la calidad del agua subterránea, encontraron la presencia de plaguicidas y de compuestos nitrogenados en pozos de irrigación y de abastecimiento de agua potable, en niveles no aptos para el consumo humano. Se debe tener presente que altas concentraciones de agroquímicos lixiviados hacia el agua subterránea, pueden alcanzar a las fuentes de abastecimiento y ocasionar daños a la salud de quienes consumen el agua. Actualmente se han identificado zonas del acuífero muy vulnerables a la contaminación en donde se modelará el transporte de este tipo de contaminantes, para recomendar los niveles de aplicación de agroquímicos que no pongan en riesgo a las fuentes de abastecimiento de agua potable.

GH.09

LA HIDROGEOLOGIA EN LOS ESTUDIOS AMBIENTALES EN MEXICO

Rafael Huizar Alvarez
Instituto de Geología, UNAM, CU. 04510. México.D.F.

Se presenta aquí la situación actual de la hidrogeología en México, con ello se pretende sensibilizar a los profesionistas y autoridades de esta disciplina, para que juntos trabajemos para superar las deficiencias existentes.

El problema del agua subterránea en México es cada vez más grave pues las necesidades crecen y su oferta es menor, la demanda de agua exige el análisis cuidadoso de la

disponibilidad, pues la creciente demanda y sobre todo el mal manejo de este recurso por deficiencias en su administración, afectan la economía del país. Así mismo, existen numerosas áreas con acuíferos muy explotados donde el nivel estático se acerca a los 150m de profundidad, que para las bombas empleadas en la extracción puede considerarse como un límite. Con frecuencia la sobreexplotación motiva la contaminación, causada por contaminantes producidos por la sociedad, por intrusiones salinas, o hundimientos diferenciales, como sucede en el norte, noreste y centro del país.

Durante las perforaciones no se registra el comportamiento del nivel del agua, dato muy importante para determinar las condiciones hidrogeológicas, es notable la carencia del perfil geológico del pozo, indispensable para reconstruir la estructura geológica, otras veces no existen datos técnicos del pozo.

Esto parece indicar que descubrir los acuíferos es solamente un aspecto técnico que no requiere investigación y que basta con organizar campañas de perforación, y encontrar agua aunque sea a gran profundidad. Esto es un error, pues con el estudio hidrogeológico se determina todos los parámetros hidrogeológicos del sitio, permite localizar el agua a niveles previsible y determina el volumen explotable, enfocándose a optimizar todos los recursos. Sin embargo esto no se realiza, eso es debido en gran medida a la falta de hidrogeólogos con buena preparación.

Algunos hidrogeólogos no entienden la hidráulica del agua subterránea y se desvían en extremo hacia la geología, otros, sólo entienden y consideran la problemática del pozo e ignoran la geología. Algunos "estudios hidrogeológicos" sólo son análisis piezométricos y muestreos únicos de agua para análisis químicos o pruebas de bombeo en pozos productivos, las pruebas no son confiables, pues se interpretan equivocadamente, por ejemplo utilizan el método del flujo no estacionario para un solo pozo. Este proceder y no considerar las verdaderas variaciones del gradiente hidráulico conducen a obtener valores poco exactos de parámetros como "transmisividad, permeabilidad y coeficiente de almacenamiento. Situación similar pasa con los que aplican modelos matemáticos, pues no conocen el tipo de acuífero que existe para elegir el modelo y entonces el 90 % de los datos son asignados.

La cartografía hidrogeológica y de vulnerabilidad, elementos muy importante para la toma de decisiones de desarrollo, es totalmente desconocida. Estas situaciones son lamentables, pues el perfil de un hidrogeólogo es un buen conocimiento de la hidráulica del agua subterránea basado en un buen conocimiento de la geología. Con este perfil los hidrogeólogos incursionan en el campo de contaminación ambiental área en la que tienen mucho por hacer, pero la falta de preparación y la deficiente instrumentación de los acuíferos, limita el entendimiento y solución del problema, mismo que siguen aumentando.

Parcialmente esta es la situación de la hidrogeología en México, y es producto de una problemática compleja, pero la causa principal, es la falta de hidrogeólogos con buena preparación. La carencia de una escuela de hidrogeología con

base firmes en geología, hidráulica del agua subterránea, hidrogeoquímica, así como en tópicos ambientales entre otras. Pues las escuelas que ofrecen la opción en agua subterránea tienen un currículo muy precario, igualmente los posgrados existentes carecen de cursos bien interrelacionados.

Es clara la necesidad de que exista en México una escuela de hidrogeología donde los alumnos puedan estudiar el agua subterránea y los problemas ambientales en el contexto geológico, e interrelacionar mejor los elementos geológicos tectónicos y petrológicos con la hidrogeoquímica, así como los métodos geofísicos a las condiciones geológicas e hidrogeológicas. Donde se preparen profesionistas, que en el futuro inmediato sean capaces de reorientar la administración del agua y mejorar la actual situación. Pues uno de sus principios de la hidrogeología como ciencia multidisciplinaria, es aprovechar y administrar el agua subterránea sin producir cambios en el medio ambiente.

GH.10

GEOQUIMICA DEL AGUA POTABLE DE NAVOJOA, SONORA, MEXICO

M.E. Imay-Jacobo y R. González-Enríquez
Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 Sur,
85000, Cd. Obregón, Sonora, México.

Las fuentes de abastecimiento subterráneo de la Ciudad de Navojoa poseen mala calidad, principalmente por la presencia de Manganeseo; la importancia radica en que esta agua es utilizada para uso doméstico y consumo humano.

Es costoso para el Municipio el cambio de tubería rota, mantenimiento y limpieza de pozos y redes de distribución. Las amas de casa se quejan de ropa manchada y de incrustación en utensilios de cocina y mal aspecto del agua, olor y sabor desagradable, la cual resulta, en algunas ocasiones, inconsumible, y cuando hay las posibilidades económicas, resultan un gasto más a la población, ya que se ve en la necesidad de consumir agua purificada embotellada, con lo cual se le resta valor al agua potable, provocando en la población apatía al pago de la cuota de la misma.

ITSON ha detectado alta concentración de manganeso, principalmente en pozos localizados en las márgenes del Río Mayo. Aún se continúan estudios con el fin de determinar cuál es la solución más factible para solucionar dicho problema.

Se consideran como posibles soluciones las siguientes: a) Tratamiento de potabilidad, b) Localización de nuevas fuentes de abastecimiento y c) Potabilización de aguas de la red de canales de riego que pasan por la ciudad.

GH.11

MODELO CONCEPTUAL DEL FLUJO EN EL VALLE DE MONTE ALEGRE, AJUSCO MEXICO

R. Morales L.¹, Marín Stillman L.E.² y Jacobo Villa M.A.¹
¹ Depto. de Ingeniería de Procesos e Hidráulica, División de Ciencias Básicas e Ingeniería
UAM, Iztapalapa, Av. Michoacán y la Purísima, Col.

Vicentina, Del. Iztapalapa, C.P. 09340.

² Instituto de Geofísica, UNAM, CU. Apdo. Postal 70-472,
Coyoacán 04510 México, D.F.

El Valle de Monte Alegre es una cuenca exorreica que forma parte de los límites de la cuenca del Valle de México, localizado al sur del Distrito Federal en la Franja Volcánica Transmexicana. Es una zona que cuenta con un sistema de microclimas, lo cual contribuye a la captación de agua por el suelo; la geología de la zona la componen principalmente tobos, rocas basálticas y andesíticas fracturadas superficialmente. El suelo del Valle tiene una distribución variable en la cuenca, es de menor espesor en las partes altas y de mayor en las partes bajas. A partir de estas características se presenta el modelo conceptual del flujo en el Valle de describiéndose el movimiento del flujo en dos medios, uno es el suelo y el otro es las rocas fracturadas. El flujo del agua se puede apreciar en las distintas formas de manifestación como son los manantiales, flujos en fracturas y pantanos pequeños. La importancia del sitio es que se le considera una área de recarga del acuífero regional (el del Valle de México), pero en Perforaciones someras en el Cráter de Chicxulub.

GH.12

ENVIRONMENTAL AND WATER SUPPLYING IMPORTANCE OF GROUND WATERS DIVIDES IN ZACATECAS, CALERA, FRESNILLO, AND GUADALUPE MUNICIPALITIES, IN THE STATE OF ZACATECAS

Jesús Nájera-Garza
Escuela de Ingeniería de Minas, Metalurgia y Geología,
UAZ, Zacatecas, Zacatecas, México.

The analysis of the hydraulic potential of the aquifers and the aeromagnetic surveys maps of the region, have rendered the identification of four ground waters divides, that separates six ground water basins. The drawdown surfaces of local aquifers are a direct consequence of the subcrop paleogeographic configuration, of the impermeable basement rocks; which constitute the bottom of the underground basins, and was determined by means of the aeromagnetic charts, where such configuration is shown as magnetic lows and highs; corresponding with ground water basins and divides. The Benito Juárez area aquifers are delimited by a surface and ground divide, that separates them from the Calera ground water basin, where the hydrogeologic gradient is toward north; meanwhile, in the former it is to the south. About eight km, northeast of Calera, another ground water divide is apparent, which partially separates the Calera aquifers from those supplying the city of Fresnillo; the regional subterranean water flow, in both areas is to the NNW. Two ground water divides have been identified in the Guadalupe municipality area, one that separates the Chaparrosa-Chupaderos aquifers, which flow northward; from those of the Guadalupe-Tacoaleche-El Bordo de Buenavista basin, whose centripetal flow is toward the deepest portion of the basin; which is considered to be the most contaminated with Mercury (Hg) compounds, other heavy metals, and toxic organic complexes. The second divide separates the aquifers of the hydrogeologic system of San Ramón-San Jerónimo-Bañuelos, with ground water gradient

to the southern region, where a magnetic low is presented from the area adjacent to Genaro Codina town, westward to La Purísima and San Francisco de Viboritas villages. The good ground water quality of this zone, allow to consider these aquifers as potential water supplies for the Zacatecas, Guadalupe, and adjacent communities populations; instead of those from the Guadalupe-Tacoaleche-El Bordo de Buenavista ground water basin.

GH.13

ESTIMACION DE LA CAPACIDAD DE INFILTRACION DE LA CUENCA DEL RIO IDOLOS, VERACRUZ, USANDO MÉTODOS EMPÍRICOS.

D. Pereyra Díaz y T.J. Álvarez Ramírez
Centro de Meteorología Aplicada, Universidad Veracruzana,
Xalapa, Veracruz. México. C.P. 91000

En este estudio se estimó la capacidad de infiltración de la cuenca del río Ídolos, para dos tormentas registradas durante 1995, utilizando los siguientes métodos: a) el coeficiente de escurrimiento, b) el índice de infiltración media y c) el método de los números de escurrimiento, propuesto por el United State Soil Conservation Service. La cuenca del río Ídolos se encuentra localizada entre los 19° 20' y 19° 35' latitud Norte, y los 96° 30' y 95° 55' longitud Oeste, ubicada dentro del estado de Veracruz.

Los resultados fueron los siguientes: el coeficiente de escurrimiento varió entre 0.09 y 0.13; el índice de infiltración media varió entre 15.25 mm/día y 29.13 mm/día, y el coeficiente de escurrimiento obtenido por el método de los números de escurrimiento varió de 0.029 a 0.083. Los valores anteriores indican que la capacidad de infiltración de la cuenca es alta.

GH.14

ESTIMACION DE LA TRANSMISIVIDAD DE UN ACUIFERO MEDIANTE LA SOLUCION DEL PROBLEMA INVERSO

Rogelio Vázquez González
Depto. Geofísica Aplicada, CICESE, Km. 107 carretera
Tijuana-Ensenada, C.P. 22860, Ensenada, B.C.

Se describe un método para determinar la distribución de la transmisividad en un acuífero, a partir de los datos de elevación del potencial y las correspondientes condiciones de aprovechamiento. El método requiere de la mínima cantidad de información previa sobre el parámetro a determinar, esto es, el valor de la transmisividad en un punto solamente, del dominio del acuífero. Los datos del potencial que se utilizan pueden corresponder a condiciones de estado estacionario, transitorio, o bien, estacionario y transitorio conjuntamente.

Se presenta un ejemplo de aplicación del método a un caso sintético, con características similares a las de un acuífero real. Se resuelve primero un problema directo,

mediante la aproximación en diferencias finitas, para generar los datos del potencial que posteriormente serán utilizados para estimar la transmisividad en el acuífero.

La transmisividad estimada se compara con la transmisividad utilizada en la solución del problema directo y se calcula el error relativo. Con el objeto de estudiar la estabilidad del método propuesto, se agrega un error no correlacionado de diferentes amplitudes a los datos del potencial, y se calcula el error relativo en la transmisividad estimada.

Finalmente se discute sobre la aplicabilidad del método en diferentes condiciones geohidrológicas.

GH.15

ESTUDIO HIDROGEOQUIMICO DEL NOROESTE DE YUCATAN

G. Velázquez Olimán¹, E.C. Perry², L.E. Marín¹
¹ Instituto de Geofísica, CU, UNAM, 04510 México, D. F.
² Northern Illinois University, Dept. Geology
DeKalb Illinois 60115 U. S. A.

Para dilucidar el papel que juega el anillo de cenotes (alineación semi-circular de dolinas cársticas) en el sistema hidrogeológico al noroeste de Yucatán, se utilizó la relación SO₄/Cl como trazador natural. La mayor concentración de sulfatos se encontró en Tzucacab, sitio localizado aproximadamente a 147.5 km (en línea recta) al sureste del puerto de Chicxulub. De acuerdo a los índices de saturación y haciendo relaciones entre los iones principales, se observa que la fuente de sulfato, calcio, sodio y estroncio, no es solamente el proceso de mezcla entre agua de mar y agua saturada con CaCO₃, sino la disolución de evaporitas que subyacen el noroeste de Yucatán. En los sitios que se encuentran al oeste y en la parte externa del semi-círculo, la relación equivalente SO₄/Cl fluctúa desde 1.096, para el sitio con mayor concentración de sulfatos, hasta 0.460, para un sitio casi sobre el anillo. Al cruzar el anillo, y conforme se acercan a la costa, los sitios van presentando una relación cada vez más semejante a la del mar (0.103). Estos resultados apoyan la hipótesis de que el anillo es un conducto de alta permeabilidad, donde converge agua procedente del sur, y es transportada a las costas este y oeste.

En la parte este del anillo, los resultados no muestran influencia de una fuente de sulfatos, pues la relación SO₄/Cl, tanto fuera como dentro del anillo, es parecida a la del mar. Estos resultados apoyan la hipótesis de que existe un parteaguas en el mismo semi-círculo. Los datos indican una diferencia de los valores observados en la zona oeste, a partir de Telchaquillo. Los resultados de los análisis químicos de los pozos UNAM-2 y UNAM-5, muestreados a una profundidad de 350 y 400 m respectivamente, demostraron la presencia de la intrusión salina, a una distancia de 110 km de la costa norte.

EXG.01

MAGNETISMO DE ROCAS APLICADO AL ESTUDIO DE YACIMIENTOS FERRIFEROS EN MEXICO

L. M. Alva Valdivia y J. Urrutia Fucugauchi
Instituto de Geofísica, UNAM, Circuito Exterior, Coyoacan,
04510, México, D. F.

Se reportan resultados para los distritos ferríferos Truchas, Encino y Peña Colorada del suroccidente de México. Las rocas estudiadas varían desde granodioritas y diques aplíticos hasta skarn, hornfels y fierro masivo. La mineralización consiste en promedio de 60% Fe, principalmente magnetita relacionada al emplazamiento de cuerpos intrusivos (metamorfismo de contacto).

Las intensidades del magnetismo remanente natural (MRN) varían en órdenes de 10^{-4} a 104 A/m, la susceptibilidad magnética de campos bajos de 10^{-5} a 100 SI, la densidad de 2.5 a 6.4 gr/cm³ y el coeficiente Q de 0 a 460. La coercitividad en campos alternos (CA) esta abajo de 100 mT y las curvas de adquisición de magnetización remanente isothermal (MRI) con campos de saturación abajo de 200 mT son indicativas de titanio-magnetitas. Las anomalías magnetométricas son predominantemente de forma dipolar.

La amplitud de las anomalías varía de 2000 a 27000 nT pico a pico, sugiriendo la presencia de cuerpos fuertemente magnetizados. Muchas de las anomalías dipolares están orientadas casi norte-sur. Para el modelado de las anomalías se consideró la contribución relativa de las magnetizaciones remanente (MRN) e inducida (MI). Se requirió de una contribución significativa de las MRNs para modelar algunas de las anomalías, sugiriendo que hay fuertes componentes de la MRN pero orientadas cerca a la dirección del campo geomagnético del lugar.

EXG.02

MEDICIONES GEOELECTRICAS DE ALTA RESOLUCION UTILIZANDO EL ARREGLO POLO-DIPOLO PARA EVALUACION SOMERA DEL SUBSUELO

Martín H. Bremer Bremer y Mucio Rodríguez García
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey
Centro de Calidad Ambiental
Laboratorio de Geofísica Ambiental, Monterrey, N.L., México

En tiempos recientes, en México se ha tenido un gran interés por realizar trabajos mediante métodos geofísicos enfocados a estudios ambientales. Como es conocido, la prospección geofísica durante muchos años se ha interesado en realizar investigaciones sobre minería, petróleo e hidrogeología cuyos estudios requieren exploraciones profundas; sin embargo en la actualidad, dada la gran preocupación que existe por la preservación del medio ambiente, toma una gran importancia el desarrollo de la geofísica ambiental como ciencia que se ocupa de

investigaciones en regiones a profundidades someras (menores de 50m).

La finalidad de este estudio es realizar un análisis de alta resolución de los efectos resistivos del subsuelo a profundidades someras (hasta 5m). El equipo utilizado fue un "SCINTREX IGS2/IP4" con un transmisor de la misma marca "IPR9" de 200W como fuente de energía.

Para este estudio se utilizó el arreglo polo-dipolo, con tendidos de 8 dipolos de potencial (MN), y espaciamientos de un metro entre electrodos. Un electrodo de corriente se situó al infinito (> 20 m), mientras el otro electrodo de corriente fue posicionado en 12 puntos diferentes, comenzando a 1.5 m del electrodo externo del primer dipolo de potencial (a 2 m de su centro), realizando una medición para cada uno de los ocho dipolos de potencial. Como paso siguiente se cambió su posición a 0.5 m del electrodo externo, realizándose las mediciones correspondientes. En los siguientes ciclos de medición se colocó el electrodo de corriente en el centro de cada uno de los 8 dipolos de potencial, realizándose las mediciones con los 7 dipolos restantes. Por último se realizaron 2 ciclos más en sentido inverso a los dos primeros, terminando a 1.5 m de distancia del último electrodo de potencial.

Al centro del arreglo, se obtuvieron dos mediciones para cada punto, lo cual fue utilizado para determinar el porcentaje de variación (anisotropía?) entre mediciones recíprocas. Para la interpretación se tomó el promedio entre dichas mediciones recíprocas.

En conjunto con mediciones magnetométricas, nos fue posible localizar tuberías de suministro de agua de 4" a profundidades de 1 a 1.5 m.

EXG.03

INTERPRETACION GRAVIMETRICA DE LA ESTRUCTURA CORTICAL DE CATALUÑA

René E. Chavez y Emma Surinach
Depto. de Geología Dinamica, Geofísica y Paleontología,
Facultad de Geología, Universidad de Barcelona, Zona
Universitaria de Pedralbes, 08071 Barcelona.

La información geofísica disponible en el la Provincia de Cataluña consiste en una serie de perfiles sísmicos profundos, entre ellos ECORS y ESCI, así como datos de anomalía de Bouguer corregidos por topografía. Los estudios sísmicos incluyen experimentos de reflexión de gran ángulo y vertical profunda que han permitido definir la distribución de velocidades de propagación de las ondas. Los gravimétricos se han restringido al cálculo de modelos poligonales de dos dimensiones principalmente sobre perfiles sísmicos. Sin embargo, no existe una interpretación tridimensional del área. Se propuso aplicar un método de inversión a los datos gravimétricos para obtener un modelo tridimensional de la estructura cortical de Cataluña. A través del análisis del espectro de potencia fue posible separar el efecto de dos capas que corresponden a la frontera Corteza-Manto y la discontinuidad Corteza Superior-Inferior, así como estimar las

profundidades medias de ambas. Estas profundidades han servido de referencia en el proceso de inversión, que consiste en un método iterativo que se desarrolla en el dominio de Fourier y que asume que la anomalía observada es producida por una hoja delgada de densidad constante y que se encuentra a una profundidad Z_0 (de referencia). Las perturbaciones alrededor de esa profundidad son calculadas en cada iteración hasta que la solución converge en terminos de mínimos cuadrados, obteniéndose así la topografía a profundidad de las dos discontinuidades, cuyos valores coinciden con los resultados obtenidos de los perfiles sísmicos.

EXG.04

MODELADO GEOFISICO INTEGRAL EN LA REGION DE MAZATEPEC-JAMAYA ESTADOS DE PUEBLA Y VERACRUZ

Ricardo Díaz-Navarro, Mario E. Vázquez, Alfonso Gonzalez-Ibarra, Manuel Lozada-Zumaeta
Instituto Mexicano del Petróleo, D.F., México.

Se muestran los resultados obtenidos de la integración geológica-geofísica para determinar el modelo tectónico estructural del área Tlacapoyan (Mazatepec-Jamaya) a partir de información sísmica y de métodos potenciales integrada con información geológica tanto de subsuelo como de superficie. El área de estudio incluye las provincias geológicas Tampico-Misantla, Sierra Madre Oriental y Eje Neovolcanico, cubriendo una area de 12,000 Km².

En este estudio se definieron 4 transectos con orientación SW-NE, dos de ellos el 1 y el 2 contaron con información sísmica de calidad y con información de subsuelo. Los transectos 3 y 4 no contaron con información sísmica disponible y fueron interpretados a partir de geología de subsuelo y de superficie. Los cuatro transectos contaron con secciones sísmicas transversales y con información gravimétrica y magnetométrica.

Se estableció una metodología de trabajo para el procesamiento e interpretación de métodos potenciales, además considerando que el área está cercana al mar y cubre zonas con alto relieve topografico, fue necesario generar el mapa de Anomalía de Bouguer corregido por isostacia aplicando el método de Airy-Heiskanen.

El analisis e interpretación de las secciones sísmicas se realizó en forma paralela, logrando definir los espesores de la columna sedimentaria para tener el modelo inicial en los 4 transectos que se interpretaron. Los modelos gravimétricos y magnetométricos se realizaron usando el método de 2 1/2 dimensiones de Mark Talwani; el basamento se determinó a partir de información magnética validando su cima con información de pozos y con las secciones sísmicas disponibles.

Se obtuvo la configuración de la cima del basamento magnético, la cual presenta la forma de una estructura semidómica, con un eje estructural mayor que mantiene un rumbo aproximado NW-SE, aproximadamente en el centro del area.

EXG.05

SOBRE LA INVARIANZA DEL TIPPER EN MEDICIONES MAGNETOTELURICAS

Francisco J. Esparza y Enrique Gómez-Treviño
Ciencias de la Tierra, CICESE, Km 107 Carr. Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C. México

Las mediciones magnetotelúricas pueden caracterizarse por dos operadores complejos: el tensor de impedancia y el tipper. El primero relaciona los campos eléctricos horizontales con los campos magnéticos horizontales medidos en superficie y a una cierta frecuencia, el segundo relaciona los campos magnéticos horizontal y vertical. A partir de estos operadores se definen cantidades que se pueden utilizar posteriormente en un esquema de inversión, como la conductividad aparente y la amplitud y fase del tipper. Un paso importante en su definición es hacerlos rotacionalmente invariantes, ya que los operadores dependen del sistema coordinado de medición. En esta plática revisaremos las definiciones de amplitud y fase del tipper dadas por Jupp y Vozoff (1976) y Vozoff (1991) y mostramos que la fase no es invariante de rotación. Proponemos una definición alternativa, la cual cumple con ser invariante de rotación y mostramos su efecto con modelos sencillos.

EXG.06

ESTUDIO DE SISMICA DE REFRACCION PARA LA UBICACION DE UN RELLENO SANITARIO EN EL POBLADO DE "EL FLORIDO", TIJUANA, B.C.

Juan Espinosa-Luna, C.A. González-Morales y Carlos V. Traslosheros
Depto. Geofísica Aplicada, CICESE, Km. 107 Carr. Tijuana-Ensenada, C.P. 22860, Ensenada, B.C.

El presente trabajo corresponde a la estimación de la estructura sísmica en el sitio donde se ha proyectado construir un confinamiento controlado para desechos urbanos.

El estudio consiste en un levantamiento sísmico de cinco perfiles de refracción para estimar la velocidad y profundidad de la diferentes capas. Así mismo se lleva a cabo una correlación de las condiciones sísmicas con la geología local.

A partir de las mediciones de campo y de la información geoelectrica disponible sobre el área de estudio se determinan las condiciones geohidrológicas que pueden considerarse como indicadores de la viabilidad de sitio para el uso proyectado.

EXG.07

MAGNETOMETRIA DE EXPLORACION EN EL PROYECTO PUERTO SALINA

Juan Espinosa Luna, J.V.C. Traslosheros H., A. Sánchez Monclú y C.A. González M.
Ciencias de la Tierra, CICESE, Km 107 Carr. Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C., México

Se realizaron 3 líneas de magnetometría en la zona donde se pretende construir la marina del proyecto Puerto Salina, localizada en el km 40 de la carretera Ensenada-Tijuana, B.C. El estudio surge de la construcción de una marina y los resultados son usados como guía para el dragado de los sedimentos. El objetivo del estudio es obtener la variación lateral del basamento rocoso bajo los canales de acceso e interiores de la marina. En el lugar se aprecian sedimentos de origen litoral, lacustre y aluvial descansando sobre un basamento constituido por rocas basálticas.

El estudio consta de 3 líneas paralelas al eje del canal principal, y tienen una longitud de 350 m, de los cuales 150 se cubrieron en tierra firme y los restantes en la zona de rompientes y mar adentro.

La interpretación de magnetometría se realizó con el método de la deconvolución de Werner, la cual calcula la profundidad, buzamiento y los valores de susceptibilidad. De la tomografía realizada por C.A. González, J. Espinosa Luna y J.V.C. traslosheros se conoce la profundidad del basamento. Esta profundidad a constreñe para el segmento en tierra firme, y así se obtiene un valor óptimo de susceptibilidad. Este valor de susceptibilidad se utiliza para obtener la profundidad en los perfiles de magnetometría y la tomografía. Se concluye que el basamento es de formas irregulares. Nuestros resultados coinciden muy bien con el dragado efectuado en el área.

EXG.08

PERFIL DE REFRACCION Y TOMOGRAFIA SISMICA EN LA ZONA DE LA CORTINA DEL PROSPECTO DE EMBALSE LAS AURAS, TECATE, B.C.

J. Espinosa L., J.M. Espinosa C. y J.V.C. Traslosheros H. Ciencias de la Tierra, CICESE, Km 107 Carr. Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C., México

Se realizó un perfil de refracción y tomografía sísmica en la zona donde se pretende construir la cortina del prospecto de embalse Las Auras, localizado aproximadamente 8 km al sureste de la ciudad de Tecate, B.C. En el sitio afloran rocas graníticas del intrusivo peninsular cubiertos parcialmente por sedimentos no consolidados constituidos por arenas y limos arenosos.

En estudios anteriores, se indica la presencia de fracturas o fallas que cortan aparentemente el eje de la cortina propuesto. Para verificar la presencia de dichas estructuras se realizó un levantamiento sísmico a lo largo del eje de la cortina. Se describe la metodología empleada para la adquisición de datos, incluyendo pruebas de ruido ambiental.

La interpretación de los datos de refracción se realizó con el método del recíproco generalizado (GRM), y los de tomografía sísmica mediante la aproximación circular los resultados indican zonas de baja velocidad que coinciden con las trazas de las fracturas o fallas indicadas en estudios anteriores y con la interpretación de un perfil electromagnético de bobinas realizado en el mismo sitio.

EXG.09

ESTRUCTURA CORTICAL EN LA PROVINCIA DE LA FAJA VOLCANICA MEXICANA (FVM)

Flores-Ruiz J.H.¹ y Urrutia-Fucugauchi J.²

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, ININ

² Instituto de Geofísica, UNAM, CU, Apdo. Postal 70-472, Coyoacán 04510 México, D.F.

Se presentan los mapas de espesor cortical. La estimación de la profundidad esta basada en el análisis espectral de los datos gravimétricos regionales, así como en métodos de inversión en dos y tres dimensiones. La corteza es mas gruesa (>40 km) en la porción central y sur del altiplano y en la porción central-este de la Faja Volcánica Mexicana (FVM). De los datos de inversión se calculó la relación que existe entre la Anomalía de Bouguer y el espesor cortical. Así como también se estimó la relación entre la elevación topográfica y el espesor cortical. Basados en estos resultados en el area se dedujo el modelo de profundidad de la frontera corteza-manto que es del orden de 40 a 50 km en la región central de la Faja Volcánica.

EXG.10

UN PERFIL REVERSO DE REFRACCION SISMICA ENTRE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA Y BLYTHE, ARIZONA.

J. Frez¹, J. González¹, F. Nava¹, L. Mendoza¹ y C. Montana, R. Keller²

¹ División de Ciencias de la Tierra, CICESE, A.P. 2732, Ensenada, B.C., 22830, México.

² DGS, Universidad de Texas en El Paso, El Paso, TX 79968.

Reportamos el registro e interpretación de un perfil reverso entre Ensenada, Baja California, y Blythe, Arizona, usando fuentes explosivas. Un tiro de 1000 Kg realizado en el mar, frente a la costa de Ensenada produjo un perfil inverso al ya reportado en la Reunión Anual de 1994 de la UGM. Los nuevos datos consisten en sismogramas digitales de 30 estaciones temporales de tres componentes; además, contamos con los registros de 40 estaciones de la Red del Sur de California y de 10 estaciones de la Red del Noroeste de México. Las estaciones del perfil principal están alineadas entre Ensenada y Mexicali con un espaciamiento de 5 km entre ellas. El area de estudio cubre tres regiones: a) la Cordillera Peninsular en Baja California; b) la Cuenca Salton en ambas Californias, y c) las Montañas Chocolate en el Sur de California. Además, usamos estaciones temporales y permanentes para formar otros dos perfiles: uno, a lo largo de la costa de ambas Californias y otro que va en dirección NS y que muestrea la Cordillera Peninsular. La distancia máxima para la cual existen sismogramas útiles es de 260 km. La amplitud del primer arribo en sitios del la Cuenca Salton con gruesos sedimentos es pequeña; sin embargo, se obtiene amplitudes muy claras de esta fase en estaciones ubicadas al este de la Cuenca.

Hemos correlacionado varias fases secundarias. La fase PmP para la Cordillera Peninsular es más débil que la que se registró en el perfil anterior para las Montañas Chocolate.

Hemos encontrado velocidades aparentes para la onda P de 2.9, 4.5, 6.0 y 6.6 km/s asociadas a la Cordillera Peninsular. Estos resultados son incluidos en un modelado computacional que busca el ajuste de tiempos y amplitudes (sismogramas sintéticos) de las fases correlacionadas y en que se utilizan los resultados de ambos experimentos de refracción.

EXG.11

MODELADO TRIDIMENSIONAL DE ANOMALIAS GRAVIMETRICAS: EL CASO DE UN YACIMIENTO DE SULFUROS MASIVOS

J. García Abdeslem y J.M. Espinosa Cardeña
División de Ciencias de la Tierra, CICESE, Km 107 Carr.
Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C., México.

Presentamos resultados de la exploración gravimétrica realizada sobre un yacimiento de sulfuros masivos. A fin de determinar la extensión del yacimiento y delinear su geometría, se realizaron 992 mediciones de la componente vertical del campo gravitacional, distribuidas en 16 perfiles, separados entre sí 200 m y con estaciones a cada 50 m, cubriéndose una extensión de 11 km². Los datos fueron procesados en forma convencional hasta obtener una anomalía de Bouguer simple, con una densidad de 2740 kg/m³, la cual corresponde a la densidad del basamento local, constituido por calizas que encajonan el yacimiento. La anomalía de Bouguer simple se descompuso en sus componentes regional y residual mediante los métodos de regresión lineal y el de descomposición espectral. Las anomalías gravimétricas residuales obtenidas por ambos métodos, diferentes entre sí, acentúan el carácter subjetivo de la separación regional residual; sin embargo, nos permiten acentuar o discriminar diversos rasgos de la anomalía asociados con zonas de posible interés económico. Interpretamos dos anomalías gravimétricas residuales mediante un método de inversión no lineal en tres dimensiones. Contando con la información de un pozo se pudo constreñir la extensión a profundidad del modelo, así como las densidades correspondientes al basamento, a los sedimentos superficiales y al yacimiento. El resultado de la interpretación es una estructura tridimensional, cuyo efecto gravimétrico explica la anomalía gravimétrica residual. Dicha estructura puede ser visualizada en cualesquier dirección mediante cortes transversales.

EXG.12

GRAVEDAD RESIDUAL ISOSTÁTICA Y ESTRUCTURA DE LA CORTEZA EN LAGUNA SALADA, B. C., MÉXICO.

J. García Abdeslem, J.M. Espinosa Cardeña y F. Suárez Vidal
CICESE, División de Ciencias de la Tierra, Km 107 Carr.
Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C., 22680, México.

La cuenca Laguna Salada, en el NW de Baja California, México, cuya anchura promedio es de 20 km, se extiende hacia el NNW por unos 100 km. Está limitada al occidente por la Sierra Juárez y hacia el oriente por las sierras Cucapah y El

Mayor. La cuenca se extiende al Norte hacia USA y al Sur está limitada por la Sierra las Pintas. Su origen ha sido asociado con un sistema transtensivo, el cual ha originado un arreglo en echelon de cuencas de tensión. La falla lateral derecha Laguna Salada, al occidente de la Sierra Cucapah, y la Falla normal Sierra Juárez, al pie de la parte oriental de Sierra Juárez, son las estructuras principales.

Con base en 1550 mediciones gravimétricas, distribuidas sobre las sierras Juárez, Cucapah y El Mayor, en la Laguna Salada y el Valle de Mexicali, construimos un mapa de anomalía residual isostática. Utilizamos el modelo Airy-Heiskanen de compensación isostática, aplicado a datos topográficos y batimétricos en un cuadrángulo de cuatro por cuatro grados, para remover, a primer orden, las anomalías de Bouguer de gran longitud de onda, causadas por distribuciones en densidad en la base de la corteza, que soportan la topografía. Los parámetros utilizados fueron: densidad de la topografía (2670 kg/m³), espesor cortical al nivel del mar (25 km) y contraste en densidad en la interfase corteza manto (350 kg/m³).

El mapa de gravedad residual isostática muestra una clara correlación con la geología. La Sierra Juárez (~ -10 mGal) parece estar en equilibrio isostático. La amplitud de la anomalía en Laguna Salada (-35 mGal) indica un espesor de sedimentos menor que el sugerido en previas interpretaciones. Uno de los rasgos más prominentes es el alineamiento Cucapah-El Mayor, caracterizado por un intenso gradiente horizontal que se extiende sobre la margen occidental de las sierras Juárez y el Mayor, sugiriendo una frontera geológica de carácter regional.

Hemos interpretado el residual isostático mediante un modelo 2D, en un transecto que va de la Sierra Juárez al Valle de Mexicali, pasando por la Sierra El Mayor. El modelo sugiere la ausencia de estructuras mayores a través de la margen oriental de la Sierra Juárez, hacia Laguna Salada. Estimamos un espesor máximo de sedimentos en Laguna Salada del orden de 2.5 km; otros intérpretes han inferido un espesor máximo del orden de 5-6 km. En nuestra interpretación, el alineamiento gravimétrico Cucapah-El Mayor es causado por un cambio lateral en la densidad de la corteza, del orden de 40 kg/m³, a través de una discontinuidad casi vertical que buza al occidente y que se extiende hasta la interfase corteza manto.

EXG.13

OBTENCION DE PERFILES CONTINUOS DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA A PARTIR DE DATOS ELECTROMAGNETICOS

Karla Paola Garza García, Enrique Gómez Treviño y Francisco Esparza Hernández
Ciencias de la Tierra, CICESE, Km 107 Carr. Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C. México

Se presenta el diseño de algoritmos inversos para recuperar el perfil vertical de conductividad eléctrica del subsuelo a partir de datos electromagnéticos. El problema se plantea en términos de funciones continuas y considerando un número finito de datos para números pequeños de inducción

electromagnética. Para la obtención de los perfiles se aplican operadores lineales de mínima norma y mínima estructura, los cuales se obtienen a través de métodos estándar de regularización. Se aprovecha que la matriz de productos internos es analítica y que el perfil de conductividad eléctrica se puede representar como una combinación lineal de los núcleos de los datos. Lo anterior permite evaluar el perfil de conductividad a profundidades arbitrarias, además de que se utiliza la misma matriz independientemente del valor numérico de los datos. Comparativamente el operador de mínima estructura ofrece mejores resultados que el operador de mínima norma. Se presentan resultados de experimentos numéricos así como aplicaciones a datos de campo utilizando datos tomados con el equipo EM-34.

EXG.14

TOMOGRAFIA SISMICA PARA DETERMINAR LA VARIACION LATERAL DEL BASAMENTO EN LA SALINA, ENSENADA, B.C., MEXICO.

C. A. González Morales¹, J. Espinosa Luna², A. Sánchez Monclú y J.C.V. Traslosheros Hernández²

¹ Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL., A.P 104, Linares N.L., México.

² División de Ciencias de la Tierra, CICESE, Km 107 Carr. Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C., 22680, México.

El área de estudio se encuentra localizada en la franja de tierras bajas costeras entre las ciudades de Tijuana y Ensenada a 40 km de Ensenada. El estudio surge como parte importante en el proyecto para la construcción de una marina y los resultados son usados como guía para el dragado de los sedimentos. El objetivo del estudio es obtener la variación lateral del basamento rocoso bajo los canales de acceso e interiores de la marina. En el lugar se aprecian sedimentos de origen litoral, lacustre y aluvial descansando sobre un basamento constituido por rocas basálticas. El equipo utilizado es un sismógrafo EG&G modelo ES-2415F de 24 canales amplificadores independientes y se realizaron 7 perfiles de refracción con offset de 5 m y una separación entre geófonos de 5 y 7 m. El problema directo se resuelve trazando rayos en un modelo inicial mediante la aproximación circular. En el planteamiento del problema de estimación se dan por conocidas las velocidades de la discontinuidad y se estima la profundidad de las isolíneas de velocidad que la definen. La estimación se sujeta a condiciones de continuidad lateral y de no-soldadura. En el tratamiento del problema inverso se usa un esquema de inversión no-lineal que incorpora la Descomposición en Valores Singulares sobre un esquema regularizado. Con la variación del parámetro de estabilización global (a) se pueden obtener muchas soluciones, la DVS nos permite estudiarlas y escoger la que mejor se ajuste a los datos y que además tenga un mejor sentido físico. Los resultados son presentados en mapas de velocidades sísmicas y uno 3D que contiene toda la información. Se concluye que el basamento es de formas irregulares. Nuestros resultados coinciden muy bien con el dragado efectuado en el área.

EXG.15

EVALUACION GEO-ESTADISTICA DE LA RED DE ESTACIONES MAGNETICAS DE LA REPUBLICA MEXICANA

Hernández-Quintero E¹, Flores-Ruiz J. H²

¹ Instituto de Geofísica, UNAM., D.F., México.

² Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, ININ., D.F., México.

Se realiza una evaluación de la metodología de muestreo del campo geomagnético en la República Mexicana, describiendo los antecedentes que hasta la fecha se han adoptado como normas de trabajo para la elaboración de las Cartas Magnéticas seleccionadas (1630 y 1990). Se analiza el modelo actual de red de estaciones magnéticas en México, y su validéz dentro de los criterios de la geo-estadística, por medio de los modelos de variogramas que ofrecen una poderosa herramienta para la optimización del trabajo en la descripción del campo magnético terrestre.

EXG.16

EL METODO ELECTROMAGNETICO EM-34 VERSUS SEV (SONDEO ELECTRICO VERTICAL)

J. Herrera B., F. Herrera y E. Yuri Cázares

División Ciencia de la Tierra, CICESE, Km. 107 Carr.

Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C., México

Se realizó un estudio comparativo entre el método electromagnético EM-34 y el tradicional sondeo eléctrico vertical en el acuífero costero del Valles de la Colonia Vicente Guerrero, B.C. Dicho acuífero es granular y de un espesor que ronda en promedio 30 m. El propósito del trabajo fue definir el basamento geohidrológico mediante ambas técnicas, el cual es de constitución arcillosa, por lo tanto, eléctricamente de alta conductividad. El método EM-34, además de ser más rápido y económico que los SEV'S, responde apropiadamente en medios conductores. En el estudio comparativo se muestran la interpretación del SEV y del EM-34 para medios estratificados.

EXG.17

PROCESAMIENTO DE DATOS GEOFISICOS USANDO TECNICAS DE ANALISIS DE IMAGENES PARA REALIZAR MODELOS ESTRUCTURALES.

Ladrón de Guevara-Torres, M.A. y Flores-Márquez E.L.

Instituto de Geofísica, UNAM., D.F., México.

Se utilizan varios procesos de análisis de imágenes para realizar tendencias en los datos geofísicos (magnéticos y gravimétricos), con el propósito de mejorar su n y producir modelos estructurales mas adecuados.

Los datos geofísicos son representados en forma de imágenes a través de interpolaciones de las medidas de campo para la n de una malla regular, posteriormente se asigna un

codigo de colores, de acuerdo a la escala de las medidas, para su n.

Una vez que los datos geofísicos son desplegados en forma de imágenes, se utilizan las técnicas de análisis de imágenes como: suavizamiento, n de contornos, aumento de contraste, n, filtrados, convoluciones etc. con la finalidad de delimitar los parámetros geométricos de las estructuras geológicas de interés. Particularmente se la técnica de n artificial que consiste en iluminar una imagen en una determinada n, entonces, las alineaciones perpendiculares se realzan, mientras que las estructuras paralelas se atenuan, las elevaciones y depresiones del relieve se ponen de manifiesto por la existencia de zonas brillantes y sus correspondientes sombras dependiendo del ángulo de n.

Aplicando esta técnica se observaron varios patrones lineales en la zona, especialmente el que corresponde a la falla de Laguna Salada ligado tectónicamente al sistema de la falla de San Andrés.

Además, a partir de los filtrados con técnicas de análisis de imágenes se obtuvieron datos regionales que permitieron realizar modelos bidimensionales de la geometría del basamento.

EXG.18

ANALISIS DE SENSIBILIDAD ESPACIAL E INVERSION DE DATOS DE RADAR DE TERRENO

O. Lázaro-Mancilla y E. Gómez-Treviño
 Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE, KM 107 Carr
 Tijuana- Ensenada, Ensenada, B. C., México.

Se considera el análisis de sensibilidad espacial de mediciones de georadar para determinar la zona de influencia en diferentes clases de suelo. En general, la zona de influencia depende de localización y orientación de las antenas transmisora y receptora y del patrón de radiación cuando es afectado por las propiedades electromagnéticas del terreno. El análisis esta basado en la expresión que relaciona una perturbación en el campo eléctrico con perturbaciones espaciales en σ y ϵ , esto es:

$$\delta E(0, t) = \int_{z_1}^{z_2} G_{\sigma}(\sigma, \epsilon, t, z) \delta \sigma(z) dz + \int_{z_1}^{z_2} G_{\epsilon}(\sigma, \epsilon, t, z) \delta \epsilon(z) dz$$

En esta ecuación G_{σ} y G_{ϵ} representan las derivadas de Fréchet del campo eléctrico con respecto a $\sigma(z)$ y $\epsilon(z)$, respectivamente. Obtenemos G_{σ} y G_{ϵ} y establecemos el criterio para la zona de influencia bajo diferentes condiciones de σ y ϵ . La zona de influencia se determina inspeccionando las funciones de peso G_{σ} y G_{ϵ} . Consideramos ejemplos básicos como: un semiespacio homogéneo, un modelo estratificado con cambios en permitividad y un medio estratificado resistivo con presencia de capas conductoras delgadas. Es posible saber qué funciones realzan la información de parámetros cerca de la superficie y cuales son útiles a profundidad. Por otro lado el problema inverso

consiste en estimar $\sigma(z)$ y $\epsilon(z)$, cuando se conoce $E(0, t)$. Para resolver el problema se recurre al proceso de linealización de la ecuación de onda amortiguada. Se usa la ecuación anterior que es una aproximación de Taylor de primer orden en forma iterativa partiendo de un modelo inicial y se cambia el modelo según se mejora en cada estimación.

EXG.19

INVERSION CONJUNTA DE DATOS ELECTROMAGNETICOS EN EL LIMITE RESISTIVO Y DE MEDICION MAGNETICA DE RESISTIVIDADES (MMR)

S. Méndez-Delgado, E. Gómez-Treviño y M.A. Pérez-Flores.
 Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE, Km 107 Carr.
 Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C., México.

Equipos como el EM-34 de Geonics, Ltd., constan de dos bobinas que operan en el límite resistivo. Con éstos se efectúan mediciones de campo magnético que son transformadas a conductividad aparente para pocas separaciones transmisor-receptor. Lo anterior hace que en algunos casos, al realizar la inversión de los datos, las profundidades de los cuerpos no queden bien definidas.

Para mejorar los modelos obtenidos por la inversión de datos del EM-34, planeamos incluir los campos eléctricos que mediríamos si utilizamos una bobina (operando en el límite resistivo) como transmisor, lo que equivale por reciprocidad al método de Medición Magnética de Resistividades (MMR).

Se realiza inversión aproximada utilizando programación cuadrática en dos conjuntos de datos: un conjunto de datos sintéticos obtenidos desde un mismo modelo por el método de Ecuación Integral, utilizando la misma discretización, y el otro conjunto son datos de campo obtenidos a lo largo de un mismo perfil.

EXG.20

INVERSION 2-D DE DATOS DE DIPOLO-DIPOLO, ELECTROMAGNETICOS EN EL LIMITE RESISTIVO Y DE MEDICION MAGNETICA DE RESISTIVIDADES (MMR)

S. Méndez-Delgado, M.A. Pérez-Flores, M.G. Rodríguez-García y E. Gómez-Treviño
 CICESE, Km 107 Carr. Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C., México.

El modelado de estructuras de resistividad 2 ó 3-D toma mucho tiempo de cómputo, por lo que no es factible su uso para realizar la inversión de datos. Recientemente se desarrolló en CICESE un método de inversión aproximada, el cual está basado en una aproximación que linealiza la ecuación integral utilizada en el modelado y con el cual se obtienen imágenes de resistividad del subsuelo. Las distribuciones de resistividad son obtenidas en una sola iteración utilizando programación cuadrática, mediante la

minimización de la norma cuadrática de los residuales y una regularización a través de las derivadas espaciales.

En otras reuniones hemos presentado la obtención de imágenes de resistividad del subsuelo a partir de datos de dipolo-dipolo y electromagnéticos en el límite resistivo. Ahora presentamos esta metodología de inversión aproximada, para tres conjuntos de datos diferentes, sumando el Método de Medición Magnética de Resistividades (MMR) a los otros dos mencionados anteriormente. Los datos utilizados fueron de dos tipos: datos sintéticos y datos de campo. Los datos sintéticos fueron obtenidos por la metodología de Ecuación Integral y la misma discretización del modelo utilizado. Los datos de campo fueron tomados a lo largo de un mismo perfil.

EXG.21

PROCEDIMIENTO PRACTICO PARA EVALUAR POROSIDAD SECUNDARIA EN YACIMIENTOS DE LITOLOGIA COMPLEJA

Mendoza-Romero, Gustavo
IPN, ESIA, Unidad Ticoman-Ciencias de la Tierra
Av. Ticoman No. 600 C.P. 07330

Se establece un método simplificado para detectar y cuantificar los diferentes tipos de porosidad primaria y/o secundaria que manifiestan los yacimientos fracturados de litología compleja, cuyos pozos son perforados con lodos conductivos.

El nuevo procedimiento empírico que resulta ser una útil y práctica herramienta de interpretación, se fundamenta en el análisis de datos de porosidad y factor de formación, obtenidos en laboratorio o de los registros geofísicos y surgió al concebir la idea de llevar a la práctica los resultados de los desarrollos teóricos relacionados con:

La implantación del concepto de porosidad de flujo y, la deducción y establecimiento de las ecuaciones generalizadas tipo Pérez-Rosales orientadas a la determinación de factores de formación representativos de rocas que manifiestan una o dos porosidades, en conjunción, con la aplicación de, expresiones empíricas resultantes del Análisis de Regresión orientado a la Evaluación del exponente de entrapamiento "m" y el coeficiente de tortuosidad "G".

Esto permitió en principio, al relacionar los resultados antes mencionados, la generación de nuevos modelos gráficos que por la forma que presentan son denominados de abanico. Puede comprobarse que el uso adecuado de éstos simplifica enormemente la caracterización de las rocas que manifiestan doble porosidad y una litología altamente heterogénea.

Posteriormente, al introducir la noción de distancia entre dos puntos, como parte de la interpretación de las gráficas de abanico, fue posible llegar a establecer la metodología de cálculo que es tema del presente estudio.

Para mostrar su aplicabilidad se procesó la información correspondiente a dos pozos del Sureste de México y en tablas

comparativas se presentan conjuntamente los resultados generados con la técnica de Burcke-Campbell y los que se obtienen al aplicar el nuevo método. La baja incertidumbre determinada al comparar los resultados de su procesamiento, con sus correspondientes datos de laboratorio o de campo demuestra, en gran medida, su validez.

Se concluye que la técnica empírica aquí propuesta puede representar una buena alternativa en la toma de decisiones de todas y cada una de las etapas relacionadas con la Perforación, Terminación y Producción de pozos petrolíferos.

EXG.22

ESTUDIO DE INVESTIGACION GEOLOGICO-ESTRUCTURAL DE CD. GUZMAN, PARA LOCALIZAR LAS ZONAS ANOMALAS DEL SUBSUELO, POR MEDIO DE CALICATAS Y ARREGLO ELECTRODICO DIPOLO-DIPOLO"

J. Mondragon Teliz, D. Barrera Hernandez, G. Perez Rodriguez
Centro de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Guadalajara

El objetivo de este estudio de investigación Geológico-Estructural, aplicando métodos indirectos de prospección geofísica, obteniendo datos de Resistividad Aparente (Pa), Polarización Inducida, cargabilidad (PI) y Potencial Natural (SP), es el de localizar las anomalías de tales propiedades, que se presenten en el subsuelo e investigar las variaciones laterales a diferentes profundidades.

El método aplicado en este caso fue el de CALICATAS, con un arreglo electrodico DIPOLO-DIPOLO, y una separación interelectrodica (a) de 50 m. y separaciones entre electrodos de $n = 1 = 50$ m; $n = 2 = 100$ m; $n = 3 = 150$ m; $n = 4 = 200$ m y $n = 5 = 250$ m, de profundidad aparente, en cinco líneas, tres de las cuales son semi-paralelas y las otras dos también llevan un paralelismo entre sí y perpendiculares a las tres primeras, dentro de la ciudad y siguiendo las calles ya existentes, sin que se pueda cambiar la dirección y rumbo de las mismas, ya que en un estudio de ésta índole se requiere de líneas rectas y paralelas entre cada una de ellas, para en un momento dado tener una retícula programada. Con estos datos de campo se obtendrán gráficas de "Resistividad Aparente" (ρ_a) y Polarización Inducida, cargabilidad (PI), así como también gráficas de Potencial Espontáneo (SP). (mostradas en el anexo de este estudio de investigación).

La zona de estudio se encuentra dentro de la ciudad y se puede describir como un valle intervolcánico con un lago en su centro y elevaciones hacia el oriente en forma brusca y hacia el poniente con pendientes suaves hacia las estribaciones de las estructuras volcánicas. Observándose la expresión máxima de una Fosa Tectónica, a la cual corresponde la cuenca de Zapotlán El Grande y cercana a ésta, está la cuenca de la Fosa Tectónica de Sayula y Zacoalco de Torres.

La cuenca de Zapotlán el Grande hoy Ciudad Guzmán, es el resultado de una serie de bloques y fallas, que afloran

en la ciudad y fuera de ella, con una dirección NE-SW, dentro de la provincia fisiográfica de la Faja Volcánica Transmexicana.

Geológicamente, esta cuenca se formó en el Terciario, después de la extrusión de la mayor parte de la secuencia volcánica presente y fue rellenada subsecuentemente por una columna importante de sedimentos continentales granulares finos y medianos con algunos horizontes de cenizas finas.

Los sedimentos continentales granulares, son el resultado de la erosión de las estructuras volcánicas expuestas de edad Terciaria que incluye ignimbritas, tobas, flujos lávicos, arenas, lapilli y cenizas; con espesores de aproximadamente 250 a 300 m que sobreyacen, discordantemente a rocas compuestas por formaciones post-cretácicas y/o cretácicas sedimentarias (calizas).

La composición química del agua subterránea explotada en el Valle de Zapotlán el Grande, de acuerdo a los análisis físico-químicos proporcionados por el laboratorio del sistema de agua potable de la población, demuestra que es de origen meteórico. Las lluvias que se presentan en la temporada se filtran por los materiales porosos, permeables y fracturados en las montañas circundantes en sus estructuras mostradas y ocultas provocando el aumento de los niveles del agua en el valle; pero dado que en los últimos períodos de humedad este ha disminuido, el nivel dinámico se ve afectado en un descenso paulatinamente, aunado a esto, de una explotación mayor de este elemento vital, tanto para agua potable como para riego de los cultivos de la zona.

EXG.23

COMPARACION DE METODOS PARA LA DETERMINACION DE PALEOINTENSIDADES DEL CAMPO MAGNETICO TERRESTRE

Morales-Contreras Juan Julio

Lab. de Paleomagnetismo, Instituto de Geofísica, UNAM

La aceptación hacia los diferentes métodos para la determinación de paleointensidades del campo magnético terrestre se a polarizado fuertemente, debido a las discrepancias existentes en algunos casos entre los resultados obtenidos en un mismo sitio de estudio por métodos diferentes, provocando incluso el escepticismo en ciertas personas; en un afán por aumentar la confiabilidad de los resultados obtenidos se ha desarrollado una serie de variantes a estas técnicas, siendo las más utilizadas aquella debida a Koenisberger (1938) y a Thellier & Thellier (1959), y aquella propuesta por Rolph y Shaw (1985).

Además de la discrepancia de resultados entre métodos diferentes, también se observa discrepancias aun en un mismo método; sin embargo, en la mayoría de las veces éstas son debidas a las limitaciones propias de los equipos empleados.

Las principales características por las cuales éstas técnicas han ganado un mayor grado de aceptación son las siguientes:

Método de Thellier & Thellier y Koenisberger:

capacidad de detección de cambios físico-químicos experimentados por las muestras.

Método de Rolph y Shaw: capacidad de corrección por cambios físico-químicos experimentados por las muestras.

En general, de los resultados obtenidos en este trabajo, se observa que las determinaciones realizadas por ambos métodos concuerdan bastante bien.

EXG.24

INVERSION CONJUNTA DE DATOS DE DIPOLO-DIPOLO Y ELECTROMAGNETICOS DEL TIPO DEL EM-34

M.A. Pérez Flores, S. Méndez Delgado y E. Gómez-Treviño

CICESE, Km 107 Carr. Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C., México.

Hasta el momento disponemos de herramientas suficientes para hacer inversión bidimensional y tridimensional de datos de resistividad dipolo-dipolo y electromagnéticos del tipo EM-34 en forma independiente. Ambos métodos son sensibles a la conductividad del terreno. Sin embargo, dipolo-dipolo es sensible al logaritmo de la conductividad y electromagnéticos sólo a la conductividad. En el presente trabajo se intenta juntar ambas metodologías con el fin de hacer inversión conjunta. Sin embargo, se presenta el problema de decidir si ambos métodos deben tener sensibilidad lineal o logarítmica. En el presente trabajo se intentan ambos modos de parametrización y se investiga cual es mejor. Para este fin se hace inversión con datos sintéticos y además con datos de campo de una región de Baja California.

EXG.25

ESTUDIOS GEOFISICOS EN EXPLORACION Y EXPLOTACION DE RECURSOS HIDRAULICOS (NUEVO LEON, MEXICO)

C. Pola Simuta, A. Mousatov, N. Kouzoub.

Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad. Autónoma de Nuevo León, Linares

Uno de los grandes problemas en las regiones áridas de México, en particular en el estado de Nuevo León, es la exploración de nuevos recursos hidráulicos, así como la utilización óptima de los ya existentes, incluyendo el control de contaminación de las aguas subterráneas. Es bien conocido que los métodos geofísicos se aplican con éxito en la búsqueda de acuíferos, no obstante, las necesidades del uso óptimo de estos recursos naturales requieren una implantación más profunda de la geofísica, tanto en las etapas explorativas de las aguas subterráneas, como de proyección y explotación de las obras hidráulicas (tales como pozos de producción, presas, canales, etc.)

Desde hace algunos años la Facultad de Ciencias de la Tierra de la Universidad Autónoma de Nuevo León (FCT) lleva a cabo investigaciones en dicha dirección, modernizando la

tecnología y metodología con el fin de contribuir a la resolución de problemas geológicos. El problema de exploración de nuevos acuíferos, así como el de proyección y explotación de las obras hidráulicas se puede dividir en tres etapas principales.

1. Cartografía y análisis geoestructural, durante la cual se emplean los métodos geofísicos superficiales (geoeléctrica, magnetometría, sísmica de refracción) en conjunto con métodos de mapeo geológico y geomorfológico. El objetivo de esta etapa es localizar las zonas de interés, desde el punto de vista de la tarea encomendada (acuíferos, zonas fracturadas, aguas mineralizadas, etc.)

2. Estimación de las propiedades ingeniero-físicas en zonas específicas. El rasgo principal de esta etapa es el estudio detallado en los puntos internos del medio geológico (tomografía sísmica, registro de pozos) y además, el aplicar los métodos geofísicos especiales (levantamiento radón-helio, micromagnetometría, etc.). Esta etapa es la base para el pronóstico del comportamiento del objeto de interés durante su explotación posterior, así como, para elegir la técnica y metodología de "rastreo" geofísico (monitoreo) en área de investigación.

3. Estudios periódicos durante el proceso de explotación de la obra hidrotécnica con el fin de usar eficientemente los recursos hídricos y predecir los probables procesos negativos, tales como contaminación, agotamiento de acuíferos, filtración, etc. En esta etapa se emplean ampliamente una red de estaciones automáticas de monitoreo, las cuales miden variación de los parámetros geofísicos e hidrogeológicos, así como las mediciones en medios acuosos en presas (sismoacústica, potencial espontáneo, etc.)

Como ejemplo, se presenta una serie de estudios realizados por la FCT en exploración y estimación de los recursos hídricos en regiones del estado de Nuevo León, así como los trabajos realizados en la presa más grande del Norte de México (El Cuchillo) durante su construcción y llenado, y también en la presa Cerro Prieto, en su explotación. Los resultados expuestos muestran la eficiencia de los métodos geofísicos y apuntan también en dirección al desarrollo de nuevas técnicas e ideologías de investigación para el futuro. Puesto que la información obtenida ayuda a tomar las decisiones oportunas en el proceso de construcción y explotación de las obras hidráulicas, lo que permitirá disminuir el riesgo geocológico y de esta manera se justifica los gastos invertidos en las investigaciones geofísicas adicionales.

EXG.26

ARMONIA CICLICA EN CURVAS DE POTENCIAL ESPONTANEO

J.A. Randall-Roberts

Apartado Postal 168, Guanajuato, Gto., C.P. 36000

Mientras curvas de potencial espontáneo medidas sobre cuerpos de sulfuros son regulares, subiendo o bajando paulatinamente en amplitudes máximas y mínimas, las hechas sobre acuíferos de agua fría o tibia tienden a desarrollar una

serie de alti-bajos en forma cíclica. La longitud de onda o distancia entre picos es a menudo muy corta en contraste a la amplitud o cambio de voltaje dentro de un sólo ciclo; ésta se presta a confusión en el proceso de interpretación cuantitativa. Intentos de suavizar varios ciclos juntos de menos profundidad que lo real, al usar el patrón básico entre amplitud y longitud de onda, o sea $V_{max} - V_{min} / X_{max} - X_{min}$. En realidad parece ser que el acuífero manifiesta su señal en una secuencia de ondas armónicas como pulsaciones a través de lo ancho de su canal subterráneo. La señal se origina en reacciones REDOX dentro del flujo de la misma agua combinándose con reacciones iónicas entre las sales del agua y las paredes o caja del acuífero. Por lo tanto, la mineralización del agua es un factor mayor que su velocidad de flujo en referencia a la señal dada. De tal manera que la distinción entre acuíferos libres y confinados depende mayormente en el conocimiento de la geología del subsuelo. Combinando una valoración de curvas de campo usando el parámetro de la separación de la armonía cíclica, la mineralización relativa del agua y el volumen del acuífero en base de lo ancho de su canal, se han podido acercar cada vez más a los parámetros de flujo subterráneo.

EXG.27

MODELADO 3-D EXACTO Y APROXIMADO DE MEDICION MAGNETICA DE RESISTIVIDADES (MMR) CON SEPARACIONES MULTIPLES

M.G. Rodríguez-García, S. Méndez-Delgado y E. Gómez-Treviño

Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE, Km 107 Carr. Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C., México

El Método de Medición Magnética de Resistividades (MMR) fue planteado por Jakosky en 1933 y difiere del método de resistividad tradicional en que el dipolo de potencial es reemplazado por un magnetómetro y se mide la componente horizontal del campo magnético asociada al flujo de corriente.

En 1974 Edwards realizó las primeras pruebas con esta metodología, efectuando mediciones de campo magnético a lo largo de un perfil perpendicular a la línea que une los electrodos de corriente, los cuales están fijos. Nosotros exploramos la capacidad del método MMR para "identificar" cuerpos que están a diferentes profundidades, mediante el uso de separaciones múltiples entre transmisor-receptor como en el método dipolo-dipolo. El modelado directo se lleva a cabo por el método de Ecuación Integral, tomando en cuenta estructuras 3-D de conductividad.

Hay que considerar que el arreglo de MMR no es simétrico, por lo que el punto de asignación de la medición no necesariamente debe estar en el centro del arreglo. Al cambiar el punto de asignación al centro del dipolo eléctrico se facilita la identificación de la posición horizontal de cuerpos en una pseudosección.

Finalmente presentamos el modelado completo y aproximado utilizando la función de sensibilidad. Se consideran datos de campo para un perfil realizado en "Las Auras", Tecate, B.C. Se utilizaron siete separaciones transmisor-receptor,

donde la separación entre el receptor y el electrodo de corriente más próximo a éste va de 5 en 5 desde 5 hasta 35 m. Con el modelado completo se pudo recuperar la anomalía, pero requiere mucho tiempo de computo, mientras que con el modelado aproximado es más fácil y rápido recuperar la anomalía obtenida en campo además de estar más suavizada.

EXG.28

GRADIENTES HORIZONTALES GRAVIMETRICOS CORRELACIONADOS CON LOS PRINCIPALES MORFOLINEAMIENTOS DE LA REPUBLICA MEXICANA

Gerardo Ronquillo Jarillo¹, Gustavo López Gómez² y
Manuel Lozada Zumaeta³

¹ IPN., ESIA., Ciencias de la Tierra, D.F., México.

² CFE, Superintendencia de Estudios Geológicos, Zona
Pacífico Norte, Guadalajara, Jalisco, México.

³ IMP, SGIDTEP., D.F., México.

El objetivo del presente trabajo, es el de analizar y correlacionar los lineamientos estructurales de la República Mexicana, determinados en base a interpretación de imágenes de satélites, análisis morfoestructural en correlación con los gradientes horizontales, tanto topográficos, de la interfase corteza-manto, y los pertenecientes a las anomalías de Bouguer, corregida por el efecto gravitacional tridimensional isostático, Regional y Residual isostático.

Al evaluar los resultados obtenidos, se infiere una correlación relativamente alta, entre los lineamientos estructurales superficiales y los gradientes horizontales calculados, siendo la correlación más representativa y detallada, la observada e inferida al considerarse las anomalías de Bouguer corregida por el efecto isostático. Por otra parte, las tendencias estructurales superficiales, evidentes en los lineamientos analizados, posiblemente reflejen el marco de fallamiento profundo de la corteza, lo que manifiesta, que las morfoestructuras geomorfológicas observadas y reportadas, tienen antirraíces complejas y profundas. Los gradientes horizontales topográficos y los del campo de la gravedad y campo de la gravedad corregido por efecto gravitacional tridimensional isostático, remarcan selectivamente a profundidad, algunos de los lineamientos estructurales principales evidentes superficialmente.

Los diferentes mapas de carácter geofísico utilizados en este tipo de aplicación, constituyen herramientas útiles y complementarias para el análisis, interpretación e integración geológica y geofísica de carácter regional y local.

EXG.29

EFFECTO GRAVITACIONAL TRIDIMENSIONAL ISOSTATICO DE LA REPUBLICA MEXICANA

Gerardo Ronquillo Jarillo, Manuel Lozada Zumaeta y
Alfonso Gonzalez Ibarra
IMP., SGIDTEP., D.F., México.

Se presentan los resultados preliminares, obtenidos del análisis y evaluación de los mapas de la Interfase Corteza-Manto, Efecto Isostático Tridimensional, Anomalías de Bouguer corregida por el efecto isostático, Regional isostático y residual isostático; el análisis y evaluación realizada, fue con el objetivo de establecer y diferenciar sus relaciones con el plano de la Anomalía de Bouguer e integración geológica-geofísica.

Para la estimación de las profundidades de la interfase corteza-manto, se considero el modelo de compensación regional de Airy-Heiskanen, y su efecto tridimensional, se calculó en el dominio de las frecuencias con el algoritmo de Parker, utilizando el sistema de análisis e interpretación interactiva de datos potenciales, LCT. De la distribución de las profundidades de la interfase profunda, se establece en forma general, concordancia con los resultados de sismología de refracción, así como también, el efecto calculado, se correlaciona con las características topográficas regionales.

Contrastando los resultados con otros anteriormente obtenidos, podemos concluir que la aproximación tridimensional utilizada en el cálculo del efecto de la interfase profunda, es significativamente más representativa que las aproximaciones 2-D y 2 INCRUSTAR EQUATION.

EXG.30

RESULTADOS PRELIMINARES DE UN TRANSECTO GRAVIMETRICO A LO LARGO DE LA FRONTERA MEXICO-USA DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA, MEXICO.

Sánchez Monclú, A., Espinosa Cardeña, J.M.
Depto. Geofísica Aplicada, CICESE, Km. 107 carretera
Tijuana-Ensenada, C.P. 22860, Ensenada, B.C.

En apoyo a un transecto magnetotélúrico a lo largo de la frontera México-USA, se realizó un levantamiento gravimétrico. Hasta la fecha, se ha elaborado el perfil de anomalía de Bouguer simple de aproximadamente 220 km que va desde Tijuana, B.C. hasta San Luis Río Colorado, Son.. La anomalía es cercana a -20 mGal en los extremos del perfil. El rasgo dominante es una amplia y aguda anomalía negativa asociada al batolito peninsular, cuyo valor máximo de -80 mGal coincide con la intrusión cuarzo-diorítica la Posta de la Sierra Juárez. El margen oeste del plutón corta una zona de sutura prebatolítica, que se extiende a lo largo de la Península de Baja California. Se infiere que el origen de la anomalía negativa es el efecto combinado de engrosamiento cortical y cambios de densidad lateral entre las rocas intrusivas que constituyen el batolito peninsular. Otro rasgo sobresaliente, es un fuerte gradiente de aproximadamente 4.2 mGal/km. que coincide con el margen occidental de la Sierra Cucapá. Algunos autores sugieren que el gradiente es debido a una discontinuidad vertical en forma de escalón de la interfase manto-corteza, e indican que el área comprendida por el escarpe de la Sierra Juárez hasta el margen este de la Sierra Cucapá es una zona de transición, de una corteza gruesa, estable, a una corteza delgada, agrietada y tectónicamente activa, caracterizada por estructuras tipo horts y grabens.

Finalmente, para propósitos de la interpretación cuantitativa del perfil gravimétrico, se ha iniciado la corrección topográfica (hasta 167 km) e isostática, esta última mediante la aplicación del modelo de compensación local Airy-Heiskanen.

EXG.31

TOMOGRAFIA SISMICA EN ROCA CRISTALINA INTENSAMENTE FRACTURADA

Carlos V. Traslosheros, J. Espinosa-Luna y Alfredo Sánchez-Monclú

Ciencias de la Tierra, CICESE, Km 107 Carr. Tijuana-Ensenada, Ensenada, México.

El estudio surge como consecuencia del proyecto de construcción de un edificio. Durante su desarrollo se encontró una fractura que podría afectar la cimentación del mismo. Para determinar la importancia de la fractura, su continuidad en profundidad, así como la posible localización de otras fracturas se realizó una tomografía utilizando un plano de propagación que corta transversalmente la estructura. La tomografía permite obtener una imagen de las velocidades en el subsuelo.

Diversas pruebas en el procedimiento permitieron estimar, a partir de un modelo inicial que satisface globalmente los datos, una estructura que contiene zonas de baja velocidad delgadas y que se extienden hasta la profundidad de máxima penetración de los rayos (20 m). La existencia de estas zonas es significativa dada su permanencia en las diferentes soluciones y su consistencia con la sección geológica.

EXG.32

REFRACCION 2-D. MATRICES DE SENSIBILIDAD, CONDICIONAMIENTO, MODELOS INICIALES Y UN ANALISIS DEL ACOPLAMIENTO VELOCIDAD-PROFUNDIDAD.

Carlos V. Traslosheros y C.A. González-Morales
Depto. Geofísica Aplicada, CICESE, Km. 107 Carr. Tijuana-Ensenada, C.P. 22860, Ensenada, B.C.

El problema de estimación de la profundidad de una discontinuidad y de las velocidades sobre y bajo la misma, se plantea como un problema inverso. En la inversión se incorpora la DVS (descomposición en valores singulares) sobre un esquema regularizado. En la evaluación de la bondad de un modelo inicial y de las condiciones de soldadura y de no soldadura, se utilizan las proyecciones de las eigen funciones derechas de la DVS sobre la solución ($V^T X$). Se argumenta en favor de la utilización de las condiciones de no soldadura en el proceso de desacoplar velocidad y profundidad. Para validar nuestros resultados presentamos dos ejemplos con datos reales.

EXG.33

GROUND-RADAR NUMERICAL MODELLING APPLIED TO ARCHAEOLOGY AND ENGINEERING

José M. Carcione

Osservatorio Geofisico Sperimentale, P.O. Box 2011, 34016 Trieste, Italy

In this work I present a new modelling scheme for the simulation of electromagnetic radio waves, based on a full field simulator. Maxwell's equations are modified in order to include anisotropy and dielectric attenuation processes, such as bound and free water relaxation, ice relaxation and the Maxwell-Wagner effect. The new equations are obtained by assuming a permeability relaxation tensor represented by a generalized Zener model. The convolution integral introduced by the relaxation formulation is circumvented by defining new hidden field variables, each corresponding to a different dielectric relaxation. The equations are solved numerically by using the Fourier pseudospectral operator for computing the spatial derivatives and a new time-splitting integration algorithm that circumvents the stiffness of the differential equations. The program is used to evaluate the georadar electromagnetic responses of a Japanese burial mound, three cylindrical objects buried in gravel sand, and a site permeated with DNAPL contaminants.

S.01

CARACTERIZACION DE LA RESPUESTA SISMICA EN TIJUANA, B.C.

J.G. Acosta Chang, S. Alvarez T. y L. Mendoza G.
División de Ciencias de la Tierra, CICESE, Ensenada, B.C.,
México

La caracterización del suelo en la cd. de Tijuana es necesaria, pues su desarrollo urbano se ha dado primordialmente sobre materiales blandos como el aluvi6n, a los lados del cauce del r6o o sobre las areniscas y areniscas-conglomerado de las m6ltiples ca6nadas t6picas de la topograf6a de esta ciudad. Dado que no se cuenta con suficiente n6mero de acelerogramas en los diferentes tipos de suelos de la regi6n, para realizar la caracterizaci6n se recurre al uso de t6cnicas emp6ricas como la predicci6n de m6ximos movimientos y el uso de ruido ambiental del terreno para la estimaci6n de los periodos dominantes. Fue necesario efectuar una clasificaci6n de la geolog6a superficial, obtener la distribuci6n de velocidades superficiales de ondas de corte (perfiles de refracci6n s6mica), la identificaci6n de las zonas sismog6nicas y la definici6n de los terremotos m6ximos esperables. Hemos obtenido as6 mapas con la distribuci6n del m6ximos movimientos del terreno, causados por los terremotos de mayor magnitud que son creibles de ocurrir en la fallas cercanas a la regi6n. Actualmente tenemos en operaci6n una red acelerom6trica, distribu6da en varios puntos de la ciudad en diferentes tipos de suelo, con el prop6sito de corroborar los resultados anteriores. Se presentan los primeros resultados de esa red.

S.02

DESCRIPCION DE UN MODELO TRIDIMENSIONAL DEL ARTICO Y DEL ATLANTICO NOROESTE. AVANCE DEL GRUPO DE TRABAJO II-4 DEL ICL/ILP.

J. Acosta Chang. y J. Frez C.
Divisi6n de Ciencias de la Tierra, CICESE, Ensenada B.C.,
México

Reportamos el estado de avance de nuestra investigaci6n como miembros del Grupo de Trabajo II-4 del International Lithosphere Program (ILP). Este grupo de trabajo internacional cuenta con participantes de Am6rica, Europa y Asia; la investigaci6n que se realiza forma de parte de la contribuci6n del ILP a la D6cada Internacional de Prevenci6n de Desastres Naturales..

Originalmente, el prop6sito del proyecto era el de generar programaci6n computacional para el c6lculo de sismogramas sint6ticos realistas, es decir, que incluya el efecto de heterogeneidad lateral y atenuaci6n. La aplicaci6n inmediata de este trabajo es en el estudio de la lit6sfera/astenosfera y en la predicci6n del movimiento s6mico producido por terremotos destructores. Sin embargo, la necesidad de describir adecuadamente la estructura tridimensional de la Tierra gener6 un esfuerzo internacional que ya cubre una parte importante de la superficie terrestre. Para el efecto de entregar

entrenamiento y de coordinar el trabajo de numerosos Centros participantes, el Grupo de Trabajo ha organizado Talleres y Escuelas en China e India, algunas de ellas con participaci6n de investigadores del CICESE:

La descripci6n de estructuras tridimensionales plantea varios problemas computacionales y geof6sicos de inter6s; diversas convenciones han sido estandarizadas entre los participantes del proyecto. El primer paso es la colecci6n de la informaci6n publicada acerca de estructuras locales y regionales, los datos de elevaci6n/batimetr6a, as6 como la restante descripci6n geol6gica y geof6sica del 6rea de estudio. Un an6lisis posterior nos permite determinar la existencia de regiones relativamente homog6neas, con propiedades estructurales que cambian de una manera continua. En otras palabras, las regiones est6n separadas por discontinuidades en sus propiedades f6sicas o geom6tricas.

Una base de datos densa de estructuras verticales 1D definen a cada regi6n con la condici6n de que cualquier interpolaci6n lineal entre estas estructuras no contradiga la informaci6n tect6nica disponible. Los l6mites entre regiones se describen por puntos dobles, uno en cada regi6n. De un total de 4900 estructuras verticales 1D, cerca del 70% corresponden a puntos dobles. La heterogeneidad lateral se muestra hasta una profundidad de 450 km, debajo de la cual se coloca una estructura lateralmente homog6nea. Para comprobar la compatibilidad de estructuras vecinas, hemos utilizado representaciones gr6ficas de la estructura 3D. La base de datos resultantes est6 almacenada en un formato est6ndar.

Actualmente estamos iniciando la comparaci6n de sismogramas calculados y observados.

S.03

CARACTERISTICAS DEL TREMOR REGISTRADO EN EL VOLCAN POPOCATEPETL

A. Arciniega Ceballos¹, C. Vald6s Gonz6lez¹ y G.
Gonz6lez Pomposo^{1,2}

¹ Instituto de Geof6sica, UNAM.

² Universidad Aut6noma de Puebla.

En este trabajo se presenta una descripci6n del tremor del volc6n Popocatepetl detectado a partir de la crisis eruptiva del 21 de diciembre de 1994. Se usaron datos anal6gicos y digitales registrados en dos de las estaciones de la red de sism6grafos del volc6n Popocatepetl (PPM y PPX). Estos datos representan la actividad de los 100 d6as subsecuentes al 21 de diciembre de 1994.

Se describe la variaci6n con respecto al tiempo de la amplitud del tremor y su correlaci6n con la energ6a acumulada y la actividad s6mica de eventos tipo A y B registrada en ese mismo lapso. Se reconoci6 un comportamiento inverso entre la duraci6n del tremor y su amplitud de tal manera que la energ6a acumulada se conserva. Se distinguieron cuatro etapas en el comportamiento del tremor relacionadas con la profundidad de 56 sismos localizados, los cuales abarcan un rango en profundidad cada vez m6s amplio en funci6n del tiempo.

Por último se discuten las características del modelo de B Julian (1994) el cual se considera adecuado para modelar inicialmente la base de datos del temblor del volcán Popocatepetl. Esto con el fin de reproducir los efectos sísmicos y explicar con base en resultados los procesos que originan el temblor volcánico.

S.04

INSTALACION DE UNA RED SISMICA TELEMETRICA Y DIGITAL EN EL ESTADO DE JALISCO (RESIJAL)

David Barrera Hernandez

Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías,
Depto. de Ingeniería Civil y Topografía, Centro de Ciencias
de la Tierra

El progreso científico y el desarrollo tecnológico, son la infraestructura que llevan a un país a un nivel de autosuficiencia en las necesidades prioritarias; siendo una de ellas, la preservación de la especie humana.

La geografía de nuestro país se caracteriza por un alto grado de inestabilidad cortical determinada por factores geológicos y geofísicos explicables dentro de la teoría llamada "Tectónica de Placas". Está considerado como uno de los países de mayor riesgo sísmico.

La actividad sísmica en México ha sido un factor trascendente en la estructura social y económica del país. De ahí la importancia de conocer y detectar zonas de alto riesgo sísmico, y así determinar criterios en la planeación y en las acciones de emergencia.

De acuerdo con la teoría de la Tectónica de Placas, el país se encuentra en las confluencias de varias placas, lo que ocasiona la presencia de diferentes estructuras dinámicas con relaciones complejas entre sí. México se encuentra afectada por cuatro placas tectónicas principales, dos son grandes; La Norteamericana, que va desde la porción norte de Canadá hasta la parte sur de México; la del Pacífico que va de la porción norte de Estados Unidos, que principia frente a sus costas y termina en la porción occidental del mar patrimonial de México en el Océano Pacífico; y dos pequeñas: la Placa de Cocos, que ocupa la porción media de la costa occidental del país extendiéndose hasta Centroamérica y la pequeña Placa de la Rivera que se encuentra frente a las costas de Jalisco y Nayarit.

En nuestro país se localizan varios fenómenos geológicos denominados puntos triples; los asociados con la Placa de Rivera: Rivera-Pacífico-Norteamericana, Rivera-Pacífico-Cocos y Rivera-Norteamericana-Cocos, al sureste las placas Norteamericana-Cocos-Caribe. Los sismos que ocurren cerca de estas áreas son mucho más complejos que otros.

En las costas de Jalisco están interactuando las placas de Rivera y Norteamericana provocando tensiones que se descargan intermitentemente provocando sismos. Esto lo demuestran los sismos que históricamente se han dado en el espacio jalisciense.

Nuestro estado es uno de las regiones de la república con mayor y más alta actividad sísmica, volcánica y tectónica, dándose esta actividad precisamente en las zonas de mayor productividad y población (Guadalajara, Ciudad Guzmán y Autlán), por lo que el riesgo de una catástrofe aumenta en relación a estos factores.

Las características geológicas del país y por ende, las del propio Estado de Jalisco, motivaron el interés de investigadores de la Universidad de Guadalajara para abocarse al análisis de dichos fenómenos y establecer de manera permanente el estudio científico de éstos.

S.05

MICROZONIFICACION DE LA CIUDAD DE COLIMA. UNA REVISION UTILIZANDO LA TECNICA DE NAKAMURA

M.L. Bermúdez, J. Lermo y J. Cuenca

Instituto de Ingeniería, UNAM, C.U. 04510, Mexico, D.F.

Este estudio parte de la zonificación preliminar propuesta por (Lermo et al., 1991) para la Ciudad de Colima.

Durante aproximadamente dos meses se instalaron 7 estaciones dentro de la zona urbana de Colima y fuera de esta, para estudiar el comportamiento dinámico de los suelos ante movimientos sísmicos, con el objeto de identificar las zonas más inestables. Con este fin se recopiló información geológica, geotécnica, estratigráfica de pozos y registros de temblores en estaciones acelerográficas. Adicionalmente se hicieron mediciones de vibración ambiental y se registraron temblores en sismógrafos con el fin de analizar las vibraciones de la respuesta sísmica en el área de Colima. Estos datos fueron analizados con la técnica de Nakamura y los resultados presentaron una buena concordancia entre la geología, los valores de período dominante y amplificación relativa. Con base en lo anterior se propone un mapa de microzonificación sísmica para la ciudad de Colima. Este mapa ayudará a establecer recomendaciones para el diseño de futuras obras de ingeniería.

S.06

TELEMETRIA DIGITAL PORTATIL

Jesús Brassea Ochoa

Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE, Km 107 Carr.
Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C., México

Se presenta una telemetría digital construida con el propósito de, ahorrar tiempo, esfuerzo y costo en la instalación, el enlace y la operación de dos estaciones magnetotéluricas simultáneas.

Sus principales características son: portátil, operación con baterías, 5 canales de 100Hz Ancho de Banda (A.B.), convertidores de 16 bits, modulación F.S.K., radios de 452 MHz, alcance mayor a 10 Km. (línea de vista).

Sus principales aplicaciones han sido en las exploraciones magnetotéluricas de:

Ahuachapán-Chipilapa, El Salvador. (1989)*

S.08

Laguna Salada, B.C. (1991,1992,1993)*

Tres Vírgenes, B.C. Sur (1992,1994)*

Tecate-Rumurosa, B.C. (1995)*

* Telemetría con 2 canales de 200 Hz (A.B).

S.07

LA AMPLIFICACION REGIONAL DEL MOVIMIENTO SISMICO EN EL CENTRO DE MEXICO. RESTRICCIONES A PARTIR DE ANALISIS DE DATOS

Martín Cárdenas S¹. y Francisco J. Chávez García^{1,2}

¹ Instituto de Ingeniería, UNAM., D.F., México.

² Centro de Investigación Sísmica, FJBS., D.F., México.

Recientemente se ha mostrado que el movimiento sísmico en el centro de México presenta una amplificación significativa (alrededor de un factor de 10) en frecuencias similares a aquellas que son destructivas en la Cd. de México (Ordaz y Singh, 1992; Cárdenas, 1993).

Actualmente no hay explicación de dicha amplificación. Sin embargo, se han avanzado varias hipótesis tales como enormes valles de depósitos blandos, irregularidades laterales en la estructura cortical del centro del país, o la presencia de material fundido bajo el Valle de México.

Los datos que utilizamos en este estudio provienen de tres fuentes diferentes: 1) datos obtenidos de un experimento de refracción a gran escala, cuyo análisis fue iniciado por Cárdenas (1993); 2) registros de aceleración obtenidos durante el sismo del 24 de octubre de 1993 ($M_s=6.6$); 3) datos de magnitud reportados por el Servicio Sismológico Nacional (SSN) durante 1993. En los dos primeros juegos de datos analizamos trenes de ondas superficiales, y examinamos las características de dispersión de esos trenes de onda. En cuanto al tercero, estudiamos la distribución de residuales de magnitud (relativo al promedio para toda la red) para cada estación, y analizamos la forma en que el residual varía en función de localización del evento, profundidad del evento, distancia entre la fuente y la estación de registro, acimut del evento, etc.

Los resultados obtenidos hasta el momento muestran que en los primeros 100 km a partir de las costas de Guerrero hacia la Cd. de México, la energía sísmica se atenúa de igual forma que a lo largo de la costa. Después de esta distancia, observamos que el movimiento sísmico es amplificado y el modelo de velocidad promedio entre la costa y el D.F. (Campillo et al., 1989) no se ajusta a los resultados de dispersión. De igual manera, encontramos una baja atenuación en las estaciones ubicadas dentro del Eje Volcánico Transmexicano, en acuerdo con los resultados encontrados por Rodríguez et al. (1995).

GROUND VIBRATIONS IN POROELASTIC FRAMEWORK: WORK IN PROGRESS

S. Carnalla and P. Sahay
Depto. de Sismología, CICESE.

A fluid filled medium is a realistic model for a variety of geological settings.

Preliminary results on ground vibrations in such a medium due to seismic wave processes shall be presented.

Recent understanding of the deformation process in porous media suggests that an elemental volume in addition to undergoing change in its volume/shape as a whole, i.e., deforming without making any distinction between two constituent phases, also undergoes a redistribution of phases such that no net change in its overall volume/shape takes place yet individually both constituents do experience change.

With this insight a quantitative estimation of the effects of porosity, pore filling fluids and open/closed pore boundary surfaces on ground vibrations due to SH excitation is being carried out. These results may prove useful in understanding ground motions of sedimentary basins such as Valle de Mexico.

S.09

PROPAGACION DE ONDAS SISMICAS EN MEDIOS ESTRATIFICADOS IRREGULARES EMPLEANDO EL METODO INDIRECTO DE ELEMENTOS DE FRONTERA.

J.M. Castillo¹, R. Vai¹ y F.J. Sánchez-Sesma^{1,2}

¹ Instituto de Ingeniería, UNAM; CU, Apdo. 70-472; Coyoacán 04510 México D.F., México.

² Centro de Investigación Sísmica; Carr. al Ajusco 203, Col. H. de Padierna; Tlalpan 14200 México D.F., México.

Se presenta un método indirecto de elementos de frontera para simular la respuesta sísmica de medios con estratificación irregular. La excitación está dada por la incidencia de ondas planas P y S . La solución de campo libre se obtiene para un modelo estratificado de referencia mediante el método de Thomson-Haskell. Las condiciones de frontera de la configuración irregular, que puede considerarse como una perturbación (no necesariamente pequeña) del modelo de referencia, se obtienen a partir de una extensión analítica de los campos de desplazamiento en cada estrato y en el semiespacio basal. En nuestra formulación las ondas difractadas se construyen usando una representación integral en términos de distribuciones de fuentes de capa simple. Estas densidades de fuerza se obtienen a partir de un sistema lineal de ecuaciones resultante de imponer las necesarias condiciones de continuidad de esfuerzos y desplazamientos en las interfaces de los estratos, así como la condición de frontera libre. Para validar el método se comparan resultados con los obtenidos con otras técnicas. En particular, se analiza con detalle el modelo propuesto por Aki y Larner (1970) cuando es sometido a la incidencia de ondas elásticas SH , P y SV .

Nuestro método ofrece algunas ventajas; es preciso y rápido y ayuda a la comprensión física del fenómeno. Los resultados se analizan mediante representaciones frecuencia-espacio que permiten identificar patrones de resonancia locales. Los cálculos se realizan en el dominio de la frecuencia y el análisis de Fourier permite calcular sismogramas sintéticos. El método se aplica para investigar los efectos de una posible irregularidad cortical en la cuenca de México ante incidencia de ondas planas, así como para un estrato irregular con una fuente en su interior.

S.10

ANALISIS DE LA SISMICIDAD CERCANA A LA PRESA ZIMAPAN DURANTE SU PRIMER LLENADO

Javier Castro Clara y Lomas Delgado Elías
Gerencia de Ingeniería Experimental y Control, CFE.

La presa Zimapán se localiza en la unión de los ríos Tula y San Juan que forman el río Moctezuma, en los límites de los estados de Querétaro e Hidalgo. El cierre de la presa inició a finales de noviembre de 1993 y a la fecha se encuentra al límite del NAMO.

Para determinar la presencia de sismicidad inducida durante el primer llenado, se ha instrumentado la zona con una red sismotelemétrica analógica que inició su operación a finales de 1990 con tres estaciones y que actualmente cuenta con seis.

Durante los primeros años de observación se detectó que la actividad sísmica de la zona era escasa y de sismos de baja magnitud ($M < 3.0$). La sismicidad principal se ubicó principalmente en tres áreas: a más de 50km al N del proyecto, al SSE de Noxtey, en la región de Ixmiquilpan-Actopan y en la zona cubierta por la red, asociada principalmente con la obra civil. Durante 1994, al continuar con el llenado del vaso, el comportamiento sísmico local empezó a tener cambios a partir de septiembre de 1994, con la ocurrencia de deslizamientos de laderas en las márgenes. La red sismotelemétrica detectó los colapsos más importantes, los cuales no ocasionaron daños a la cortina ni a las obras civiles.

Durante 1995 se han registrado dos enjambres sísmicos muy próximos a la presa. El primero ocurrió durante el mes de marzo y el segundo en julio. Ambas secuencias presentaron eventos de profundidad somera y magnitud en el intervalo $0.8 < M < 2.4$. El primer enjambre parece estar relacionado con la tectónica del sitio, la cual está regida principalmente por el Semi-Graben de Aljibes; mientras que los temblores de julio se relacionan más con el llenado y las condiciones de inestabilidad de la roca en algunas zonas del embalse.

S.11

DETERMINACION DE EFECTOS DE SITIO USANDO ARRIBOS DE ONDAS S DE UNA Y DE MULTIPLES ESTACIONES

Raúl R. Castro Escamilla
División Ciencias de la Tierra, CICESE, Apdo. Postal 2732,
Ensenada, B.C., 22830 México.

Técnicas para determinar amplificaciones inducidas por sedimentos o capas de baja velocidad cercanas a la superficie basadas en cocientes espectrales son bastante útiles cuando es posible usar sitios de referencia libres de efectos de sitio. Sin embargo, recientes estudios de respuesta sísmica de sitios situados sobre roca dura, donde no se esperan amplificaciones, muestran que también muchos de estos sitios pueden llegar a experimentar amplificaciones considerables. Para estos casos, el método de Nakamura es particularmente útil ya que permite estimar funciones de transferencia empíricas independientes de la estación de referencia.

En este trabajo comparamos funciones de sitio determinadas mediante una inversión generalizada, con funciones de transferencia empíricas determinadas usando el método de Nakamura.

Se presentan resultados obtenidos para la región de Friuli, Italia y para la región de Oaxaca, México. En ambos casos, la forma de las funciones de sitio determinadas por el método de Nakamura son muy similares a las reportadas por Castro, Pacor y Sala (1994) para la región de Friuli y por Castro, Munguía y Brune (1995) para la región de Oaxaca.

S.12

ESTIMACION EN EL CAMPO CERCANO DE LA ENERGIA RADIADA EN FORMA DE ONDAS S DE TEMBLORES DE FRIULI, ITALIA

Castro, R.R.¹, Pacor, F.² y Petrunaro, C.³

¹ División Ciencias de la Tierra, CICESE, Ensenada, Baja California, México

² Depto. Geofísica, ISMES, Viale, G. Cesare, 29, Bergamo, 24100, Italia.

³ ENEL, Viale Mar-gherita, 137, Roma, Italia.

Usamos registros de movimiento fuerte del temblor de Friuli de 1976 ($M=6.6$) y nueve réplicas con magnitudes locales de entre 4.7 y 6.4 para estimar la energía sísmica radiada como ondas S. Los espectros de aceleración de estos eventos fueron corregidos por el efecto de atenuación usando la relación $Q = 20.4 f$ obtenida por Castro y otros (1995) para la región de Friuli. Los espectros corregidos fueron invertidos para separar los efectos de sitio y de fuente, para después estimar la energía radiada en forma de ondas S integrando el cuadrado de la velocidad espectral de la fuente para cada uno de los temblores analizados.

La energía sísmica estimada (E_s) es en promedio un factor de 6.3 veces mayor que la energía obtenida de la magnitud local usando la relación de Gutenberg y Richter (1956) para

la energía. Además, los valores de E_s/M_0 varían desde 5.1×10^{-4} para el evento principal hasta 1.4×10^{-3} para una de las réplicas. Cuando comparamos las caídas de esfuerzos de Brune ($\Delta\sigma$) reportadas por estudios previos (Cocco y Rovelli, 1989) con el esfuerzo aparente (σ_a) calculado con el cociente E_s/M_0 , con $\mu=3 \times 10^{11}$ dinas/cm², encontramos que para la mayoría de los eventos $\Delta\sigma/2 > \sigma_a$, lo cual indica que para estos eventos la energía radiada es mayor que la esperada por el modelo ω^2 .

S.13

MICROZONIFICACION EN MEXICO. ALGUNOS EJEMPLOS RECIENTES

Francisco J. Chávez-García

Instituto de Ingeniería, UNAM., D.F., México.

Centro de Investigación Sísmica, FJBS., D.F., México.

El problema de la microzonificación está estrechamente ligado al análisis de los efectos de sitio. La práctica actual en Ingeniería Sísmica permite postular un movimiento máximo probable en roca a partir de estudios de riesgo sísmico. El objetivo de la microzonificación es estimar las variaciones que se observarán en la zona de interés debido a la presencia de efectos de sitio, principalmente debidos a la presencia de sedimentos blandos a partir de ese movimiento máximo probable en roca.

En los últimos años, varios grupos en México han realizado estudios de microzonificación. En este artículo se presentan resultados obtenidos en el Instituto de Ingeniería de la UNAM. Las técnicas que hemos utilizado consisten básicamente en: recopilación de información geológica, geotécnica y acelerográfica del área de interés. Posteriormente, realizamos campañas de obtención de datos, tanto de temblores pequeños, cuando esto es posible, como de medición de microtemblores. Excepcionalmente, hemos realizado estudios de refracción sísmica, cuando las condiciones lo permiten. Las técnicas utilizadas para el análisis de la información estuvieron basadas en los cocientes espectrales relativos a una estación de referencia, libre de efectos de sitio. Sin embargo, en los últimos años, hemos comparado sistemáticamente con funciones de transferencia obtenidas mediante el cociente espectral de los componentes horizontales relativamente al componentes vertical en el mismo sitio. Esta técnica ha sido aplicada exitosamente tanto a registros de microtemblores, como a registros de temblores en sismógrafos o en acelerógrafos.

Como ejemplos de aplicación de las técnicas señaladas, presentamos resultados de estudios de microzonificación realizados en tres sitios en México: Puebla, Pue., Acapulco, Gro., y parte de los municipios del Estado de México conurbados con el Distrito Federal. Estos tres ejemplos ilustran la aplicación de las técnicas descritas en tres contextos geológicos y sismotectónicos muy distintos. Cada uno de ellos encara un riesgo sísmico muy distinto debido a su localización y grado de desarrollo. Para cada uno de estos tres sitios presentamos los resultados obtenidos en un mapa de

microzonificación. El detalle alcanzado es muy variable, desde información muy general sobre las variaciones esperadas del movimiento debidas a la geología local, hasta mapas que muestran con mucho detalle la variación esperada del movimiento. En estos últimos casos, nos aproximamos a una microzonificación continua del sitio de interés.

S.14

EFFECTOS DE SITIO Y RESPUESTA SISMICA DEL VALLE DE MEXICO. UNA REVISION DE LOS AVANCES LOGRADOS EN LOS ULTIMOS 10 AÑOS

Francisco J. Chávez-García

Instituto de Ingeniería, UNAM., D.F., México.

Centro de Investigación Sísmica, FJBS., D.F., México.

Uno de los factores más importantes que contribuyeron a la catástrofe observada en la Ciudad de México durante el terremoto de Michoacán de 1985 fué la enorme amplificación del movimiento sísmico observada en la zona de lago durante dicho temblor. Los acelerogramas registrados en México durante este evento permitieron concluir que el movimiento en la zona de lago alrededor de 0.5 Hz fué amplificado por un factor de al menos 75 con respecto a un sitio sobre roca situado a la misma distancia epicentral a lo largo de la costa.

Adicionalmente, la duración del movimiento fuerte observado en la zona de lago fué mucho mayor que la observada en zona de lomas. Posteriormente al sismo de Michoacán, se ha realizado una gran número de estudios sobre las causas de la amplificación y del considerable aumento de la duración observados. El objetivo de este artículo es presentar una revisión crítica de dichos estudios y establecer los avances logrados en aquellas cosas que ahora entendemos bien sobre la respuesta sísmica del valle, así como aquellas cosas que no han quedado aclaradas completamente.

La revisión que proponemos abarca los siguientes puntos:

1. Efectos 1D, 2D y 3D.
2. Efectos de la gravedad.
3. Estudios de detalle en la zona de lago: (a) Refracción sísmica y (b) Arreglos de estaciones.
4. Análisis detallado de los registros de 1985 obtenidos en la Ciudad de México.

La revisión de los estudios realizados permite avanzar las siguientes conclusiones. Los efectos de amplificación 1D permiten comprender la amplificación observada en zona de lago, pero no así el aumento de la duración del movimiento fuerte con respecto a zona de lomas. Parece muy improbable que los efectos de la gravedad afecten de manera significativa el movimiento sísmico del Valle de México. Los efectos 2D o 3D debidos a la extensión lateral finita de las capas de arcilla blanda de zona de lago son importantes cerca de los bordes de la cuenca, pero son insignificantes a más de 1.5 a 2 km de la zona de transición. Dichos efectos no contribuyen a la duración del movimiento en zona de lago. Por otra parte, los registros de 1985 sugieren la presencia de ondas superficiales

guiadas por capas de espesor entre 1 y 4 km, en el rango de periodos de 3 a 5 seg. Dada la cercanía en frecuencia entre estos periodos y los periodos de resonancia de las capas de arcilla blanda, postulamos que esas ondas superficiales, generadas por heterogeneidades laterales a la escala del valle, excitan la resonancia 1D de las capas superficiales, proporcionando una fuente de excitación suficientemente larga para explicar la enorme duración del movimiento fuerte.

S.15

EFFECTOS DE SITIO DE ORIGEN TOPOGRAFICO. HACIA LA SOLUCION DE LAS DISCREPANCIAS ENTRE OBSERVACIONES Y MODELOS

F.J. Chávez-García^{1,2}, L.R. Sánchez-Arriaga¹ y Denis Hatzfeld³

¹ Instituto de Ingeniería, UNAM., D.F., México.

² Centro de Investigación Sísmica, FJBS., D.F., México.

³ Laboratoire de Géophysique Interne et Tectonophysique, Grenoble Cedex, Francia

Los relieves topográficos inducen una amplificación significativa del movimiento sísmico durante temblores. Dicha amplificación ha sido bien documentada a través de un gran número de observaciones. A partir de los años 70 se realizaron muchos estudios numéricos del movimiento en este tipo de geometrías. Los resultados principales fueron resumidos por Geli et al. (1988) de la siguiente forma: (a) el movimiento sísmico es amplificado en la cima de la montañas; (b) la frecuencia a la cual dicha amplificación se presenta ha sido bien predicha por los modelos numéricos y corresponde a longitudes de onda comparables con el ancho de la montaña; (c) cuantitativamente, existe un desacuerdo entre resultados teóricos y observaciones pues los modelos teóricos predicen amplificaciones menores que las observadas en el campo.

El objetivo de este trabajo es presentar algunos resultados que contribuyen a resolver las discrepancias cuantitativas observadas entre resultados experimentales y resultados numéricos. Durante el verano de 1989 se instalaron 10 estaciones sismológicas digitales a lo largo de un perfil transversal a una pequeña montaña, alargada en la dirección Norte-Sur en Epiro, Grecia. Durante casi dos meses las estaciones permitieron registrar pequeños temblores locales. Para el análisis de estos datos no es posible utilizar la técnica de cocientes espectrales relativos a una estación de referencia, debido a que no contamos con un sitio de observación en campo libre (un sitio sobre roca, plano, y alejado al menos el doble del tamaño de la base de la montaña).

Debido a ello, investigamos la utilización de los cocientes espectrales de los componentes horizontales relativos al componente vertical registrado en el mismo sitio, técnica HVSR (horizontal to vertical spectral ratio). Primero, investigamos HVSR utilizando las funciones de transferencia teóricas (en una geometría 2D) calculadas para el perfil real de la montaña estudiada ante incidencia de ondas P y SV. Mostramos que HVSR calculado a partir de las funciones teóricas proporciona resultados muy semejantes a las funciones de transferencia promediadas para diferentes ángulos de incidencia. Después calculamos HVSR para una ventana de 10 seg alrededor de

las máximas amplitudes de cada sismograma registrado. Observamos un buen acuerdo en los resultados experimentales cuando separamos los eventos de acuerdo a su posición geográfica. Finalmente, el promedio de las observaciones concuerda bien con el promedio de los resultados teóricos. Concluimos entonces que el desacuerdo entre observaciones y teoría proviene de la técnica de análisis utilizada hasta ahora para analizar los datos. Esto es, que las grandes amplificaciones observadas provienen de efectos de sitio presentes en la estación utilizada como referencia.

S.16

OPERACION Y ACCESO REMOTO DE REDES ACELEROMETRICAS DE ADQUISICION DIGITAL

G. Diaz de Cossio y Alfonso Reyes

Depto. de Sismología, Laboratorio de Ingeniería Sísmica, CICESE, Ensenada Baja California, México.

Durante la última década, se ha registrado un importante avance en la tecnología de los sistemas de adquisición en formato digital, de las series de tiempo del movimiento del terreno generado por sismos con un amplio rango de magnitudes. El rango dinámico tanto de los equipos de grabación digital como de los sensores mismos (acelerómetros) nos permite registrar en escala completa aceleraciones del terreno en exceso de 1g (g aceleración local de la gravedad) hasta valores tan pequeños como 1×10^{-4} g. El mercado de la instrumentación digital es restringido y limitado a unas cuantas compañías fabricantes. Mismas que ofrecen sistemas de adquisición de series de tiempo con 12 bits, 16 bits y 24 bits de resolución. Cuya operación requiere del uso in-situ de una computadora PC portátil, equipada con los programas de comunicaciones de uso específico para el instrumento en cuestión. Usualmente las comunicaciones incluyen comandos para realizar las siguientes tareas específicas: 1) El acondicionamiento de la señal eléctrica analógica del sensor para evitar la saturación de los registros por señales no deseadas, mediante el uso de pre-amplificadores y filtros operados por comandos digitales y su conversión a formato digital a tasas de muestreo seleccionables por comando. 2) La selección de los parámetros de registro como son: memoria pre-evento y post-evento, umbral de detección y modo de registro (operación autónoma o en red). 3) La transmisión de los registros almacenados en la memoria de estado sólido (o en cassette de registro digital) al disco de la computadora PC local y/o de información sobre el número de registros almacenados por el instrumento, su duración y sus valores pico máximos. Las tres tareas son realizables por los instrumentos más modernos, la última es la única que realizan los instrumentos más antiguos.

La supervisión del correcto funcionamiento de estos instrumentos y la visualización oportuna de los registros generados es de crítica importancia para garantizar que durante la ocurrencia de eventos sísmicos capaces de generar aceleraciones cercanas o en exceso de las aceleraciones de diseño se registren con la máxima calidad posible. Con este propósito el Laboratorio de Ingeniería Sísmica del CICESE ha desarrollado un sistema de acceso remoto, por la vía telefónica, a instrumentos diseñados con tecnología al estado

del arte, que nos permite operar los instrumentos, procesar los registros y enviar por FAX una grafica representativa de los registros para su inspección. El sistema fue desarrollado para la Red Acelerométrica del Edificio Ing. Bernardo Quintana del Puesto Central de Control del Metro.

S.17

TOMOGRAFIA Y GEOMETRIA DE LA ZONA DE SUBDUCCION EN LA PENINSULA DE KAMCHATKA, RUSIA

Jaime Domínguez^{1,2}, Alexei Gorbátov^{1,2}, Gerardo Suárez¹, Dapeng Zhao³ y Vladimir Kostoglodov¹

¹ Instituto de Ingeniería, UNAM, Ciudad Universitaria Apdo. Postal 70-472, Coyoacán 04510 México, D.F.

² UACPyP-CCH, UNAM.

³ Universidad de Washington, St. Louis, MO., USA.

Se presentan los resultados obtenidos de la tomografía sísmica de la Península de Kamchatka, Rusia, hecha con datos de sismicidad regional (5726 sismos) del período enero 85-diciembre 92. El método utilizado perturba la estructura inicial de velocidades, en primer lugar usamos una estructura de velocidades unidimensional y en el segundo caso una estructura de velocidades que toma en cuenta las discontinuidades de Conrad, Moho y la parte superior de la placa subducida. Los resultados indican que la velocidad de placa del Pacífico es mayor a la velocidad del manto entre 2 y 7%. Se determinaron con precisión las zonas de baja velocidad debajo de la cadena volcánica de la península. Se encontraron zonas de alta velocidad en la corteza continental que pudieran asociarse a cuerpos intrusivos ultramáficos. La región de los sedimentos se delimita muy bien por las zonas de baja velocidad observadas en el norte de la península.

S.18

ATENUACION DE ONDAS Lg EN EL NORTE DE BAJA CALIFORNIA

Tonatiuh Domínguez R. y Cecilio Rebollos B.
División de Ciencias de la Tierra, CICESE, Km. 107 Carr.
Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C., México.

Una forma común de medir la atenuación anelástica de las ondas superficiales es estudiar el decaimiento de la energía sísmica con la distancia. Con este fin se analizaron alrededor de 60 eventos localizados en el sur de California entre 33°N y los 37°N y registrados por la Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM). La distancia máxima entre evento y estación fué de alrededor de 420 km. Cada registro se corrigió por las constantes instrumentales y se sometió a una regresión para ajustar a un modelo de propagación dado por Hasegawa (1985) de la forma $FA = ke^{-bm} e^{-\alpha R} R^{-0.5}$ donde FA es el espectro de Fourier de la aceleración del terreno, k es una constante, b es una constante que refleja la dependencia de la magnitud (m_{lg}), g es el coeficiente de atenuación anelástica y R es la distancia hipocentral. Los resultados pueden expresarse como una relación de dependencia de la frecuencia de la forma $g(f) = 0.0072 \pm 0.0006 f^{0.67 \pm 0.02}$ para el rango de frecuencias entre 1 y 7 Hz. Suponiendo una velocidad de propagación de las

ondas Lg de 3.4 km/seg y utilizando la relación propuesta por Nuttli (1973) $Q_0 = pf/gU$ obtenemos un factor de calidad como función de la frecuencia dado por $Q(f) = 288 f^{0.321}$. Valores bajos de Q_0 como los obtenidos en este estudio han sido observados por numerosos autores en provincias tectónicamente jóvenes.

S.19

ANALISIS SISMICO EN EL AREA DE SUBDUCCION EN CHIAPAS

Víctor H. Espíndola C. y Cecilio J. Rebollos B.
Depto. Sismología, CICESE, Km. 107 Carr. Tijuana-
Ensenada, C.P. 22860, Ensenada, B. C.

El sur de México y América Central forman parte de la denominada Faja Circunpaciífica. En particular el estado de Chiapas se ve afectado por la convergencia de las placas de Cocos, Norteamérica y del Caribe. Esta colisión da como resultado un patrón tectónico complejo. Una forma directa de conocer la dirección de los esfuerzos principales en la corteza y en la zona de subducción es estudiando la sismicidad de fondo.

La finalidad de este estudio es hacer un análisis de la sismicidad en el estado de Chiapas en especial la asociada a la zona de subducción. Con este fin se instaló en mayo de 1994 una red sísmica que cubre gran parte del estado, esta red esta formada por cuatro estaciones digitales y tres analógicas.

Se muestran los primeros resultados preliminares obtenidos del análisis de 320 eventos registrados por la red durante el periodo junio de 1994- abril de 1995. La distribución sísmica sugiere que la zona de Benioff tiene un ángulo de inclinación ligeramente menor para la zona oeste (límitrofe con Oaxaca), que para la zona este de Chiapas-Guatemala, el buzamiento observado es del orden de 40 y 45 grados respectivamente. A partir de la solución de mecanismos focales compuestos se ha obtenido la distribución general de esfuerzos que actúa a lo largo de la placa subducida así como de algunas regiones en la placa continental para esta zona.

S.20

SISMICIDAD EN EL AREA DEL SISTEMA HIDROELECTRICO RIO NAUTLA ESTADOS DE PUEBLA Y VERACRUZ

Sixto Fernández¹, Antonio Uribe¹, J. Carlos Flores² y Roberto Gómez²

¹ CFE. Depto. de Sismotectónicos, Insurgentes Sur 949 4to. Piso, Col. Cd. de los Deportes, México, D.F.

² CFE, Disciplina de Física Aplicada, El Farallón, Ver.

La Comisión Federal de Electricidad realiza estudios geológicos y sismológicos en la cuenca del río Nautla con el fin de elegir sitios adecuados para la construcción de un sistema de presas derivadoras. Utilizando la información registrada por las redes sismológicas que han operado a partir de 1983 en diferentes proyectos estudiados por la CFE en la parte oriental de la República Mexicana, se analiza la actividad

de una zona sismogénica propuesta por Fernández S. en 1990 y que caé en el área de estudio, la alineación de los epicentros así como su mecanismo focal correlacionan con la información geológico-estructural; se analizan las zonas que han presentado actividad, incluido el temblor de 4.6 grados de noviembre de 1994, que fué sentido en la zona de Teziutlán y se correlaciona con la zona del temblor de Jalapa de 1920 que parece tener un mecanismo similar al estudiado en el presente trabajo.

S.21

ESTUDIO SISMOLÓGICO DE GRAN VISIÓN PARA LA CUENCA DEL RIO MOCTEZUMA

J.Carlos Flores, Sixto Fernández y Antonio Uribe.
CFE, Depto. de Sismotectonicos, Insurgentes Sur 949 4to.
piso, Col. Cd. de los Deportes. México, D.F.

La Comisión Federal de Electricidad estudia cinco sitios en la cuenca del Río Moctezuma, en los estados de Hidalgo y Queretaro, con el fin de elegir un sitio para analizarlo a más detalle para un futuro proyecto hidroeléctrico, como parte de los estudios de gran visión, se realizó una investigación sismológica del área, ya que dentro de ella se localiza una zona sismogénica propuesta por Fernández S en 1990, esta zona ha presentado actividad relevante en el mes de septiembre de 1989 y el Servicio Sismológico ha reportado actividad cerca de esta zona en el año de 1994.

S.22

ANÁLISIS ESPECTRAL DE LOS DATOS SISMICOS REGISTRADOS EN EL VALLE DE MEXICO

Fernando Flores Cruz y Luis Eduardo Pérez-Rocha
Centro de Investigación Sísmica, Fundación Javier Barros
Sierra, AC, Carr al Ajusco 203, Héroes de Padierna,
Tlalpan 14200, México.

Se desarrolló un modelo de interpolación espacial de datos sísmicos sujeto a las siguientes restricciones: a) que se tome en cuenta la variación espacial del contenido de frecuencias del movimiento y b) que se preserve la forma típica del movimiento en el dominio del tiempo, es decir, las características más representativas de un registro de movimiento fuerte como la aceleración máxima y la duración de la fase intensa. Esto se logró mediante la interpolación de los espectros de amplitudes y de los espectros de fases por separado. Para el espectro de amplitudes se adoptó un escalamiento de las abscisas controlado por el periodo dominante del terreno a fin de controlar la posición de los máximos espectrales del movimiento. Para el espectro de fases se aceptó que la parte coherente del movimiento contenido en los registros tiene variaciones laterales suaves. Para baja frecuencia esto es cierto si previamente se toman en cuenta los tiempos absolutos. Para obtener registros sintéticos se hace uso de los espectros de amplitudes y fases así contruidos y de los teoremas de Fourier.

Se presentan algunos acelerogramas sintéticos y que

ilustran el poder predictivo de este método. Estos resultados han dado lugar a representaciones plausibles del movimiento sísmico del terreno sobre una amplia porción del valle de México mediante secuencias de animación. En ellas es posible observar la propagación y la generación local de ondas superficiales. En adición, se hace uso de los espectros en los dominios frecuencia-número de onda para identificar las velocidades aparentes y las direcciones de propagación del movimiento ondulatorio en el interior del valle.

S.23

CURVAS DE DISPERSION DE VELOCIDAD DE GRUPO PARA EL SUR DE MEXICO.

Carlos Fuentes V., Javier F. Pacheco y Shri K. Singh.
Instituto de Geofísica, UNAM, CU, Apdo. Postal 70-472,
Coyoacán 04510 México, D.F.

Utilizando las señales del evento ocurrido en la Costa Chica, Edo. de Gro. el 14 de Septiembre de 1995 y las replicas registradas en las estaciones de banda ancha del Servicio Sismológico Nacional se regionalizan las curvas de dispersión de la velocidad de grupo para la región del Sur de México. Para obtener una localización precisa de las replicas se utilizaron los datos de una red portátil instalada en la zona epicentral. Asimismo, para complementar el trabajo fue necesario utilizar registros de eventos localizados dentro y cerca del Eje Neovolcanico para determinar las curvas de dispersión hasta esta región.

El objetivo de regionalizar las curvas de dispersión es obtener información de la estructura cortical en dicha zona utilizando inversión de estas curvas de dispersión.

S.24

CORRECCIONES DE ESTACION PARA LA RED SISMOLOGICA REGIONAL DEL CICESE (RESNOM)

Rosalía E. García Arthur y F. Alejandro Nava
Depto. Sismología, CICESE, Apdo. Postal 2732, Ensenada,
B.C., México.

Se describe la obtención de correcciones de estación para la Red Sismológica del Noroeste de México (RESNOM), operada por CICESE, que monitorea el sistema de fallas del norte de Baja California y la costa de Sonora. Las correcciones son aplicables a cualquier programa de localización que utilice el modelo de velocidades de capas planas usado rutinariamente por RESNOM. Las correcciones se obtuvieron a partir de una determinación preliminar basada en tiempos de arribo de señales telesísmicas, modificándola mediante ajustes sucesivos indicados por localizaciones de sismos locales.

Las correcciones de estación para las estaciones de RESNOM localizadas en el macizo rocoso, aplicables a sismos ocurridos en la misma región, que es razonablemente homogénea lateralmente, van de -1.317 a 0.103 s. Su aplicación reduce considerablemente los errores totales

promedio en la determinación de hipocentros y de tiempos origen, y aumenta la estabilidad de las localizaciones.

También se obtuvieron correcciones aproximadas para estaciones en el valle sedimentario de Mexicali, cuya estructura de velocidades es altamente heterogénea, aplicables a sismos ocurridos en el macizo rocoso. Estas correcciones van de -2.968 a 4.216 s. y, aunque sí reducen los residuales y el error de localización, no los reducen lo suficiente para que las localizaciones sean consideradas buenas. Sin embargo, pueden ser útiles en casos en que sea indispensable incluir datos de estaciones del valle sedimentario.

S.25

CARACTERISTICAS Y PARAMETROS DE LA FUENTE SISMICA DE REPLICAS DEL TEMBLOR DEL VALLE MEXICALI-IMPERIAL DEL 15 DE OCTUBRE DE 1979 ($M_L=6.6$)

Mario González y Luis Munguía
CICESE

En este trabajo se describen algunas características y los parámetros de la fuente sísmica de réplicas del temblor del 15 de octubre de 1979 ($M_L=6.6$) ocurrido en la región del Valle Mexicali-Imperial. La información fue obtenida con equipos portátiles instalados temporalmente en ambos lados de la frontera México-U.S.A. Los epicentros de las réplicas se agrupan principalmente en tres regiones a lo largo de la falla Imperial, mientras que los mecanismos focales muestran en su mayoría deslizamiento de rumbo lateral derecho en dirección noroeste-sureste.

La metodología para la estimación de los parámetros de la fuente sísmica consistió en ajustar un espectro teórico a los espectros observados. Se obtuvieron los parámetros para 62 eventos con magnitudes entre 2 y 3.6. Al mismo tiempo que se efectúa el ajuste se obtienen estimaciones de Q. Se presenta un análisis muy general del comportamiento de Q. La mayoría de los valores de las caídas de esfuerzo obtenidos se consideran altos. La distribución espacial de éstas caídas muestran un aparente carácter distintivo, dependiendo de la región en donde son localizadas, éste comportamiento probablemente sea influenciado por las zonas geotérmicas de la región.

S.26

EL TEMBLOR DE COPALA DEL 14 DE SEPTIEMBRE DE 1995 (M 7.3): RESULTADOS PRELIMINARES DEL ESTUDIO DE LAS REPLICAS.

Carlos Gutierrez
Grupo de Sismología de la UNAM y CENAPRED
Centro Nacional de Prevención de Desastres
Delfín Madrigal 665, Col. Pedregal de Sto. Domingo

El epicentro del temblor de Copala del 14 de Septiembre de 1995 y las localizaciones preliminares de las mayores

replicas se encuentran entre las zonas de ruptura de los temblores de San Marcos, 1989 (M 6.9) y el doblete de Ometepepec, 1982 (M 6.9, 7.0). Otros eventos recientes que han ocurrido en la región o al sureste de esta, son los temblores de 1937 y 1950. El temblor de Copala fue bien registrado por la red de acelerógrafos de Guerrero (Instituto de Ingeniería, UNAM, y la Universidad de Nevada, Reno), y la nueva red de banda ancha (Instituto de Geofísica, UNAM), así como una red de sismógrafos portátiles digitales (RefTek) que se encontraba localizada entre Acapulco y Las Vigas. Después del temblor se instalaron en la zona epicentral varios sismógrafos portátiles, incluyendo 4 RefTeks. En base a los registros de estos aparatos, se presentarán localizaciones de replicas y secciones transversales para delinear la zona de ruptura del sismo de Copala.

S.27

ELECTROMAGNETIC PROCESSES IN THE EARTH IONOSPHERE CAUSED BY SEISMIC ACTIVITY

E. Gutiérrez, S. Koshevaya, N. Kotsarenko
National Institute of Astrophysics, Optics And Electronics
(INAOEP), Puebla, México.

The goal of this report is to present the new direction in space research-investigation by space means of electromagnetic processes in the earth ionosphere caused by seismic activity. As showed numerous satellite observation (Intercosmos-19, "Intercosmos-24", "OGO-6", "Nibus", Aureole-3, "Geos-1", "Geos-2", and other) above epicentre of future earthquake on altitudes from 400 km till about 1000 km in ionosphere before day or some hours are appeared variations of geomagnetic and electric fields, perturbations of density and temperature of ionosphere plasma, are excited ULF and VLF waves, are appeared emission of the atomic oxygen O at length of wave equals 5577 Å, 6300 Å. There are also anomalies by propagation of radiowaves and so on. These phenomena are development of physical connection between lithosphere and ionosphere of the Earth. In the report state mechanisms of connection of lithosphere and ionosphere, intercommunication of electromagnetic processes in ionosphere caused by seismic activity.

In principal accumulated experiences of space and ground observations already now allows raise a question about creating of world global space-ground system of detection and prediction of earthquakes. As conclusion it is explaining goals and methodology of Ukraine space project "Waring" (one of the authors -Prof. N. Kotsarenko- is the scientific leader of this project) special intended for investigation of electromagnetic processes in ionosphere caused by seismic activity and is discussing the possibility of participation other countries, including Mexico, in this project.

S.28

MONTE-CARLO SIMULATION OF ANISOTROPICALLY SCATTERED BODY WAVE ENVELOPES: INDICATIONS OF FRACTAL HETEROGENEITY IN THE LITHOSPHERE.

A. A. Gusev¹ and I. R. Abubakirov²¹ Instituto de Geofísica, UNAM., D.F., México.² Institute of Volcanic Geology and Geochemistry Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia.

Each of the two simple and widely used body wave scattering models: isotropic scattering and low-angle/forward scattering separately describes reasonably well either, respectively, coda shape of near earthquakes or their "direct" wave group broadening with distance. In terms of underlying heterogeneity structure, these models are however quite incompatible, the first assuming white heterogeneity spectrum whereas the second based on low-wavenumber one with fast high-wavenumber decay.

We seek for a model that could simultaneously imitate both mentioned characteristic features of observed S-wave envelopes of near earthquakes.

We simulated amplitude envelopes produced by a instant point source embedded in random scattering medium, by means of direct Monte-Carlo modelling of wave energy transport. Three classes of scattering radiation pattern ("indicatrix") were studied, for media: (1) with Gaussian autocorrelation of inhomogeneity, (2) with power-law ("fractal") wavenumber spectrum of inhomogeneity, and (3) mix of case (1) and isotropic indicatrix.

Within each class studied, both characteristic broadening of the "direct" wave group with distance and the shape of coda envelope that is near to the one expected in the isotropic scattering case can be attained simultaneously at a certain choice of parameters. However, only in the "fractal" case this can be done in many frequency bands in parallel (i.e., over a wide frequency range), making this case the most probable.

The value of the power-law exponent in wavenumber spectrum appears to be near -3.5-4 (the "rose" self-affine case).

S.29

THE STUDY OF INTERSEISMIC DEFORMATION IN THE GUERRERO SEISMIC GAP

VI. Kostoglodov, A. Gorbato, G. Suárez, and M. Guzman
Instituto de Geofísica, UNAM, C.U., México, D.F., México.

The Costa Grande of the Guerrero coast of Mexico was identified as a seismic gap with a high probability of occurrence of large subduction type earthquake ($M > 8.0$) in the nearest future. A study of vertical deformation and particularly a strain rate distribution along the profiles crossing the coast could provide an important data set for understanding the long term interseismic process of elastic strain accumulation and the appraisal of a relative stage of that process. Previous studies

of postseismic deformation after the $M=8.1$ September, 1985 earthquake in Michoacan demonstrate that the main vertical deformation of the order of 50 cm could be observed only at the coast. The deformation is diminishing rapidly at a short distance landward (about 20-25 km from the coast). Unfortunately, the National Geodetic net does not cover this coastal area of the western Mexico. To extend the measurements onto the coastal area, three short leveling profiles were installed (benchmarks, every 1 km along the profile) south of Acapulco, in the middle of the seismic gap, in Atoyac and near Playa Azul (a coastward continuation of the profile measured after the 1985 Michoacan earthquake). Repeated leveling surveys are expected to provide a direct measure of elevation changes across the continental margin of Guerrero. First high precision leveling (misclosure is less than 2 mm per 1 km) has been carried out by the IGF UNAM on the profiles: Atoyac (March, 1995), Playa Azul (May, 1995), Acapulco (October, 1995). Repeated surveys are planed to be done in 1996 and 1997 on the same profiles. New model of digital level Zeiss DiNi 10 is used for the measurements. The actual leveling error applying the BFFB survey technique (estimated from total BFFB misclosures) was better than 2 mm/km, and less than 1 mm/km in average. Assuming 10 mm/yr average interseismic regional tilt on the base of 20 km, we may expect that the 1 year repeating leveling measurements could reveal reliable changes of vertical deformations in Guerrero.

S.30

EFECTOS DE SITIO EN LA CIUDAD DE JALAPA Y EL PUERTO DE VERACRUZ, MEXICO. MICROZONIFICACION SISMICA PRELIMINAR

J. Lermo

Instituto de Ingeniería, UNAM, C.U., 04510 México, D.F.

Se presenta un estudio de efectos de sitio en la ciudad de Jalapa y el Puerto de Veracruz. Para la evaluación de dichos efectos se analizó la información geológica, geotécnica y se realizaron experimentos para medir microtremores en 24 puntos en el Puerto de Veracruz y en 35 puntos en Jalapa; distribuidos en sitios de interés. El análisis de esta información permitió conocer la distribución del período dominante (T_0) y de la amplificación máxima relativa (A_r) a un sitio de suelo firme. Estas características de los efectos de sitio junto con la distribución de las diferentes formaciones superficiales, nos permitió proponer un mapa de microzonificación sísmica preliminar para estas ciudades. Este mapa será útil en el diseño de futuras obras importantes.

S.31

THE IGUALAPA-GUERRERO, MEXICO EARTHQUAKE OF SEPTEMBER 14, 1995 (MW=7.4): MAINSHOCK, AFTERSHOCKS AREA AND DAMAGE DISTRIBUTION

J. Lermo, J. Cuenca, M.L. Bermúdez, H. Mijares y F.J. Sánchez-Sesma

Instituto de Ingeniería, UNAM

Since the foundation of Iqualapa City in 1304 few earthquakes, apart from the 1937 event, are registered and remembered by the people in Costa Chica de Guerrero, Mexico. The aftershocks of the The Iqualapa-Guerrero, Mexico earthquake of September 14, 1995 ($M_w=7.4$) were recorded using a temporal network of the Instituto de Ingeniería, UNAM, deployed some 24 hours after the mainshock. This network consisted of 7 seismographs and remained in the field during ten days. From the location of events and damage distribution an approximate rupture area is proposed. This area covers some 1800 square km and almost coincide with the estimated rupture of a major event occurred in the region in 1937 ($M_s=7.5$). Probably, the September 14, 1995 earthquake ruptured the same patch. There is an overlapping of this area with that for the Ometepec double earthquakes of 1982 ($M_s=6.9$ and 7.0 , respectively). For the Iqualapa-Guerrero earthquake of September 14, 1995 the epicenters for both the mainshock ($16.54N, 98.73W$) and the major aftershock ($m_b=5.1$) were found to be within the continent, very close the shoreline, with an approximate depth of 20 km. In order to locate the mainshock, the records from three accelerographs were used. Two of them correspond to stations of the Seismic Alert System (SAS) of CIRES and are the stations closer to the epicenter (station MAR at about 12 km and station HUE with 18 km). The third station, COP, belongs to the Guerrero Strong Motion Array (Anderson et al., 1995) at about 30 km from the epicenter. This earthquake produced significant damage in four cities of the so-called Costa Chica de Guerrero: San Luis Acatlán, Azoyú (founded in 1520, according to the Azoyú's Codex), Iqualapa and Ometepec. These cities, which have more than 2 thousand inhabitants each, are located at more than 20 km from the coast with an altitude of some 500 m over the sea level. The topography for these cities is very irregular with hills and deposits. Typical constructions (between 70 and 80 per cent) are adobe-based masonry. Somewhat less common is a constructive system of wood and mud called "jaulillas". A minor portion is based upon brick and cement. In any event, only adobe houses collapsed and damage was concentrated in the hilly sectors. For instance, in Arcelia del Progreso at Azoyú 25 houses collapsed and more than 200 houses had major damage. Extensive microtremors vibration measurements in the area uncovered the predominant periods of the various hilly damaged zones, which have values between 0.1 and 0.2 sec. This is in agreement with experimental studies that show similar values for the dominant period of these adobe houses (Hernandez et al., 1981). However, many factors may influence damage distribution: age and quality of construction, amplifications due to site effects, directivity and radiation pattern of source mechanism.

S.32

ESTADISTICA Y CARACTERISTICAS ESPECTRALES DE TEMBLORES TIPO-A, TIPO-B Y TREMORES ASOCIADOS A LA ERUPCION DEL VOLCAN POPOCATEPETL, MEXICO, EN DICIEMBRE DE 1994

J. Lermo, J. Cuenca, A. Huidobro, M.L. Bermúdez, F.

Chávez-García, M. Rodríguez, E. Nava y H. Mijares
Instituto de Ingeniería, UNAM, C.U. 04510, México, D.F.

Entre el 1ro de diciembre de 1994 y el 30 de enero de 1995 se instalaron cinco sismógrafos digitales de tres componentes para registrar la actividad sísmica asociada al volcán Popocatepetl. Se describen los registros obtenidos en PPC antes, durante y después, de la crisis del 21 de diciembre de 1994. Eventos Tipo-A: i) observados antes y durante la crisis, con fases de ondas P y S bien definidas, $S-P=2s$, duración de coda menor a 30s y frecuencia dominante entre 6-10 Hz; ii) observados solo durante la crisis, con fases de ondas P y S bien definidas, $S-P=1.5s$, duración de coda menor a 30 s y frecuencia dominante entre 1.5-6 Hz; iii) observados después de la crisis, con fase de onda P emergente, onda S difícil de observar, duración de coda mayor a 30 s y frecuencias dominantes bimodales, en la parte inicial de 2 y 6 Hz y en la parte final entre 2-4 Hz. Eventos Tipo-B con fases de onda P emergente y S difícil de observar: i) observados antes de la crisis, duración de coda mayor a 30 s y frecuencias dominantes bimodales, en la parte inicial 0.5 y 2-4 Hz y en la parte final entre 2-4 Hz; ii) observados después, de la crisis, duración de coda mayor a 150 s y frecuencias dominantes entre 1-2 Hz; iii) observados antes y después, de la crisis, duración de coda menor a 30 s y frecuencias dominantes bimodales de 0.6 y 2 Hz. El efecto de sitio en la estación PPC es prominente en 18 Hz, por lo que las diferencias de formas de onda y frecuencias dominantes entre los eventos Tipo-A y Tipo-B pueden ser debidas a efectos de trayectoria o fuente. Se analizaron espectralmente temores volcánicos y eventos Tipo-B antes y después, de la crisis. Los registros obtenidos antes presentan una deamplificación espectral entre 1-2 Hz, mientras que los registros obtenidos después, de la crisis presentan una amplificación entre 1-2 Hz. Este efecto sugiere una misma fuente para los temores y eventos Tipo-B. La frecuencia dominante de los temores armónicos varía de 9 a 20 Hz y sus espectros están compuestos de dos o tres máximos estrechos. El segundo y tercer pico en los espectros, generalmente de menor amplitud, son el doble y triple de la frecuencia dominante del primero. Basandonos en la relación para el modo fundamental de vibración de un tubo de órgano, hemos estimado longitudes de conductos magmáticos, usando la frecuencia dominante de los eventos Tipo-B y temores armónicos. Se encontraron valores de 380, 900 y 1660 m para los Tipo-B, y para los temores armónicos entre 50 y 110 m.

S.33

SISMICIDAD RECIENTE AL SUR DE LA CUENCA DE MEXICO

J. Lermo¹ y J. Nieto²¹ Instituto de Ingeniería, UNAM, 04510, Coyoacán México.² Facultad de Ingeniería, UNAM, 04510, Coyoacán México.

Se presenta el análisis detallado de la sismicidad reciente en el límite Sur de la Cuenca de México, con base en la relocalización de sismos locales y la solución de planos de falla.

Mediante la distribución epicentral se identificaron dos regiones sismogénicas que se anexan a las identificadas

previamente por UNAM y CENAPRED, (1995); Juchitepec-Milpa-Alta; y aquella del Valle de Toluca estudiada por Yamamoto y Mota 1988. La primera se ubica entre 5 y 10 km al Este del Popocatepetl, la segunda es la región de Zempoala. Sobresale la correspondencia regional entre el alineamiento E-W de las zonas sismogénicas y fallas identificadas recientemente.

Las soluciones de plano de falla indican fallado normal con eje T subhorizontal y dirección N-S. Finalmente se comparan las principales características de la sismicidad con aquellas de Mixcoac, Texcoco, la cuenca de Apan y el valle del Mezquital.

S.34

LINEALIDAD O NO-LINEALIDAD: EL PORQUE DE LAS CATASTROFES SISMICAS EN EL VALLE DE MEXICO

Cinna Lomnitz

El problema de la no-linealidad se encuentra intimamente relacionado con las catastrofes debido a las inestabilidades (transiciones de fase etc) que se presentan en sistemas no lineales. En el caso del sismo de 1985 hubo una secuencia de no-linealidades que causo esta catastrofe:

1. La ecuación constitutiva de los suelos es no lineal lo cual ocasiona transiciones de fase (liquefacción) y las ondas superficiales que se propagan en suelos tienen no-linealidades muy interesantes.

2. Las construcciones tienen un comportamiento no lineal en condiciones de excitación sísmica. La no linealidad de la respuesta puede controlarse mediante un mayor amortiguamiento de la estructura.

3. La estructura geológica (cuenca del Valle de México) tiene no-linealidades y discontinuidades, p. ej. la orilla del lago de México y de la anterior isla de Tenochtitlan, y el acunamiento de la capa de lodo lacustre.

4. Finalmente, el comportamiento del sistema Naturaleza-Sociedad posee relevantes no-linealidades; algunos ejemplos son la introducción de una tecnología de vivienda importada de un sistema diferente (edificios de marcos de concreto armado), el efecto de drenar la laguna, el bombeo del agua subterránea etc.

Para predecir la evolución de las catastrofes y específicamente el riesgo sísmico en el Valle de México, se requiere entender de qué manera se combinan todas estas no-linealidades para producir una inestabilidad catastrófica.

S.35

IDENTIFICACION DE PARAMETROS ESTRUCTURALES Y DEL TERRENO, DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA DE INGENIERIA (UABC), UTILIZANDO EL METODO DE VIBRACIONES AMBIENTALES

Luis H. Mendoza Garcilazo¹, José G. Acosta Chang¹, M. de las Fuentes Lara² y M. López López²

¹ División Ciencias de la Tierra, CICESE, Km. 107, Carr. Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C., 22860 México.

² UABC, Escuela de Ingeniería, Unidad Mexicali Mexicali, B.C. México.

Los edificios que albergan instalaciones académicas, como el destinado a la Escuela de Ingeniería, Unidad Mexicali, de la Universidad Autónoma de Baja California, son de la mayor prioridad, dada su alta concentración de personas durante la mayor parte del día, así como su función destinada de albergues, en las horas posteriores a la ocurrencia de un desastre natural.

Por esta razón, el edificio ha sido recientemente reforzado en su cimentación a través de un programa operado por el Comité Administrador del Programa Federal de Construcción de Escuelas (CAPFCE). Posterior a estas obras como parte de un proyecto de investigación conjunto entre el Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE) y la Escuela de Ingeniería de la UABC, se realizaron 2 campañas de mediciones de vibración ambiental dentro de la estructura y en los terrenos circundantes, para documentar parámetros estructurales como: frecuencias de vibrar características de la estructura, formas modales de vibrar de la estructura y períodos resonantes de vibrar del terreno.

La superestructura del edificio consta de 4 cuerpos ó módulos, de 4 niveles de elevación cada uno, en un arreglo rectangular, con 2 diferentes planos estructurales y dimensionamientos. La documentación de su comportamiento se realiza para cada uno de los cuerpos y en forma conjunta para documentar la posible interacción entre cuerpos, debido a contactos en la azotea y niveles inferiores.

La posición de la primer frecuencia característica de vibrar de cada uno de los 4 cuerpos coincide en la banda entre 3.5 y 4.0 cps. La posición y absorción de energía de movimiento horizontal en esta banda se confirma con el registro a la fecha de 14 sismos registrados en arreglos triaxiales en las azoteas de 2 de los 4 cuerpos. La distancia de estos sismos varía desde 20 kms hasta 220 kms, y sus magnitudes de ondas de cuerpo desde 2.8 hasta 5.8.

Resultados preliminares del método experimental aplicado, se presentan a alumnos de últimos semestres a través de seminarios. La aproximación teórica a través de un modelo matemático del edificio se realiza a través de 2 tesis de licenciatura. La calibración del modelo matemático se efectúa comparando resultados teóricos con mediciones experimentales.

S.36

CARACTERIZACION DE LA RESPUESTA SISMICA DEL HOSPITAL GENERAL DE MEXICALI, EN BAJA CALIFORNIA NORTE

Luis H. Mendoza Garcilazo¹, José G. Acosta Chang¹ y J.E. Luco²

División Ciencias de la Tierra, CICESE, Km. 107, Carr. Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C., 22860 México. UCSD, Applied Mechanics and Engineering Sciences, (AMES), La Jolla, San Diego, California.

Se utiliza un extensivo y único paquete de datos, que incluye registros de respuesta sísmica y resultados de mediciones de vibración ambiental, obtenidos dentro de la estructura del Hospital General de Mexicali, durante los últimos 15 años.

Este banco de datos es la base para el desarrollo de un sistema de identificación de parámetros estructurales que caracterizan la respuesta sísmica de la torre hospitalaria.

Los registros sísmicos obtenidos dentro de la estructura durante la ocurrencia de terremotos cercanos permite probar métodos e identificar el daño estructural asociado a los terremotos de noviembre 1987, así como los cambios en sus condiciones estructurales sufridos durante y al finalizar obras de rigidización.

A través de un financiamiento obtenido de la Fundación Binacional México-Estados Unidos para la Ciencia, proyecto 44-EG-2, se ha ampliado y modernizado la instrumentación sísmica permanente y se ha iniciado el procesamiento y análisis del banco de datos, en conjunto con la Universidad del Sur de California en San Diego, División de Mecánica Aplicada y Ciencias de la Ingeniería (UCSD-AMES). Actualmente la capacidad instalada es de 18 acelerómetros uniaxiales, 15 dentro de la estructura y 3 en campo libre. La interrogación y control de la instrumentación se realiza vía modem desde las instalaciones de CICESE y UCSD.

El sistema ha sido probado en 3 ocasiones, con el registro de 3 sismos moderados cercanos, con aceleraciones pico máximas de .005, .009 y .020 de la aceleración de la gravedad (g) en sitios de la azotea.

Este edificio es el único con instrumentación sísmica en la zona noroeste de la República Mexicana.

S.37

ANALISIS ESPECTRAL PRELIMINAR DE REGISTROS SISMICOS OBTENIDOS EN EL HOSPITAL GENERAL DE MEXICALI

L. Mendoza, E. Rocha, R. Reyes
División Ciencias de la Tierra, CICESE, Km. 107, Carr. Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C.

El funcionamiento de sensores de velocidad de movimiento, dada su mayor sensibilidad con respecto a

sensores de aceleración, permite un mayor número de registros sísmicos. Utilizando esta ventaja, se operaron sismómetros en diferentes puntos de la estructura del Hospital General de Mexicali (HGM), por observar detalles de características de vibración de la torre hospitalaria y seleccionar la ubicación de sitios de registro permanentes.

La operación de 6 diferentes arreglos, durante 6 meses permitió el registro de 80 eventos sísmicos de diferentes magnitudes, distancias, profundidades y azimuts, con los cuales se fueron gradualmente seleccionando los sitios más adecuados para la instalación permanente de acelerómetros.

La adición de información al banco de datos existente, consiste de sismos cercanos de baja magnitud, de aproximadamente 20 kms de distancia y profundidades someras de alrededor de 3-5 kms, hasta distantes de magnitudes mayores, como un terremoto ocurrido en Bolivia, America del Sur.

La ocurrencia del terremoto de Northridge, M=6.6, en los Angeles, California, el 17 de Enero de 1994, activó una zona de alta sismicidad con varias réplicas de hasta M=5.0. Esta zona de mantuvo activa hasta medio mes de febrero, aportando aproximadamente 10 eventos al banco de datos. Otras 2 zonas con actividad sísmica iniciaron en febrero de 1994, en las vecindades del volcán Cerro Prieto y en el sistema de fallas San Miguel, al este de Ensenada, B.C.

De estas 3 zonas sísmicamente activas, del 1o. de enero al 10 de abril de 1994, se logró registro de aproximadamente 75 eventos sísmicos de diferentes magnitudes, distancias y azimuts, que permitieron conocer detalles de los sitios de registro, ruidos civiles y amplitudes de respuesta de maquinaria, generadas dentro del edificio. Estos aspectos, permitieron ir gradualmente calibrando los umbrales de disparo automático.

Se han realizado análisis espectral preliminarmente a 9 series de tiempo representativas y de mayor duración. Los 9 sismos fueron registrados durante la etapa V de registro (febrero 10 a marzo 19 de 1994). Durante esta etapa se operó la instrumentación horizontal orientada en el eje corto (transversal) de la torre hospitalaria.

El análisis comprende la determinación de frecuencias características de vibración y sus formas modales asociadas a estas amplitudes de movimientos horizontales. Las formas modales de los 2 primeros modos, se grafican con las determinadas por mediciones de vibración ambiental, para observar su correspondencia.

S.38

ESTUDIO DE LAS RÉPLICAS DEL TEMBLOR DE LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR, DEL 30 DE JUNIO DE 1995.

Luis Munguía O., Miguel Navarro S., Tito Valdéz L. y Francisco Farfán.

División Ciencias de la Tierra, CICESE

Un temblor de magnitud 6.2 ocurrió el 30 de Junio de

1995 a 50 Km al norte de la ciudad de La Paz, Baja California Sur. Este temblor fue seguido de un gran número de réplicas, la mayor de las cuales ocurrió a dos horas del evento principal alcanzando una magnitud de 5.8. Con la finalidad de obtener información de las réplicas, se instaló una red temporal de estaciones sismológicas en la zona epicentral. Esta red, compuesta de tres estaciones analógicas y dos estaciones digitales, fue mantenida en operación durante diez días, período en el cual se logró registrar una gran cantidad de eventos en las estaciones analógicas y solamente algunas réplicas con magnitudes entre 2 y 3.5 en los equipos digitales. Esta información permitió efectuar un estudio en relación a la distribución espacial de los epicentros, las profundidades de ocurrencia, las magnitudes y posibles soluciones de plano de falla de las réplicas. En este trabajo se presentan los resultados preliminares del estudio, estableciendo también una comparación con resultados obtenidos en un estudio de sismicidad realizado con anterioridad en la misma zona.

S.39

ZONA SISMOGENICA 8 DE OAXACA (¿UNA PREDICCIÓN APOSTERIORI?)

Francisco J. Núñez-Cornú

Tembloros S&C, Gral Cano 94-201, 11850 México D.F.

Para la región de Oaxaca a partir de un estudio de la sismicidad histórica y los conocimientos actuales de los procesos sismotectónicos en la región se definieron 8 zonas sismogénicas, cada una de las cuales presenta características particulares, y pueden contener varias asperezas. Las zonas 7 y 8 corresponden al área de la Costa (99° a 94° Oeste). La zona 8, que corresponde al área definida por las regiones de Jamiltepec, Pinotepa Nacional y Ometepec presenta características muy singulares; aunque se ha propuesto una subdivisión de la Costa en estructuras más pequeñas usando exclusivamente la sismicidad registrada en este siglo, esta zona puede seguirse considerando como una unidad. Es en esta zona donde se ha ubicado el Terremoto histórico más grande que ha tenido lugar en México (28 marzo 1787, M ~ 8.4-8.5). Sin embargo, después de este gran Terremoto se presentó un período de quietud sísmica de 141 años, hasta que en 1928 se vuelve a reactivar esta zona con el Terremoto del 9 de octubre de 1928; esta zona se convierte en la más activa del país ya que después ocurren los eventos de: 23 de diciembre de 1937, 14 de diciembre de 1950, 2 de agosto de 1968 y 7 de junio de 1982, es decir uno cada 13.5 ± 3.7 años. Finalmente el 14 de septiembre de 1995, 13 años después, tiene lugar otro terremoto dentro de esta zona sismogénica en una área donde aparentemente no había tenido lugar ningún epicentro de un terremoto en este siglo. Aunque estos datos son observacionales y no se disponen de elementos suficientes, aún, para formular un modelo que explique estos hechos se puede concluir que la zona 8 puede romper de forma cuasi-instantánea, es decir liberando toda su energía en un macroevento (1787) y también de forma escalonada por medio de eventos moderados (1928-1995). Queda abierta la pregunta ¿Cuál de los dos procesos seguirá dándose en esta zona ahora que parece haber terminado el ciclo? ¿Se empezará a acumular la energía para romper en un macroevento? o ¿Seguirá liberándose energía por medio

de un proceso escalonado, en el cual el tiempo de "recurrencia" para la liberación de energía es extremadamente corto (13.4 ± 3.2 años)?.

S.40

EL TEMBLOR DE IGUALA DEL 2 DE SEPTIEMBRE DE 1995 (M=3.8): IMPLICACIONES SOBRE EL ESTADO DE ESFUERZOS EN LA CORTEZA SUPERIOR AL SUR DE MEXICO.

Javier F. Pacheco, y Shri K. Singh

Depto. Sismología, Instituto de Geofísica, UNAM, CU, Apdo. Postal 70-472, Coyoacán 04510 México, D.F.

Debido a la subducción de la Placa de Cocos bajo la Placa Norteamericana, debería esperarse un régimen de esfuerzos compresivo en la placa continental entre la costa y el Eje Neovolcánico Mexicano. Para medir este régimen a profundidad, se requiere del conocimiento del mecanismo focal de sismos que ocurran en la región. Desafortunadamente estos no son ni frecuentes ni de magnitud considerable como para ser estudiados por la Red Sísmica Nacional. El pasado 2 de Septiembre ocurrió un sismo en Iguala, Edo. de Guerrero, muy cerca de la estación de Banda Ancha de Platanillo, Iguala. Esta estación, la estación de la Red de Banda Ancha de Yautepec, Morelos, y otras 2 estaciones portátiles digitales (RefTek) en Mezcala y Chilpancingo, Guerrero, fueron utilizadas en este trabajo para determinar una localización precisa y el mecanismo focal que mejor ajusta las formas de ondas de los registros digitales. El mecanismo obtenido presenta fallamiento normal con una pequeña componente lateral. Este mecanismo indica que la corteza al Sur de México se encuentra en tensión. Este estado de esfuerzo tensional en la placa continental podría ser explicado por la migración de la trinchera hacia el océano (ver Singh y Pardo, GRL, 20, 1483-1486, 1993).

S.41

ESTUDIO DEL FACTOR DE CALIDAD QC EN EL ISTMO DE TEHUANTEPEC, MÉXICO

Juan S. Payero^{1,2} y David Novelo Casanova²¹ Posgrado en Geofísica, UACPyP del CCH² IGF-UNAM

El estudio del factor de calidad Q de las ondas coda para frecuencias centradas en 1.5, 3, 6, 12 y 24 Hz en el Istmo de Tehuantepec se realizó analizando 283 sismos ocurridos entre enero de 1989 y diciembre de 1994, registrados por seis estaciones localizadas en la región. Los resultados obtenidos, al aplicar tres diferentes métodos, indican una dependencia de la atenuación con las diferentes ventanas y posiciones en que se colocaron éstas. Los valores más satisfactorios se obtienen cuando se considera una ventana de 25 segundos, colocada 25 segundos después del arribo de la onda S, ya que los efectos locales son mínimos o casi nulos. Los cálculos se realizaron utilizando el método de dispersión simple en el dominio del tiempo (Aki y Chouet, 1975; Sato, 1977) y la frecuencia (Phillips y Aki, 1986).

Los datos muestran evidencias de variaciones en la distribución espacial de la atenuación, las cuales están relacionadas con la densidad de fracturamiento, la concentración de la sismicidad, así como con variaciones temporales. La zona del Istmo central (#1) a la profundidad superficial (0-40 km) fue la que presentó menor valor para Q_c (84 ± 11) en la frecuencia de 1.5 Hz. El máximo valor de Q_c ($3,586 \pm 612$), también estuvo en esta zona, para una frecuencia de 24 Hz, en la profundidad de 40 a 80 km.

La dependencia de Q_c con la frecuencia es de la forma $Q_0 \omega^\eta$ donde Q_0 varía desde 65 hasta 237 y η osciló entre 0.66 y 1.25 para las diferentes zonas en que se dividió la región de estudio. Las trayectorias libre media, calculadas para diferentes direcciones, estuvieron entre 60 y 102 km cuando se consideró un factor de atenuación intrínseco $Q_i=1,800$; mientras que para un valor de $Q_i=\infty$ (cero absorción) la trayectoria libre media varió entre 47 y 65 km.

La variación de Q_c con la profundidad, en el Istmo central (zona #1), muestra una disminución de la atenuación con la profundidad hasta los 80 km. Sin embargo entre 80-120 km de profundidad existe un aumento de la atenuación. Este aumento de atenuación, típico de régimen tectónico activo (Cong y Mitchell, 1988) refleja la presencia de una zona sismogénica en ese bloque y que ha sido observada mediante diferentes perfiles sísmicos (Pardo, 1993).

S.42

PREDICCIÓN DE INTENSIDADES SÍSMICAS EN EL VALLE DE MEXICO

L. E. Pérez-Rocha¹, M. Ordaz^{2,3} y F. J. Sánchez-Sesma^{1,2}

¹ Centro de Investigación Sísmica A C, Carr. al Ajusco 203; Col. H. de Padierna; Tlalpan 14200, México, D. F.

² Instituto de Ingeniería, UNAM; CU, México, D. F.

³ Centro Nacional de Prevención de Desastres

Con la colección de registros de temblores captados por la Red Acelerométrica de la Ciudad de México (RACM) se formó una base de funciones de transferencia empíricas para describir cuantitativamente la amplificación relativa del movimiento en los sitios instrumentados en zonas de lago y transición con respecto al movimiento en terreno firme. Se construyó un modelo de regresión espacial para estimar las amplificaciones en sitios no instrumentados. Además, con los registros disponibles desde 1964 en el sitio Ciudad Universitaria (CU), se construyó un modelo de regresión para inferir el espectro de amplitudes de Fourier de las aceleraciones del terreno debidas a un temblor de subducción especificado por su magnitud y su distancia a CU. Con estos desarrollos se formuló un algoritmo para predecir espectros de respuesta elásticos e inelásticos en cualquier sitio de interés dentro del área metropolitana (CIS, 1991, 1992a, 1993a). Para la zona de mayor densidad instrumental, los errores que se cometen en la estimación de las funciones de transferencia empíricas son comparables con los debidos a otras incertidumbres presentes en este modelo empírico predictivo. Los resultados muestran que la posición de ordenadas espectrales es congruente con la distribución de daños ocurrida por el efecto destructivo de los grandes temblores.

Este método se ha extendido para estimar las series que se tendrían en sitios no instrumentados dentro del valle de México ante un temblor especificado. Para ello, se impusieron las siguientes restricciones: a) que la variación espacial del contenido de frecuencias esté controlado por los periodos dominantes del terreno y b) que se preserve la forma típica del movimiento en el dominio del tiempo, es decir, las características más representativas de un registro de movimiento fuerte; principalmente la aceleración máxima, la duración de la fase intensa y la modulación en el dominio del tiempo.

S.43

DELINEACION SÍSMICA DE UNA ESTRUCTURA SALINA ESTRATIFICADA, USANDO ALGUNAS TÉCNICAS DE PROCESO E INVERSIÓN RECURSIVA.

Luis C. Ramírez Cruz, Jorge Mendoza Aiuchastegui,
Pedro Gómez Ruíz

Instituto Mexicano del Petróleo, D.F., México

Se presentan los resultados de un estudio sísmico, cuyo objetivo fue estimar la geometría de una estructura salina interestratificada en un medio arcilloso, y definir la imagen sísmica de los sedimentos debajo de la sal.

Para este estudio se diseñó una secuencia de proceso que acondicionara los datos sísmicos adecuadamente para llevar a cabo un proceso de inversión recursiva estable. Técnicas como el proceso de ondícula, preservación de amplitud verdadera, DMO, análisis de velocidades (vertical y horizontal) y migración, fueron utilizadas en el manejo de los datos.

Para realizar el mapeo de la estructura salina, se decidió utilizar el parámetro de impedancias acústicas como indicador, aprovechando las condiciones geológicas del área, pues la estructura se encuentra estratificada entre lutitas. El proceso de inversión para estimar las impedancias acústicas se basó en un algoritmo recursivo, que fue calibrado con los datos de un pozo exploratorio, lo cual sirvió para estabilizar la inversión. Los resultados del procesamiento muestran una buena imagen de la cima y base de la sal, que es correlacionable con la imagen obtenida de la inversión.

S.44

SÍSMICIDAD Y GEOMETRÍA FRACTAL DE LA COSTA DE GUERRERO

A.H. Ramírez Guzmán¹, F. Angulo Brown y E. Yépez
Mulía²

¹ CFE, Sección de Graduados ESIA, IPN.

² Depto. de Física, FM, IPN.

Mediante el método de conteo por cajas, en este trabajo se calculó la dimensión fractal D de la distribución de fallas y fracturas en una extensa región de la Costa de Guerrero. Se encontró que el valor de la dimensión fractal está relacionado con el valor de b de Gutenberg-Richter para esa región en

acuerdo con los modelos de Aki, Turcotte e Hirata.

In this work by means of the box counting method, we calculate the fractal dimension D of the spatial distribution of the faults and fractures in an extensive region of the Guerrero's coast. We find that the fractal dimension is related with the b value of the Gutenberg-Richter according of the Aki, Turcotte and Hirata models.

S.45

SISMICIDAD EN LA REGION DE COLIMA DURANTE 1994 Y 1995

C. A. Ramirez Vázquez¹, Z. Jimenez Jimenez², G. A. Reyes Davila¹

¹ Centro Universitario de Investigación en Ciencias Básicas, U. de C.

² Instituto de Geofísica, UNAM., D.F., México.

La actividad sísmica en la región del Estado de Colima es monitoreada por la red sísmológica telemétrica del Estado de Colima, RESCO, del Centro Universitario de Investigación en Ciencias Básicas de la Universidad de Colima. Actualmente con once estaciones sísmicas remotas, con sensor de componente vertical y periodo corto, la información es transmitida vía radio en la banda de 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.

Durante los dos últimos años la sísmicidad de carácter tectónico en la región ha seguido el patrón registrado por la RESCO desde sus inicios en 1989, es decir, la mayor parte de la sísmicidad se concentra en la parte oeste del Estado de Colima, a lo largo de las costas del mismo y de los límites con el Estado de Michoacán, destacándose una ausencia de sísmicidad en la región comprendida entre los ríos Armería y Coahuayana, o Graben de Colima. Es de mencionarse también que se han registrado diversos enjambres de eventos tectónicos provenientes del Estado de Michoacán y una sísmicidad de muy bajo nivel cercana al Puerto de Manzanillo y registrada únicamente por la estación de la RESCO más cercana al mismo.

En relación al Volcán de Fuego, o de Colima, la sísmicidad asociada al mismo en general ha sido de bajo nivel, destacándose dos periodos donde el patrón usual de sísmicidad cambió notablemente. El primero se registró del 4 al 21 de Julio de 1994 culminando con la intensa explosión freática menor inducida probablemente por las intensas lluvias de la temporada.

S.46

PARAMETROS DE LA FUENTE DEL ENJAMBRE DEL 9 DE SEPTIEMBRE DE 1995 EN LA FALLA DE AGUA BLANCA, BAJA CALIFORNIA

Cecilio J. Rebollar, Ignacio Mendez y Francisco Farfan
División de Ciencias de la Tierra, CICESE, Km. 107 Carr.
Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C., México

El 9 de septiembre de 1995, a las 10 horas, 43 minutos tiempo universal se registró un enjambre en las estaciones de RESNOM, que fue localizado en el sector de Punta Banda de la falla de Agua Blanca. La estación más cercana a los epicentros se encuentra a 11 km. Este enjambre se inició con tres sismos de magnitud 3.0, 2.8, 3.7 y 2.9 en un lapso de 15 minutos. Esta actividad continuó durante cuatro horas registrándose en total 33 microsismos con magnitudes locales entre -0.1 y 3.7. Es significativo que los sismos más grandes, el de 3.7 y 3.0, los sintieran mucha gente en la ciudad de Ensenada la cuál se encuentra a 19 km del área epicentral. El estudio de esta actividad es importante ya que es la primera evidencia instrumental de que la falla Agua Blanca está activa en el sector de Punta Banda. En octubre de 1981 se registró otro enjambre con cientos de microsismos con magnitudes pequeñas, sin embargo, este se localizó en el centro de la Bahía Todos Santos. En esta ocasión el sismo más grande fue de 3.3. Una característica de los sismos del enjambre de Agua Blanca es que son similares. Las profundidades de estos microsismos es de 10 ± 2 km. Cálculos preliminares de las caídas de esfuerzo del sismo de 3.7 es de 157 bares. Los radios de la fuente varían entre 360 y 500 metros. El modelado sintético indica una falla de rumbo lateral derecha con rumbo de 150° , echado 85° y deslizamiento de 170° . La función de la fuente es simple dada por $t_1=0.1$, $dt_2=0.0$ y $dt_3=0.2s$.

S.47

MAPA DE LA RESPUESTA SISMICA DE LA CIUDAD DE MEXICO; UNA EXPERIENCIA DE VINCULACION

Alfonso Reyes
Depto. de Sismología, CICESE

Como consecuencia de los desastrosos efectos causados en la Ciudad de México por el Terremoto del 19 de Septiembre de 1985 (Terremoto de Michoacán) y en menor escala por su réplica mayor al día siguiente. El Grupo de Estudios Especiales del Departamento de Sismología del CICESE. Propuso al Grupo ICA un amplio programa de instrumentación de la Ciudad de México con la finalidad de generar información útil a la ingeniería sobre la respuesta sísmica del subsuelo del Valle de México y de algunos de sus edificios más importantes ante la ocurrencia de eventos sísmicos de la magnitud e intensidad similares a los de 1985. Como un primer paso se propuso instrumentar la Ciudad con una red acelerométrica de amplia cobertura con el objeto de generar una base de datos completa sobre la respuesta sísmica del Valle de México; misma que sería complementaria a la red propuesta al Departamento del Distrito Federal por la Fundación Javier Barros Sierra. Con esta finalidad se elaboró la propuesta de investigación correspondiente denominada: "Mapa de la Respuesta Sísmica de la Ciudad de México".

Dada la importancia y significado de la propuesta el grupo ICA decidió apoyarla. Para lo cual se constituyó la Fundación ICA el 27 de octubre de 1986 con el principal objetivo de llevar a cabo investigaciones relacionadas con la Ingeniería. El convenio de colaboración correspondiente se firmó en octubre de 1986. La propuesta contempló la instalación de una red acelerométrica de amplia cobertura de la Ciudad

integrada por treinta acelerógrafos de superficie y la instrumentación del edificio (PCC1) del Puesto Central de Control del Sistema de Transporte Metropolitano "METRO" de la Ciudad de México, con una red de sitio (uno de superficie y dos de pozo) y nueve acelerómetros distribuidos en el edificio, red estructural.

De octubre 1987 a Diciembre 1993. Los trabajos de instrumentación e investigación planteados se llevaron a cabo conjuntamente por el CICESE y la Fundación ICA. Lo que constituye un claro ejemplo de un ejercicio de vinculación del sector educativo con el sector productivo en torno a un problema de interés nacional.

La instalación y puesta en operación de la red de superficie se realizó durante 1988. Obteniéndose el primer registro por todos los instrumentos de la red durante del temblor del 8 de Febrero de 1988 ($M_s = 5.7$). El proyecto de instrumentación del edificio PCC1 se realizó bajo el programa TIPP-CONACyT. El proyecto se inició en octubre de 1991 y se terminó en Noviembre de 1994. Obteniéndose el primer registro de la red durante del temblor del 24 de Octubre de 1993 ($M_s = 6.6$) por la totalidad de las acelerógrafos.

En la actualidad la Red Acelerométrica de la Ciudad de México está integrada por 168 acelerógrafos; 95 de superficie, 24 de pozo y 49 distribuidos en cinco edificios. Misma que es resultado de la suma de esfuerzos del CICESE, FICA, CENAPRED y del Idel de la UNAM. La red ha generado una importante base de datos con los registros generados durante los quince sismos de magnitud (M_s) 5.7 a 7.3 que han ocurrido a lo largo de la costa del pacífico de 1988 a 1993. Los beneficios y efectos multiplicadores de este proyecto de generación de infraestructura de investigación en torno a un problema de interés nacional se pueden cuantificar fácilmente en términos de publicaciones y formación de recursos humanos generadas por la comunidad científica. Sin embargo los parámetros actuales de medida del Sistema Nacional de Investigación no reconocen en todos los casos estos esfuerzos de investigación.

S.48

CATALOGO DE REGISTROS PROCESADOS DE LA RED ACELEROMÉTRICA DEL EDIFICIO PCC1, ING. BERNARDO QUINTANA, DEL PUESTO CENTRAL DE CONTROL DEL METRO

Alfonso Reyes y Guillermo Díaz de Cossio
Depto. de Sismología, Laboratorio de Ingeniería Sísmica,
CICESE, Ensenada Baja California, México.

Desde el inicio de la puesta en operación de la red acelerométrica tri-axial del edificio PCC1 en Octubre de 1993 y hasta la fecha se han generado importantes registros de la respuesta dinámica del edificio durante eventos sísmicos que se han localizado en la costa de Guerrero, con magnitudes M_w de 6.6, 5.7, 6.7 y 7.2 ; mismos que han generado aceleraciones pico máximas (% de g) en la formación arcilloza superior (FAS) y en la base del edificio en el rango de $0.57 < a_m < 272$ y de $1.4 < a_m < 3.91$ respectivamente. La red acelerométrica esta compuesta por doce acelerómetros

interconectados en modo de red, tres de los cuales estan instalados en una «red vertical» ubicada en el sitio PCC y nueve en el edificio «red estructural». Lo que ha permitido generar una importante base de datos compuesta por los registros de la respuesta del subsuelo en la vecindad inmediata del edificio y por los registros de la respuesta del edificio. La red vertical, se encuentra instalada en el sitio PCC ubicado a 10 mts de la fachada principal del edificio y esta integrada por dos acelerómetros de pozo, y uno de superficie. Los acelerómetros de pozo se encuentran instalados a 40 mts y 20 mts de profundidad en la Formación Arcilloza Inferior (FAI) y en la Formación Arcilloza Superior (FAS). Los acelerógrafos de la red estructural se encuentran instalados en tres de la cuatro esquinas principales del edificio al nivel de la Planta baja (PB), del nivel 3 (N3) y del nivel 6 (N6). Los sitios instrumentados se encuentran localizados en las columnas A1, F1 y F6.

La base de datos procesados esta compuesta por tres volúmenes de archivos con los registros tri-axiales: El volumen I; contiene los registros, en formato de MATLAB y en unidades de aceleración (% de g), corregidos por instrumento, ganancia, polaridad y ordenados secuencialmente por componente (LON, VER, TRA). El volumen II; Contiene los registros de aceleración velocidad y desplazamiento y sus espectros de Fourier, almacenados en tres matrices de datos correspondientes a las componentes longitudinal, vertical y transversal, ordenadas secuencialmente con los registros de pozo y del edificio i.e. la 1ra. columna corresponde a los registros tomados a 40 mts de profundidad y la 12a a los registros del sitio 6A1 (sexto piso columna A1). El volumen III; contiene los registros sobre «base rígida del edificio», esto es; corregidos por la rotación y el despalazamiento como cuerpo rígido de la base. Para cada evento, la base de datos es generada in-situ; utilizando el «sistema de acceso remoto», el cual nos permite acceder desde el Laboratorio de Ingeniería Sísmica en Ensenada a la computadora PC-Local que se encuentra instalada en el edificio PCC1; dentro de las primeras tres horas de la ocurrencia del evento. Por lo que la información sobre la respuesta sísmica detallada del edificio esta a disposicion de las autoridades del METRO para asistirlos en la toma de desiciones que correspondan.

S.49

EXPERIENCIAS OBTENIDAS DE UN RSAM

G. A. Reyes Davila¹, S. De La Cruz Reyna², L. M. Perez Santa Ana³

¹ Centro Universitario de Investigación en Ciencias Básicas, U. de C.

² Instituto de Geofísica, UNAM, CU., México, D.F.

³ Coordinación General de Investigación Científica, U. de C.

La red sismologica telemetrica del estado de colima, resco, del centro universitario de investigacion en ciencias basicas de la universidad de colima inicio formalmente sus actividades el primero de junio de 1989 con el objetivo de monitorear y estudiar la actividad sismica relacionada con el volcan de fuego o de colima así como la de caracter tectonico en la region. desde mediados de 1992 la resco cuenta con un sistema de medicion de amplitud sismica en tiempo real, rsam por sus

siglas en ingles, diseñado e implementado por el primer autor. dicho rsam digitaliza a razon de 50 muestras por segundo, con 14 bits de resolucio, cada una de las señales provenientes de las cinco estaciones sismicas telemetricas situadas sobre y alrededor del volcan de fuego y calcula el valor rms por minuto, o energia, de las mismas. la informacion es presentada graficamente por un monitor en el dominio del tiempo por un periodo de ocho horas teniendo respaldadas siempre las ocho horas previas al actual periodo. adicionalmente, diariamente se genera un archivo con la informacion generada durante veinticuatro horas para su posterior procesamiento.

La continua operacion del RSAM y la observacion de los datos generados durante los ultimos tres a-os a permitido acumular experiencia en la interpretacion de la informacion grafica presentada por el RSAM pudiendo discernirse claramente si el origen de la actividad es volcanico, tectonico local o regional, de caracter metereologico o simplemente mal funcionamiento de las estaciones mismas.

Asi mismo, los datos mismos generados por el rsam han sido de gran utilidad para su aplicacion en otros estudios relacionados con el volcan mismo.

S.50

AVANCES Y PERSPECTIVAS DE LA RESCO

G.A. Reyes Davila¹, Z. Jimenez Jimenez², y C. A. Ramirez Vázquez¹

¹ Centro Universitario de Investigacion en Ciencias Básicas, U. de C.

² Instituto de Geofísica, UNAM., D.F., México.

La red sismologica telemetrica del Estado de Colima, resc, del centro universitario de investigacion en ciencias basicas de la universidad de colima, ha sido desarrollada con el proposito de monitorear y estudiar la actividad sismica relacionada con el volcan de fuego asi como la de caracter tectonico en la region del estado de colima. iniciadas normalmente sus actividades el primero de junio de 1989, la resc ha ido evolucionando con el tiempo contando actualmente en la region de Colima con once estaciones sismicas remotas telemetricas y una estacion central de acopio y analisis de datos ubicada en el campus universitario de investigacion.

Durante los dos ultimos años el esfuerzo principal ha sido dirigido hacia la conjuncion de un equipo de trabajo asi como la mejoría y optimizacion de la infraestructura de la estacion central y el trabajo de rutina en el tratamiento de los datos proporcionados por la resc. con la integracion de tres nuevos elementos el personal actual de la resc ha llegado a seis, desarrollando cada uno de ellos tareas especificas, mientras que en la estacion central se cuenta con diez registradores analogicos a tinta sobre papel asi como una red local de computadoras para la adquisicion y tratamiento de datos sismicos en forma digital. para esto ultimo se utiliza el volumen 1 de la biblioteca de programas de la iaspei, segunda edicion, lo cual facilita el tratamiento e intercambio de datos con otras instituciones dado que los archivos generados estan basados

en el formato suds para computadoras personales, pc-suds.

Se presenta en este trabajo una descripcion formal del estado actual de la resc, el flujo de informacion en y hacia afuera de la misma asi como los planes a desarrollar en los proximos años.

S.51

USO DE UNA RED NEURONAL PARA EVIDENCIAR LA BAJA DIMENSIONALIDAD EN UN SISMOGRAMA REAL

J. Rodríguez-Ramírez

División Ciencias de la Tierra, CICESE, Ensenada, B. C., México

Se utiliza la predictibilidad en series de tiempo, para poder hacer una estimación de la dimensionalidad del fenomeno que las produce. Con éste fin se utiliza una red neuronal para hacer una estimación del límite superior de la dimensionalidad y a la vez distinguir si la serie es periódica, aleatoria ó caótica. El método es implementado en una serie de tiempo real (sismograma). Se encuentra un límite superior (finito) en la dimensionalidad del fenómeno medido.

S.52

APLICACION DE ALGORITMOS GENETICOS PARA LA DETERMINACION DE PARAMETROS ELASTICOS SOMEROS EMPLEANDO MEDICIONES IN SITU DE INCLINACION DEL TERRENO

Rodríguez-Zúñiga, J. L.¹, Ortiz-Alemán, C.¹, Padilla-Hernández, G.¹ y Gaulon, R.^{1,2}

¹ Centro de Investigación Sísmica, A. C., Carr. al Ajusco, 203, Col. Héroes de Padierna, Tlalpan 14000, México, D. F.

² Laboratoire de Sismologie, Institut de Physique du Globe de Paris, 4 Place, Jussieu F. 75252 Paris cedex 05, France.

Se aplica una nueva clase de métodos para resolver problemas de optimización altamente no lineales, denominada Algoritmos Genéticos, a la inversión de mediciones de alta resolución de la inclinación del terreno producida por la presencia de cargas conocidas situadas a distancias conocidas. El objetivo es encontrar un modelo para las propiedades dinámicas del subsuelo, tales como velocidades de ondas de corte y compresionales y espesores de los estratos más superficiales, que se relacionan con los módulos elásticos. Se requieren tres parámetros para describir un medio elástico, isotrópico, horizontalmente homogéneo: la densidad de masa ρ y las constantes de Lamé λ y μ , o la densidad de masa y las velocidades de ondas P y S. En general, la elección de estos parámetros no es un problema trivial. De hecho, aunque son teóricamente equivalentes ambas opciones, si la selección no es apropiada, los algoritmos numéricos para la inversión pueden resultar ineficientes.

Se realizaron experimentos con inclinómetros de muy alta resolución en el Lago de Texcoco, cercano a la Ciudad de México, y en el Synchrotron de Grenoble, Francia. A partir de

ambos conjuntos de datos se estudió la factibilidad de aplicar Algoritmos Genéticos para rápida y efectivamente explorar el espacio de modelos con objeto de encontrar un modelo óptimo para la estructura superficial bajo estudio. La solución del problema directo para obtener los desplazamientos vertical y radial ante carga estáticas se calcula por medio del método de la matriz de rigidez propuesto por Kausel y Roesset (1981). Se establecen comparaciones con otras técnicas de uso común tales como perfiles de refracción sísmica, mediciones de cono eléctrico y análisis de dispersión de ondas superficiales.

S.53

ESTIMACIÓN DE AMORTIGUAMIENTO EN ESTRUCTURAS A PARTIR DE REGISTROS DE VIBRACIÓN AMBIENTAL Y FORZADA

O.M. Romero de la Cruz y L.H. Mendoza Garcilazo
División de Ciencias de la Tierra, CICESE, Km 107 Carr.
Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C., México.

Se revisa la metodología para la estimación del factor de amortiguamiento (definido en fracción del amortiguamiento crítico) para un oscilador de un grado de libertad. Se aplica el método, utilizando series de tiempo de vibración ambiental y forzadas obtenidas durante el desarrollo de un experimento realizado en la estructura de un edificio modelo (escala real) de 5 pisos, en el laboratorio de estructuras Powell, de la Universidad de California en San Diego (UCSD).

Las etapas del experimento permiten la estimación de este parámetro bajo 3 diferentes condiciones estructurales. La primera, en condiciones de no-daño estructural en los materiales del edificio. La segunda, bajo condiciones posteriores al daño estructural, logrado a través de simulación de fuerzas sísmicas utilizando equipos hidráulicos. Y la tercera, posterior a un programa de reparación de daños en la base de la estructura.

Se confirma la ventaja de utilizar los registros de vibración ambiental en edificios para determinar frecuencias resonantes de la estructura, necesarias para fijar la banda de frecuencias donde se opera el equipo de vibración forzada (mesa vibratoria).

El registro de actividad sísmica en el arreglo de sensores (24 sitios dentro de la estructura) permite comparar el factor de amortiguamiento bajo condiciones ambientales, forzadas y sísmicas.

S.54

EL SISMO DEL 25 DE ABRIL DE 1989 EN EL VALLE DE MEXICO. ANALISIS DEL MOVIMIENTO E IMPLICACIONES PARA LA RESPUESTA SISMICA

Evangelina Romero Jiménez¹ y Francisco J. Chávez García^{1,2}

¹Centro de Investigación Sísmica, FJBS., D.F., México.

²Instituto de Ingeniería, UNAM., D.F., México.

El 25 de abril de 1989 ocurrió un sismo de magnitud $M_S=6.9$ frente a la costa de Guerrero. Este ha sido uno de los eventos mejor registrados en el país. En particular, gracias a la nueva Red Acelerográfica del Valle de México se obtuvieron un total de 62 registros digitales en el Valle de México (lo que contrasta considerablemente con los 8 obtenidos durante el temblor de Michoacán en 1985). A pesar de ser registros de muy buena calidad, su análisis ha estado restringido debido a que no cuentan con un tiempo común. Ello limita enormemente su potencial para darnos información detallada sobre la respuesta sísmica del valle.

En un estudio reciente se analizaron los 8 registros acelerográficos digitales obtenidos en el Valle de México en 1985. En ese análisis, se logró identificar el modo fundamental de ondas de Rayleigh en las trazas filtradas en periodos largos. Al asignar una velocidad de propagación para dicho modo, fue posible asignar un tiempo común a los registros. En este trabajo hemos aplicado ese enfoque a los registros del temblor de 1989, para el cual disponemos de casi 8 veces más acelerogramas. Identificamos en las trazas, filtradas entre 7 y 10 seg de periodo, un pulso común a todas ellas (independientemente de la zona geotécnica en la que se encuentran) que aparece en los componentes vertical y radial. Ese pulso corresponde al modo fundamental de ondas Rayleigh, que aunque no presenta amplitudes grandes, sí es identificable en los componentes radial y vertical de 58 estaciones. Esto permitió asignar tiempo común a todas las trazas.

Los resultados que presentamos corresponden al análisis de las trazas en la banda de 0.22 a 0.33 Hz (3 a 4.5 seg de periodo). En esta banda, las trazas conservan suficiente coherencia entre ellas, lo que permite identificar grupos de ondas comunes. Los resultados muestran que las mayores amplitudes del movimiento en terreno firme en esta banda corresponden a una onda SV con ángulo de incidencia de 5 grados. Esta onda aparece también en casi todas las estaciones de la zona de transición y en algunas estaciones de zona de lago (especialmente al sur). También logramos identificar confiablemente ondas superficiales generadas por heterogeneidades locales. Estas ondas presentan las características predichas por los modelos 2D del valle presentados en la literatura. En algunas estaciones de zona de lago se observa una resonancia de gran duración y amplitud que es diferente aún para estaciones muy cercanas entre sí. Esto sugiere que se trata de una resonancia muy local, que no se propaga entre estaciones y que muy probablemente corresponde a resonancia 1D.

Nuestros resultados contribuyen a la comprensión de la naturaleza del movimiento del valle durante temblores y de la forma en que las heterogeneidades locales contribuyen a su respuesta sísmica.

S.55

DIEZ AÑOS DE OBSERVACION SISMOLOGICA CON LA RED SISMICA DE EL CARACOL

D. Santamaría
Comisión Federal de Electricidad, GIEC, Augusto Rodín

265, Col. Nochecua, 03720, México, D.F., México

Se presenta el resultado de diez años de observación sísmica a través de los registros obtenidos con la red sísmológica El Caracol, cuyo objetivo primario fue detectar los sismos cercanos a la C.H. Carlos Ramírez Ulloa, originados por los cambios en el nivel de embalse. A través de la observación de la sismicidad local, no se registró la presencia de sismicidad inducida por el llenado del embalse, sin embargo se detectó que la actividad sísmica propia de la región es importante y ha generado sismos hasta de magnitud 3.6 a 8 km de la cortina.

No existe ninguna otra red sísmológica en la región, y dado el potencial hidroeléctrico de el Río Balsas, Comisión Federal de Electricidad tiene contemplados una serie de proyectos escalonados: Chiltepec, Ostutla, Huixtla, San Juan Tetelcingo y Tepoa, además de las tres presas existentes: El Caracol, Infiernillo y La Villita, la base de datos sísmicos recopilada a través de diez años que ha operado la red, complementados con los de el Servicio Sismológico Nacional (SSN), Instituto de Ingeniería (SISMEX) y Telemetría de Guerrero, sirven para evaluar el potencial sísmico en esta región del Balsas, ya que se han generado temblores intraplaca de magnitud mayor de 4.5.

S.56

EL TEMBLOR DE COPALA DEL 14 DE SEPTIEMBRE DE 1995 (M 7.3): RESULTADOS PRELIMINARES DEL ESTUDIO DE LA FUENTE.

Miguel Santoyo

Grupo de Sismología de la UNAM y CENAPRED

Centro Nacional de Prevención de Desastres

Delfín Madrigal 665, Col. Pedregal de Sto. Domingo, D.F.

Tanto el temblor principal de Copala del 14 de Septiembre de 1995, como las replicas han sido registradas por sismógrafos de la red permanente de banda ancha y sismógrafos digitales portátiles. Además, la estación acelerográfica de Copala logró registrar el temblor principal y varias de las replicas.

Los mejores registros de las replicas y del temblor principal se utilizan para obtener la fuente del temblor principal y de algunas de las mayores replicas, a través de una deconvolución. También se presentarán resultados del estudio del escalamiento de la velocidad máxima y espectro de Fourier como función de magnitud.

S.57

OSULA: OBSERVATORIO SISMOLOGICO DE LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. UN SISTEMA INTEGRADO PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION SISMOLOGICA

Silva, José G. y Morandi, María T.

Laboratorio de Geofísica, Facultad de Ciencias, La

Hechicera, Universidad de Los Andes

Mérida 5101, Venezuela

OSULA es un sistema integrado para el procesamiento de datos sísmológicos, desarrollado en el Laboratorio de Geofísica de la Universidad de los Andes (Mérida, Venezuela) para facilitar las labores rutinarias propias de un observatorio sísmológico.

El sistema trabaja en forma distribuida en ambientes de redes con estaciones Windows para trabajo en grupo y permite el manejo de sismogramas digitalizados en los formatos IASPEI (.WVM), SUDS y ASCII.

OSULA realiza en forma integrada las funciones de visualización de sismogramas en tiempo real y fuera de línea, manipulación de sismogramas digitales, análisis de sismogramas, lectura de parámetros sísmológicos (tiempos de arribo de las fases, amplitud, polaridad, calidad de lectura, período), determinación interactiva de hipocentros usando diferentes algoritmos de cálculo, representación cartográfica de epicentros, creación, manipulación de bases de datos sísmológicos e impresión de boletines.

Por sus características intrínsecas de modularidad y reusabilidad, OSULA permite la incorporación continua y sistemática de nuevas funciones tales como mecanismos focales, cálculo de magnitudes y análisis estadístico de la información catalogada.

Su principal ventaja es que el usuario puede, bajo un sólo ambiente y de forma muy sencilla, revisar las señales sísmicas, analizarlas, realizar la localización hipocentral, y manejar el catálogo sísmológico. Desde el catálogo se puede, en cualquier momento, tener acceso a la información completa del evento, incluyendo los sismogramas para confirmar o corregir los datos.

Las bases creadas con el sistema integran tanto los parámetros sísmológicos como las imágenes de los sismogramas y pueden ser consultadas usando World Wide Web.

S.58

IDENTIFICACION Y CARACTERIZACION ESPACIO-TEMPORALES DE AGRUPAMIENTOS SISMICOS

R. Toscano-Fletes y F. A. Nava-Pichardo

División Ciencias de la Tierra, CICESE, Ensenada, B.C., México

Para que la identificación de agrupamientos espacio-temporales de eventos sísmicos: enjambres o secuencias sísmicas en regiones de tectonismo activo, a partir de catálogos de sismicidad, sea eficiente y objetiva conviene llevarla a cabo de manera automatizada. El programa de identificación de agrupamientos SWaRMSHoW (Nava y Glowacka, 1994) fue modificado para funcionar tridimensionalmente y poder así caracterizar agrupamientos en profundidad.

Para detectar agrupamientos con alta razón de migración, se aplica un nuevo criterio de agrupamiento que utiliza la métrica $r_i^2 - C^2 t_{ij}^2 \leq D^2$, donde r_i es la distancia espacial (3D)

entre los sismos i y j , C la velocidad de migración sísmica, t_j la diferencia en tiempos de origen y D la tetradistancia crítica de agrupamiento. Dentro de una ventana temporal dada T , la métrica agrupa los sismos separados por una tetradistancia menor a D .

El método fue probado con sismos del Sur de California con $M_L \geq 1$. $D=5$ km y $T=1$ día caracterizan adecuadamente agrupamientos para $C=0$ km/día. La identificación de migraciones es enfatizada por C del orden de la mínima distancia entre agrupamientos ajenos entre la ventana de tiempo. En todo caso los parámetros deben elegirse de acuerdo con las metas del estudio, teniendo en cuenta los límites que fijan los posibles errores de localización de los catálogos.

S.59

LAS SECUENCIAS SISMICAS EN ZONAS DE SUBDUCCION: MEXICO Y KAMCHATKA

Vyacheslav M. Zobin

División Ciencias de la Tierra, CICESE, Km. 107, Carr. Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C.

Se presenta el estudio comparativo de las secuencias sísmicas en las zonas de subducción de dos tipos: con la placa subducida joven y lenta (las placas de Rivera y Cocos, México) y con la placa subducida antigua y veloz (la placa Pacífica, Kamchatka). Se estudian los eventos de magnitud 5.5 y más (95 eventos de 1964-1993 de Kamchatka y 52 eventos de 1974-1993 de México) a profundidades desde 0 km hasta 60 km. La mayor parte de sismos moderados y grandes de ambas zonas de subducción ocurren en grupos (64% en México y 45% en Kamchatka). Los eventos que ocurren en grupos tienen la profundidad menor (0-30 km en Kamchatka y 10-50 km en la placa de Cocos) que la mayor parte de sismos aislados (30-60 km). La placa de Rivera se caracteriza por la ocurrencia de eventos aislados en las cordilleras oceánicas y enjambres de sismos en lugares de intersección de las cordilleras y la zona de fractura. La placa de Cocos se caracteriza por la ocurrencia de ventos principales con réplicas y eventos aislados en la costa de las zonas de Michoacán, Guerrero y Oaxaca y enjambres de sismos en la frontera entre Guerrero y Oaxaca. La placa Pacífica de Kamchatka se caracteriza por la ocurrencia de la banda de enjambres de sismos en el declive de la trinchera y de la banda de los eventos principales con réplicas en la costa de Kamchatka. La ausencia de la banda de enjambres en el declive de la trinchera Mesoamericana en conjunto con ausencia de los eventos de mecanismo normal, nos indica que la placa joven de Cocos se subduce sin producción de tensión en la parte superior. Existe una regularidad en el cambio temporal del tipo de secuencia sísmica antes de un evento mayor en Kamchatka y México: la secuencia de los eventos aislados cambia con la ocurrencia de un evento moderado que tenga réplicas. Posteriormente, entre uno a cinco años después, se ocurre un evento mayor.

S.60

PRELIMINARES SOBRE EL SISMO DE MANZANILLO DEL 9 DE OCTUBRE DE 1995 UTILIZANDO DATOS DE LA RESCO

Carlos Ariel Ramirez Vazquez, Zenon Jimenez Jimenez, Gabriel Angel Reyes Davila, Andrea Csillag Tirelli, Justo Orozco Rojas, Armando Tellez Alatorre y Hector Gabriel Gonzalez Tamez.

Centro de Investigacion en Ciencias Basicas, Universidad de Colima, Av. 25 de julio # 965, Col. Villa San Sebastian, C.P. 28045, Colima, Colima, Mexico.

El día 9 de octubre de 1995 a las 9:35:52 hora local ocurrió un sismo de magnitud 7.5 grados frente a las costas de Manzanillo, el cual fue detectado y localizado por la "red sismologica telemetrica de Colima", RESCO. En el presente trabajo presentamos una estimacion preliminar del area de replicas, basados en las determinaciones de los hypocentros de precursores y replicas utilizando unicamente datos de la resco, siendo dicha area del orden de 110x60 kms.

Tambien utilizando los datos de rsam de las estaciones de la resco sobre el volcan de fuego de colima se discutira la curva de decaimiento de la sismicidad en la region.

S.61

DYNAMIC RUPTURE PROCESS OF THE 1985 MICHUACAN EARTHQUAKE

Takeshi Mikumo
Instituto de Geofísica, UNAM

We investigate the dynamic rupture process of the 1985 Michoacan earthquake ($M_s=8.1$) by using the previous results of kinematic waveform inversion of near-field strong motions and teleseismic observations, to reveal the detailed source characteristics of the earthquake.

The present study is based on a complete 3-D shear crack model, in which the wave equations for the 3-D model space incorporating a shallowly dipping fault embedded in a horizontally layered crustal structure are solved numerically under a simple fracture criterion and appropriate boundary conditions. The spatial distribution of static and dynamic stress drops has been evaluated from kinematic fault slip by an iterative inversion, and that of the relative fault strength has been estimated through rupture times.

The results revealed extremely heterogeneous dynamic stress drop and fault strength. Local dynamic stress drop during the main shock event exceeded several tens to hundred bars on three high-slip zones, while the strength excess there was found to be very low. Negative stress drop has also been detected over a wide area around and in between the high stress drop zones. The above evidence suggests that the break of a few weak asperities in the fault zone may be the source of this large earthquake.

S.62

**REPLICAS DEL SISMO DE COLIMA-JALISCO
DEL 9 DE OCTUBRE DE 1995 $M_s=7.6$**

F.A. Nava P.¹, C. Suárez P.^{1,2}, B. Márquez A.², R. García A.¹, R. Toscano F.^{1,2}, T. Valdéz L.¹, F. Farfán S.¹, M. Farfán V. y G. Saavedra C.²

¹Depto. de Sismología, CICESE. C.P. 2732, Ensenada, B.C., 22800, México.

²Departamento de Geografía y Ordenación Territorial, Universidad de Guadalajara, Mariano Bárcena y Ave. de los Maestros, Guadalajara, Jal., 44220, México.

Réplicas del sismo ocurrido frente a la costa de Colima-Jalisco el 9 de octubre de 1995 con $M_s=7.6$, fueron registradas por 3 sismógrafos analógicos y 4 digitales, por personal del CICESE y de la Universidad de Guadalajara, con apoyo de la Unidad de Protección Civil del estado de Jalisco. Las dos primeras estaciones comenzaron a operar con sismógrafos analógicos en la tarde del 10 de octubre, en la región de Cihuatlán-Barra de Navidad, una de las más afectadas por el sismo; durante la noche son registrados más de cien eventos. Durante los siguientes días se instalan estaciones analógicas en Rancho Callejones y Minatitlán, Col., y digitales en El Tuito, Tecolotlán, El Aguacate y Mazamitla, Jal. Durante la primera semana de operación se registran más de 1000 sismos, incluyendo dos réplicas con magnitudes cercanas a 6 y varias ligeramente menores, que fueron sentidas fuertemente en la región. Los epicentros abarcan una región extensa de la costa de Colima y Jalisco.

T.01

COMPARACION DE ESPECTROS DE LAS ESCALAS DE TIEMPO DE POLARIDADES MAGNETICAS

Anguiano-Rojas R.A.¹ y J. Urrutia-Fucugauchi²

¹ División de Estudios de Posgrado Facultad de Ingeniería, UNAM

² Instituto de Geofísica, UNAM

Los cambios de polaridad del campo geomagnético están asociados temporalmente con otros fenómenos por lo que sirven como sistema de referencia para dataciones o fechamientos por ejemplo en erupciones volcánicas, determinación de velocidades de apertura de las diferentes placas, etc. Las escalas de tiempo de polaridad geomagnética que sirven como base para la datación de estos fenómenos han sido generadas y modificadas desde su origen (Heirtzler et al., 1968, Harland et al., 1982, Harland et al., 1990, Cande y Kent, 1992, Baksi, 1994, Cande y Kent, 1995, Wei, 1995) a medida que las técnicas de datación y de calibración se han modificado, entre ellas la calibración astronómica y con edades de meseta ⁴⁰Ar/³⁹Ar. Debido a que todos los modelos que tratan de representar al campo magnético se basan en la frecuencia de reversiones se consideró importante determinar como se ven afectadas las frecuencias de reversiones de cada una de las escalas, encontrándose que para los primeros 5 Ma todas las escalas incluyendo las más recientes presentan tres periodicidades comunes de 2.5 Ma, 1.25 Ma y 0.71 Ma, para los primeros 17 Ma, las escalas presentan cuatro puntos en común para frecuencias menores a los 1.75 hz/Ma; para los primeros 48 Ma, se observaron por lo menos tres puntos en común para frecuencias menores a 1.5 hz/Ma, pero no en todas las escalas; para las edades de 48 a 83 Ma, también se encontraron puntos en común para las frecuencias menores a 0.75 Hz/Ma, aunque no en todas las escalas.

T.02

AN ELECTRICAL IMAGE OF THE SUBDUCTING COCOS PLATE FROM MAGNETOTELLURIC OBSERVATIONS

Jorge A. Arzate^{1,2} and Marianne Marescahl²

¹ Instituto de Geofísica, UNAM, C.P. 04510, México D.F.

² Génie Minéral, École Polytechnique, C.P. 6079, succ. Centre-ville, Montréal, Que., H3C 3A7, Canada

Magnetotelluric data acquired over the subducting Cocos plate in southern Mexico image the top of the oceanic plate for at least 150 km inland from the coast. Even though fluid expulsion occurs at the accretionary prism, enough fluid appears to remain at the top of the subducting plate through the sealing pores and fractures on the underside of the continental plate producing the conductivity contrast necessary for electrical mapping. The results are supported by shallow seismicity data as well as by those of previous gravity and seismic refraction surveys confirming the presence of more porous material on top of a less denser, subducting oceanic crust. Magnetotellurics could therefore be used systematically to map the Cocos plate along the Middle America Trench where

it is suspected to be broken into separate segments subducting at different rates and with different dipping angle.

T.03

DATOS PALEOMAGNETICOS DE BAJA CALIFORNIA: EL BATOLITO DE SAN TELMO Y EL BLOQUE LOS CABOS

Harald Böhnel¹, Peter Schaaf¹, José-Antonio Pérez-Venzor² y Luis Delgado-Argote³

¹ Instituto de Geofísica, UNAM, Ciudad Universitaria Apdo. Postal 70-472, Coyoacán 04510 México, D.F.

² Universidad Autónoma de Baja California Sur

³ Depto. de Geología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE

A partir de datos paleomagnéticos se ha propuesto una posición paleogeográfica de Baja California frente al Sur de México o todavía más al Sur, frente a Centro-América. Esta posición es conflictiva, ya que varios elementos geológicos indican una mejor correlación a través del Golfo de California que con el Sur de México o Centro-América. Para contribuir a la controversia, se estudiaron rocas intrusivas del batolito de San Telmo (lat. 31°N), y del Bloque Los Cabos. De las rocas intrusivas de San Telmo, con una edad aprox. 90-100 Ma, se obtuvo un paleopolo con las coordenadas 55°N/171°E, A95=3.6°, indicando una posición de Baja California que no difiere significativamente a la que ocupó antes de la apertura del Golfo. Este resultado concuerda con las observaciones geológicas, pero difiere de la mayoría de los datos paleomagnéticos anteriores.

Recientemente se tomaron muestras del Bloque Los Cabos. Estudios paleomagnéticos están en proceso, y se presentarán los primeros resultados.

T.04

APATITE FISSION-TRACK AGES OF PLUTONIC ROCKS SAMPLED ALONG THE ACTIVE MARGIN OFF MANZANILLO AND IN THE PUERTO VALLARTA BATHOLITH, MEXICO.

T. Calmus¹, G. Poupeau², B. Mercier de Lépinay³, F. Michaud⁴ and J. Bourgois⁵

¹ Depto. de Geología, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México.

² Laboratoire de Géophysique Nucléaire, Institut Dolomieu, Grenoble, Francia.

³ Institut de Géodynamique, Sophia Antipolis, Valbonne, Francia.

⁴ Laboratoire de Géodynamique sous-marine, Villefranche sur Mer, Francia.

⁵ Laboratoire de Géodynamique, Tectonique et Environnement, UPMC, Paris, Francia.

We present comparative apatite fission-track ages of plutonic rocks from the inner wall of the Acapulco trench (off Manzanillo), and from the Puerto-Vallarta batholith. The first ones were sampled by deep sea submersible Nautile (NAUTIMATE cruise), close to the trench axis, and consist in

highly fractured granodiorites and gabbros well exposed north of the Manzanillo graben (N18°25'-W104°32') between 3703m and 2823m depth (dive 11). We obtained at the base and top of the section the ages of 58.4±4.1 Ma and 56.7±3.7 Ma, with an intermediate sample at 61.5±2.2 Ma. At the mouth of Manzanillo graben, close to the trench axis, two samples gave ages of 59.6±4.7 Ma and 84.7±6.49 Ma. An analysis of lengths of the tracks in the three samples (dive 11) indicate a very rapid cooling through the apatite partial annealing zone (between 120°C and 60°C). Confine mean track lengths comprised between 15.15mm and 15.55mm, and standart deviations $\leq 1.17\text{mm}$ show that rocks have cooled between 120°C and 50°C with a rate of more than 30°C by Ma. Assuming a minimum geothermal gradient of 30°C/km during the Paleogene tectonic-magmatic context and a mean surface temperature of 20°C, our results show that the analyzed samples were since 56 Ma at maximum depth of 1 km below the surface. Three fission-track ages obtained onland in the south of the Puerto Vallarta batholith, near Manzanillo (55.9±2.5 Ma, 38.2±1.9 Ma and 31.8±2.1 Ma) are younger than the range of radiometric ages proposed by Schaaf *et al.* (in press) at the latitude of Manzanillo. This disparity may correspond to the time of cooling between crystallization of magma and the complete stability of fission tracks in apatite. The absence of Tertiary volcanic rocks overlying plutonic rocks of the Puerto Vallarta batholith in the inner wall of the trench or onland, on the opposite of the Sierra Madre Occidental, suggests an erosion at the end of Oligocene until Middle Miocene, before the beginning of subsidence in the western part of the batholith. This subsidence of batholithic rocks, their proximity of the trench axis and the lack of important transcurrent displacements along the margin (Schaaf, P., 1990), suggest a tectonic erosion associated with the subduction of the Farallon Plate in this region.

T.05

LA PERA DETACHMENT FAULT SYSTEM: ACTIVE FAULTING SOUTH OF MEXICO CITY (II): GEOLOGICAL EVIDENCE

Delgado-Granados, H.¹, Nieto-Obregón, J.², Silva-Romo, G.², Mendoza-Rosales, C.², Arellano-Gil, J.², Lermo-Samaniego, J. F.¹ and Rodríguez-González, M.¹

¹ Instituto de Ingeniería, UNAM.

² Facultad de Ingeniería, UNAM

A morphological analysis of the region south of the Valley of Toluca, The Basin of Mexico and the region of Popocatepetl Volcano shows a striking discontinuity between the highlands of Central Mexico and the lowlands of Morelos and Estado de Mexico. It consists of a sudden change in altitude from about 3,000 m.a.s.l. to about 1,500 m.a.s.l. This change of roughly 1,500 m is marked by a steep slope clearly seen at the highway connecting Mexico City and Cuernavaca, specially at the famous place called La Pera.

This morphological discontinuity can be followed along the southern boundary of the Trans-Mexican Volcanic belt from Toluca to The area of Popocatepetl. Just coinciding with this boundary the sector collapse of large strato-volcanoes like Nevado de Toluca Zempoala Volcanic Complex and

Popocatepetl has been recognized. This debris avalanche deposits related with those collapses are all distributed to the south of the corresponding edifices.

Field data shows for instance that Popocatepetl Volcano is cut by faults with a general E-W strike and the horizontal extension is oriented NW-SE coinciding with the vergence of the structural collapse of the edifice. The morphological discontinuity, the distribution of these major collapses, structural data and available geophysical information (e.g. seismologiv and gravimetric), allows to identify a fault system (namely La Pera Fault System) which is acting as a large scale detachment fault dislocating Central Mexico from Southern Mexico. This fault System probably initiated during the Pliocene (about 5 million years ago), when the geodynamic conditions changed as evidenced by southward volcanic migration in the TMVB.

T.06

ESTILOS DE EXTENSION MECANICA EN LA DORSAL MESO-ATLANTICA, CERCA DE LA LATITUD 23°N

John Fletcher¹, Georges Ceuleneer², y Mathilde Cannat³

¹ Depto. de Geologia, CICESE

² Observatoire Midi-Pyrénées, Dynamique Terrestre et Planétaire, Toulouse, France

³ Laboratoire de Pétrologie, Université Pierre et Marie Curie, Paris, France.

Los núcleos de rocas máficas y ultramáficas colectadas durante el Leg 153 del Ocean Drilling Program demuestran que la corteza oceánica inferior y el manto están expuestos en la pared oriental del rift meso-atlántico. Estructuralmente, esas rocas se encuentran en la pared de piso de una gran falla normal que buza hacia el oriente y contiene fábricas quebradizas y dúctiles. Inferimos que esta falla acomoda casi toda la extension reciente. Hemos encontrado que los modelos anteriores que explican una extensión magmática simétrica, y que generan secuencias ofiolíticas "normales" no se pueden aplicar en esta región. La caracterización sistemática de fábricas deformacionales en la zona de falla muestra que la resistencia de la corteza oceánica es muy heterogénea.

Las rocas gabríticas registran un espectro continuo de microfábricas que varían de magmáticas a cristaloplásticas (450°-800°C) a cataclásticas, y las transiciones entre estos tres tipos son gradacionales. Las fábricas magmáticas contienen menos del 20% de plagio-clasa recristalizada. La plagioclasa euhedral puede estar alineada o no. Las fábricas cristaloplásticas varían ampliamente en el grado de recristalización (21-100%). Los neoblastos de plagioclasa se encuentran principalmente entre 100 y 200 micras. La fábrica cristaloplástica presenta una fuerte elongación paralela al buzamiento y muestra un sentido normal de cizallamiento. Con base en microestructuras individuales y patrones de recristalización dinámica, el clinopiroxeno es mucho más competente que el olivino y la plagioclasa en este régimen dúctil. Además, por rocas enteras, la recristalización de la plagioclasa se incrementa al decrecer la cantidad de olivino y al incrementarse el ortopiroxeno. Entonces, las rocas

primativas, como troctolita, están menos deformadas que las rocas mas evolucionadas, como ferrorrita y el ferrogabro. Interpretamos que esta división de deformación entre rocas diferentes ocurrió en respuesta a diferencias en competencia de rocas en la corteza oceánica. Deformación cataclástica afectó todos tipos de rocas igualmente. Sin embargo, las fábricas cataclásticas también muestran sentido normal de cizallamiento y probablemente se desarrollaron bajo el mismo tectonismo que produjo las fábricas de grado más alto.

Las relaciones cortantes de microfábricas, zoneamiento composicional de minerales y cambios en paragénesis sintectónicos demuestran que las microfábricas se desarrollaron bajo temperatura decreciente y presión de fluidos creciente, progresivas.

T.07

PALEOMAGNETISMO DE ROCAS PERMO-CARBONIFERAS EN EL TERRENO MAYA (BELICE Y GUATEMALA) Y SU RELACION CON LA EVOLUCION TECTONICA DEL CARIBE Y EL GOLFO DE MEXICO

José C. Guerrero-García¹ y Emilio Herrero-Bervera²

¹ Instituto de Geología, UNAM, CU, 04510 México D.F.

² SOEST. University of Hawaii, 2525 Correa road, Honolulu, 96822 Hawaii, USA

El Terreno Maya constituye la porción septentrional de América Central Nuclear e incluye la parte norte y noreste de Guatemala, Belice y los estados mexicanos en la Península de Yucatán, al este del Istmo de Tehuantepec. Siendo una pieza importante en la evolución y reconstrucción paleogeográfica del Golfo de México y el Caribe, la evolución tectónica del Terreno Maya ha sido objeto de estudios detallados en múltiples disciplinas entre las cuales el paleomagnetismo juega un papel importante en cuanto a la temporalidad de rotaciones y desplazamientos latitudinales propuestos.

Se reportan aquí los resultados preliminares de un estudio efectuado en algunas unidades del Paleozoico tardío en Belice y Guatemala. En Belice, se muestrearon nueve sitios como se indica a continuación: 3 sitios en el granito Mountain Pine Ridge de edad carbonífera (336 Ma); 3 sitios mas en el granito triásico Hummingbird (237 Ma), y 2 sitios mas en la fase arenosa de la Fm. Santa Rosa, de edad pensilvánica. Uno mas fue muestreado en una cantera de calizas, de edad terciaria. De estos sitios, solo el granito Mountain Pine Ridge dio resultados confiables. La posición del polo calculado es de: 171.5 long E; -28.3 lat. con un a 95 de 9.09. En Guatemala, 3 sitios fueron muestreados en la F. Chochal de edad Pérmica. Solo un sitio ha proporcionado resultados aceptables, con un polo calculado de :160,0 long E; -59.8 lat., con un a 95 de 12..3.

Estos resultados, junto con los datos paleomagnéticos de la Fm. San Ricardo de edad titoniana, en Chiapas, México, reportados con anterioridad (Guerrero et al., 1990) y con datos de otros autores (Molina et al., 1992) permiten señalar una rotación de aprox. 60 grados en sentido antihorario del Terreno

Maya, que se inicia después del Pérmico, finalizando en el Jurásico tardío (titoniano). Se restringe así, en tiempo y espacio, la evolución tectónica del área. La similitud de resultados paleomagnéticos entre los granitos Pérmicos de Chiapas y las rocas estudiadas en Belice y Guatemala sugieren asimismo la continuidad del basamento en la región.

T.08

LA POSICION DE LA CRESTA KULA-FARALLON CONTRA NORTE AMERICA DURANTE EL CRETACICO TARDIO

José C. Guerrero García¹ y Emilio Herrero-Bervera²

¹ Instituto de Geología, UNAM, CU., 04510 México D.F.

² SOEST-University of Hawaii, 2525 Correa Rd., Honolulu, HI 96822, USA

La ruptura inicial de la placa Pacífica hace aproximadamente 85 Ma, en las placas Izanagui, Pacífica, Farallón y Kula, propuesta por Woods y Davis (1982), ha sido documentada por Engebretson et al. (1985), en base al movimiento absoluto de las placas con respecto a puntos calientes fijos (Hawaii y Yellowstone). Debido a la falta de datos marinos de las zonas de corteza oceánica de las placas Kula y Farallón que han sido subducidas por la trinchera, en la reconstrucción correspondiente a 80 Ma atrás, existe la incertidumbre de la posición precisa de la cresta Kula-Farallón contra Norteamérica. Las posiciones extremas varían desde el sur de Guatemala hasta el norte de Vancouver; una incertidumbre de 4,500 km de longitud.

Edades isotópicas en rocas cristalinas a lo largo de la costa pacífica de México, desde Jalisco hasta Oaxaca, aprox. 1,100 km de longitud, (Guerrero-García y Herrero-Bervera, 1993) indican un decremento sistemático de edades minerales, aparentemente asociadas con la migración del bloque Chortis (América Central Nuclear), transportado por la placa Farallón hacia el sureste. En Puerto Vallarta, Jal., donde se inicia el decremento, la edad isotópica obtenida es de 80 Ma., muy poco después de la fragmentación de la placa Pacífica propuesta por Woods y Davies. El cambio de regimen tectónico, de zona de subducción a una margen transformante, está documentado en México por un hiatus magmático de aproximadamente 25 Ma., que se inicia hace 80 Ma también (Pantoja, 1983). Estos datos permiten suponer una posición de la cresta Kula-Farallón para el tiempo de fragmentación de la placa Pacífica, al norte de Puerto Vallarta.

Por otra parte, el análisis de datos paleomagnéticos de Columbia Británica (Umhoefer, 1987) indica un desplazamiento de esta región, desde la actual posición de Baja California hacia el norte, de 2,400 km., transportada por la placa de Kula a lo largo de una margen transformante, entre 85 Ma y 66 Ma atrás. Este intervalo de tiempo también está marcado, como en México, por la ausencia de actividad ignea en la Sierra Nevada. El análisis de estos datos nos permite inferir una localización del punto triple Kula-Farallón-Norteamérica, en la cercanía de Puerto Vallarta, durante el Campaniano temprano, 85 Ma atrás.

T.09

OBSERVACION DIRECTA DE LA CORTEZA OCEANICA CON EL SUMERGIBLE "NAUTILE" EN EL MURO EXTERNO DE LA TRINCHERA DE ACAPULCO

José C. Guerrero García¹, F. Michaud², B. Mercier de Lépinay³, J. Bourgois⁴, T. Calmus⁵ y W. Bandy⁶

¹ Instituto de Geología, UNAM, Cd. Universitaria 04510 México D.F., México

² Laboratoire de Géodynamique sous-marine, BP 48, 06300, Villefranche sur Mer, Francia

³ Institut de Géodynamique, Sophia Antipolis, 250 rue Albert Einstein, 06560 Valbonne, Francia

⁴ Laboratoire de Géodynamique, Tectonique et Environnement, UPMC, T.26-16, E4, 4 place Jussieu, 75252 Paris, Francia

⁵ Depto. de Geología, Univ. de Sonora, Hermosillo, Sonora, México

⁶ Instituto de Geofísica, UNAM, Cd. Universitaria 04510, México D.F., México

Durante el desarrollo de la campaña NAUTIMATE de inmersiones profundas en la Trinchera de Acapulco, efectuadas en enero y febrero de 1994 con el sumergible *Nautile*, la inmersión # 7 fue dedicada a la primera observación directa de la corteza oceánica en el muro externo de la fosa, en el límite probable entre la placa Rivera y la placa de Cocos. La inmersión tuvo lugar frente a Manzanillo, Colima, en las coordenadas: 18° 10' lat. N; 104° 50' long. W, habiéndose efectuado un recorrido de 5.4 km de longitud en dirección SE con un desnivel de 1,038 m, entre los 4,168m y 3,130 m de profundidad. Los objetivos de la inmersión fueron: la documentación y muestreo de la corteza oceánica en el muro externo de la fosa, al NW del graben "El Gordo", y de la zona de falla inferida denominada "Falla de Barra de Navidad".

Las observaciones efectuadas indican que la corteza oceánica en el muro externo de la fosa desciende hacia la misma, en una pendiente aproximada de 15°, que desciende hacia el NE. Está constituida por una serie escalonada de derrames de lavas almohadilladas, bien preservadas, que alternan en la pendiente con pequeñas corredores de sedimentos pelágicos muy finos. No se observa evidencia alguna de fluidos hidrotermales asociados a fracturas, ni escarpes de falla que puedan evidenciar actividad tectónica reciente. No obstante se considera que los escalonamientos alternados de corredores de sedimentos y lavas podrían estar asociados a una serie de fallas normales paralelas entre si y al rumbo de la pendiente, en las que se reparte el descenso de la placa oceánica hacia la zona de subducción. Otra alternativa del origen de esta pendiente de corteza oceánica sería el salto hacia el oeste, de la cresta del pacífico oriental, durante los últimos 0.7 Ma. lo que pondría en contacto lavas muy jóvenes sobre una corteza más antigua y más fría, a mayor profundidad, dando así lugar a la formación de este declive.

T.10

EL BLOQUE JALISCO: ¿CONSECUENCIA DEL MOVIMIENTO DIFERENCIAL DE PLACAS?

Marco Guzmán Speziale y Vladimir Kostoglodov
Instituto de Geofísica, UNAM, 04510 México D. F.

El bloque Jalisco está situado tierra adentro del extremo noroccidental de la trinchera mesoamericana. Esta limitado al sur y al oeste por la propia trinchera mientras que al norte limita con el graben Tepic-Zacoalco y al este con el graben de Colima. Ambos grabens experimentan actualmente esparcimiento teniendo como consecuencia un movimiento relativo del bloque Jalisco hacia el suroeste con respecto a Norte America a razón de unos 3 mm/año.

El bloque está siendo subducido por la placa de Rivera a una velocidad de convergencia de entre 3 y 4.5 cm/año, mucho menor que la subducción de la placa de Cocos bajo Norte America, justo al sureste del bloque Jalisco, que promedia unos 6 cm/año. Además, la gran curvatura de la trinchera frente al bloque resulta en una dirección de convergencia con un alto grado de oblicuidad de hasta 50°.

Las fuerza de cizalla que actúa en el límite de placas es función de la velocidad de convergencia, medida perpendicular a la trinchera. Debido al alto gradiente de ésta a lo largo del arco en el bloque Jalisco, la fuerza misma tiene también un alto gradiente. La curvatura de la trinchera, por otro lado, contribuye también a que la componente de la velocidad de convergencia perpendicular a la trinchera sea muy pequeña, particularmente comparada con la convergencia entre las placas Cocos y Norte America.

Por tanto, la placa Rivera ofrece una mucho menor resistencia al avance relativo de la placa Norte America que la placa de Cocos. Proponemos que esta menor resistencia es la causa del deprendimiento del bloque Jalisco de Norte America.

T.11

EVOLUCION TECTONICA ENTRE EL JURASICO Y EL CENOZOICO EN EL AREA DE EL CARDITO

Hernández Rivero M. P., Arellano Gil J., Silva Romo G. y Mendoza Rosales C. C.

Facultad de Ingeniería, División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, U.N.A.M.

En el área El Cardito (Carta INEGI G14-C71), se reconoce una evolución geológica compleja que comprende el lapso del Jurásico Medio al Cenozoico. El marco tectónico evolucionó de un margen convergente con la edificación de un arco volcánico (Formación Nazas) a un margen pasiva en la cual se desarrolló una plataforma calcárea (Formación Zuloaga), dicha plataforma fue desgarrada por fallas laterales izquierdas en el Jurásico tardío, proceso que se manifiesta en cataclásis en la secuencia volcánico-clástica de la Formación Nazas y en deformación interna de la plataforma (Anderson y colaboradores 1991). Posteriormente se estableció una

secuencia carbonatada transgresiva entre el Titoniano y el Cenomaniano (Formaciones Caja, Taraises, Tamaulipas y Cuesta del Cura). A partir del Turoniano (Formación Indidura), la secuencia incluye volcanoclásticos que indican la influencia del arco volcánico Alisitos-Teloloapan. La acumulación marina culmina con la secuencia turbidítica de la Formación Caracol. La columna acumulada sufrió una fase compresiva, durante el Maestrichtiano tardío y el Paleoceno, que plegó la secuencia y generó un sistema de pliegues abiertos y asimétricos con vergencia al N, que corresponde con el sistema de pliegues del Sector Transverso de la Sierra Madre Oriental. Durante el Cenozoico, las discontinuidades del Jurásico tardío fueron reactivadas en un marco distensivo que provocó rotación de bloques, manifiesto en la inclinación de las charnelas de las estructuras (rotación que va de 21° a 27°).

T.12

INTERPLATE SUBDUCTION CONTACT FROM GRAVITY AND SEISMICITY DATA IN GUERRERO, MEXICO

V. V. Kostoglodov, W. L. Bandy and J. Domínguez
Instituto de Geofísica, UNAM, CU., Del. Coyoacan, 04510,
México, D.F., México.

Several accurate gravity anomaly profiles were obtained in the Pacific coastal area of Mexico (the Guerrero and Michoacan states). The differential GPS technique was applied to assess elevation and coordinates. The profiles are oriented mostly from the coast up to 50-100 km landward. The Bouguer gravity anomaly is decreasing consistently along every one profile from 60-80 mGal at the coast with approximately constant regional gradient of -2.2 mGal/km normal to the trench. A plot of the gravity anomaly values against the distance from the trench axis demonstrates that the constant term of the linear approximation is increasing gradually (for approximately 20-25 mGal) along the coast of Guerrero from the southeast (Acapulco) to the northwest (Ixtapa-Zihuatanejo). Some inverse correlation is noticed between the value of that constant and the maximum depth of the trench. A model cross section of the Mexican subduction zone (MSZ) based on the tomography inversion of J. Domínguez (1995) for the Guerrero region shows that the observed values of gravity anomaly and the trend can be explained mainly by the effect of the density contrast between the slab and the continental crust. In comparison with other subduction zones (e.g., Aleutians, Kamchatka), for the MSZ there is no need to include the upper-plate density or seismic velocity anomalies to interpret the amplitude and width of the forearc gravity high. The upper surface of the subducted slab (USS) and the seismogenic contact zone between the upper plate and the slab can be traced clearly in several seismicity cross sections based on the data of the regional seismic network in Guerrero. The depth and shape of the USS revealed from the seismicity and gravity anomaly data for the same profiles are in good agreement. This correlation apparently can be applied to the gravity profiles in order to estimate the depth of the USS and the seismogenic contact in other parts of the MSZ.

T.13

LA PERA DETACHMENT FAULT SYSTEM: ACTIVE FAULTING SOUTH OF MEXICO CITY (1): SEISMOLOGICAL EVIDENCE

Lermo-Samaniego, J. F.¹, Nieto-Obregón, J.², Delgado-Granados, H.³, Rodríguez-González, M.¹, Huidobro-González, A.¹, Silva-Romo, G.², Mendoza-Rosales, C.² y Arellano-Gil, J.²

¹ Instituto de Ingeniería, UNAM

² Facultad de Ingeniería, UNAM

³ Instituto de Geofísica, UNAM

Seismic evidence allows the recognition of a detachment fault system dislocating the southern part of Central Mexico from the highlands. The analysis of recent seismicity at the southern edge of the Valley of Toluca, The Basin of Mexico and the area of Popocatepetl Volcano, based on epicentral relocations and fault plane mechanisms evidence the existence of 4 seismic zones:

1) Southern Toluca Valley (STV: studied by Yamamoto and Mota, 1988); 2) Ajusco (this study); 3) Juchitepec-Milpa Alta. (Rodríguez et al., 1984, UNAM & CENAPRED, 1995); and 4) Atlixco (this study).

The seismicity of STV is located at a depth between 5 to 15 Km with an E-W pattern. The seismicity of the area of Ajusco is similar in terms of depth and orientation to STV. Juchitepec - Milpa Alta is 10 Km west of Popocatepetl Volcano and shows seismicity >10 Km in depth, with roughly E-W normal fault mechanisms and a nearly N-S subhorizontal extension. Seismicity at Atlixco is similar to the former ones with a nearly E-W orientation of the main fault plane and a focal depths >10Km. Magnitud at any of the zones do not exceed 4.

Anthropogenic-related seismic activity is present at several places (e.g. explosions in quarries at Texcoco or shallow seismicity at Mixcoac), but these are not taken into account for this analysis. The seismicity in the Valleys of Apan and El Mezquital is also discussed.

These seismic zones indicates that the region is tectonically active along a roughly E-W band coinciding with the southern boundary of the Trans Mexican Volcanic Belt, here named La Pera Fault System.

T.14

DEFORMATION OF OCEANIC CRUST ENTERING THE MIDDLE AMERICA TRENCH OFF OAXACA

Peter Lonsdale

Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, California,
USA.

Along most of the Middle America Trench crustal isochrons and abyssal hills on the entering Cocos plate are subparallel to the trench axis, and to the axis of lithospheric bending. In

this situation flexural extension (bending-induced faulting) of the oceanic crust is accommodated by rejuvenation of some abyssal hill boundary faults, fractures that originated near the East Pacific Rise crest. South of Oaxaca, a 100 km length of the trench strikes east-west, almost 45 degrees oblique to the inherited structural lineations of the 15-16Ma crust being subducted. A broad swath of Seabeam 2000 multibeam bathymetry and side-scan data was collected along this part of the trench outer slope. The sonar showed that despite the high obliquity between the inherited fractures and the newly entered stress field there is still some rejuvenation of northeast-dipping abyssal hill faults. Most of the crustal extension, however, is by normal faulting along new trench-parallel fractures. In addition, another set of new normal faults has developed conjugate to (and almost orthogonal to) the rejuvenated abyssal hill faults, i.e., with a northeasterly strike.

Creation of new bending-induced faults may be accompanied by earthquakes larger and potentially more hazardous than those engendered by mere fault rejuvenation.

There is evidence for this effect along some other trench outer slopes, but not in the published seismicity of the Middle America Trench, perhaps because the subducting lithosphere is so young and thin. Even after the downgoing slab has been subducted, fractures opened by outer-slope bending may still affect its seismicity. The damaging 1931 normal-faulting event in the slab beneath Oaxaca apparently originated on an east-west fault plane, like those mapped in the trench 150km to the south.

T.15

MORFOTECTONICA DEL BLOQUE JALISCO

Gustavo López Gómez y Marco Antonio Delgado
Vázquez

C.F.E. Superintendencia de Estudios Geológicos, Zona
Pacífico Norte Río Las Cañas No. 1615, Col. Atlas, C.P.
44870, Guadalajara, Jal.

El Bloque Jalisco presenta particularidades geológicas, tectónicas, geofísicas y geodinámicas propias, al mismo tiempo que se enmarca en el contexto de la geotectónica heterogénea del margen continental sur del Pacífico mexicano. Desde un punto de vista teórico, dicha geoestructura esta expuesta a la acción de dominios cinemáticos contrapuestos, es decir, al régimen compresional de subducción jalisciense, entre la placa litosférica Rivera y el Bloque Jalisco; hacia el noroeste, está afectado por la zona riftogénica del Golfo de California.

El objetivo de este trabajo es aportar una visión más del plano morfotectónico de dicho bloque, donde se refleja una serie de geomorfoestructuras recientes, conformadas por un sistema de levantamientos delimitados por depresiones periféricas y fosas tectónicas intermotanas, que reflejan un zoneamiento morfoestructural longitudinal y transversal. Destacan en el primero la depresión costera de Jalisco, la cadena de levantamientos de las sierras de El Tuito, Cacoma y Manantlán. Adyacente a estos, al noreste se ha desarrollado una serie entrecortada de angostas fosas tectónicas como las de Mascota, Talpa y El Grullo Autlán. Las morfoestructuras

transversales principales del Bloque Jalisco son: graben de Colima, levantamiento de Tapalpa, graben de Atenguillo, fosa de Ixtapa y el levantamiento pericontinental de la Sierra de Vallejo. En la porción centro oriental del bloque se sobrepone una amplia depresión de morfología isométrica, denominada en este trabajo Juchitlán, considerándola como una morfoestructura volcano-tectónica de compensación.

Los planos estructurales de los distintos horizontes de la corteza terrestre del Bloque Jalisco se determinaron con datos geofísicos. El basamento magnético preterciario tiene características estructurales correlacionables con las manifestadas en superficie, mostrando un patrón estructural predominantemente longitudinal. De la misma manera, los gradientes horizontales obtenidos de la anomalía de Bouguer corregida por isostacia, definen en el interior de la corteza fallamientos regionales de rumbo preferencial longitudinal. A nivel de la interfase corteza-manto, la morfología de esta, en general, se refracta inversamente en la morfología del relieve superficial. El monitoreo instrumental de la sismicidad de la región, a sido irregular e insuficiente como para confirmar un zoneamiento o regionalización sísmica del bloque, sin embargo, la distribución epicentral esboza un zoneamiento correlacionable al plano morfotectónico regional. Por otra parte los mecanismos focales conocidos dan una idea de la complejidad de la geodinámica reciente que experimenta el Bloque Jalisco, deduciendo que bajo un régimen compresional preponderante, con movimientos horizontal tangenciales, se dan esfuerzos distensivos.

T.16

EVOLUCION TECTONICA DEL GOLFO DE MEXICO Y EL CARIBE

L. López y R.M. Prol-Ledesma

Instituto de Geofísica y Posgrado en Ciencias de la Tierra,
UNAM, Cd. Universitaria, México, D.F. C.P. 04510

El Golfo de México y el Caribe comenzaron a desarrollarse hace 200 millones de años aproximadamente en el área donde el oeste de Gondwana y Jamaica colindaban para formar el gran continente de Pangea, por estudios geofísicos como los de anomalías magnéticas sobre el suelo oceánico y datos de zonas de fracturas se ha confirmado que Norteamérica y Sudamérica ajustan perfectamente con África, presentándose el problema del este de Pangea. El estudio de Cuba y Yucatán es de gran importancia en la solución de este problema. En este sentido presentamos un análisis de los datos disponibles para esta área, con el objetivo de ubicarlos sobre la base de una correcta evolución tectónica que nos permita realizar la modelación geotérmica que abarque estas dos zonas.

T.17

FALLAMIENTO NORMAL EN LA PARTE SUR DE LA ZONA DE FALLA DE SIERRA JUAREZ, EN LA VICINIDAD DEL ESCARPE PRINCIPAL DEL GOLFO: EVIDENCIA DE CAMBIOS EN LA DIRECCION DE EXTENSION, EN ESTA LATITUD (?)

Ramón Mendoza-Borunda, Gary J. Axen y Victor Manuel Frías-Camacho
 Depto. de Geología, CICESE
 Km 107 Carr. Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C.

Con la finalidad de definir la naturaleza e historia del movimiento en el conjunto de fallas que constituyen, en su parte sur (entre 31°45' y 31° 55' N), la Zona de Falla de Sierra Juárez; se llevó a cabo la cartografía a detalle de un área de ~ 65 km², a lo largo del Escarpe Principal del Golfo, resultando en la medición de más de 2000 planos de falla estriados. Las mediciones corresponden principalmente a meso-estructuras, aunque algunas de éstas se asocian a estructuras mayores. En este estudio presentamos únicamente el análisis de las fallas con *pitch* > a 45° (1200), de las cuales el 75% presenta un *pitch* > a 60°. El muestreo cubre la secuencia estratigráfica completa de la zona de estudio, la cual está constituida, por: (1) las rocas pre-terciarias del basamento cristalino, (2) los sedimentos fluviales producto del intemperismo del basamento y (3) una sucesión de rocas volcánicas de edad Mioceno medio-tardío (?) que incluye, de la base a la cima, depósitos tipo lahar, tobas riolíticas y basaltos. El basamento cristalino se caracteriza por estar afectado principalmente por estructuras normales con orientación WNW-ESE a E-W; sin embargo, también lo cortan fallas laterales y normales con orientación NW-SE y NNE-SSW. Llama la atención, que las unidades que sobreyacen al basamento cristalino, en particular las rocas volcánicas, prácticamente no se encuentran afectadas por la familia de estructuras dominantes en el basamento; en su lugar, predomina el fallamiento normal con orientación NW-SE (principalmente) a NNE-SSW. El análisis cinemático y dinámico de las estructuras de falla, indica que el conjunto de éstas representa varias fases de deformación. La separación de estas fases en base a criterios de compatibilidad mecánica, geométricos y de campo, muestra que la región de estudio ha experimentado, al menos, tres periodos de extensión. El primero y más viejo (pre-Mioceno), ya que sólo se registra en el basamento cristalino, tiene una orientación ~ N-S. De los otros dos periodos de extensión con orientación WSW-ENE y WNW-ESE, se encuentran evidencias en toda la secuencia estratigráfica; sin embargo, las evidencias más claras se observan en la unidad sedimentaria y en las rocas volcánicas. La relación temporal entre estos dos periodos de extensión, no es clara; no obstante, las evidencias de campo que se tienen hasta el momento indican, que la extensión con dirección WNW-ESE, representa la última fase de extensión que se registra en la zona de estudio. Dado el paralelismo y las características del fallamiento medido que resulta de la extensión WSW-ENE, con las estructuras mayores que definen en su extremo oeste la Provincia Extensional del Golfo, asociamos esta fase de extensión con lo que se conoce como proto-Golfo (*Basin and*

Range Extension). La extensión WNW-ESE la interpretamos como evidencia de la separación oblicua (régimen de transtensión) que actualmente experimenta la región.

T.18

THE NORTHERN END OF THE ACAPULCO TRENCH AT THE COCOS-PACIFIC-NORTH AMERICA TRIPLE JUNCTION

B. Mercier de Lépinay¹, F. Michaud², J. Bourgois³, T. Calmus⁴ y J. Guerrero^{5,1}

¹ CNRS-Université de Nice-Sophia Antipolis, rue Albert Einstein, 06560 Valbonne, France

² UPMC and CNRS, Laboratoire de Géodynamique Sous Marine, BP 48, 06230, Villefranche sur Mer, France

³ CNRS-UPMC, LGTE, Boite 119, 4 place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05, France

⁴ Universidad de Sonora, Sonora, México

⁵ Instituto de Geología, UNAM, México

During the dives of the submersible *Nautilus* (NAUTIMATE cruise), we explored a succession of right-stepping 100m-high N-S-elongated scarps at 19°50'N. A blanket of pelagic sediments covers most of the area except along the scarps where bare-rocks outcrop. Scarps display very fresh scars and 20 samples of sediment were collected. Rock outcrops consist of metric thick bedding made of white arkosic coarse-grained sandstones alternating with sticky brown siltstones. Some scarps exhibit spectacular thick conglomerates thoroughly massive. At the base of the conglomerates channel figures are observed which cut the coarse-grained sandy levels. Both detrital material and sedimentological features are typical of area of mass-flow emplacement events and representative of turbidites accumulating in trench. The micropaleontological data confirm this assumption and the benthic Foraminifera reflect lower-bathyal to abyssal sedimentation conditions, with evidence of an important reworking of the material. Two dives observed stratification dipping 5-10° landward which suggest landward tilting related to the faulting. Active fluid vents associated with large dense clams and serpulid thickets colonies (more than 100m²) occur along the scarps. The coarse-grained sandstone levels drained the fluid venting. These observations suggest that the scarps correspond to active normal faults which affect the trench-fill sediments.

Whereas, south of 19°50'N, the subduction along the Acapulco trench is well established, we lack of geophysical evidences for such subduction along the northernmost segment of this trench. Moreover, the interpretation of the swath bathymetry data along the Rivera plate boundaries is consistent with slow or no convergence between Rivera plate and North America plate, as predicted by several kinematic models.

While the subduction is commonly assumed to terminate at 21°10'N along the Tres Marias Islands escarpment, our observations are compatible with an abandoned subduction north of 19°50'N, and strike-slip motion between the Rivera plate and Jalisco block as, 11 Ma ago, between Pacific plate and Baja California Peninsula.

T.19

A KINEMATIC MODEL OF THE RIVERA-COCOS-NORTH AMERICA TRIPLE JUNCTION AREA

Nancy Mesoloras and William E. Holt
SUNY at Stony Brook, Department of Earth and Space
Science, Stony Brook, N.Y., 11794-2100

The Rivera-Cocos-North America triple junction area provides a unique opportunity to model strain partitioning associated with the oblique convergence of both the Cocos and Rivera plates. We adopt a kinematic modeling approach [Haines and Holt, 1993] to investigate the style of strain along the plate boundary zone in the overriding plate that accommodates instantaneous plate motions.

We first invert earthquake strain rates, using a 26 year catalogue, to obtain a horizontal velocity field. Our solutions shows essentially trench normal convergence between the Cocos and North American plates. The Rivera plate shows an anticlockwise rotation of 0.199 deg./m.y., relative to North America, about a pole located at 21.5 degrees, -107.3 degrees. The location of this Euler vector is close to other Euler vector estimates, (3.054 deg./m.y. about 20.60 degrees, -108.84 degrees) [Minster and Jordan, 1979] but the rate is a small fraction of the total plate rate.

We next investigate whether various Euler vector estimates for Rivera-North America relative motion are compatible with the style of strain observed at the plate boundaries. To do this we model the complete horizontal velocity gradient tensor using various published plate rotation vectors as constraints. Modeling results yield deformation consistent with a partitioning of strains between convergence at the subduction zone and distributed shear within the overriding North American plate. This partitioning accommodates compression as near-normal convergence at the trench, while shear and extension in the overriding plate take up the oblique component of motion. This partitioning of relative motion may have contributed to the formation of various tectonic features in the overriding plate. All Euler vector estimates used in this study yield sinistral motion along the Oaxaca fault zone. However, extension in the Colima rift and associated offshore grabens, and dextral shear in the Tepic-Zacoalco rift are only reproduced using the Euler vector of Minster and Jordan (1979). Euler vector estimates of DeMets and Stein (1992) and Bandy and Pardo (1994) yield compressional strains in both the Colima rift area and the Tepic-Zacoalco graben which are not compatible with the observed strains. The Colima rift marks the southern boundary of the Jalisco block, overlays the subducted Rivera-Cocos boundary, and may well accommodate the differing rates of relative motion between these plates. The Tepic-Zacoalco graben marks the northern boundary of the Jalisco block where dextral shear may be indicative of relative motion between the Jalisco block and North America, perhaps associated with a coupling of the Rivera plate with the Jalisco block. We establish a set of Euler vector locations that produce a strain rate field in the overlying plate compatible with observations.

T.20

DEEP SEA SUBMERSIBLE OBSERVATIONS (NAUTIMATE CRUISE) OFF MANZANILLO (MEXICO, 18-19°N): EVIDENCES OF LARGE NEOGENE SUBSIDENCE EVENT ALONG THE ACAPULCO TRENCH

F. Michaud¹, B. Mercier de Lépinay², P. Saint-Marc, M. Sosson², J Bourgois³, T. Calmus⁴, J. Guerrero-Garcia⁵ y W. Bandy⁶

¹ Laboratoire de Géodynamique sous-marine, BP 48, 06300, Villefranche sur Mer, France.

² Institut de Géodynamique, Sophia Antipolis, 250 rue Albert Einstein, 06560 Valbonne, France.

³ Laboratoire de Géodynamique, Tectonique et Environnement, UPMC, T.26-16, E4, 4 place Jussieu, 75252 Paris, France.

⁴ Depto. de Geología, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, Mexico

⁵ Instituto de Geología, UNAM, México

⁶ Instituto de Geofísica, UNAM, México

Deep-sea dives with the submersible *Nautila* (NAUTIMATE project) were conducted along the inner wall of the Acapulco trench (18-19°N). Large outcrops of plutonic rocks were identified at depth ranging from 3950 to 2820 m, close to the trench axis. It consists in highly fractured granodiorites and gabbros with apatite fission-track ages ranging from 55-61 Ma.

These plutonic rocks are unconformably overlaid by a polymictic massive conglomerate which is about 10 m thick. This conglomerate reworks the underlying plutonic basement rocks. Such unconformity is known onland in the Tres Maria Islands located 250 km north of the dive area. Upsection, a 700-1000 m thick accumulation of brown fine layers of sandstones and siltstones develops. It exhibits normal faults and is characterized by rich Foraminifera associations indicating ages ranging from Late Miocene to Early Pliocene. The fossiliferous assemblages indicate an environment of deposition in the upper to the middle bathyal water depth zone, between 200 and 1000 m water depth. These sediments are identical to the emerged Neogene sediments which are also known onland in the Tres Marias Islands.

The sediments which unconformably overly the plutonic basement recorded a rapid subsidence event. During Late Miocene-Early Pliocene time, this segment of the Mexican margin, subsided from 200-1000 to 3000 m. We assume that subduction-erosion process involved the segment of the margin located north of the Manzanillo transect.

T.21

EPISODIOS TECTONICOS EN LAS FRONTERAS DEL BLOQUE DE JALISCO: IMPLICACIONES REGIONALES

Odranoel Quintero¹, Eric Barrier², François Michaud³ y Jacques Bourgois⁴

¹ Instituto de Geología UNAM

² Lab. Tectonique Quantitative U. P. M. Curie,

³ Lab. de Geodynamique sous-marine Villefranche sur mer

⁴ Lab. de Tectonique et Environnement U. P. M. Curie.

Los procesos de reorganización cinemática de las placas litosféricas en el Pacífico oriental, han contribuido a la evolución tectónica en el Oéste de México. Procesos tectónicos de compresión y extensión configuraron estructuras regionales antes de la formación de las fronteras del Bloque de Jalisco. Así en el Mioceno medio un episodio compresivo NW-SE produjo pliegues anticlinales y sinclinales NNW-SSE de gran radio de curvatura desarrollados en las ignimbritas de la Sierra Madre Occidental. Bajo este régimen compresivo se produjo también la falla de desplazamiento lateral izquierdo en el cañón del Río Grande de Santiago al Norte de Tequila. Hace 11.92 ± 0.25 Ma debutó un episodio distensivo (s3 ENE-WSW) relacionado con la abertura del "proto-Golfo de California" formándose fallas normales NNW-SSE de rechazos estructurales kilométricos al norte del Río Grande de Santiago y también un conjunto de filones de dolerita orientados N155° localizados en la región de Aguamilpa, Nay. Posterior a la extensión, un nuevo episodio compresivo sub-meridiano produjo una fracturación en fallas inversas y de desplazamiento lateral con s1 NNE-SSW a NE-SW (N18° a N51°), en el Sector de Tepic-Guadalajara. La frontera septentrional del Bloque de Jalisco (Sector Tepic-Guadalajara) fué formada en la transición Mio-Plioceno, cuando un nuevo episodio tectónico distensivo formó las fallas normales NW-SE de Mazatán, del Río Ameca, de Plan de Barrancas, y de Santa Rosa-Cinco-Minas. Esta extensión fué asistida por otra N-S contemporánea, que desarrolló estructuras distensivas orientadas E-W (la cuenca de Ameca y el Rift de Chapala) en la parte meridional de esta frontera. Un nuevo episodio tectónico distensivo ligado a una extensión E-W que cambió a NW-SE se presentó en el Plioceno inferior produciendo: la falla normal N-S de la Sierra del Carretón, la Frontera Oriental (el graben asimétrico de Sayula) y una fracturación general NE-SW en la Frontera Septentrional. Durante el Plioceno superior la extensión NE-SW se presenta de nuevo en la Frontera Norte produciendo nuevas fallas normales. Esta extensión está influenciada por la extensión N-S aún activa en la parte meridional de la Frontera Norte. Durante esta época la extensión N-S activa en el Rift de Chapala migró hacia su borde meridional produciendo el graben de Citá y la falla normal la Angostura-Pajacuarán. En esta época el graben de Zacoalco comienza a formarse bajo un régimen distensivo orientado ENE-WSW que es contemporáneo del N-S del Graben de Citá. En esta época la actividad distensiva en el graben de Sayula comienza a declinar y en el Cuaternario la extensión NE-SW se reactiva en la Frontera Norte instalándose entonces, volcanes sobre las trazas de las fallas normales anteriores. Actualmente la deformación se concentra en los grabens de Zacoalco y Citá.

T.22

EVIDENCIAS DE GEOSUTURA EN EL CENTRO DE MEXICO

Soler-Arechalde, Ana M.¹ y Jaime Urrutia-Fucugauchi¹
Laboratorio de Paleomagnetismo, Instituto de Geofísica,
UNAM.

La zona de estudio que comprende entre los 19° y 21° de latitud norte y los 99° y 101° de longitud oeste es cruzada por dos grandes sistemas de fallas uno E-W más joven: Chapala-Tula, característico de la Faja Volcánica Transmexicana y uno NNW-SSE: Querétaro-Toluca-Taxco (QTT), más viejo y que parece la continuación del sistema de Basin and Range, tectonismo típico del Norte de la Faja.

El QTT separa la Faja en dos grandes sectores, el este de mayor elevación (~2200 msnm), grandes estratovolcanes, mayor espesor cortical y grandes rotaciones paleomagnéticas. En cambio el sector oeste muestra elevación intermedia (~1200 msnm), anomalías gravimétricas y sistemas de fallas de tendencia E-W, grandes campos de conos cineríticos y menores montos de rotaciones paleomagnéticas.

Una gran anomalía de Bouguer (~-250 mGals) y tendencia NNW-SSE se presenta sobre el sistema QTT y muestra la forma típica de geosutura reportada en otras partes del mundo.

Para su estudio se realizaron 25 perfiles N-S, formando una malla de 5' x 5'. Las profundidades medias de los cuerpos fueron obtenidas de los espectros de poder. Mediante Talwani 2 ½ D, los datos del análisis espectral y un perfil perpendicular a la anomalía principal, ésta última fue modelada dando como resultado además del contacto entre dos provincias la presencia de un manto anómalo, que explicaría el mecanismo de levantamiento de la altiplanicie como también el origen del vulcanismo presente en la Faja Volcánica Transmexicana.

GPS.01

GPS CONSTRAINTS ON FAULT SLIP RATES IN SOUTHERN CALIFORNIA AND NORTHERN BAJA, MEXICO

R. A. Bennett¹, R. E. Reilinger¹, B. H. Hager¹, T. A. Herring¹, R. W. King¹, W. Rodi¹ y J. Javier González²

¹ Department of Earth, Atmospheric and Planetary Sciences, M.I.T., Cambridge, MA 02139)

² CICESE, Earth Sciences Division, Km 107 Carr. Tijuana-Ensenada, Ensenada, Baja California 22800, México)

The Pacific-North American plate boundary in southern California and northern Mexico undergoes a complex transition from crustal spreading in the Gulf of California to right-lateral transform motion along the San Andreas and associated fault systems. Historically, this has been one of the most seismically active segments of the plate boundary. GPS observations collected during the period from 1986 to 1995 are beginning to illuminate the nature of ongoing crustal deformation in this complicated region and are providing constraints on the contemporary rate of Pacific-North American relative plate motion. By allowing for episodic deformation associated with earthquakes, the time evolution of GPS coordinate estimates reveals a steady-state crustal deformation signal. By enlisting a simple block model to serve as a source of plausible hypotheses regarding both the distribution and sum of deformation across the plate boundary, we use the horizontal components of the estimated secular site velocities to infer deep slip rates of 26 ± 1 mm/yr, 9 ± 2 mm/yr, 7 ± 2 mm/yr, and 7 ± 2 mm/yr for the San Andreas, San Jacinto, Elsinore, and San Clemente faults respectively. We also infer rates of 35 ± 2 mm/yr, and 41 ± 1 for the Imperial, and Cerro Prieto faults, and a total Pacific-North America relative plate motion rate of 48 ± 3 mm/yr. Our results are highly consistent with both geologic estimates for long term slip rates and previous space geodetic results, and are statistically consistent with, though slightly larger than, the NUVEL-1A plate motion estimate.

GPS.02

ANTICIPATING THE SUCCESSOR TO MEXICO'S LARGEST HISTORICAL EARTHQUAKE: GPS MEASUREMENTS OF STRAIN ACCUMULATION IN THE STATE OF JALISCO

C. DeMets¹, O. Sánchez², G. Suárez², I. Carmichael³, T. Melbourne⁴ and J. Stock⁴

¹ Geology and Geophysics, WI., USA

² Instituto de Geofísica, UNAM, D.F., Mexico.

³ Geology and Geophysics, Berkeley, CA., USA

⁴ Seismological Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, CA., USA

On June 3 and June 18, 1932, the two largest instrumentally recorded earthquakes in Mexico in the 20th century rocked the state of Jalisco in western Mexico, inflicting widespread casualties and material damage. Analyses of teleseismically recorded waveforms and the spatial distribution of damage caused by these $M=8.2$ and $M=7.8$ earthquakes

indicate that they ruptured the Rivera subduction zone, which accommodates motion of the Rivera plate as it subducts beneath the Jalisco province.

Since 1932, the Rivera subduction zone has been relatively aseismic, indicating that the subduction zone is either locked and accumulating strain, or slipping freely. If the subduction zone is locked, then elastically-stored strain equivalent to that released by the 1932 earthquakes could re-accumulate in as little as a century at the present-day Rivera-North America convergence rate.

Because nothing is known about the present-day build up of elastic strain in this seismically hazardous region, we have launched a long-term project to measure subduction-related strain accumulation and rift-related deformation above the Rivera and Cocos plate subduction zones.

In March of 1995, we made initial GPS measurements at 15 sites in the Jalisco region, which are discussed in a related abstract.

This talk outlines our scientific motivations for these measurements, as well as our future plans. In particular, attention will be given to describing (1) models that attempt to link the subducting Rivera and Cocos plates to the continental rifts that dominate the present-day volcano-tectonics of the Jalisco region, (2) preconceptions regarding the regional strain field, (3) the need for a nearby, continuous or semi-continuous mini-North America reference frame to enhance geological interpretations of site velocities, and (4) our 1996 plan to re-occupy coastal monuments and install closely-spaced geodetic monuments along a trench-normal profile.

GPS.03

MONITOREO DE LOS VOLCANES "FUEGO" Y "CEBORUCO" EMPLEANDO GPS

Ralph Glaus y Bertha Márquez

Depto. de Geografía y Ordenación Territorial, Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jal.

Con la reciente actividad del volcán "Popocatepetl" así como del volcán de "Fuego" o volcán de Colima se ha puesto de manifiesto la importancia que tiene la vigilancia de los volcanes activos. Hasta ahora la vigilancia sobre el volcán de "Fuego" se ha realizado a través del análisis de datos obtenidos de la red sísmica, de los estudios geológicos y geoquímicos, de mediciones con los inclinómetros, estudio de aguas y de la interpretación de los cambios de la altura en líneas de nivelación. El volcán "Ceboruco" dispone de estudios geológicos, de sísmicidad y gravimétricos. Estos elementos nos dieron la razón para establecer una red de GPS alrededor de los volcanes "Fuego" y "Ceboruco". Las campañas para instalar la citada red, fueron efectuadas respectivamente en marzo y en junio de 1995. Se emplearon receptores Ashtech LM-XII3 con dos frecuencias del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) Los cálculos fueron realizados con el software científico GIPSY-OASIS II del Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, Ca. Fueron

introducidas órbitas precisas del IGS (International Geodynamic Service). Se obtuvieron precisiones (desviación estándar) para la componente plana alrededor de 5 mm y para las componentes verticales también alrededor de 12 mm. El INEGI nos proporcionó los datos GPS que fueron obtenidos por la UNAM en febrero de 1994. Esto nos permitió comparar las coordenadas en vértices idénticos, donde se pudieron determinar movimientos preliminares.

GPS.04

MOVIMIENTO RECIENTE EN LA PARTE SUR DE LA FALLA IMPERIAL Y ESTADO DE DEFORMACIONES EN EL VALLE DE MEXICALI

Ewa Glowacka y Javier González García.
Ciencias de la Tierra, CICESE, Km. 107 Carr. Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C.

Un movimiento vertical, rápido, con descenso al lado oeste, esta siendo observado en la parte sur de la falla Imperial en el Ejido Saltillo desde 1977. La amplitud del deslizamiento observado en un camino pavimentado en 1977-1989 fue de alrededor de 1 m. Mediciones hechas con cinta métrica en una compuerta rota por el movimiento de la falla, muestra deslizamiento de 10 cm por año en 1989-1993. Nivelación de primer orden, en un transecto de 300 m perpendicular a la falla, efectuada en 1994-1995, da una velocidad de movimiento promedio de alrededor de 11 cm/año, pero con cambios entre 3 y hasta 18 cm/año, para diferentes meses.

Mediciones geodésicas hechas entre 1978 y 1979 mostraron que parte de la zona alrededor de las fallas Imperial y Cerro Prieto, sufría una extensión en dirección perpendicular a las fallas. En el mismo tiempo la zona del Campo Geotérmico Cerro Prieto, (CGCP) localizado 8 km al oeste del Ejido Saltillo sufría una compresión relacionada con extracción de fluidos. Cuatro de cinco sitios observados con GPS durante 1993 y 1995 en el Valle de Mexicali muestran a un componente de deslizamiento dirigido hacia la zona del CGCP, sugiriendo subsidencia en esa región. Debido a que el Ejido Saltillo está situado en esta zona, no se puede excluir que la alta velocidad de movimiento vertical esté siendo inducido por extracción de fluidos.

GPS.05

GPS VELOCITIES IN THE NORTHERN BAJA CALIFORNIA-GULF OF CALIFORNIA REGION, 1989-1995. PRELIMINARY RESULTS

J. Javier González¹, Robert E. Reilinger² and Richard A. Bennett²

¹ CICESE, Div. Ciencias de la Tierra, Km 107 Carr Tijuana-Ensenada, Ensenada, B. C. , México.

² Department of Earth, Atmospheric and Planetary Sciences, M.I.T. Cambridge, MA 02139.

GPS measurements spanning between 2 and 6 years have been used to determine velocities for 12 sites in the northern Baja California-Gulf of California region along the boundary between Pacific and North American plates. The site velocities

agree well with the NUVEL-1 plate model prediction.

The Imperial fault is loaded at a rate of ~37 mm/yr, and the Laguna Salada takes ~3 mm/yr combining to produce ~40 mm/yr on the Cerro Prieto fault. Furthermore, the trans-peninsula faults take ~4 mm/yr on the San Miguel-Vallecitos branch and ~3 mm/yr on the Agua Blanca fault to give a total of ~47 mm/yr at LLCO, our westernmost site, near the Pacific shoreline. Velocities are estimated with respect to our easternmost GPS site (PENA), located east of the Gulf of California and considered fixed to north American plate with a confidence level of +/- 2 mm/yr. To complete the 47-48 mm/yr of "total" Pacific-North American relative plate motion, it is possible that submarine faults in the continental borderland of the Pacific margin, take 1-2 mm/yr.

The GPS velocity field is dominated by right lateral shear. However, some sites show local complexities: LLCO has more westerly orientation than NUVEL-1; LPUR, MONT and others in the Mexicali Valley show "anomalous" movement that suggests sinking near the Cerro Prieto-Imperial fault offset. This is the location of the Cerro Prieto Geothermal Field, and it is possible that these sites are being effected by fluid withdrawal.

Given the high rate of strain accumulation on the Cerro Prieto fault (nearly 85% of total Pacific-North American relative plate motion), a M-6.5 -or larger- earthquake should be expected in the next few years in the Colorado River Delta region, since no events of this magnitude have occurred since the M=6.3, 1966 El Golfo earthquake.

GPS.06

GPS MONITORING IN COSTA RICA AND MODELING CRUSTAL DEFORMATION IN THE CARIBBEAN REGION

P. Lundgren¹, M. Protti² and R. M. Ruso³

¹ Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology Pasadena, California 91109, USA

² OVSICORI, Universidad Nacional Heredia, Costa Rica

³ Laboratoire de Tectonophysique, Université Montpellier II 34095 Montpellier Cedex 05, France

The purpose of the Costa Rica GPS monitoring experiment (CORI) is to investigate earthquake and tectonic deformation in Costa Rica, which lies between the Middle America trench and the North Panamá Deformed Belt (NPDB) and straddles the Caribbean plate - Panamá Block boundary zone. The GPS network is concentrated in the region of the Nicoya Peninsula and along the Pacific and Caribbean coastal regions of Costa Rica. Both regions are undergoing strain associated with locked thrust faults. The Nicoya Peninsula lies adjacent a circum-Pacific seismic gap which has a high probability of a large (M > 7) earthquake in the next ten years [McCann et al., 1979; Nishenko, 1988; 1991]. In contrast the Caribbean coastal region south of Limon, Costa Rica was the site of a large (Mw 7.7) earthquake on April 22, 1991, with co-seismic displacements measured using GPS [Lundgren et al. FIGRL/FR, 1993] and therefore would be considered to be at the beginning of a presumably longer repeat time based on the slower

convergence rate at the NPDB. The GPS network contains 24 sites measured in 1994 with additional permanent sites presently being established. One permanent site is currently running with a second site to be operational by early 1996.

GPS displacements in a plate margin location such as Costa Rica necessarily measure a superposition of deformation signatures, interseismic strain above the subduction zone, far-field plate motions, and deformation within the plate margin. To understand any of these physical processes we must separate the affects each has on the GPS displacements. We present some ongoing work using GPS and geologic constraints in a finite element solution on a sphere to understand plate margin displacements in the Caribbean Central America and northern Andes region.

GPS.07

GPS AND THE JALISCO BLOCK

T. Melbourne¹, O. Sánchez Zamora², G. Suárez², C. DeMets³, Ian Carmichael⁴, J. Stock⁵ and Frank Webb⁶

¹ CIT² UNAM³ UWM⁴ UCB⁵ CIT⁶ JPL

The Jalisco block of western México is a tectonic microplate bounded by two active continental rift systems to the north and east and subduction of the Rivera and Cocos plates offshore. The interaction of this microplate with the surrounding plates is not well understood, and conflicting models have been proposed to explain the tectonics of the region. These models depend heavily on the rate and direction of offset along the continental rifts bounding the Jalisco block, and so quantifying the regional strain field is key to understanding the tectonics here.

We have deployed and occupied a 15 site GPS network in and around the Jalisco block. Site installation was undertaken in 1994 and the network was first occupied in March, 1995 with Trimble 4000SSE geodetic (dual frequency, P-code) receivers. Three consecutive groups of stations were occupied for 8 hours per day for three days each, with the exception of one station which was occupied for all 9 days. The data from the initial occupation has been processed using the Gypsy-Oasis II software developed at JPL. We solve for absolute positions using precise orbit and satellite clock information derived from solutions for the continuous global tracking network run by the JPL GPS group. We plan to occupy additional stations in March, 1996, and to reoccupy the first set of stations during the spring of 1997.

We intended to resolve which relative plate motion models best explain the measured strain data and on-land deformation; this in turn should elucidate the dynamics of how rift-related deformation accompanies simultaneous on-land extension and offshore differential trench-normal subduction. We will address what the observed strain rates imply about the seismic recurrence interval and whether the pattern of

deformation within the Jalisco block holds any useful information about the larger process of continental fragmentation.

GPS.08

BENEFITS OF THE INTERNATIONAL GPS SERVICE FOR MONITORING CRUSTAL DEFORMATION IN MEXICO SYSTEM

R Neilan

Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, CA

The International GPS Service for Geodynamics (IGS) is an approved activity of the International Association of Geodesy with the main objectives of supporting geodetic and geophysical research and applications through GPS data and products. This presentation will focus on accessing and applying IGS products to augment and improve regional GPS studies, particularly in Mexico.

The IGS consists of a cooperative network of more than 100 internationally distributed GPS Tracking Stations; various Network Operational and Data Centers; and a number of Analysis Centers. The coordination and management of the service is performed by the IGS Central Bureau, located at the Jet Propulsion Laboratory (JPL), which is funded by NASA to provide information and products related to the IGS. The Central Bureau maintains an Information System, which is accessible over Internet through anonymous ftp (igs.cb.jpl.nasa.gov, directory.igs.cb), or on the World Wide Web (<http://igs.cb.jpl.nasa.gov/>).

GPS.09

BAJA CALIFORNIA SUR-SONORA-SINALOA GPS NETWORK REOCCUPIED

Oswaldo Sánchez and Gerardo Suárez
Instituto de Geofísica, UNAM, 04510 México, D. F.

Continental fragmentation is an important tectonic process that is not well understood. Several stages of such a process are believed to take place in the northeastern Pacific; the Gulf of California representing a mature stage. The opening of the Gulf of California and in particular the opening rate, has been studied using almost all available techniques, including a few extraterrestrial methods. However, uncertainties still exist which prevent a definitive reconstruction. With the advent of GPS it is now possible to directly monitor the Pacific-North America spreading rate along this part of the plate boundary.

As part of the GEOMEX-89 project, several U. S. A. and Mexican institutions established and measured 8 GPS stations in Northwestern México which were added to an existing small network of 3 GPS stations; two in Baja California Sur and one in Mazatlán which had already been measured in 1985 using GPS. In May of 1994 we reoccupied the southernmost 5 stations to continue monitoring the recent Pacific-North America spreading rate. In this talk we present our results.

GPS.10

**GPS HIGH ACCURACY GEODETIC NETWORKS
IN MEXICO.**

T. Soler¹, G. Alvarez-García², A. Hernández-Navarro²,
and R. H. Foote¹.

¹ National Geodetic Survey, NOS, NOAA, Silver Spring, MD
20910

² Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática,
Aguascalientes, Ags., 20230 México

Recently, Mexico's Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) adopted a new geocentric three-dimensional coordinate system as the basis for all its national geodetic and mapping needs. The selected frame is the International Earth Rotation Service (IERS), Terrestrial Reference Frame of year 1992 (ITRF92) referred to epoch 1988. The geometric surface of choice is the Geodetic Reference System ellipsoid of 1980 (GRS80). The implementation of this geocentric datum permits the integration of all geodesy, mapping, and land information systems of México into a modern framework consistent with present accuracies obtainable through the Global Position System (GPS). The practical realization of the spatial reference system was done in cooperation with NOAA's National Geodetic Survey (NGS) through a series of coordinated GPS projects. As a result México established 14 permanent GPS trackers (A-order stations) from which the less accurate B-order GPS network was propagated. With this implementation INEGI assures that the requirements of modern geodetic and cartographic operations in México will be met for many years to come. Updated results, procedures, and data analysis are presented.

GPS.11

**NATIONAL GEODETIC SURVEY GPS PRECISE
EPHEMERIS AND CONTINUOUSLY OPERATING
REFERENCE STATION DATA**

P. R. Spofford, and W. E. Strange
National Geodetic Survey, NOS, NOAA, Silver Spring, MD
20910-3282; 3013205

The National Geodetic Survey has been given the responsibility to compute and distribute post-fit GPS ephemerides to the civilian sector of the United States Global Positioning System user community by the U. S. Department of Transportation. This activity has been underway since September 1991. In addition, the National Geodetic Survey, in cooperation with three other government agencies, has begun to make GPS data available to the public from a Continuously Operating Reference Station network. The network is expected to include as many as 100 sites by 1998. This paper discusses the background, current efforts, and plans for these two programs, as well as methods to access this valuable data.

GPS. 12

**ESTIMACION DE LA RAZON DE
DESPLAZAMIENTO DE LA FALLA DE AGUA
BLANCA UTILIZANDO GPS**

Alejandro Hinojosa C.¹ Francisco Suárez V.² y Tim Dixon³

¹ CICESE. División de Ciencias de la Tierra, Km. 107 Carr.
Tijuana-Ensenada, Ensenada B.C.

¹ RSMAS/MGG University of Miami, 4600 Rickmbacker,
Cswy, Miami Florida 33149 USA.

La zona de Falla Agua Blanca presenta algunos kilómetros de dislocaciones cuaternarias, sin embargo sísmicamente es inactiva, lo cual puede interpretarse como que la falla se encuentra en una etapa de deformación elástica, acumulando energía, que será liberada en un próximo temblor; o bien, la Falla de Agua Blanca entró en una etapa de inactividad permanente y el movimiento por ella generado, actualmente se canaliza a través del sistema San Miguel-Vallecitos ubicado al norte de Agua Blanca.

Con el objeto de invalidar una de las dos hipótesis planteadas, en mayo de 1989 y abril de 1993 se realizaron mediciones geodésicas en la zona de Falla de Agua Blanca, utilizando GPS. En noviembre de 1994 se efectuó una tercera campaña de mediciones, sobre una red diseñada y que contiene 19 sitios a lo largo del trazo de la falla de Agua Blanca. Los resultados obtenidos con la información de los tres periodos de observación, indican que la Falla de Agua Blanca es aun activa, y que su deslizamiento neto es de 6 mm/año y que se encuentra en un estado de deformación elástica y con el potencial sísmico para generar un temblor $M > 6$. Con el objeto de contar con un mayor número de datos, se instaló una estación permanente en el CICESE la cual registra en forma continua y forma parte de la red geodésica mundial de GPS, a ésta se agregarán dos más que serán ubicadas en las instalaciones del observatorio de San Pedro Mártir y en Puerto Peñasco, Son.

GPS.13

**ESTADO ACTUAL DE LA RED GEODESICA
NACIONAL ACTIVA (MEXICO)**

Gabriel Alvarez García
Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática
(INEGI), Aguascalientes, Ags., 20230, México.

A partir de 1993, el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática de México estableció una red de 14 receptores GPS permanentes que cubren todo el territorio nacional. En esta plática se presenta los precedimientos y resultados obtenidos a la fecha.

GPS.14

CONTINUOUS GPS MEASUREMENTS OF CRUSTAL DEFORMATION IN SOUTHERN CALIFORNIA, BAJA CALIFORNIA, AND MAINLAND MEXICO

Y. Bock,¹ S. Marquez² and G. Alvarez García³

¹ IGPP, Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, CA
92093 USA.

² Center for Iberian and Latin American Studies, La Jolla, CA
92093 USA.

³ Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática,
Aguascalientes, Ags., México.

A program of continuous GPS measurements along the Pacific/North American plate boundary in southern California was initiated in 1990 as a NASA pilot project with four tracking stations. Today this array, the Southern California Integrated GPS Network / Permanent GPS Geodetic Array (SCIGN/PGGA) consists of 25 permanent stations with an active ongoing densification, particularly in the Los Angeles Basin, and plans for an order of magnitude increase in the number of stations. We also plan to expand the network southward into the Salton Trough. The array is operated by the Scripps Orbit and Permanent Array Center along with Southern California Earthquake Center member universities, the Jet Propulsion Laboratory, the U.S. Geological Survey and local surveying offices.

A permanent GPS reference network for active geodetic control was established in México in 1993, the Red Geodesica Nacional Activa (RGNA). Currently there are 14 operational stations providing uniform coverage of the entire country, including sites at the southern and northern boundaries of the Baja California peninsula. In addition, the Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE) is operating a permanent GPS site at Ensenada which has been integrated in the PGGA network.

Scripps and INEGI have entered discussions to integrate the two networks for the purpose of increasing spatial coverage of the Pacific/North America plate boundary, in particular to monitor ocean spreading in the Gulf of California, continental transform faulting along the Cerro Prieto - Imperial faults, and subduction along the Middle American trench. This expanded array will enhance the effectiveness of GPS field surveys in México and Southern California. Our initial aim is to standardize GPS equipment, data analysis, and archiving procedures.

TVC.01

ANOMALIA EN LA INCLINACION PALEOMAGNETICA DE LAS LAVAS DEL PARICUTIN

L. Alva Valdivia y J. Urrutia Fucugauchi
Instituto de Geofísica, UNAM, Circuito Exterior, Coyoacan,
04510, México, D. F.

Reportamos resultados de un estudio paleomagnético realizado en uno de los pocos volcanes históricos que han sido observados desde su nacimiento y a través de su corta evolución geológica, El Parícutín. Se localiza entre varios miles de conos volcánicos Cuaternarios (estrato-volcanes, cineríticos y calderas) dentro de la zona conocida como Faja Volcánica Mexicana. Dicho vulcanismo es el resultado de la subducción hacia el NE de las placas de Cocos y Rivera bajo la placa Norteamericana en su eje Sur. Para nuestro estudio, colectamos 115 núcleos de 12 sitios paleomagnéticos en distintos flujos de lava, los cuales cubren las erupciones desde Diciembre de 1943 hasta la de Marzo-Julio del 1946. Los diagramas zijderveld muestran, de forma general, una pequeña componente viscosa más la componente característica muy bien definida. Los diagramas de intensidad normalizada reflejan el contenido de una mineralogía constituida por titanomagnetitas con probable dominio múltiple a pseudo-sencillo. Las direcciones medias se encuentran cerca a la dirección del campo geomagnético del lugar, sin embargo, existe una anomalía en la inclinación paleomagnética de nuestras muestras, la cual da 12° menos en promedio que la inclinación determinada por el Observatorio Geomagnético de Teoloyucan para ese período (resultados que corresponden con los derivados del IGRF). Dicha anomalía podría explicarse en términos de los efectos ocasionados por la magnetización del terreno subyacente de cada sitio, y/o a efectos de la topografía irregular de los mismos.

TVC.02

ESTRATIGRAFIA Y GEOQUIMICA DE LAS ROCAS VOLCANICAS TERCIARIAS DE LA REGION TAXCO-TILZAPOTLA

Alba-A., L., Reyes-S., M., Altúzar-C., P., Ángeles-G., S.,
Corona-E., R., y Morán-Z., D.
Instituto de Geología, UNAM. CU, México, D.F., C.P. 04510

La Provincia Volcánica Terciaria del SW de México se encuentra ubicada en una posición intermedia entre la FVTM y el cinturón plutónico que ocupa la margen continental pacífica.

Esta ubicación la hace un elemento clave para comprender las variaciones espacio-temporales del magmatismo en el sur de México, así como sus relaciones con los procesos de tectónica en la cuenca del Pacífico.

Existen variaciones geoquímicas y petrológicas en toda la extensión de la secuencia que indican cambios en la evolución de los magmas, en el ambiente tectónico y en la influencia de la corteza continental. Mientras que en Oaxaca

domina la presencia de unidades lávicas y volcanoclásticas predominantemente andesíticas, la región de Guerrero-Morelos está esencialmente formada por ignimbritas silíceas.

En la región de Taxco-Buenavista aflora una secuencia volcánica terciaria que varía de 300 a 800 m de espesor y que había sido considerada por autores previos como formada por dos unidades volcánicas, una riolítica inferior y otra andesítica superior. Estas unidades fueron denominadas Riolita Tilzapotla (Oligoceno) y Grupo Buenavista (Mioceno) respectivamente.

Los estudios de petrografía microscópica y electrónica, así como estudios de difracción y fluorescencia de rayos X, revelan que la diferencia composicional de ambas unidades es más aparente que real. La secuencia volcánica en su conjunto está dominada por rocas ignimbriticas de carácter silíceo (62-70 % de SiO₂) y calcialcalino que fueron emitidas como parte de episodios sucesivos de magmatismo explosivo. Al oriente de Tilzapotla la secuencia silícea está cubierta por una serie de derrames y piroclásticos andesíticos, con presencia de hornblendas y en ocasiones de piroxenos, cuyos afloramientos se vuelven dominantes hacia la región de Oaxaca.

Los fechamientos disponibles indican que la edad de la secuencia silícea se ubica entre 30 y 35 ma, y que ésta es parcialmente contemporánea con el plutonismo de la región de Acapulco.

La composición y cronología del magmatismo revelan la existencia, para el Oligoceno, de un arco magmático continental de carácter silíceo que se extendía desde el actual margen continental, hasta 200 km hacia el interior del continente. El cese rápido de la actividad magmática, y la aparición del vulcanismo andesítico y basáltico de la FVTM en el Mioceno tardío no apoyan la idea de una migración gradual en tiempo y espacio del magmatismo desde la margen del Pacífico hasta la actual posición de la FVTM, sino más bien expresan un cambio radical en la interacción cinemática de las placas Farallón (Guadalupe) y Norteamérica.

TVC.03

PROPIEDADES MAGNETICAS Y PALEOINTENSIDADES EN PERFILES VERTICALES ATRAVES DEL FLUJO DE LAVA DEL XITLÉ, FORMACION CHICHINAUTZIN

Harald Böhnel¹, Cecilia Caballero¹, Luis Alva¹, Juan
Morales¹ Silvia Gonzalez¹ y Graham Sherwood²

¹ Instituto de Geofísica, UNAM, CU., Apdo. Postal 70-472,
Coyoacán 04510 México, D.F.

² Liverpool-John-Moores University, Liverpool, UK

El registro magnético en un flujo de lava debería ser homogéneo en el caso ideal, ya que el campo magnético ambiental no varía durante el período de enfriamiento. Sin embargo, las propiedades magnéticas pueden variar debido a que el contenido y la composición de los minerales magnéticos no siempre son constantes a través de un flujo. Las propiedades magnéticas (normalmente) no interfieren en

las direcciones de la magnetización remanente, pero juegan un papel importante para su intensidad. Para estudiar la interrelación de las propiedades magnéticas con la paleointensidad del campo magnético terrestre (CMT) se mostraron 2 perfiles verticales atravesando el flujo de lava del volcán Xitle, tomando un total de 100 muestras. Para estas muestras se determinaron las siguientes propiedades magnéticas: la susceptibilidad magnética y su variación con la temperatura, la histéresis magnética, y la temperatura Curie. Las variaciones observadas se pueden interpretar en términos de diferencias composicionales y de tamaño de grano. Muestras de los mismos núcleos fueron estudiadas para obtener paleointensidades (PI) del CMT, utilizando el método de Thellier (modificado por Coe). La PI media es de 71 ± 11 μT , lo que concuerda con valores altos de PI observados en el SW de Norteamérica en estudios arqueomagnéticos para edades similares. Sin embargo, se observaron variaciones importantes a través del flujo, que se reflejan en la alta desviación estándar. En algunas partes del flujo estas variaciones aparentemente siguen tendencias sistemáticas.

TVC.04

LA MALINCHE: UN VOLCAN EN ESTADO DE REPOSO

Castro, R.¹, Siebe, C.¹ y Abrams, M.²

¹ Instituto de Geofísica, UNAM., D.F., México.

² Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, CA., USA.

La Malinche, un estratovolcán en la parte central de México, ha sido ampliamente estudiado desde el punto de vista de la Glaciología. Sin embargo, su historia eruptiva es poco conocida todavía. Con el fin de conocer más acerca de la misma, se han llevado a cabo estudios de los depósitos volcánicos más jóvenes. Así, se han identificado depósitos piroclásticos originados por flujo (los más abundantes), por caída aérea y por "surges", además de algunos depósitos de lahar. En las laderas Norte y Oeste del volcán están ampliamente extendidos depósitos piroclásticos de flujos de cenizas; de algunos de ellos se lograron coleccionar muestras de carbón orgánico, cuyos fechamientos arrojaron edades de 7 650 q 70, 3 115 q 55 y 2 145 q 140 años antes del presente. Lo anterior concuerda con la morfología del volcán, con las capas delgadas de suelo desarrollado sobre los depósitos piroclásticos superficiales y con la poca influencia del intemperismo en los piroclastos que afloran. Estos resultados sugieren la posibilidad de considerar a La Malinche en la lista de los volcanes potencialmente activos del país.

El presente es un informe preliminar de una tesis de Maestría, cuyo propósito es investigar la edad y el estilo de la erupción más reciente de La Malinche.

TVC.05

VARIACION EN LOS NIVELES DE CONCENTRACION DE F-, CL-, SO4=, EN MUESTRAS DE CENIZAS PROCEDENTES DEL VOLCAN POPOCATEPETL

N. Ceniceros, O. Cruz, M.A. Armienta, A.L. Martín del Pozzo

Instituto de Geofísica, UNAM. México D.F. 04510

Las especies químicas volátiles presentes en el magma son en un determinado momento importantes indicadores que se relacionan con cierta actividad volcánica.

Elementos como los Cl-, F-, y SO4=, procedentes de emisiones volcánicas son posibles de determinar en muestras de cuerpos de agua y en cenizas procedentes de procesos volcánicos.

El muestreo de campo junto con los análisis de laboratorio, proporciona una información geoquímica del estado de actividad del volcán y pueden ser utilizados conjuntamente con otros métodos convencionales de vigilancia geofísica.

Se describen los métodos analíticos en la evaluación de estos parámetros y su variación en concentración en muestras emanadas del volcán Popocatepetl en el monitoreo realizado durante su más reciente actividad.

TVC.06

NIVELACION GEODESICA EN EL VOLCAN DE FUEGO DE COLIMA.

J.L. Degollado Z.¹, F.J. Castillo A.¹, A. Medrano R.¹, A. Gómez V.¹ y S. De la Cruz-Reyna²

¹ Facultad de Ingeniería, UNAM. CU, México, D.F.

² Instituto de Geofísica, UNAM-CENAPRED.

Este volcán está considerado como el más activo del país. Debido a esto y al riesgo que conlleva, se estableció un monitoreo mediante redes geodésicas, que permiten medir las deformaciones del terreno. En total se han llevado a cabo 4 etapas de nivelación sobre la red establecida en el volcán, entre junio de 1992 y mayo de 1995. En las dos primeras etapas sólo se midieron 6 de los 8 bancos de nivel que componen la red de nivelación; en las dos últimas etapas se ha logrado medir de toda la red. Esta red contiene 4 marcas adicionales utilizadas como 2 inclinómetros secos, así como, una red de triangulación de 6 vértices. Durante el trabajo desarrollado en las dos primeras etapas de medición se emplearon los métodos "De los tres hilos" o "Americano" y "Del Micrómetro". Su uso combinado permitió la obtención de 6 desniveles para cada tramo. En los resultados obtenidos se observa que si bien se satisfacen los lineamientos requeridos para nivelación de precisión de primer orden, clase 1, no todos los valores obtenidos para cada tramo se mantienen dentro de la tolerancia establecida. Por ello se buscó un criterio de desecho (NOAA, 1989). En base a este fue necesario en ocasiones eliminar hasta 4 de 6 valores obtenidos en el levantamiento y así obtener la desviación estándar esperada.

En la tercera y cuarta etapa se aplicó un método nuevo que permite asegurar que los desniveles obtenidos estén dentro de la categoría correspondiente a una nivelación de primer orden, clase 1. La nivelación se realizó por el método desarrollado por Tryggvason (1989), lo que permitió obtener desviaciones estándar del orden de 0.3 mm a 1.8 mm como máximo para cada tramo medido, sin tener que desechar ninguno de los 8 desniveles obtenidos. Con este método se obtienen 4 desniveles para cada tramo de nivelación. El trabajo se realiza de ida y regreso. Los desplazamientos obtenidos durante las cuatro etapas de vigilancia geodésica no muestran movimientos muy grandes. Podemos asegurar que el mayor desplazamiento vertical que hayan experimentado las marcas de la red de nivelación durante el último año, ha sido del orden de 10 mm en sentido descendente, en el banco de nivel dos, sobre la entrada al cráter somma, 1.9 km al NNE del domo activo. Del banco de nivel 3 al banco de nivel 6 la tendencia del desplazamiento vertical es también en sentido descendente pero en una escala menor, en el rango de 1mm a 4mm. En contraste, los bancos de nivel 7 y 8, sobre el cráter del somma, al WNW del cono volcánico, han mostrado un desplazamiento vertical en sentido ascendente de 1mm y 3mm respectivamente, durante el último año. Esto sugiere un ligero basculamiento del edificio volcánico hacia el NE en ese tiempo, que posiblemente pueda ser debido a un cierto relajamiento de esfuerzos internos. Este estudio ha sido financiado por el CONACYT, a través del proyecto 400323-5-1899-T9211.

TVC.07

MONITOREO GEODESICO DEL VOLCÁN POPOCATEPETL.

J.L. Degollado Z.¹, A. Gómez V.¹, A. Medrano R.¹, F.J. Castillo A.¹, S. De la Cruz-Reyna.²

¹ Facultad de Ingeniería, UNAM. C. U., México, D.F.

² Instituto de Geofísica, UNAM-CENAPRED.

Uno de los métodos más utilizados para la detección temprana de cambios en el estado de actividad de un volcán, es el método geodésico para la medición de deformaciones del edificio volcánico. Estos movimientos pueden ser evaluados como cambios en las coordenadas horizontales y verticales, que se interpretan como inflación o deflación del cuerpo volcánico. Las mediciones repetitivas de triangulación sobre la red establecida en el flanco norte del volcán Popocatepetl se han realizado de manera persistente desde el mes de agosto de 1994. Se cuenta con 10 etapas de reocupación de la red geodésica hasta la fecha. Los sitios escogidos como vértices sobre este flanco son: Las Cruces con un arbol de 11 prismas, Tres Amigos, Texcalco, Meseta y La Cruz con un arbol de 3 prismas cada uno. Los vértices de la línea base son Tlamacas y Paso de Cortés. Las distancias inclinadas se miden con un distanciometro electrónico (EDM) Leica Wild DI3000S, con un alcance máximo de 19 Km y una precisión de $\pm 3 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$. Los ángulos horizontales y verticales se miden con un teodolito universal Leica T-2, con aproximación a la décima de segundo. Todos los valores obtenidos de las observaciones de campo, distancias y ángulos, se analizan estadísticamente obteniéndose promedios, desviaciones estándar y límites de confianza. El análisis de los datos de deformación sugiere

que la mayor parte de las variaciones observadas caen dentro de los límites de resolución de los instrumentos utilizados y por tanto no son significativas en términos de deformaciones resultantes de fuentes de presión internas al volcán. Una excepción es el cambio observado entre la 3a y 4a etapas en el vértice correspondiente al sitio Meseta. Dos medidas independientes Tlamacas-Meseta y Paso de Cortés-Meseta confirman este desplazamiento. En ambos casos el desplazamiento está fuera de los límites de error. El desplazamiento observado en la meseta (situada sobre el borde de la barranca de Nexpayantla) es probablemente real y coincidente con la actividad de diciembre de 1994. Es posible que las actividades sísmica y freática desarrolladas en ese periodo hayan generado esfuerzos y desplazamientos sobre estructuras relativamente inestables, como podría ser la Meseta. Sin embargo, este desplazamiento no parece ser significativo desde la perspectiva de movimientos importantes de magma en el interior del volcán y en la actualidad muestra una tendencia a revertirse. Puede concluirse que el monitoreo geodésico constituye una importante herramienta para la evaluación del riesgo asociado al volcán. Este estudio ha sido financiado por el CONACYT, a través del proyecto 400323-5-1899-T9211.

TVC.08

ANALISIS ESTRUCTURAL Y GRAVIMETRICO DE LA CUENCA Y DIQUES ASOCIADOS CON EL VOLCANISMO BASALTICO DEL MIOCENO, EN BAHIA DE LOS ANGELES, BAJA CALIFORNIA

Delgado-Argote, Luis A. y García-Abdeslem, Juan
División de Ciencias de la Tierra, CICESE, Km 107 Carr.
Tijuana-Ensenada, Ensenada, Baja California, 22860.

La cuenca de Bahía de los Angeles es una depresión que asemeja a un graben orientado NNW, flanqueado por la sierras La Libertad y Las Animas, y dividido por la sierra Las Flores. El basamento local y regional está formado por rocas metamórficas y graníticas del Paleozoico y Cretácico, respectivamente. En la parte norte de la sierra Las Animas y en la sierra Las Flores, el basamento está cubierto por al menos, una sucesión de siete unidades de flujo piroclástico y lavas basálticas de edad Mioceno. En la sierra La Libertad el basamento está descubierto.

Las unidades piroclásticas de la sierra Las Animas están prácticamente en posición original, buzando en promedio 14° hacia el oeste debido a su depositación en un basamento con pendientes abruptas. La actitud de la estratificación y de otras estructuras primarias en las rocas volcánicas indican que la ó las fuentes de estos depósitos se localizaron probablemente hacia el S-SW de la sierra Las Animas. La secuencia estratigráfica completa está afectada por fallas de desplazamiento lateral y normales asociadas. No hay evidencias claras de fallamiento normal importante en los flancos de la sierras.

Se hizo un levantamiento gravimétrico de detalle de 10 km al norte de la sierra Las Flores, orientado E-W, entre las sierras La Libertad y Las Animas. En la parte central de la cuenca se observa que el relleno sedimentario es menor de

100 m. Contrario a lo esperado, las anomalías gravimétricas no indican la presencia de fallas normales de gran escala; en su lugar, dos grandes anomalías en la cuenca se interpretan como intrusivos de composición basáltica asociados con el volcanismo fisural. Hacia el norte de la sierra La Sierra Las Flores, un cuerpo de 2 km de anchura es, aparentemente, parte de un gran dique que conecta a la actividad basáltica de Las Flores con la de los cerros El Almacén, Los Angelitos y Archelon. El conjunto forma una estructura de 8 km de longitud orientado N-NW.

TVC.09

UN MODELO FISICO PARA LA PREDICION DE ERUPCIONES EXPLOSIVAS: UNA APLICACION

Servando De la Cruz-Reyna y Gabriel Reyes
Instituto de Geofísica, UNAM-CENAPRED
CICBAS, Universidad de Colima

Se ha desarrollado un modelo de respuesta viscoelástica de materiales ante diferentes historias de esfuerzos. El modelo permite predecir el tiempo de falla (por degradación) del material en función de la evolución temporal de alguna de varias observables, tales como la sismicidad o las deformaciones precursoras. Considerando un volcán como un sistema cerrado, sujeto a esfuerzos derivados de la intrusión y sobrepresión de magma, o de sus subproductos, el edificio volcánico puede deformarse y liberar energía sísmica en la forma que predice el modelo. Si este es el caso, la función que describe la fluencia del modelo permite calcular el momento en que ocurrirá la falla del material y por tanto la liberación abrupta de la sobrepresión, esto es la erupción. Aquí se describe una predicción hecha a posteriori de una explosión freática ocurrida la noche del 21 al 22 de julio de 1994, en el volcán de Colima. En este caso, un dispositivo de medida de los desplazamientos acumulados generados por la actividad sísmica en el volcán había sido desarrollado en la U. de Colima y se encontraba en operación en el momento de la actividad freática. Este dispositivo permite monitorear en tiempo cuasi-real la acumulación de la raíz cuadrada de la energía sísmica liberada por unidad de tiempo, por medio de procesamiento digital de las señales telemétricas que llegan de las estaciones de monitoreo de la Red Sísmica de Colima (RESCO) en el volcán. En el procedimiento de predicción a posteriori, se analiza como la calidad de la predicción se mejora conforme se desarrolla el proceso. En las etapas iniciales de la aparición de fluencia terciaria, (entre unos 7 días y 1 día antes del evento) el error en la predicción es del orden del 25%. Durante el último día, las predicciones se afinan hasta lograr un error de aproximadamente una hora en el cálculo del tiempo de ocurrencia de la erupción freática. En contraste con metodologías de predicción empíricas que se han venido desarrollando desde 1960, el modelo propuesto aquí permite calcular el momento de la erupción en base a proceso físico que sólo requiere la determinación de dos parámetros numéricos.

TVC.10

NUEVOS AVANCES EN EL CONOCIMIENTO DE LA ESTRATIGRAFIA DEL VOLCÁN CHICHÓN, CHIAPAS, MÉXICO.

Espíndola, J.M.¹, Macías, J.L.¹ y Sheridan, M.²
¹ Instituto de Geofísica, UNAM, CU, CP. 04510, Mexico .D.F.
² Geology Department, SUNY at Buffalo, Buffalo, New York 14260, USA

Presentamos los resultados preliminares de alrededor de 45 días de trabajo de campo en el volcán Chichón, Chiapas, México. El Chichón esta compuesto por al menos 4 conos de tobas y dos domos andesíticos que cubre un área de 10 km². Los conos de tobas tienen cráteres con diámetros que varían de 1 a 2 km y se caracterizan por sus paredes interiores abruptas y sus suaves pendientes externas. Los ejemplos más claros están representados por las rocas que componen el cráter mayor, tipo *somma*, cuya edad es de unos 250 mil años y las del cráter de 1982, contenido en el *somma*, de unos 3000 años de antigüedad. Nuestros conocimientos sobre la actividad volcánica ocurrida entre las dos últimas fechas señaladas son escasos, por lo que se colectaron muestras representativas de ese periodo mismas que se encuentran en proceso de datación.

Se sabe que en el área la actividad explosiva es intensa con deposición de materiales piroclásticos de caída, oleadas (*surges*), derrames o flujos y lahares en una sucesión que parece ser típica de las erupciones de este volcán. Los datos radiométricos de C-14 que hemos obtenido nos permiten completar la cronología conocida y sabemos ahora que se presentaron periodos intensos de actividad hace 2600, 1800, 1600, 1400, 1250, 900 y 600 años, además de la reciente de 1982. Otras observaciones nos indican que el área tuvo una densidad de población de cierta significación desde las fechas mas remotas, por lo que el volcán ha sido siempre una amenaza en la región.

La composición de la pomez en estos depósitos mencionados es en general homogénea de afinidad calcoalcalina andesítico-basáltica- andesítica.

Una última observación importante en nuestro trabajo de campo consiste en el hallazgo de coladas de lava aparentemente asociadas al cráter *somma*, lo que sugiere que el volcán siguió el curso de evolución típico de los conos de tobas.

TVC.11

LINKS BETWEEN MAGMATISM AND TECTONICS IN THE SOUTHWESTERN SIERRA MADRE OCCIDENTAL: A PRELIMINARY MODEL

Luca Ferrari
Instituto de Geología, UNAM, Estación Regional del Centro,
Apdo Postal 376, Guanajuato. Gto 36000.

The Sierra Madre Occidental (SMO) in Nayarit, Jalisco and Zacatecas is poorly known in comparison with its northern

part in Durango, Sonora and Chihuahua. As a first step of a research project aimed at exploring this scarcely accessible region, a preliminary map of the main tectonic and volcanic structures was elaborated based on field reconnaissance mapping, photogeology, analysis of digital terrain models (DTM) and published information.

The most striking structure of the region is the Nayar volcanic field (NVF), a huge calderas field inferred from photogeology and DTM analysis in northern Nayarit. The NVF is composed of at least 12 nested calderas aligned NNW in an elliptic area of 130 x 60 km, which probably account for most of the 1000 to 1500 m of ignimbrites of the southwestern SMO. The age of the NVF is probably early Miocene since ignimbrites are 17-23 Ma old both to the south (southern Nayarit and northern Jalisco) and to the north (El Salto-Mazatlan area). Similar ages are also reported in the La Paz area (Baja California Sur) where exposed ignimbrites may represent distal products of the NVF.

The relatively undeformed NVF is bordered by strongly deformed areas. The region to the east is affected by 100 to 180 km long, N-S to NNE trending graben (Juchipila, Tlaltenango, Bolaños, Atengo and Mezquital, from E to W) which have a maximum relief comprised between 800 and 1200 m. Stratigraphic data and ages are available for the first three grabens and indicate that most of the lowering occurred at 22-20 Ma. The southwestern edge of the SMO, in the Rio Santiago basin between the Aguamilpa and Santa Rosa dams, is affected by transpressional folding, left-lateral faulting and minor thrusting occurred between 14.5 and 12 Ma as a result of a ESE motion of the Jalisco block (Ferrari, 1995, Geology). To the west and southwest the NVF is bordered by the NNW trending Pochotitan and San Pedro fault systems, developed mainly between 12 and 9 Ma during the proto-Gulf extension. These system of high angles normal faults lower at least 2000 m the SMO ignimbrites which are tilted 10° to 35° to the ENE along the Gulf coast. The N-S trending Sierra de Pajaritos and Puente de Camotlán half grabens, located east of the Pochotitan fault system, probably formed during the same tectonic phase. All these extensional structures are separated from the Rio Santiago folds to the south by a left-lateral transfer fault system at the latitude of Santa Maria del Oro.

Worldwide examples show that calderas fields are usually underlain by granitic to dioritic batholiths with a volume of about 10 times that of the extruded material. This means that the NVF may be underlain by a 10 to 15 km thick batholith. Furthermore, since petrologic studies indicate that the SMO ignimbrites were generated by large-scale intrusion of mantle-derived basaltic magmas, the lower crust should be composed by a layered gabbro which represents the cumulate residual of the granite differentiation. Positive gravimetric anomaly aligned NNW in the southwestern SMO support this inference. If this is the case this huge magmatic intrusion constitutes a substantial addition of mantle material to the crust in early Miocene. I propose that this mass transfer accommodated extension and replaced the formation of grabens in the southwestern SMO.

TVC.12

A GEOLOGIC TRANSECT OF CENTRAL MEXICO AT THE LATITUDE OF GUANAJUATO: TECTONIC AND MAGMATIC IMPLICATIONS

Luca Ferrari and Angel Nieto Samaniego
Instituto de Geología, UNAM, Estación Regional del Centro,
Apdo Postal 376, Guanajuato. Gto 36000.

We have integrated stratigraphic, structural and geophysical information along a 800-km-long E-W profile at the latitude of Guanajuato in order to construct a crustal geologic section of central Mexico north of the Mexican Volcanic Belt. From the Gulf of California to the Gulf of Mexico we recognize three major crustal blocks corresponding to the Sierra Madre Occidental (SMOC), the Mesa Central (MC) and the Sierra Madre Oriental (SMOR). Each block has different crustal thickness, shows a distinct deformation behavior and volcanic style during the Tertiary and is separated by ~N-S crustal-scale fault systems.

The SMOC is a 40 km thick crustal block bounded to the west by the oceanic crust of the Gulf of California. The exposed rocks consist of (1) Eocene to early Oligocene andesitic lavas and minor ash flows covered by (2) up to 200 m of conglomerate and red sandstones which are unconformably overlain by (3) silicic ash flows of early Miocene age, which thicken westward up to 1500 m. Presumably, the source of this sequence was the Nayar Volcanic Field (NVF), a huge field of NNW aligned nested calderas, inferred by photogeologic and morphologic analysis in northern Nayarit (Ferrari, this issue). These rocks are underlain by subvolcanic stock of granitic to dioritic composition, which are inferred to merge at mid-crustal depth into a batholith. Consistently with positive anomaly in the gravimetry, the lower crust is probably a layered gabbro formed during the growing of the SMOC volcanic arc. Several N-S to NNE trending graben formed at 22 to 20 Ma east of the NVF, whereas to the west NNW trending normal fault systems developed mainly at 12-9 Ma during the beginning of proto-Gulf extension.

The MC is separated by the SMOC by the Aguascalientes fault and is bounded to the east by the Catorce-San Miguel de Allende fault system. In the MC a strongly deformed Mesozoic basement is locally exposed or is overlain by rhyolitic domes and a relatively thin sequence of ignimbrites of Oligocene age. Late Miocene and Quaternary alkali-basalts often cap the succession. Known and inferred calderas are scarce and located along the boundaries of the block. By contrast rhyolitic domes are ubiquitously distributed and some of the ignimbrites are considered of fissural origin. This indicates that the MC crust does not favor the formation of large magma chamber and that magma transport is accomplished through relatively small magma batches. In the MC extension occurred since early Oligocene. The main grabens formed at 30-27 Ma but other pulses at 13-10 Ma and in Plio-Quaternary are suggested by the emplacement of alkali-basalts and minor normal faulting. However the deformation pattern is far more complex than in the SMOC because of the reactivation of a pre-fractured basement (Nieto-Samaniego et al., this issue). Seismic studies suggest the existence of a zone of partial melting at the base

of the lower crust. This explain why, despite being only 32 km thick, the MC has a higher average elevation than the SMOC and SMOR.

The 37 km thick SMOR block consists of 4 to 5 km of marine Cretaceous rocks thrust onto a Jurassic to Precambrian basement during the Laramide orogeny. The SMOR appear as a resistant block, relatively unaffected by Cenozoic extension.

The evolution of deformation and volcanism observed since Oligocene in the studied region can be summarized as follow.

Oligocene-early Miocene. Silicic volcanism occurred initially in the MC (31-25 Ma) with the widespread emplacement of rhyolitic domes and a few ignimbritic sheets. Then volcanism shifted westward and focussed along a NNW trending axis in the western SMOC (23 to 17 Ma). Although extension was undergoing throughout the entire period major extensional faulting occurred at 30-27 Ma in MC and at ~22-20 Ma in the eastern SMOC whereas in the western SMOC was probably accommodated by addition of magmatic material to the crust.

Middle Miocene-Quaternary. Volcanism shifted further west, in the area of the present Gulf of California, and became dominantly andesitic (17-12 Ma). Extension focussed along this andesitic arc and formed a continental rift (14-5 Ma) and eventually an oceanic basin (5-0 Ma). In this period the axis of SMO show negligible extension. By contrast extension still occurred in the MC.

This uneven distribution of the extensional deformation can be explained by the different crustal structure of Baja California (BC), SMOC and MC during this second period. The bulk of BC consists of the Cretaceous Peninsular Range Batholith. This coherent crustal unit began to be dragged westward when the Magdalena microplate was captured by the Pacific plate, at ~14-12 Ma and extension concentrated along the thermally weakened crust of the middle miocene arc separating BC from the SMOC. At this time the axis of the SMOC was also underlain by a batholith cooled enough to reach a yield strenght exceeding the one of the older, pre-fractured crust of the MC to the east. Thus the SMOC was able to trasmit extensional stresses to the MC, where the complex pattern of faulting and the scattered volcanism observed indicate that the crust is weak because of previous fracturing and thermal softening induced by magmatic underplating.

TVC.13

TECTONIC AND STRATIGRAPHIC IMPLICATIONS OF DEEP EXPLORATORY DRILLINGS AND GEOLOGIC MAPPING IN THE CEBORUCO-SAN PEDRO TECTONIC DEPRESSION

Luca Ferrari¹, Saul Venegas Salgado² and Francisco Romero Rios²

¹ Instituto de Geologia, UNAM, ERCE, Apdo Postal 376, Guanajuato. Gto 36000.

² Gerencia Proyectos Geotermoelectricos, Comision Federal de Electricidad, A. Volta 655, Morelia Mich.

Until recent times studies of the western Mexican Volcanic Belt (MVB) were mostly focussed on the petrology of the the late Pliocene and Quaternary polygenetic volcanoes. In the last three years the geology and tectonics of the western MVB have been greatly enhanced by the drilling of three 2000 to 3000-m-deep exploratory wells and new geologic mapping carried out in the frame of the geothermal exploration program of Comisión Federal de Electricidad (CFE) in the San Pedro-Ceboruco tectonic depression (SPC)(eastern Nayarit).

The geological mapping has revealed that the SPC is a complex, WNW-ESE striking extensional basin comprised between the Jalisco block (JB) and the Sierra Madre Occidental (SMO). A calcalaline polygenetic volcano (Ceboruco) and a dome complex (San Pedro) as well as an alkaline basaltic shield volcano and cinder cones coexist inside the depression. The JB, exposed just south of the SPC, consists of a granite to diorite batholith partly covered by silicic ash flow tuffs and andesites often metamorphosed at low-grade. All these rocks have Cretaceous to early Eocene ages and are presently outcropping at elevations ranging between 1500 and 2000 m. The SMO succession, exposed about 10 km north of Ceboruco volcano, is composed of ~1000 m of silicic ash flows and minor andesitic and basaltic lavas which cover subvolcanic stocks of granitic to dioritic composition. The entire succession have Oligocene to early Miocene ages and the subvolcanic rocks crop out at ~500 m at most. This implies that the JB has been uplifted considerably with respect to the SMO and that they are separated by a major tectonic discontinuity, now covered by the Plio-Quaternary volcanism of the MVB. Extensional reactivation of this tectonic boundary has formed the SPC tectonic depression.

Besides the encouraging results provided by one well (promising temperature and permeability) the results of the drillings provided crucial information about the stratigraphy and the structure of the SPC. Well CB 1 was drilled on the lower southern flank of Ceboruco volcano. Surprisingly, the well encountered rocks correlative with the JB succession at a depth of 2400 m without crossing the SMO sequence. The succession above the JB is composed by 1800 m of aphiric to microporphiric olivin-basalts and basaltic andesites with minor intercalation of ash flows and by ~600 m of andesites and rhyolites correlative with the late Pliocene sequence of the San Pedro area. The deeper 1800 m have no comparative succession in the region other than the 11-9 Ma old San Cristobal basalts exposed in the Rio Santiago north of Guadalajara and the 9 Ma old Cinco de Mayo basaltic plateau northwest of Tepic. Isotopic dating of the well cores are in progress but if this correlation is confirmed then a depression of about 1800 m must have developed at the beginning of late Miocene in the Ceboruco area.

Wells CB 2 and CB 3 were drilled west of CB 1, to the south and east of the San Pedro caldera respectively. After about 350 m of silicic rocks of the San Pedro complex, well CB 2 crossed 200 m of fluvio-lacustrine sediments and 250 m of relatively fresh andesitic lavas. Then, from 820 of depth to the bottom (1700 m) the well found altered and fractured lavas

correlative with the JB succession, which yielded Ar/Ar ages of 51 Ma. Well CB 3 crossed about 930 m of rhyolites and dacites of the dome complex and then over 1000 m of biotite + piroxene granite. Structural and petrographic considerations suggest that this rock do not belongs to the JB but rather to a neogene (late Pliocene-early Pleistocene ?) subvolcanic intrusion related to the San Pedro caldera.

These results have three main implications: 1) the San Pedro and Ceboruco volcanic centres are located into two tectonic block which show considerable variations in amount of lowering and style of magmatic activity. This is also confirmed by the strong differences in the bottom hole temperatures measured in the two blocks. 2) most of the depression is flooded by the JB and the tectonic boundary between the latter and SMO must be located north of the wells. 3) the extensional reactivation of this boundary may have produced very deep basins already in the late Miocene.

Finally we would like to stress that the integration between applied and academic researches can produce interesting and useful results for both parts.

TVC.14

UN SISTEMA TRANSTENSIONAL EN UN AREA VOLCANICA: CAMPO VOLCANICO DEL LOS TUXTLAS, VER. MEXICO.

Víctor H. Garduño M.¹ y Jorge Jacobo Albarrán²

¹ UMSNH-IIM, Depto. de Geología y Mineralogía, Edif. U. Cd. Universitaria, Morelia, Mich., México

² IPN, Ciencias de la Tierra, Unidad Ticomán e IMP, México, D.F., México

El volcanismo de los Tuxtlas ha sido considerado como una prolongación, hacia el oriente del Cinturón Volcánico Mexicano (CVM). En el NE de México el magmatismo de los estados de Tamaulipas y del norte de Veracruz han sido interpretados como un resultado de la apertura del Golfo de México, este último es de carácter alcalino y con la migración clásica del CVM, de norte a sur.

En el área de Los Tuxtlas se identificaron dos tipos de magmatismo, el más antiguo se localiza en la Sierra de Santa Marta y del Cerro Martín. En estos últimos el volcanismo es de carácter Calco-alcalino y con edades que van de 6 a 4 Ma. Este volcanismo configuró grandes aparatos que generalmente culminan con estructuras de tipo caldérico. El volcán del Cerro San Martín llama la atención, debido a su estructura somital donde se dibuja un rim en forma de herradura de caballo abierta hacia el sur, en esa misma dirección se pueden distinguir diferentes lomeríos, tratándose de verdaderos depósitos de avalanchas.

Posterior al magmatismo de tendencias calcoalcalinas el campo volcánico migra hacia el norte, donde la estructura principal tiene una dirección de N120, alineándose en ella más de 60 conos de tipo monogenético y quedando involucrado el Volcán San Martín, el cual ha presentado actividad histórica. Otros volcanes, también de carácter monogenético se alinean con direcciones de N140 a N150 (R1) y otros con direcciones

de N0 a N10 (R2),). Con esta disposición de las fracturas se infiere un arreglo tipo Riedel; revelándonos que el campo volcánico de Los Tuxtlas está relacionado a una falla regional lateral derecha que está seguramente en relación con la apertura del Golfo de México.

TVC.15

POSIBLE FLUJO DE LODO EN EL COSTADO ORIENTE DEL VOLCAN POPOCATEPETL

Fermín García Jiménez¹, Esteban Ramos Jiménez¹ y Ramón Domínguez Mora^{1,2}

¹ Centro Nacional de Prevención de Desastres, Av. Deldín Madrigal #665, Pedregal de Sto. Domingo, C.U., Coyoacan, 04360, México, D.F.

² Instituto de Ingeniería, UNAM, Ciudad Universitaria Apdo. Postal 70-472, Coyoacán 04510 México, D.F.

A partir de las explosiones ocurridas el 21 de diciembre de 1994 en el volcán Popocatepetl, y con la consecuente emisión de cenizas, se determinó que con los volúmenes acumulados en las laderas y barrancas del volcán, sobre todo en la parte oriental debido al sentido del viento dominante, podrían verse afectadas algunas poblaciones por el arrastre de lodo con ceniza provocado por las lluvias. Por ello, en este estudio se pretende determinar el desplazamiento que tendría el lodo para una lluvia de características extraordinarias, así como la posibilidad de que este flujo pudiera afectar algún poblado cercano.

El estudio consistió en hacer primeramente un reconocimiento del lugar para determinar los espesores de ceniza registrados hasta marzo del presente año, así como tomar muestras de material reciente y viejo para ser analizadas en laboratorio. Después se consideró que podría ocurrir una lluvia de características extraordinarias, con un período de retorno de 50 años, para simular el movimiento del flujo de lodo mediante fórmulas clásicas de hidráulica y determinar si este material podría afectar algún poblado.

Finalmente, se obtuvieron algunas conclusiones a partir de los resultados.

TVC.16

ESTUDIO DE TRANSICIONES DE POLARIDAD MAGNETICA EN BASALTOS MIOCENICOS DE ISLANDIA ORIENTAL

José C. Guerrero García¹, Emilio Herrero-Bervera², G.P.L. Walker² y C.G.A. Harrison³

¹ Instituto de Geología, UNAM, CU. 04510 México D.F.

² SOEST-University of Hawaii, 2525 Correa Rd., Honolulu, HI 96822, USA

³ RSMAS, University of Miami, 4600 Rickenbacker Causeway, Miami, FL 33149, USA

La secuencia de flujos de lava en el oriente de Islandia, cuyo paleomagnetismo detallado ha sido publicado por Watkins y Walker, registra muchas inversiones magnéticas en los pasados 12 millones de años. Nosotros hemos

muestreado dos secuencias de derrames basálticos conocidos como perfiles C y L, que han dado algunos de los más detallados registros de trayectorias de inversión. El primero de ellos está compuesto por 66 flujos de lava, con un espesor total de aproximadamente 750 metros. El perfil L tiene 54 flujos de lava con un espesor total de 720 metros. La selección de estos perfiles se apoyó principalmente en el hecho de que están alejados de volcanes centrales, generalmente rodeados por zonas de severa alteración hidrotermal. En la zona de los perfiles C y L, las temperaturas por sepultamiento no excedieron los 100°C de acuerdo a los minerales secundarios presentes en la roca.

Las muestras colectadas en este estudio fueron desmagnetizadas por medio de campos alternos, variando de 10 mT hasta 60 mT. Los resultados obtenidos indican una alta estabilidad magnética. Los parámetros de histéresis M_r/M_s vs H_c/H_c indican que las dos poblaciones estudiadas están en el área de dominio pseudo simple y sugieren la posibilidad de origen a partir de centros volcánicos diferentes.

Los resultados paleomagnéticos, presentados en términos de Polos Geomagnéticos Virtuales (VGP) muestran una tendencia de los VGPs a estar localizados en dos bandas longitudinales separadas aproximadamente 180° una de otra, con algunos de los VGPs del hemisferio sur agrupados cerca de Sudáfrica.

TVC.17.

METODOS GEOLOGICOS Y GEOFISICOS DE MONITOREO VOLCANICO

Adolfo Huidobro González

Instituto de Ingeniería, UNAM, CU, Coyoacán 04510
México, D.F.

La necesidad del hombre por conocer y explicar los fenómenos que acontecen a su alrededor han servido para impulsar el desarrollo de nuevas tecnologías y métodos. Uno de éstos fenómenos, el vulcanismo, ha estado presente desde antes de la aparición del hombre en el planeta; pero es hasta el último tercio del siglo XX cuando la vulcanología alcanza un nivel de desarrollo tecnológico suficiente. Dentro del estudio de los volcanes podemos distinguir dos áreas: el conocimiento científico de la actividad volcánica y la mitigación del riesgo volcánico. La existencia de volcanes en México, especialmente en zonas con alta densidad poblacional, nos proporciona el material para desarrollar investigaciones y conocer así más sobre la estructura interna de nuestro planeta y, además, nos obliga a desarrollar programas de protección de personas y bienes afectados por la actividad volcánica. Se presentan de manera general los métodos geológicos y geofísicos empleados en el monitoreo volcánico y su posible respuesta durante el incremento en la actividad volcánica.

TVC.18

LOCALIZACION DE TEMBLORES TIPO-A Y TIPO-B ASOCIADOS A LA ERUPCION VOLCANICA DEL POPOCATEPETL, MEXICO, EN 1994

A. Huidobro G., J. Lermo S. y F. Núñez C.
Instituto de Ingeniería, UNAM, CU., 04510, México, D.F.

A raíz del incremento en la actividad fumarólica del volcán Popocatepetl, se instaló del 1ro de diciembre de 1994 al 30 de enero de 1995 una red de sismógrafos digitales de tres componentes con el fin de registrar la sismicidad asociada a la actividad volcánica. Se clasificó a los eventos por su forma de onda, localizándose eventos tipo-A y tipo-B. Los temblores tipo-A presentan fase de onda P y S bien definidas, se ubicaron entre 1.75 y 7.03 km de profundidad, el error cuadrático medio (RMS) promedio es de 0.18, los errores horizontal y vertical promedio son de 1.31 y 0.90 km, respectivamente. Los temblores tipo-B presentan fase de onda P emergente y S difícil de observar, se localizaron alrededor de los 2 km de profundidad, los errores promedio son de 0.12 para el RMS, 2.14 km para el error horizontal y 2.55 km para el error vertical. Además, con registros de la red sismológica de SISMEM se localizaron 7 eventos tipo-A anteriores a la erupción asociados a esfuerzos tectónicos y con profundidades de 7.52 a 17.93 km. Para la localización hipocentral se empleó un modelo cortical de capas planas, estimado a partir de eventos sísmicos de la zona de Texcoco, Estado de México, registrados en 1994 en la red de SISMEM. El análisis de la distribución espacial de los eventos localizados nos indica la variación de la profundidad de los temblores tipo-A antes y durante la erupción, el carácter somero de los temblores tipo-B y la existencia previa de actividad sísmica en la zona.

TVC.19

ESTUDIO GEOQUIMICO, GEOCRONOLOGICO Y GEOLOGICO DEL CAMPO VOLCANICO DE SAN QUINTIN, B.C.

Juárez-Aguilar, L.¹, Delgado-Argote, L.A.¹, y Medina-Martínez, F.[†]

¹ Depto. Geología, CICESE, km 107 carr. Tijuana-Ensenada, C.P. 22860, Ensenada, B.C.

[†] Instituto de Geofísica, UNAM, km 107 carr. Tijuana-Ensenada, C.P. 22800, Ensenada, B.C.

El Campo Volcánico de San Quintín (CVSQ), en la margen occidental de Baja California es un campo volcánico aislado en el tiempo y en el espacio. Aparentemente corta y se desarrolla sobre la Formación Alisitos y un relleno sedimentario neogénico. No existen rasgos estructurales activos en el área con los que se pueda asociar el CVSQ, además de ello, los basaltos alcalinos que lo constituyen muestran variaciones geoquímicas e isotópicas que los distinguen de los basaltos alcalinos asociados a la apertura del Golfo de California. La edad obtenida por $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ indica que el vulcanismo varía entre 40 ka-130 ka para los diferentes derrames de basalto, lo que excluye cualquier relación con la subducción de la Placa

Farallón, la cual finalizó hace aproximadamente 16 Ma. Se presenta un mapa de distribución de derrames donde las direcciones de flujo indican edades relativas entre los edificios volcánicos.

De acuerdo con los análisis químicos de tierras raras, los basaltos del CVSQ tienen la firma típica de los puntos calientes o hot spots, esto quiere decir que fueron generados por una anomalía a nivel del manto que manifiesta su actividad dejando una traza de volcanes. Adicionalmente, los basaltos contienen xenolitos ultramáficos, los cuales presentan deformación en un estado semiplástico y se ha interpretado que provienen de aproximadamente 100 km de profundidad (manto superior), además de que los basaltos no parecen estar contaminados con corteza continental.

Actualmente no se observa actividad volcánica en el CVSQ y la distribución temporal de los conos cineríticos marca una tendencia desde más reciente hacia los volcanes del Oeste (Isla San Martín) hasta más antiguo hacia los volcanes del Este (Volcán Kenton).

Los análisis conjuntos de geoquímica de Tierras Raras y Elementos Traza, con la cartografía geológica, petrografía y estudios morfométricos de los 12 conos cineríticos y los derrames asociados, se presentan para describir una historia de la evolución del CVSQ.

TVC.20

EL CENTRO VOLCANICO DE AHUALULCO, S.L.P.: UN EJEMPLO DE DOMOS POLIGENETICOS DEL OLIGOCENO MEDIO.

Guillermo Labarthe-Hernández¹, Luis Salvador Jiménez-López¹ y José Jorge Aranda-Gómez²

¹ Instituto de Geología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Dr. Manuel Nava No. 5, Zona Universitaria, San Luis Potosí, SLP., 78240.

² Instituto de Geología, UNAM, Estación Regional del Centro Apto. Postal 376, Guanajuato, Gto., 36000

El Centro Volcánico de Ahualulco (CVA), está situado a 35 km al NW de la ciudad de San Luis Potosí. En base a su forma burdamente circular, a la existencia de un paquete grueso de tobas de derrames piroclásticos, a la presencia de un cuerpo intrusivo subvolcánico en su borde occidental y al fallamiento conspicuo que presenta en su porción central, fue interpretado inicialmente como una posible caldera (Labarthe y Tristán, 1981). En un estudio más detallado se encontró que no hay evidencias suficientes para sostener la hipótesis de la caldera, ya que una buena parte de la sección volcánica está formada por derrames de lava con foliaciones de flujo notables. Cartografía detallada de las foliaciones permitió establecer la localización de las fuentes por las que se extravesaron los derrames de lava. su distribución sugiere que el CVA es un complejo de domos volcánicos poligenéticos con tobas de derrame piroclástico y sedimentos lacustres intercalados.

De la base a la cima, la secuencia volcánica terciaria (K-Ar ± 32 Ma; Labarthe et al., 1982) en el CVA es: Latita

Portezuelo, Riudad Zapatero, Toba Palos Colorados, Toba Hienera, Limolita El Satélite y Rioluta Los Cuervos. En base a la secuencia, se interpreta la historia geológica del CVA de la manera siguiente: sobre los lóbulos del margen meridional de un domo de lava de la Latita Portezuelo, fue extravesada, también a través de domos, la Riudad Zapatero. Este evento fue seguido por actividad volcánica explosiva que produjo los derrames piroclásticos que formaron las tobas Palos Colorados y Hienera, que se propagaron de WSW a ENE. En el poblado de La Hienera se identificó un cuerpo de brechas volcánicas que se interpreta como una brecha co-ignimbrítica de rezago, por lo que se cree que su fuente se encuentra en las inmediaciones. Sobre los piroclastos se emplazó una tercer etapa de domos volcánicos, que corresponde a la Rioluta Los Cuervos, la cual, por la forma tabular del cuerpo y la presencia de pliegues numerosos, se cree que fue muy fluida. Esta rioluta contiene fenocristales euhedrales, parcialmente reabsorbidos, de granate color rojo (91.6% almandino), lo que sugiere que el magma se formó por anatexis de rocas ricas en Al₂O₃, posiblemente corticales.

TVC.21

ESTADISTICAS DE TEMBLORES TIPO-A, TIPO-B Y TREMORES ASOCIADOS A LA ERUPCION DEL VOLCAN POPOCATEPETL, MEXICO, EN DICIEMBRE DE 1994

J. Lermo, J. Cuenca, A. Huidobro, M.L. Bermúdez, M. Rodríguez y E. Nava
Instituto de Ingeniería, UNAM, C.U. 04510, México, D.F.

Entre el 1ro de diciembre de 1994 y el 30 de enero de 1995 se instalaron cinco sismógrafos digitales de tres componentes para registrar la actividad sísmica asociada al volcán Popocatepetl. Se realizó la clasificación de los eventos registrados de acuerdo a su forma de onda en tipo-A, tipo-B y tremores y, en base a ésta clasificación se efectuó el análisis estadístico de temblores por día para los diferentes tipos de eventos, así como el cálculo del momento sísmico liberado (antes, durante y después de la crisis del 21 de diciembre de 1994). Para la realización de dicho análisis se emplearon los registros de la estación PPX de la red sísmica temporal y los registros de la estación IIA de la red sísmológica de SISMEC.

TVC.22

SISMOS BAJO EL VOLCAN CEBORUCO, NAYARIT, REGISTRADOS POR LA RED SISMOLOGICA DE JALISCO RESJAL.

Bertha Márquez Azua¹, Carlos Suárez Plascencia¹, F. Alejandro Nava², Rosalía García Arthur² y Gustavo Saavedra de la Cruz¹

¹ Depto. de Geografía y Ordenación Territorial, Universidad de Guadalajara

Mariano Bárcena y Ave. de los Maestros, Guadalajara, Jal., 44220, México.

² Depto. de Sismología, CICESE, Apdo. Postal 2732, Ensenada, B.C., 22800, México

La estación SPJ de la red RESJAL, situada en San Pedro Lagunillas, Nayarit, se localiza muy cerca del volcán Ceboruco. Esta estación cuenta con registro digital de tres componentes de periodo corto y densidad de muestreo de 125 Hz.

Varios sismos registrados recientemente en SPJ tienen hipocentros localizados, a profundidades de 70-90 km, bajo el Ceboruco. El análisis espectral de estos eventos, llevado a cabo mediante el programa ABJ, indica que tienen caídas de esfuerzo del orden de unos cuantos bars, muy bajas con respecto a los demás sismos registrados regionalmente. La posición de las fuentes y sus bajas caídas de esfuerzo, junto con variaciones de 72°C en diciembre 1994 a 110°C en agosto de 1995 en la temperatura de la fumarola del domo dacítico en la parte central del cráter del Ceboruco, plantean la posibilidad de que estos sismos estén asociados con algún proceso magmático bajo el Ceboruco.

TVC.23

ERUPCIONES CATACLISMICAS DURANTE EL PLEISTOCENO TARDIO Y EL HOLOCENO EN EL VOLCAN POPOCATEPETL

Macías, J.L.¹, Siebe, C.¹, Abrams, M.², Obenholzner, J.³ y Vázquez, L.⁴

¹ Instituto de Geofísica, UNAM, CU., 04510, México D.F.

² Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology

4800 Oak Grove Drive, Pasadena, CA 91109

³ Institut für Geowissenschaften, Leoben, Austria

⁴ Geography Department, Arizona State University
Tempe, AZ 85287

La actividad volcánica del Popocatepetl durante el Pleistoceno Tardío y el Holoceno está caracterizada por recurrentes erupciones cataclísmicas de considerable magnitud las cuales han afectado vastas áreas alrededor del volcán. La construcción del presente cono inició hace aproximadamente 23,000 años cuando ocurrió una erupción del tipo Bezymianny. Este evento generó una avalancha de escombros que viajó más de 50 km hacía el sur del cono actual, seguida por un flujo tipo "blast", una pómez Pliniana de caída y culminó con el emplazamiento de flujos de ceniza. Entre los 18,000 y 12,000 años una erupción freato-Pliniana tuvo lugar con su eje principal dirigido al NO en dirección de la Cd. de México. Los depósitos constan de varios horizontes de caída y flujos piroclásticos. El depósito de caída más persistente está compuesto por 30 % de líticos del basamento (granodioritas, areniscas metamorfozadas y hornfels) y una pómez dacítica anaranjada. Este horizonte que es el mejor marcador estratigráfico en el área. Al SE de la Ciudad de México tiene un espesor que varía de 5 a 20 cm con líticos de hasta 5 cm de diámetro. A partir de este evento las erupciones han sido menos energéticas siendo caracterizadas por el emplazamiento radial de flujos de ceniza que han alcanzado distancias de 35 km desde el volcán ocasionalmente acompañadas por la generación de pómez Pliniana de caída. Estas erupciones han ocurrido a intervalos aproximados de 1,000 a 3,000 años. Entre éstas, las últimas dos erupciones mayores han sido particularmente importantes porque han destruido asentamientos humanos alrededor del Popocatepetl.

Estos eventos ocurrieron hace aproximadamente 2,100 y 1,200 años. Los depósitos de pómez de caída Pliniana tienen sus ejes de dispersión principales orientados hacia el NE y E respectivamente.

TVC.24

CARACTERIZACION DE LOS BASALTOS ALCALINOS PLIO-CUATERNARIOS DE LA REGION DE HUEPARI, SONORA CENTRAL; ASPECTOS: VULCANOLOGICO, PETROGRAFICO-MINERALOGICO Y QUIMICO.

Paz Moreno Francisco A.¹, Demant Alain² y Cocheme Jean-Jacques²

¹ Departamento de Geología, Universidad de Sonora, Blvd. Transversal y Rosales, Hermosillo, Sonora, 83000, México.

² Laboratoire de Pétrologie Magmatique, U.R.S.A.1277, Université d'Aix-Marseille III, Faculté des Sciences et Techniques de Saint-Jérôme
F.U.17, CEREGE, 13397 Marseille Cedex 13, Francia.

Los derrames del campo basáltico de Huépari (29°21'-29°33' N / 109°49' - 109°58' W) cubren una superficie de aprox. 13.5km². La morfología característica es de mesetas, horizontales a subhorizontales con esporádicos remanentes de erosión y alargadas en dirección E-W. El sentido general de los derrames lávicos es hacia el ESE, dibujado por la polaridad de sus superficies cordadas y el aumento progresivo de su potencia en este mismo sentido. Sus espesores van desde varios decímetros hasta poco más de la decena de metros. La dirección y sentido de los flujos coincide con la pendiente actual del valle de Huépari y su red hidrográfica.

Las bocas de alimentación de estas lavas se localizan en la extremidad occidental del campo. Son dos puntos de emisión bien localizados y repartidos en los polos N y S; se encuentran en los puntos topográficamente más elevados y en la intersección de fallas normales NE-SW y NW-SE, características de la tectónica distensiva del Basin and Range. Son testigos de un mecanismo eruptivo de tipo Estromboliano.

Las texturas más características de estas lavas son: (1) porfírica-glomeroporfírica seriada; presenta fenocristales de PL>Cpx>OL, es frecuente el aspecto sucio o en "criba" para las PL y Cpx; la matriz casi holocristalina la forman PL>>Cpx>Ox (titanomagnetita e ilmenita)>OL, y (2) textura intergranular porfírica de grano fino con fenocristales de OL únicamente o en amplia dominancia, inmersos en una matriz de PL>>Cpx>OL>Ox(titanomagnetita).

El estudio mineralógico en la microsonda electrónica puso en evidencia las tendencias evolutivas normales para cada especie mineral presente, en función tanto del enfriamiento de cada lava, como del orden cronológico de aparición de las lavas; algunos valores iniciales importantes en los fenocristales son: OL(Fo85.5); Cpx (diopsida: Wo49.2-En38.9-Fs11.9); PL (labradorita: An63.5-Ab35.1-Or1.4).

Químicamente se clasifican como Hawaiitas sódicas (Na₂O-2>=K₂O) presentan: SiO₂ (48.3-51.22), K₂O +

Na₂O > 5% y el valor MgV elevado (57.28-65.02). La norma CIPW muestra una evolución progresiva en función del tiempo desde lavas pobremente Alcalinas-Transicionales con Hipersteno (virtual) hasta términos francamente Alcalinos con Nefelina (virtual) <= 7.5%.

Los espectros de REE enriquecidos en los términos ligeros de hasta 100 veces los condritos así como un enriquecimiento marcado en LILE (Rb, Sr, Ba) y la ausencia de la anomalía negativa en Nb y en Ti en los espectros multielementos, tipifican las lavas alcalinas de tipo MORB-E u OIB, lo que implica claramente una fuente astenosférica así como un contexto anorogénico para estas lavas.

TVC.25

INSTRUMENTACION Y MONITOREO DEL VOLCAN POPOCATEPETL

Roberto Quaas W.^{1,2}, Ricardo Gonzalez F.¹, Enrique Guevara O.¹, Emilio Nava A.² y Horacio Mijares A.²

¹ Centro Nacional de Prevención de Desastres, Av. Delfín Madrigal # 665, Sto. Domingo, 04360, México, D.F.

² Instituto de Ingeniería, UNAM, CU, 04510, México D.F.

México se encuentra situado en una región con importante actividad volcánica. De los 3000 volcanes que aproximadamente tiene el país, 14 son considerados como activos. Lo anterior hace evidente que existe un alto riesgo asociado. México ha vivido experiencias recientes de volcanes que han presentado fases eruptivas importantes, algunas con consecuencias desastrosas. Ejemplo de ello son los volcanes: Parícutín, que hizo erupción en 1943, el Chichón en 1982, el Tacaná en 1986 y el volcán de Colima el cual ha tenido episodios de gran actividad en los últimos años. La experiencia más reciente se vivió a finales de 1994 cuando el volcán Popocatepetl pasó de una fase moderada de actividad a un estado de gran intensidad sísmica y fumarólica con abundante emisión de gases y cenizas.

La única manera de evaluar el estado de actividad en un volcán es a través de la observación y vigilancia sistemática mediante diversos métodos visuales e instrumentales. Si éstos se aplican en forma anticipada en las fases previas a un proceso eruptivo, es posible en la mayoría de los casos detectar oportunamente un cambio en la actividad que incluso pudiese conducir a una predicción en el corto plazo de un proceso eruptivo. Es por ello fundamental establecer sistemas de vigilancia y monitoreo en todos los volcanes potencialmente riesgosos del país a fin de permitir el establecimiento de programas preventivos de acción frente a posibles desastres.

Ejemplo de un sistema de vigilancia y monitoreo oportunamente establecido es el del volcán Popocatepetl. Desde hace varios años algunos grupos de investigadores de diversos institutos han planteando la necesidad de un sistema de monitoreo para este volcán e inclusive comenzaron con su instrumentación. En un esfuerzo conjunto del Centro Nacional de Prevención de Desastres, los Institutos de Ingeniería y de Geofísica de la UNAM, y con la colaboración del U.S.G.S, se estableció en un plazo de solo varios meses un sistema de observación mediante telemetría con una central de

adquisición y procesamiento de datos.

El objetivo principal del presente trabajo es la descripción de la instrumentación del volcán Popocatepetl y la reciente experiencia de observación y registro de su actividad durante la crisis de diciembre de 1994. Después de una breve explicación general de los tipos y métodos de monitoreo usualmente empleados en volcanes, se describen los trabajos de instrumentación y monitoreo realizados antes de la erupción de 1994. Se describe la red actual de observación formada por 11 estaciones de medición y sus especificaciones. Se describen las estaciones de campo, la instrumentación, su operación y también el equipamiento y funcionamiento del centro de recepción y procesamiento de la información. Se presenta asimismo diversos resultados y registros obtenidos con el sistema. Dado que la red de observación actual en gran medida es todavía temporal e instalada en forma provisional durante los meses posteriores a la crisis del volcán, se describe el sistema de observación definitivo que se irá instrumentando durante 1995.

TVC.26

MONITOREO EN LA EMISION DEL FLUJO DE BIXIDO DE AZUFRE MEDIANTE EL ESPECTRÓMETRO DE CORRELACION (COSPEC) Y SU CORRELACION CON LA SISMICIDAD EN EL VOLCAN DE FUEGO DE COLIMA

Juan Ramírez Ruiz¹ y Gabriel Reyes Dávila²

¹ Observatorio Volcanológico

² Centro Universitario de Investigaciones en Ciencia Básica, Universidad de Colima.

El volcán de Fuego de Colima es uno de los volcanes más activos de la República Mexicana por lo que para predecir una posible actividad volcánica se ha implementado una serie de técnicas geofísicas para vigilar su comportamiento. El monitoreo del flujo de Bióxido de azufre (SO₂) emitido por la fumarola del Volcán de Colima es un parámetro que se implementó en forma irregular desde 1982 y a partir de 1994 se ha incrementado la periodicidad de dicha medición (mensual). La fumarola emitida por el Volcán de Colima tiene una mezcla de gases cuya composición cuantitativa es actualmente desconocida considerándose que probablemente más del 90% sea vapor de agua y el resto esté constituida por una mezcla de gases predominando el CO₂, SO₂, HCl, entre otros. El flujo de SO₂ emitido por la fumarola del Volcán tiene un origen magmático por lo que su determinación puede ser un probable indicador del estado de actividad sobre todo si se combina con otras técnicas de vigilancia volcánica como la sísmicidad. La sísmicidad en el Volcán de Colima es sin duda el parámetro más importante que proporciona la mejor información en tiempo real para determinar su actividad. Este parámetro se monitorea afortunadamente desde hace casi 10 años por la Red Sismológica de Colima (RESCO).

En el presente trabajo se muestra un análisis de la emisión de SO₂ en los últimos dos años así como su comportamiento con respecto a la sísmicidad volcánica monitoreada RESCO.

En este análisis se muestra una correlación directa entre la sismicidad y el flujo de emisión de SO_2 . Se observa un incremento en la emisión de SO_2 en etapas de crisis volcánica registradas por un incremento en la sismicidad apreciándose estas en julio de 1994 y en mayo de 1995. Este incremento en el flujo de SO_2 puede indicar una mayor desgasificación magmática de la fuente lo que puede indicar un cambio en su actividad. Es importante remarcar que para precisar esta relación se pretende en el futuro realizar registros más frecuentes en la emisión del flujo de Bióxido de azufre.

TVC.27

VULCANISMO TEMPRANO EN LA PORCION SEPTENTRIONAL DEL EJE NEOVOLCANICO, REGION GUANAJUATO.

Jesús A. Ramos Salinas

Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Centro de Ciencias de la Tierra, Av. Revolución No. 1500, S.R. Guadalajara, Jal.

Se tiene una secuencia de rocas basálticas y andesíticas que han sido datadas por el método K-Ar entre 10 y 15 Ma, localizadas al norte de Salamanca, Gto., entre los límites de las provincias fisiográficas Eje Neovolcánico y Sierra Madre Occidental. Este vulcanismo representa una fase temprana en el Eje Neovolcánico y tuvo una migración hacia el sur, donde persisten rocas calcoalcalinas de edad más reciente y que también fueron fechadas.

La secuencia volcánica en esta porción septentrional que existe entre las dos secuencias de rocas, fueron exploradas con barrenación y se encontró que la base la conforman rocas andesíticas cubiertas por una secuencia ignimbrítica que hacia su cima presenta un paquete de tobas intercaladas con derrames basálticos.

TVC.28

ESCENARIOS DE POSIBLES FLUJOS DE LODO EN LA PARTE NORESTE DEL VOLCAN POPOCATEPETL

Esteban Ramos-Jiménez, Fermín García-Jiménez y Servando de la Cruz-Reyna

Centro Nacional de Prevención de Desastres, Av. Delfín Madrigal # 665, Pedregal Santo Domingo, C.U., Coyoacán, 04360, México, D.F.

Uno de los mayores peligros provocados por una erupción volcánica, es la formación de flujos de lodo. Este fenómeno, se acrecienta si se presenta en un volcán como el Popocatepetl, ya que por su altitud de 5,452 msnm mantiene en su parte alta un glaciar que pudiera fundirse parcial o totalmente por la ocurrencia de un flujo piroclástico o de una surgencia, conformadas por volátiles y material juvenil incandescente que se desplazaría sobre dicho glaciar. Otra cantidad de ceniza y material también sería añadido al flujo de lodo así formado durante su trayectoria por las barrancas de Tlamacas, Tenenepanco, La Espinera, Tepeteloncocone, Tepetelonhuehue, y por las cañadas Ylio, Cuacuyulula y

Xalipilcáyatl. Todos estos cauces, conforman una sola trayectoria aguas abajo uniéndose en la barranca Huiloac, la cual llega al poblado de Santiago Xalitzintla en el Edo de Puebla, e inclusive continúa hacia San Nicolás de los Ranchos y San Buenaventura Nealtican en el mismo Estado. En este trabajo se consideran varios factores para simular distintos tipos de escenarios de posibles flujos de lodo que pudieran ocurrir hacia el NE del volcán. Dentro de estos, se toman el glaciar del Ventorrillo de 0.453 km² reportado por Delgado et al. (1986) y Delgado (1988 y 1993); la ceniza caída durante los últimos 10 días de diciembre de 1994 y los primeros meses de 1995 y que se reporta en Martín Del Pozzo, et al. (1995), un análisis de laboratorio de las muestras de ceniza tomadas en campo para conocer el diámetro de las partículas y sus pesos específicos, los perfiles de las barrancas y cañadas arriba apuntadas para determinar la longitud y pendiente de las mismas. A las partículas de ceniza, se les efectuaron pruebas de suspensión y de velocidad de caída dentro de una probeta con agua a fin de conocer los posibles niveles de arrastre dentro de una corriente. Los análisis se hicieron en dos partes: uno de flujo en ladera y otro de arrastre en cauce. Para el primero, se calcula el área aproximada de aportación de la ladera a la barranca, tomando el espesor de la capa de ceniza acumulada y la cantidad supuesta de agua proveniente de la fusión del glaciar. Para obtener el material que aporta la ladera, se utiliza la fórmula de Engelund-Hansen, donde interviene el gasto sólido total unitario en m³/seg-m, el diámetro medio de las partículas en m, la aceleración de la gravedad, la densidad específica relativa del material, el gasto líquido unitario en m³/seg-m, el coeficiente de Chezy en m^{1/2}/seg y la pendiente de la ladera. Esto se efectúa para la ladera de cada barranca y de esta manera se conocen los volúmenes de material arrastrado. Ahora, para conocer el arrastre del material sólido que viaja en el fondo del cauce, se usa la fórmula de Engelund donde se consideran el gasto sólido en m³/seg, la velocidad del flujo en m/seg, el peso específico del agua en kg/m³, el peso específico del material sólido en kg/m³, el radio hidráulico en m, la pendiente del cauce y el diámetro medio de las partículas. Los valores obtenidos en los cálculos se presentan en una tabla, donde aparecen dos columnas al final de la misma, que representan los valores del volumen de material sólido arrastrado y el material sólido retenido para cada tramo de la barranca.

TVC.29

LA ACTIVIDAD FREATICA DEL 21 DE JULIO DE 1994 EN EL VOLCAN DE FUEGO DE COLIMA

R. Saucedo, J.C. Gavilanes, A. Cortes, J.J. Ramírez y C. Navarro

Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima, Colima, México.

El Volcán de Fuego de Colima ha registrado alrededor de 44 erupciones en los últimos 450 años. Algunas de las manifestaciones eruptivas que con mayor frecuencia se presentan en este volcán son de tipo freático, como las acontecidas en 1987 y el 21 de julio de 1994. Como antecedente de esta última, la RESCO (Red Sismológica Telemétrica de Colima) reportó enjambres sísmicos bajo el volcán de Fuego los días 4 y 17 de julio. Este último fue

acompañado por pequeños derrumbes que se desprendían de la cima del volcán. A partir de esta fecha la actividad sísmica continuó con un aumento moderado hasta el 21 de julio cuando, de manera súbita, a partir de las 18:00 Hrs. se registró un aumento que culminó, alrededor de las 20:00 Hrs., con una explosión freática. Esta ocurrió en el domo formado durante la erupción de 1991, ocasionando una depresión de alrededor de 135 m de diámetro y 40 m de profundidad (Corts et al, GVN, 1995). Esta explosión lanzó bloques de más de 1.5 m de diámetro en trayectoria balística a más de 2 km de la fuente, formando, al caer, cráteres de impacto de hasta 4.5 m de diámetro. Casi simultáneamente se produjo una serie de avalanchas derivadas del desprendimiento y caída por gravedad de una parte del antiguo domo, paredes del antiguo cráter y material extraído durante la erupción de 1991. Los depósitos producidos por las avalanchas se encauzaron sobre la barranca Cordobán Este, con un alcance de casi 4 km con respecto a la fuente. Casi un mes después de ocurrida la explosión freática y como resultado de la saturación de los depósitos derivados de los derrumbes, se generaron varios lahares, siendo el más importante el ocurrido la noche del 6 de octubre de 1994, con un alcance (en línea recta respecto a la cima del volcán) de al menos 10 km. Asimismo, la tarde del 25 de agosto de 1995, después de una hora de lluvias se registró un lahar que tuvo un alcance de más de 10 km, removiendo, en apariencia, material derivado de los derrumbes producidos durante la actividad de 1994.

TVC.30

ERUPCIONES PLINIANAS DEL POPOCATEPETL QUE DERIVARON EN CATASTROFES EN LA EPOCA PRECOLOMBINA

Siebe, C.¹, Macías, J.L.¹, Abrams, M.², Obenholzner, J.³ y Vázquez, L.⁴

¹ Instituto de Geofísica, UNAM, Ciudad Universitaria Apdo. Postal 70-472, Coyoacán 04510 México, D.F.

² Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, 4800 Oak Grove Drive, Pasadena, CA 91109

³ Institut für Geowissenschaften, Leoben, Austria

⁴ Geography Department, Arizona State University Tempe, AZ 85287

El Popocatepetl inició una emisión de ceniza desde el pasado 21 de Diciembre de 1994. El curso futuro de esta actividad es incierto y una erupción catastrófica no se puede descartar. Durante el Holoceno han ocurrido varias erupciones Plinianas de magnitud considerable que afectaron vastas áreas alrededor del volcán. Las últimas dos erupciones destruyeron asentamientos prehispánicos, especialmente en el actual Estado de Puebla. Ambas erupciones fueron muy similares en magnitud y afectaron también áreas similares. Se caracterizaron por iniciar con una actividad menor acompañada por la emisión de ceniza de caída, pequeños lahares y flujos piroclásticos. Esta actividad derivó en explosiones freatomagmáticas que generaron "surges" y abrieron el conducto hacia el cráter. Ambas erupciones culminaron con la formación de columnas plinianas que se levantaron a más de 25 km sobre el cráter y alcanzaron alturas estratosféricas. El material de caída cubrió ambos sectores al

E y NE del volcán y destruyó la red hidrográfica del volcán. La red hidrográfica se regeneró por medio de la remoción masiva de material en forma de lahares. Estos lahares afectaron un área mínima de 5000 km². Análisis radiométricos de carbón en los depósitos volcánicos producidos por estas erupciones indican fechas de 500 a 100 A.C. para la erupción más antigua y de 750 a 850 D.C. para la erupción más joven. Estas fechas coinciden con el inicio y final de la Epoca Clásica de la Arqueología Mesoamericana. La inspección de varias zonas arqueológicas (Cholula, Totimehuacán, Chalcatzingo, Las Pilas, etc.) localizadas en los alrededores del volcán nos permitió constatar que fueron afectadas mayoritariamente por lahares que obligaron a los sobrevivientes a abandonar el área. Después de ambas erupciones los sistemas de riego y cultivo deben de haber permanecido inservibles por muchos años obligando a los antiguos pobladores a emigrar hacia otras regiones. Datos históricos y arqueológicos parecen confirmar lo anterior. Aparentemente las migraciones de tribus enteras resultaron en un reordenamiento poblacional de Mesoamérica. Lo anterior nos obliga a reflexionar sobre nuestras instituciones y su capacidad de absorber las consecuencias de una posible futura erupción pliniana en el centro del país.

TVC.31

MEDIDAS DE RADON EN EL VOLCAN POPOCATEPTL

E. Tamez¹, N. Segovia¹, P. Peña¹, J.L. Seidel³, M. Mena², M. Monnin³

¹ ININ, Ap. Post. 18-1027, 11801 México D.F.

² Lab. GBE, Université Montpellier II, 34095 Montpellier, France.

³ IGFUNAM, Ciudad Universitaria, 04510 México D.F.

Desde hace varios años se instalaron en el volcán Popocatepetl dos estaciones de detección de radón en suelo (Tlamacas y Paso de Cortés) a base de detectores sólidos de trazas nucleares. Por su carácter pasivo, estos detectores pueden registrar las variaciones de radón en forma global durante el período de exposición. Cualquier fluctuación de corta duración en la emanación pasa desapercibida con estos sistemas de detección, ya que el tiempo largo de integración, generalmente de un mes, promedia las posibles anomalías que ocurran en el período. Con la finalidad de evidenciar anomalías de corta duración se colocó, a raíz de la crisis eruptiva de diciembre de 1994, un equipo de detección de radón en continuo capaz de registrar los niveles cada hora. El equipo se instaló cerca del Canario junto al inclinómetro del USGS.

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos donde se muestran algunas variaciones de largo plazo. Se discuten las fluctuaciones de corta duración en función de la intensidad de la erupción y de la localización de los sistemas de detección.

TVC.32

SISMICIDAD DEL VOLCAN POPOCATEPETL A PARTIR DEL 21 DE DICIEMBRE DE 1994 AL 10 DE JULIO DE 1995.

Carlos Valdés González¹, Guillermo González Pomposo^{1,2}, Alejandra Arciniega Cevallos¹

¹ Instituto de Geofísica, UNAM,

² Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

En este trabajo se presenta la sismicidad asociada durante la actividad eruptiva del volcán Popocatepetl, durante el periodo del 21 de diciembre de 1994 al 10 de julio de 1995. Se utilizaron en este estudio los registros digitales de las 7 estaciones, con las cuales se integró la Red Sísmica de Volcán Popocatepetl. Las estaciones se encuentran localizadas a una distancia máxima de 14 km y a una mínima de 1 km del cráter, y arriba de los 2650 msnm hasta una altura máxima de 4100 msnm. El propósito de esta red fue el monitoreo continuo de la sismicidad asociada al volcán, a partir de la crisis del 21 de diciembre de 1994. Con el análisis de los registros en este periodo se logró clasificar cuatro tipos de eventos: Tipo "A" (61 eventos), Tipo "B" (58 eventos), Tipo "AB" (4 eventos) y Tremor. Las magnitudes calculadas se encuentran entre 1.4 y 3.4 grados, con la magnitud promedio de 2.36 y una s de 0.33.

Un total de 123 sismos fueron localizados usando sismogramas digitales. La localización de estos eventos se efectuó usando el programa HYPOCENTER. El modelo usado para las localizaciones consiste en una capa de baja velocidad de 3.5 km de espesor a partir de la cima del volcán y con una velocidad a de 3.5 km/s, parecida a las usadas en otros volcanes. La segunda capa tiene un espesor de 4.5 km y una velocidad de 5.5 km/s. La última capa que consiste en un semiespacio tiene una velocidad a de 6.5 km/s. Las velocidades b fueron determinadas usando la relación $a/b=1.76$. Modelos similares han sido utilizados para localizar sismos en volcanes activos como es el caso de las erupciones del volcán Redoubt en 1989.

La distribución espacial de la sismicidad de los eventos tipo "A", sugiere la presencia de una cámara magmática con un techo a los 4.0 km bajo el nivel del mar y con un conducto que la une con el cráter. Las localizaciones vistas en corte con orientación Oeste-Este mostró que la mayoría de los sismos se encuentran localizados en un volumen de 6.5 km de largo con un conducto que inicia con un ancho de 6 km aproximado en su base y 1 km en la sección más superficial cercana al cráter. Sin embargo los eventos tipo "B" se encuentran ubicados en la banda de +1 a +3 km snm que deben estar asociados a una actividad somera o a emisiones de fumarólicas del volcán Popocatepetl. Por lo tanto se puede concluir que los sismos tipos "A" están asociados a eventos tectónicos someros y los tipo "B" a emisiones fumarólicas.

GEOT.01

**REINTERPRETACION GRAVIMETRICA A
DETALLE EN LA ZONA DEL LOS POZOS LV-1,
LV-2 Y LV-3, EN EL CAMPO GEOTERMICO DE
TRES VIRGENES.**

J. Jesús Arrendondo Fragoso

C.F.E. Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos, Morelia,
Mich.

El campo geotérmico se ubica entre las coordenadas geográficas de 112°20' a 112°30' de Latitud Norte y de 27°22' a 27°43' de Longitud Oeste, en el Estado de Baja California Sur. Los estudios exploratorios de geología, geofísica, geoquímica y perforación, permitieron determinar que hay condiciones favorables de temperatura para la existencia de un sistema geotérmico capaz de generar energía eléctrica.

Mediante los estudios geológicos se determinó que la edad de las rocas comprende desde el cretácico hasta el reciente, siendo el basamento granítico el más antiguo, sobreyaciendo al granito se encuentran las formaciones Comondú (aglomerados y brechas), Santa Lucía (andesitas), la Gloria (areniscas) y por último el vulcanismo plio cuaternario de Tres Vírgenes (basaltos), el Azufre, El Viejo, Partido y Domo El Potrero (dacitas).

Los intervalos permeables encontrados en los pozos LV-1 y LV-2, son alentadores para continuar con la exploración geotérmica por medio de la perforación profunda.

Al reinterpretar la información gravimétrica, se calculó la anomalía de Bouguer con una densidad de corrección de 2.0 gr/cm³. resaltando un máximo gravimétrico en la zona de los volcanes El Azufre, El Viejo, Partido y Domo el Potrero. Mediante modelado bidimensional de 2 1/2 dimensiones, se interpreta que se debe, tanto al efecto de un ligero levantamiento del basamento granítico en la zona intermedia de los pozos LV-1, LV-2 y LV-3, como al material volcánico expulsado por el complejo volcánico. Adicionalmente se interpretaron dos estructuras al SE y NW del volcán Partido, las cuales afectan tanto a las formaciones Santa Lucía y Comondú, como al granito. Se considera que éstas zonas son favorables para incrementar la permeabilidad por fracturamiento, aunado a esto, el emplazamiento magmático a través del conducto volcánico del volcán mencionado, hace de mayor interés, éstos sectores para ubicar futuras perforaciones con fines de desarrollo geotérmico.

GEOT.02

**RESULTADOS DE LA INTEGRACION
ELECTRICO-RESISTIVA EN LOS AZUFRES,
MICHOCAN; MEXICO**

Emilio Bigurra Pimentel

Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos, CFE, Apartado postal No. 7-31. Morelia, Michoacán. México.

El Campo Geotérmico de Los Azufres está localizado en la porción norte del Eje Volcánico Transmexicano, a 80 km al

E de la ciudad de Morelia, en el estado de Michoacan.

El estudio comprendió el análisis de 513 sondeos eléctricos verticales (SEVs) en un área de 14 x 12 km, con el fin de observar el comportamiento eléctrico-resistivo en las zonas de producción de vapor en Los Azufres y su relación geológica- estructural.

Como primer paso se construyeron planos para AB/2=100, 300, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 2500 y 3000 m; después se efectuó una comparación con la geología y estructuras probables en el subsuelo, sobresaliendo lo siguiente:

Los gradientes eléctricos se pueden relacionar con estructuras geológicas en el subsuelo, sobresalen el NW-SE, NE-SW y N-S que afectan y distorsionan al más reciente E-W.

El Campo Los Azufres se encuentra dentro de isoclinas eléctricas con valores menores de 150 Ohm.m.

En la zona de producción se presentan anomalías conductoras que dividen al Campo en dos zonas: Norte y Sur.

Los valores de la resistividad en estas zonas varían conforme AB/2 es mayor, de tal forma que, para la parte Norte se tienen valores de 10 a 50 Ohm.m y en la Sur de 10 a 30 Ohm.m.

Los valores de resistividad mayores de 500 Ohm.m para los primeros planos de AB/2 se relacionan con mesetas y domos de composición riolítica, que se presentan como cuerpos resistivos.

La composición geológica general en la porción Norte es de andesitas, mientras que el Sur cuenta con riolitas y andesitas.

El hecho que las riolitas aparezcan en el sur, permite suponer una capa sello más eficiente que en el Norte, donde la presencia de esta roca es significativa, dominando más las andesitas.

GEOT.03

**ESTUDIOS SOBRE USOS DIRECTOS DE LA
ENERGIA GEOTERMICA EN EL VALLE DE
MEXICALI**

Héctor E. Campbell R.¹ y Wilfred A. Elders.

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

² Instituto de Geofísica y Física Planetaria, Universidad de California, Riverside. Riverside Ca. EEUU.

El presente trabajo forma parte de una serie de acciones orientadas a evaluar y promover los usos directos de la energía geotérmica en el Valle de Mexicali.- Estas acciones se realizan por el Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California y el Instituto de Geofísica y Física Planetaria de la Universidad de California, Riverside, apoyadas por el Consorcio UC-Mexus.

Se detallan los estudios de prefactibilidad técnica-

económica para uso directo de la energía geotérmica en dos sitios seleccionados del Valle de Mexicali: la zona de Aeropuerto Oeste y la de Tulechek. Los objetivos primarios son explorar e identificar el potencial para uso directo en función de las características del recurso y de los usuarios potenciales. Se consideran como factores claves para identificar usuarios potenciales: la localización en relación al recurso y la factibilidad de utilizar en forma competitiva una fuente geotérmica de baja entalpía en sustitución de fuentes convencionales.

La metodología empleada incluye la recopilación, integración y reinterpretación de estudios previos desarrollados en exploración y evaluación de diferentes zonas del Valle de Mexicali en la búsqueda de recursos para generación eléctrica, complementar con trabajos específicos de campo (geoquímica, gravimetría, termometría somera) para evaluar la disponibilidad y calidad de energía con el enfoque de aplicación en usos directos, definir una estrategia de explotación del recurso geotérmico en función de su calidad, el diseño conceptual de los sistemas de bombeo y distribución del fluido geotérmico, los sistemas de uso final y el desarrollo de modelos económicos para evaluar la factibilidad y sensibilidad del proyecto.

En el caso de la zona de Aeropuerto, área cercana a Mexicali y asociada con la falla Imperial, se detectaron temperaturas de 85°C a 1100 metros. La geotermometría de aguas de pozo de riego indican temperaturas del orden de 94°C y la zona caliente coincide con una anomalía de Bouger. La evaluación volumétrica del recurso sugiere que la cantidad de energía aprovechable es de 1X10¹⁷ joules con temperaturas de fluido en la descarga de los pozos de 55°C ó de 4X10¹⁷ joules con temperaturas de 80°C. Con un factor de recuperación del 25%, una vida del proyecto de 30 años y con precios de venta al 70% del precio de gas licuado, el modelo económico sugiere un retorno de la inversión en cuatro años para el sistema de 80°C.

El área de Tulechek al Suroeste de Mexicali reporta pozos exploratorios con 165°C a 1300 metros, la geotermometría de manifestaciones y pozos someros indica temperaturas de 230°C y fluidos con características geoquímicas similares a las de Cerro Prieto, pero con cuatro veces menos de contenido total de sólidos disueltos. La relación de temperaturas y profundidades sugiere un abanico más amplio de aplicaciones para esta área.

GEOT.04

RESULTADOS Y EVALUACION DE LA PERFORACION EN LA ZONA GEOTERMICA DE LOS NEGRITOS, MICHOACAN; MEXICO.

Zenón Casarrubias Unzueta

Comisión Federal de Electricidad, Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos, Morelia, Michoacán. México.

Esta zona geotérmica se encuentra en la porción noroccidental del Estado de Michoacán, a 10 Km al oriente de la población de Sahuayo.

En la región, afloran rocas volcánicas y sedimentarias del Terciario, compuestas por andesitas, sedimentos lacustres y basaltos, sobreyacidas por derrames de composición basáltica y andesítica; la columna estratigráfica concluye a principios del Pleistoceno Superior, con la formación de conos cineríticos.

La tectónica relacionada con el Eje Neovolcánico, originó tres sistemas de fallas con direcciones E-W, NE-SW y NW-SE, las más recientes se consideran las de dirección E-W y NE-SW; las estructuras más importantes son las fallas El Platanal y Los Negritos.

El pozo está localizado dentro de una anomalía geofísica de baja resistividad (8 ohms-m), cercano a una zona de manifestaciones termales con temperaturas entre 30 y 94 C, alineadas en una dirección N9 E. Se encuentran suelos vaporizantes, volcanes de lodo, manantiales de agua caliente y fumarolas.

La profundidad total del pozo fué de 2201m. Durante la perforación se obtuvieron 730 muestras de canal, 5 núcleos de roca, se registraron 13 pérdidas parciales y una total de fluido de perforación; se tomaron 17 registros de presión y temperatura, alcanzando esta última un valor máximo de 172 C, registrada al fondo del pozo. Al término de la perforación, se efectuaron estudios petrográficos, de alteración hidrotermal y crioscopia en inclusiones fluidas de los recortes de la perforación y núcleos.

Con base en los datos anteriores, se definieron 5 unidades litológicas, compuestas de la más reciente a la más antigua por: lutitas calcáreas, andesitas basálticas, basaltos y andesitas, ignimbritas y andesitas de augita. La interpretación mineralógica, definió 2 intervalos importantes de máxima alteración hidrotermal a 720 y 1950 m de profundidad, que coinciden con los cambios litológicos, zonas permeables, la presencia de minerales como: cuarzo, calcita, pirita y epidota, así como las máximas temperaturas de los lodos de salida del fluido de perforación.

Los resultados del pozo, permitieron suponer que los fluidos geotérmicos están controlados por un sistema de fallas sin expresión superficial, relacionadas con las de dirección N9 E, y posiblemente con buzamiento hacia el este. Se considera que de existir un yacimiento geotérmico, el fluido es conducido verticalmente por estas fallas hacia la superficie.

GEOT.05

GEOTERMIA EN LA CALDERA DE ACOULCO, PUEBLA UN KAIPOHAN MEXICANO

Daniel Castillo Hernández

Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos, C.F.E., Morelia, Mich., A.P. 7-31.

A una distancia de 100 km. al NE de la Cd. de México, se localiza la Caldera de Aculco, de 18 Km de diámetro, justo en el límite entre la Sierra Madre Oriental y el Eje Neovolcánico, región caracterizada por un intenso volcanismo Plio-Cuaternario.

Su morfología es poco evidente en superficie, debido a que sus rasgos se encuentran enmascarados por una importante actividad volcánica, principalmente por la Ignimbrita Aocolco, con un volúmen estimado de 11 km³, que produjo un colapso de 8X4 Km; actividad que fué acompañada por un levantamiento diferencial del piso de la caldera, estimado en 300 m.

La actividad se reanudó en el Cuaternario con la formación y emplazamiento de domos riolíticos, flujos de obsidiana y aparatos volcánicos, ubicados radialmente y enmascarando los rasgos. Estos productos se han datado obteniéndose edades de 1.342; 1.362 y 0.242 ma, respectivamente.

Un Kaipohan es un tipo de manifestación superficial "no termal" que se caracteriza por un mínimo gasto; temperaturas igual o menores al ambiente; importantes emanaciones de gas frío, principalmente CO₂ y H₂S; bajo pH, ± 2; intensa alteración argilítica; vegetación muerta en los alrededores; y ocasional muerte de animales y pájaros por los presuntos efectos tóxicos y asfixiantes de los gases geotérmicos.

En la Caldera de Aocolco se encuentran áreas con tales características. Además existen manantiales con una temperatura máxima de 50 °C, cuyas aguas son sulfatadas-ácidas; bicarbonatadas-cálcicas y bicarbonatadas-sódicas, cuya geotermometría reportó hasta 273°C. Igualmente un estudio isotópico reveló altas concentraciones de 3He/rHe (8.5), superiores a las de los Campos de Cerro Prieto y Los Azufres.

En este mes de Mayo se perforó el primer pozo exploratorio, con los objetivos de conocer la secuencia estratigráfica y el gradiente geotérmico de la zona. La columna definida consiste, hasta los 790 m, de una serie diferenciada de rocas ígneas, tales como dacitas, riocacitas, ignimbritas y ocasionalmente andesitas. De los 790 a los 1660 m, se cortó una alternancia de skarns, mármol y aplita. El basamento local consiste de un microgranito de Hornblenda, el cual se prolongó hasta el fondo del pozo, que fué de 2000 m. La alteración hidrotermal tuvo un promedio de 25%, encontrándose zonas con el 100%, lo que afectó la permeabilidad. Como era de esperarse las temperaturas fueron muy contrastantes, ya que en superficie un Kaipohan cercano al pozo tiene 21°C y la mayor temperatura alcanzada durante la perforación fué de 307°C, a los 1970 m, la cual sobrepasa 4 veces el gradiente normal para este sitio. Por todo lo anterior puede concluirse que los resultados obtenidos con este primer pozo son bastante prometedores para el futuro del Campo y para el desarrollo de la Geotermia en México.

GEOT.06

MONITOREO DE LA SISMICIDAD EN EL CAMPO GEOTERMICO DE CERRO PRIETO, PERIODO AGOSTO 1994-SEPTIEMBRE-1995

Hubert Fabriol B.¹, Luis Munguía Orozco¹ y Hector Lira Herrera²

¹ CICESE, Aptdo. Postal 2732, ENSENADA, B.C.

² CFE, Residencia de Estudios, Cerro Prieto, Mexicali, B.C.

El monitoreo microsísmico del campo geotérmico de Cerro Prieto se reinicia el 20 de Agosto 1994, con cuatro estaciones analógicas, MEQ-800. El objetivo es obtener una base de datos con eventos de magnitud Ml<2 y localizaciones con errores del orden de 1km, para mejorar la información obtenida mediante las redes regionales CALTECH o RESNOM. Para las localizaciones se ha utilizado además los tiempos de arribo de las estaciones CPX de RESNOM, de GEO y DEL de la Red de Acelerógrafos del Noroeste de México y de QKP (CICESE).

En 13 meses de monitoreo la actividad microsísmica ha sido relativamente baja: un evento por día en promedio. Los eventos se localizan en su mayoría en la extremidad norte de la Falla de Cerro Prieto y debajo del campo geotérmico. El resto de la sismicidad se ubica al sureste del campo, donde se supone está localizado el centro de dispersión que constituye la fuente de calor del yacimiento. Entre el 11/08/94 y el 11/09/95 se han registrado nueve sismos de magnitud Ml³. Cuatro de ellos están ubicados a proximidad de la zona de producción en la parte superior del basamento. El patrón actual de ocurrencia de la sismicidad no corresponde al patrón generalmente observado en el Valle de Mexicali: los eventos notables están aislados, con muy pocas réplicas o premonitores, tampoco se han registrado enjambres. Se ha observado además una correlación entre el aumento de fluido geotérmico reinyectado y un aumento temporal de actividad sísmica en Enero de 1995.

Este proyecto se realizó en colaboración con la Comisión Federal de Electricidad, a través del contrato RGCP-CLSO-001/95.

GEOT.07

REINTERPRETACION GEOFISICA EN LA ZONA GEOTERMICA DE LOS AZUFRES, MICHOACAN, PARA EL DESARROLLO DE NUEVOS CRITERIOS DE EXPLORACION

Gerardo Héctor García Estrada
Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos, CFE, . Apartado Postal 7-31, Morelia, Mich., México.

Los resultados que se presentan tienen por objeto el desarrollo de criterios de interpretación gravimétrica y magnética aplicables en el estudio de zonas menos conocidas. Los resultados alcanzados hasta la fecha permiten relacionar los estudios geofísicos con características conocidas del sistema hidrotermal, y muestran la existencia de relaciones similares en otros campos geotérmicos. En términos generales, se observa que las zonas de alta temperatura se encuentran sobre o cerca de los bordes de cuerpos magnéticos con superficie de algunos km² o protuberancias de ellos. Esto demuestra que la desmagnetización por hidrotermalismo queda limitada a una capa relativamente superficial y por tanto es imputable más a efectos químicos que a las altas temperaturas. Hasta la fecha, se considera que la relación cuerpo magnético-yacimiento se debe principalmente a que éste último se aloja en rocas frágiles, usualmente andesitas, que presentan suficiente permeabilidad secundaria para permitir el ascenso de fluidos. Tal relación no se produciría si

la roca huésped fuera de menor competencia o poco magnética. En volcanes recientes no se descarta la posibilidad de que la anomalía corresponda a una intrusión, o que forme parte de la fuente de calor, en cuyo caso la temperatura debe ser inferior a la de desmagnetización. Por otra parte, se observa una relación espacial similar entre el sistema hidrotermal y altos gravimétricos asociados con los mismos cuerpos fuente. En este caso, cabe la posibilidad de que el origen de la anomalía sea la densificación producida por la alteración hidrotermal, pero se considera que esto es poco probable pues el efecto magnético sería opuesto al que se observa en el caso de Los Azufres.

La reinterpretación y la formación de las bases de datos correspondientes ha sido aprovechada para continuar la exploración del sector NW del campo, aspecto que también se discute.

GEOT.08

FALTA TITULO %&()_)(*_*_())*

Galicia Jiménez Gaudencio

Posgrado en Ciencias de la Tierra, UACP y P del CCH
UNAM, Av. Universidad 3000, Del. Coyoacan, México

Se presenta una base de datos para usarse en la implementación de un sistema de información con fines exploratorios geotérmicos, la base de datos consta de levantamientos de estudios Geofísicos, Geológicos y Geoquímicos. Todos los mapas fueron convertidos a imágenes, con un remuestreo de 25X25 (m), con el fin de hacerlas compatibles con las imágenes de satélite Landsat (TM).

Mediante un sistema de puntuación se asigna factores de peso y valores de calidad a la información disponible, ésta asignación es de acuerdo con con la relación de una característica de cada mapa (capa temática) y la probable existencia de un campo Geotérmico, considerando también la calidad de la información (calidad; buena, regular, mala).

Cuando todas las diferentes capas temáticas han sido evaluadas, con áreas de mayor probabilidad, se opera con las capas bajo la operación de intersección de dichas áreas (multiplicación de imágenes binarias), resultando de ésta manera en un área con alta probabilidad de que exista un campo geotérmico explotable.

GEOT.09

MODELO GEOTERMICO CONCEPTUAL DE LA ZONA DE "TRES VIRGENES" BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO.

Roberto Leal Hernández

Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos, CFE, Apartado Postal 7-31, Morelia, Mich., México

El área volcánica de Tres Vírgenes se localiza en la porción norte de Baja California Sur, a 35 kilómetros al noroeste del puerto de Santa Rosalía.

Los estudios geológicos, geofísicos y geoquímicos, además de los resultados de la perforación de cuatro pozos exploratorios, LV-1, LV-2, LV-2A, y LV-3, han confirmado la existencia de un yacimiento geotérmico cuyas características de producción, lo hacen atractivo para la generación de energía eléctrica.

La secuencia de eventos tectónicos, volcánicos y sedimentarios, se inician a fines del Cretácico, el emplazamiento del batolito granodiorítico que conforma el basamento del área. En el óligoceno Superior, se depositan los productos vulcano-sedimentarios de la formación Comondú. Para fines del Mioceno se depositan las lavas de la Formación Santa Lucía, contemporáneamente con el inicio de la actividad volcánica de la Sierra de Aguajito, la cual culmina hasta el Cuaternario. Con el desarrollo del Golfo de California, en el área se formó la Cuenca de Santa Rosalía, la cual estuvo activa entre el Mioceno Superior y el límite Plio-Cuaternario. Durante el Plio-Cuaternario se desarrolló el vulcanismo que dió origen al complejo volcánico de Reforma. El fracturamiento N-S, propició el emplazamiento de tres edificios volcánicos de composición dacítica principalmente, conocidos como Las Tres Vírgenes, con una edad de 0.44 Ma. el mas antiguo, que corresponde al volcán denominado El Viejo-El Partido. Después el vulcanismo emigra al sur, constituyendo el Volcán El Azufre, y finalmente se edifica el volcán más reciente, conocido como La Virgen, estratovolcán considerado aún activo y asociado a una cámara magmática relativamente somera.

La evaluación conjunta de la información obtenida por los estudios y las perforaciones, llevó a conceptualizar con bases geológicas, un MODELO GEOTERMICO CONCEPTUAL de la zona, donde la fuente de calor está representada por la cámara magmática que alimenta al complejo de Tres Vírgenes. El sistema geotérmico denota un control específicamente estructural, que corresponde a fracturas y fallas profundas, que provocan un fracturamiento importante dentro del basamento granodiorítico, originando zonas con permeabilidad secundaria y constituyendo a este, como la unidad litológica donde se aloja el yacimiento.

GEOT.10

MODELO GEOLOGICO DE SISTEMAS HIDROTHERMALES NO VOLCANICOS, DOS CASOS ESTUDIADOS: HERVORES DE LA VEGA, JAL. Y SAN BARTOLOME DE LOS BAÑOS, GTO., MEXICO.

Aída López Hernández

Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos, CFE, Apartado Postal 7-31, Morelia, Mich., México.

Las zonas estudiadas se caracterizan por la presencia de importantes cuencas hidrológicas -limitadas por fallas regionales de gran penetración-formadas durante el Plio-Cuaternario. Las estructuras afectaron a una secuencia constituida principalmente por rocas ígneas cuyas edades oscilan entre el Terciario Inferior y el Plioceno. Las depresiones están rellenas por gruesos paquetes de sedimentos aluviales

y productos volcánicos. Existen manifestaciones termales-asociadas a las zonas de debilidad- generadas por las fallas principales; las temperaturas son superiores a los 90°C.

Aparentemente el termalismo no está asociado con actividad volcánica reciente como ocurre en la mayor parte de los campos geotérmicos conocidos en México. Se considera que el modelo geológico más adecuado en estos casos, para explicar las altas temperaturas, consiste en la presencia de un gradiente hidráulico en cuencas interconectadas cuya descarga ocurre por medio de convección forzada en las constricciones, dentro o en los límites de las cuencas sedimentarias. Por su similitud con otras áreas, como el rift del Río Grande, donde se ha perforado intensamente, en estas localidades se espera obtener temperaturas cercanas a los 200°C cuando se perforen pozos con objetivo exploratorio.

El éxito al desarrollar este tipo de zonas, consiste en la localización exacta del área local de ascenso, ya que en algunos casos, cerca de la superficie, los fluidos son desviados al encontrar barreras intermedias no visibles. La temperatura en estos sistemas está limitada por la máxima profundidad a la cual circula el agua y el gradiente geotérmico regional.

Este tipo de sistemas tienen gran potencial para generar electricidad con ciclo binario en zonas de baja temperatura. Lo anterior hace aconsejable dirigir esfuerzos para desarrollar este tipo de zonas, muy numerosas en México.

GEOT.11

CRISTALOQUIMICA DE CLORITAS Y SUS RELACIONES CON LA LITOLOGIA, TEMPERATURA Y TIPO DE FLUIDOS, DENTRO DEL SISTEMA GEOTERMICO DE LOS HUMEROS, PUEBLA.

Martinez-Serrano, Raymundo G.

Instituto de Geofísica, UNAM, CU., 04510, México D.F.
Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques/
CNRS Vandoeuvre, Francia.

Se determinó por medio de microsonda electrónica la composición química de cloritas de alteración, asociadas con cuarzo, epidota y algo de hematita, presentes en fracturas y vesículas, en el campo geotérmico de Los Humeros, Puebla. Las cloritas fueron muestreadas en cinco pozos de exploración (H12, H15, H16, H17 y H29), a profundidades de 900 a 1700m, y ocasionalmente a 100m. Las fórmulas estructurales de las cloritas fueron calculadas sobre la base de 14 oxígenos y considerando que el contenido de Fetotal se encuentra bajo la forma de FeO. Las cloritas de los Humeros pueden ser clasificadas como Brunsvigitas (según, Foster 1962), las cuales son similares a las encontradas en el campo geotérmico de Los Azufres. Sin embargo, este tipo de clasificaciones no proporcionan información sobre la génesis de las cloritas.

Los datos cristaloquímicos fueron tratados estadísticamente por medio de diagramas ACP, tomando en cuenta los datos disponibles de temperatura mínima de homogeneización de inclusiones fluidas de los mismos pozos y el tipo de litología existente en cada nivel. Los resultados

permiten determinar que la substitución catiónica de sitios tetraédricos es poco variable (Si_{2.72}-Al_{1.28} a Si_{3.18}-Al_{0.82}), mientras que la ocupación de cationes trivalentes (Al_{vi}) en los sitios octaédricos es superior a la observada en los sitios tetraédricos (Al_{iv}), por lo que se supone la existencia de sitios vacantes octaédricos y la presencia de bajas concentraciones de Fe trivalente dentro de la estructura. De una manera general, la substitución catiónica dentro de la estructura de las cloritas tiene la forma (Si-1 Al+1)_{iv} = (Al-1 R₂₊₊+1)_{vi}, con predominio de la substitución en sitios octaédricos de Mg₂₊ = Fe₂₊. La concentración de este último aumenta de una manera irregular con el incremento en la temperatura y profundidad del sistema, mientras que la del magnesio disminuye de una manera proporcional. Los parámetros que controlan esta substitución son probablemente, la composición de la roca encajonante (variación de andesitas-basálticas a riolitas), las condiciones de fO₂ y fS₂ a los diferentes niveles (reductoras a gran profundidad y oxidantes a menor profundidad), y el incremento en la temperatura. Existen igualmente, correlaciones positivas o negativas entre las cargas tetraédricas (Al_{iv}) y octaédricas (Al_{vi}), lo cual muestra que las condiciones de formación de las cloritas a diferentes niveles dentro del sistema geotérmico no fueron las mismas.

Finalmente, las variaciones de la carga tetraédrica (Al_{iv}) y de la ocupación de los sitios vacantes (6-S_{vi}), en la estructura de las cloritas, dependen fuertemente de la temperatura, la litología y las condiciones de fugacidad de oxígeno. Por lo tanto, las variaciones químicas en las cloritas no puede relacionarse directamente con la variación en la temperatura (uso de geotermómetros).

GEOT.12

ZONAMIENTO SUPERFICIAL DE LA ALTERACION HIDROTHERMAL EN EL PROSPECTO "XOCONOSTLE", MICHOACAN.

Morales-Alvarado, M.¹, Prol-Ledesma, R.M.¹ y Canals-Sabate, A.²

¹ Instituto de Geofísica y Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM.

² Facultad de Geología, Universidad de Barcelona

El prospecto "Xoconostle" se localiza en la parte noreste del estado de Michoacán, casi colindando con el estado de Guanajuato, el área de estudio cubre una superficie de 50 hectáreas aproximadamente. Se ubica sobre las coordenadas geográficas 20° 00' latitud norte y 100° 20' longitud oeste y a 16 Km. en línea recta al N35°E de la Cd. de Maravatío, Mich.

El prospecto se encuentra dentro del sector central, entre la caldera de Los Azufres (a 35 Km. al NE) y la caldera de Amealco (a 23 Km al SW) y forma parte de la zona SE de la Sierra Siete Cruces, de la provincia fisiográfica de la Faja Volcánica Mexicana.

Dentro de la zona de estudio se desarrollaron dos tipos de alteración:

1) Silicificación que pudo haber sido producida tanto por los fluidos circulantes enriquecidos en sílice o bien por la

intensa lixiviación ácida donde el Al es removido dejando un sílice residual. El sílice de depositó rápidamente propiciando minerales con bajo grado de cristalización, como ópalo cristobalita, tridimita, calcedonia y cuarzo microcristalino, acompañados por anatasa, cinabrio y rutilo. Esta alteración gradúa hacia abajo a la alteración argílica avanzada.

2) Argílica Avanzada.- Este tipo de alteración es originada por fluidos concentrados en H₂SO₄ que producen una lixiviación intensa de los cationes alcalinos con una completa destrucción de los feldespatos y de las fases máficas, formándose a su vez agregados de caolinita+alunita+cuarzo±calcedonia±pirita. Esta alteración gradúa hacia una alteración argílica intermedia en donde disminuye considerablemente la alunita, aumentan las arcillas y se conservan algunos feldespatos potásicos inalterados, lo que nos indica que el K, Ca, Mg y Na no fueron completamente lixiviados.

La mineralización sólo se observó dentro de las brechas hidrotermales que se encuentran en la alteración argílica avanzada. Los minerales que componen dicha mineralización son pirita, esfalerita (con bajo contenido de Fe), óxidos masivos (hematita y goetita) y un auricúprido que está relleno huecos, el cual posiblemente se encontraba incluido en la pirita y al producirse la oxidación propició la deposición del mismo.

Las características de ocurrencia, mineralogía y zonamiento de la alteración definen al prospecto "Xoconostle" como un yacimiento epitermal tipo "Hot Spring" que gradúa hacia abajo a un sistema de vetas abiertas.

GEOT.13

ESTUDIO GEOELECTRICO DE RESISTIVIDAD EN LA ZONA GEOTERMICA DE ACOCULCO, PUE.

Sergio Hugo Palma Guzmán
Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos, CFE, Apartado Postal 7-31, Morelia, Mich., México

Se presentan los resultados de la reinterpretación de la campaña de 61 sondeos eléctricos verticales con dispositivo Schlumberger en corriente continua a la luz de la información que arrojó la perforación del pozo exploratorio EAC-1 en la zona geotérmica de Acoculco, Pue.

El análisis de las correlaciones de algunos parámetros del pozo (temperaturas, presión, litología, zonas de pérdidas) con los modelos electroestratigráficos y de inversión suavizada pueden ajustarse hasta en un 80%; sin embargo, los problemas de equivalencia y supresión continúan prevaleciendo en los lugares aledaños al pozo debido a las características dimensionales propias de las zonas volcánicas. El modelado bidimensional de una sección SW-NE; sin embargo, incluyen condiciones de variaciones laterales de resistividad que se acercan más a la realidad y cambia la perspectiva de la interpretación unidimensional. en este caso, la inclusión de cuerpos verticales a manera de intrusivos y contactos no horizontales permiten aproximarse a un modelo

geotérmico, el cual sirve como antecedente para futuras etapas de exploración.

Así, se postula la existencia de dicho cuerpo en la parte NE del complejo volcánico que afecta a la secuencia sedimentaria y ocurre en los límites de una zona de depresión tectónica regional. La temperatura, como parámetro inherente al cambiar las propiedades del acuífero regional en dicha estructura asegura la fuente de calor; sin embargo, será necesario buscar las mejores condiciones de permeabilidad alrededor del intrusivo para hacer más atractiva la zona.

GEOT.14

ESTRUCTURA DEL SISTEMA GEOTERMICO CERRO PRIETO A PARTIR DEL MODELADO SIMULTANEO DE PERFILES GRAVIMETRICOS Y MAGNETICOS MEDIANTE TECNICAS DE INVERSION LINEAL, B.C., MEXICO.

Pérez Padilla R.E.¹, y Espinosa Cardeña, J.M.²

¹ Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL, Apartado Postal #104, Linares, N.L., C.P. 67700, México.

² CICESE, Depto. Geofísica Aplicada, Km. 107 carretera Tijuana-Ensenada, C.P. 22860, Ensenada, B.C.

El Sistema Geotérmico Cerro Prieto (SGCP) se localiza en el Valle de Mexicali, B.C., el extremo norte de la provincia estructural del Golfo de California. Dentro del marco de la teoría de placas diversos autores identifican un centro de dispersión de corteza activo en la región donde se ubica el SGCP. Por otra parte, a partir de la integración de los resultados de estudios geofísicos y geológicos realizados para exploración del yacimiento geotérmico, se ha delineado una cuenca de apertura que aloja un cuerpo intrusivo de composición gabro-peridotita, el cual se asocia con la fuente del calor del SGCP.

La disponibilidad de más datos gravimétricos y magnéticos, de nuevas perforaciones profundas, mejor conocimiento de las características sismotectónicas y geológicas de la región, permiten la aplicación de modelación de perfiles gravimétricos y magnéticos para inferir la estructura profunda del SGCP.

A partir de la aplicación del proceso separación regional-residual mediante análisis espectral y regresión lineal y el modelado simultáneo de perfiles gravimétricos y magnéticos residuales con técnicas de inversión lineal, se elaboró un modelo bidimensional de la estructura que alberga al SGCP. El modelo obtenido muestra diferencias notables con modelos propuestos por autores como Madrid y Traslosheros (1983), Goldstein et al. (1984), Elders et al. (1984) y Quintanilla y Suárez (1994). Entre las diferencias cabe destacar: las profundidades de la cima y base de la aparente fuente de calor, el largo de la cuenca extensional y continuidad de la rama sur de la falla Imperial. Estas dos últimas nos hacen pensar que el modelo cinemático de dispersión tipo escalón que se ha propuesto para la región, bien podría ser del tipo oblicuo.

GEOT.15

EVALUACION DEL POTENCIAL GEOTERMICO DE LA ZONA DE PIEDRAS DE LUMBRE-MAGUARICHI, CHIHUAHUA

Víctor S. Rocha López
Gerencia de Proyectos Geotermoelectricos. Comisión Federal de Electricidad
Apartado Postal 7-31. Morelia Mich. México

La zona geotérmica de Piedras de Lumbre-Maguarichi, se localiza a 220 kms en línea recta al SW de la ciudad de Chihuahua, enclavada en la Sierra Tarahumara.

La litología aflorante consiste de andesitas, depósitos vulcano-sedimentarios con algunos derrames riódacíticos, sobreyacidos por vitrificados riolíticos, de edad Oligoceno-Mioceno. Vulcanismo perteneciente a la Provincia de la Sierra Madre Occidental.

EL sistema estructural está representado por fallas normales, laterales y fracturas de orientación NE-SW y NNW-SSE de la Tectónica del Basin And Ranges con una extensión NE. A las cuales se asocian la termalidad de la zona.

Las manifestaciones de calor consisten en manantiales, hervideros y fumarolas con temperaturas de 30 a 94 C con desprendimientos de gases, depósitos de sales y amplias zonas de alteración hidrotermal: caolinización, propilitización, oxidación.

La composición química de los gases corresponde a la esperada en un ambiente geotérmico. Y la de las aguas es del tipo sulfatada-sódica.

El comportamiento geoelectrico permite ubicar dos estratos conductivos: superficial y profundo, que se relacionan con horizontes permeables favorables para el entrapamiento de fluidos geotérmicos.

La zona por los resultados obtenidos resulta favorable para la perforación de un pozo profundo exploratorio.

GEOT.16

INVERSION APROXIMADA DE LOS DATOS MAGNETOTELURICOS DE LA ZONA GEOTERMICA DE TRES VIRGENES BCS, MEXICO.

Ulises Rodríguez, F. J. Esparza, E. Gómez Treviño, J. M. Romo.
División de Ciencias de la Tierra, CICESE, Km 107 Carr. Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C., México.

En este trabajo se emplea una aproximación a una ecuación integral exacta para problemas electromagnéticos inversos como una alternativa interesante a los métodos de linealización; la aplicación de esta metodología reduce significativamente el tiempo de cálculo en la obtención de modelos de conductividad eléctrica, puesto que se obtienen

en una sola iteración. Esta ecuación es usada en particular para la inversión de datos magnetotelúricos en dos dimensiones. Las imágenes de distribución de conductividad eléctrica en el subsuelo se calculan aplicando el método de regularización, con restricciones en la conductividad. Además se siguen criterios de mínima estructura, la cual es controlada en términos de la norma de las derivadas parciales (horizontal y vertical) de la conductividad eléctrica. El problema de optimización se resuelve finalmente con la ayuda de programación cuadrática.

Los modelos son generados a partir de invariantes de rotación; la conductividad aparente definida a través del determinante del tensor de impedancia y la amplitud y fase del tipper. El método se prueba por medio de experimentos numéricos y es aplicado a datos de campo obtenidos en la zona geotérmica de Tres Vírgenes, BCS.

GEOT.17

MODELO GEOELECTRICO DEL CAMPO GEOTERMICO DE TRES VIRGENES, B.C.S.

Romo, J.M., C. Flores, R. Vega, F. Esparza, E. Gómez
Depto. de Geofísica Aplicada, Div. Ciencias de la Tierra, CICESE

Con la información obtenida mediante 70 sondeos MT, 55 sondeos TDEM y la reinterpretación de 20 sondeos MT (Vázquez, et al, 1992) y 44 sondeos eléctricos verticales (Ballina y Herrera, 1984), se deduce la presencia de una zona con resistividades menores a 5 W-m a profundidades que varían entre 250 y 750 m en gran parte del área. Entre las perforaciones LV-2 y LV-3, en la falda Este del volcán Partido, esta zona se extiende a profundidades mayores de 1000 m; la evidencia geológica de intenso fallamiento, su cercanía a la probable fuente de calor y el control de las propiedades físicas del subsuelo proporcionado por las perforaciones cercanas al sitio, la hacen interesante desde el punto de vista geotérmico. Por otro lado, los modelos bidimensionales postulan una zona conductora (0.5 W-m) que se extiende verticalmente a 10 km de profundidad en la estribación occidental de la sierra del Aguajito. El interés geotérmico de este conductor se apoya en evidencias geoquímicas obtenidas con el análisis de las aguas de las manifestaciones hidrotermales de Agua Agria y El Rincón, y en menor grado con la evidencia estructural de la continuación al norte de la falla El Azufre o de una estructura del sistema de fallamiento N-S. Un tercer resultado interesante es la evidencia de un conductor que se extiende verticalmente a profundidades de 20 km al Este del Volcán Partido en la estribación sur de la sierra del Aguajito. Este conductor sólo se encuentra apoyado por la evidencia geofísica.

GEOT.18

BREVE HISTORIA DE LA GEOTERMIA EN MESOAMERICA DESDE LA PREHISTORIA HASTA EL SIGLO XVI

Mario César Suárez Arriaga
Comisión Federal de Electricidad, Morelia, Mich., México.

Al abrir culaquier libro sobre historia general de la ciencia o, en particular, sobre las ciencias de la Tierra, rara vez se encuentra algún capítulo o párrafo referente a la ciencia en la América prehispánica. Sin embargo, las culturas mesoamericanas crearon de manera independiente y absolutamente original arte, hidráulica, arquitectura, matemáticas, medicina y astronomía. Desarrollaron el concepto del cero, un sistema numérico posicional y supieron realizar cálculos astronómicos con una precisión asombrosa. Hoy en día, muchos sabemos que el arte, la sabiduría y el conocimiento científico fueron una realidad cotidiana en Mesoamérica. Menos conocida es, sin embargo, la cosmogonía o concepción general que nuestros ancestros tuvieron del mundo. El contexto donde se originan sus creencias y conocimientos tiene lugar dentro de una Cosmología muy peculiar surgida, al menos parcialmente, de intensas experiencias con fenómenos geotérmicos. Una imponente serie de aparatos volcánicos recientes, el Eje Volcánico Mexicano, conformó la parte central donde se desarrollaron las culturas de Mesoamérica, tierra eminentemente volcánica: temblores, aguas termales, fumarolas, lodos hervientes, vapores, erupciones. La energía de la tierra fue cosa cotidiana para los remotos americanos. Esta región fue, por tanto, un lugar particularmente rico en manifestaciones geotérmicas activas durante miles de años. Los utensilios y armas de remotas épocas fueron manufacturados con rocas de origen volcánico: sílex, obsidiana, pedernal y basalto. La roca volcánica se constituyó desde un principio como el fundamento material de la evolución cultural del hombre prehistórico y fue, con el devenir de los siglos, una base de la civilización mesoamericana. el intenso contacto hombre-geotermia en esta zona geográfica influyó profundamente en el desarrollo material y cosmogonía mesoamericanos. Los baños termales, la cocción de alimentos hervidos al vapor de fumarolas o en rocas naturalmente calientes, irrigación de jardines y aplicaciones terapéuticas, fueron algunos de los usos iniciales del calor natural en Mesoamérica. Hubo actitud de devoción hacia los volcanes, considerados sagrados y tomados como objetos de culto. El dios del fuego terrestre en todas las culturas mesoamericanas, fue el más antiguo y considerado padre de los demás dioses. Esto indica que las interpretaciones mítico-religiosas de fenómenos geotérmicos, ocurrieron muy temprano, reflejando un profundo respeto por el fuego y el calor terrestre en sus diversas formas. La geotermia tuvo interpretación preponderantemente religiosa y una relación ética dual: benéfica/maléfica, constructora/destructora. Cuáles habrán sido los posibles usos, las interpretaciones cosmogónicas, su influencia sobre los asentamientos humanos y las interrelaciones existentes entre aquellos antepasados nuestros y la geotermia? Tal es el objetivo de este estudio.

GEOT.19

CHEMISTRY OF FUMAROLIC GASES, CRATER LAKE AND THERMAL SPRINGS AT EL CHICHON VOLCANO IN 1995

Yuri Taran, Jose Luis Macias, Juan Manuel Espindola and Maria Aurora Armiente

¹ Instituto de Geofísica, UNAM, CU, CP. 04510, Mexico .D.F

The activity of the El Chichon volcano crater fumaroles during 17-27 May 1995 resembled that observed in 1992 and 1993. The fumaroles from two main fumarolic fields discharge low-temperature (100°C), low chloride (<200 ppm in condensates) and enriched in sulfur (~2 wt % in total gas) gas with water content about 97 wt.%. The crater lake with pH of 2.15 and temperature of 33°C contains about 1000 ppm of Cl, 700 ppm of total SO₄ and very low boron. The only one boiling pool located 150 m to the North of the lake shore ("Soap" Pool) is likely to be a site for the essential magmatic output. It discharges partially neutralized water (pH=3.3) with 12 g/L of Cl, 300 ppm of total SO₄ and high boron content (150 ppm).

A set of water and bubbling samples were collected from hot and warm springs at the El Chichon geothermal field, S-E slope of the volcano. Numerous thermal springs outflow from the intensively altered tuffs and pumices with a total discharge of about 150 l/s of 70°C sodium chloride water (TDS=4.5 g/L). Chemical geothermometers record the temperature in the thermal aquifer above 250°C.

GEOT.20

QUIMICA DE LOS FLUIDOS HIDROTHERMALES DE LA ZONA GEOTERMICA DE LA CALDERA DE ACOCULCO, PUEBLA

Enrique Tello Hinojosa
Gerencia de Proyectos Termoeléctricos, CFE. Apartado Postal 7-31, Morelia, Mich. C.P. 58290

La zona geotérmica de la Caldera de Acoculco se localiza 85 km al noreste de la Ciudad de Puebla. Geomorfológicamente se ubica en la Provincia Fisiográfica de la Faja Volcánica Mexicana, en sus límites con la Sierra Madre Occidental.

Para la realización del estudio geoquímico a detalle se muestrearon en total 39 manantiales, cuyas temperaturas, cuyas temperaturas varían de 13°C a 49°C. El carácter geoquímico del agua de los manantiales termales ubicados dentro de lo que es la Caldera de Acoculco, es sulfatado-ácido; el cual es adquirido al interactuar agua de reciente infiltración con gases de origen geotérmico.

La composición isotópica del agua de los manantiales para las muestras de Los Azufres (M21 y M23) los cuales están ubicados también dentro de la Caldera de Acoculco presentan un enriquecimiento en oxígeno-18 producto de la interacción agua-roca a altas temperaturas. El resto de los manantiales presentan una composición isotópica característica de agua de origen meteórico.

La composición química de los gases de la Caldera de Acoculco corresponde a la esperada en un ambiente geotérmico, debido a que el CO₂ es el más abundante. La temperatura máxima estimada por medio del geotermómetro de gases (D' Amore and Panichi, 1980), es de 173°C y corresponde al manantial de La Alcaparroza (M14).

GEOT.21

**EVOLUCION TERMICA DEL SISTEMA
GEOTERMICO DE LAS TRES VIRGENES B.C.S.,
MEXICO**

J. Cesar Viggiano G.

Gerencia de Proyectos Geotermoeltricos, CFE, Alejandro
Volta nO. 655, Col. Electricistas, Morelia, Mich., 58290,
México

El área geotérmica de Las Tres Virgenes, B.C.S., localizada en la porción centro oriental de la Península de Baja California ha sido explorada superficial y subsuperficialmente. Los resultados subsuperficiales obtenidos a través del estudio petrológico de los pozos LV-2 y LV-3 (distantes unos 13 km entre sí) con 1200 y 2000 m de profundidad, respectivamente, permiten inferir la historia térmica del área comprendida entre estos pozos. La evolución de la hidrología térmica a través del tiempo parece compleja pero se vincula principalmente a la tectónica del área. Efectivamente, tres posiciones del nivel del fluido son propuestas como resultado de levantamientos tectónicos; esta situación parece limitativa porque las temperaturas se han profundizado y el yacimiento se estrecha por la presencia del basamento local. Además, la escasa permeabilidad relativa en ambos pozos y en consecuencia, el régimen convectivo forzado parecen indicar un bajo ímpetu del fluido que no ha permitido el reciclaje sucesivo del sistema.

Por otro lado se propone un flujo lateral de descarga desde las inmediaciones del pozo LV-2, que sería la zona de ascenso vertical (*up-flow*) indicado así por la presencia de alteraciones superficiales, hacia la zona del pozo LV-3 a través del sistema NW-SE, en consonancia con las inversiones de temperatura ahí verificadas y con la ausencia de alteraciones superficiales, lo cual indica que se trata de un *out-flow*.

GEOT.22

**ACTIVIDAD SISMICA REGISTRADA EN EL AREA
VOLCANICA DE TRES VIRGENES, BAJA
CALIFORNIA SUR.**

Victor Wong, Luis Munguía

Depto. Sismología, CICESE, Km. 107 carr. Tijuana-
Ensenada, C.P. 22860, Ensenada, B. C.

Se describe la actividad sísmica registrada en la zona volcánica de Tres Virgenes, Baja California Sur, en el contexto del tectonismo regional y local. La información analizada consiste de datos registrados por una red local de seis estaciones analógicas y cinco estaciones digitales instaladas por un período de 28 días. Los epicentros localizados definen varias zonas de actividad sísmica, de las que sobresalen las ubicadas en los costados de los aparatos volcánicos y en los principales sistemas de fallas. Los resultados obtenidos indican un alto nivel de actividad sísmica, consistente principalmente en eventos de carácter tectónico con algunos eventos que podrían ser asociados a actividad volcánica y/o geotérmica. En esta etapa inicial de nuestro estudio, no se hace ninguna clasificación ni cuantificación de acuerdo a la

naturaleza de la fuente sísmica, solo se describen los principales aspectos de la sismicidad en términos de la tectónica local y regional.

GEOL.01

ESPECIACION DE ARSENICO EN MUESTRAS DE AGUA SUBTERRANEA DE ZIMAPAN, HGO.

A. Aguayo, M.A. Armienta, O. Cruz
Laboratorio de Química Analítica, Instituto de Geofísica,
UNAM. Deleg Coyoacán

Tanto el arsénico como sus compuestos, son extremadamente tóxicos para las plantas y animales incluyendo al hombre, sin embargo este elemento tiene importantes usos en nuestra sociedad moderna, principalmente en agricultura. El arsénico presenta valencias variables de formas tanto aniónicas como catiónicas. Los estados +5 y +3 son de gran importancia en toxicología. El arsénico pentavalente se absorbe más fácilmente que el trivalente, y la forma inorgánica más que la orgánica. La toxicidad y carcinogenicidad del arsénico se atribuyen principalmente de la exposición al arsénico trivalente As(III), más que al arsénico pentavalente As(V). Se han realizado diversos estudios en el Municipio de Zimapán, Hgo., para cuantificar el arsénico presente en el agua subterránea, y asimismo determinar el estado de oxidación en que este se encuentra.

Para cuantificar y llevar a cabo la especiación del arsénico se empleó el método colorimétrico. El arsenito se reduce selectivamente con solución de borohidruro de sodio a arsina, en un medio acuoso de pH 6. La arsina generada se arrastra por una corriente de nitrógeno, desde la celda de reducción, pasando a través de un contenedor con fibra de vidrio impregnada con acetato de plomo, hasta un tubo absorbedor que contiene una solución de diétiltiocarbamato de plata y morfina disueltos en cloroformo. Se desarrolla un color rojo cuya intensidad se mide a 520 nm. Para determinar el arsénico inorgánico total, se lleva a cabo el mismo procedimiento pero ahora la reducción de la muestra se efectúa a pH de 1. El arsénico pentavalente se determina por diferencia entre el arsénico total y el arsénico trivalente.

GEOL.02

NATURE OF CRUST BENEATH THE CENTRAL MEXICAN VOLCANIC BELT BASED ON THE PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF A GRANULITE XENOLITH

Aguirre-Díaz, Gerardo J.¹ and Dubois, Michael²

¹ Estación Regional de Centro del Instituto de Geología,
UNAM.

² Instituto de Geofísica, UNAM.

A granulite xenolith was found within the co-ignimbrite lithic lag breccia of Amealco III Ignimbrite on the NW rim of the Amealco caldera, central Mexico (20°10'N, 100°10'W). The xenolith is an elliptical, 10 cm long clast. This is a particularly important occurrence because with the exception of the Valle de Santiago maars, about 100 km to the WNW of Amealco, there are no other reports of granulite facies xenoliths in the volcanic rocks of the Mexican Volcanic Belt (MVB). The MVB covers and crosscuts several Mesozoic terranes, but the

erupted materials practically never carry xenoliths from the crust. Thus, it remains unknown which are the characteristics of the crust beneath this vast volcanic province.

The granulite xenolith is a medium-grained, equigranular rock. It does not exhibit crenulation, banding, or folding both at the macroscopic and microscopic scales. Minerals in the granulite form an equigranular mosaic with intergranular glass (20 vol.%), including plagioclase (60 vol.%), quartz (10 vol.%), orthopyroxene (8 vol.%), clinopyroxene (2 vol.%), accessory ilmenite, apatite and zircon. Crystals are anhedral, with triple-junction grain boundaries. Intergranular glass is interpreted as modal melting. Microprobe analyses show that plagioclase is unzoned and its composition cluster at An60-70. Pyroxenes have augite and hypersthene compositions. Glass composition varies in silica and alkali contents but is generally potash-rich (K₂O up to 11 wt.%), suggesting that K-feldspar was originally part of the mineral assemblage, and it was completely melted at the time the glass was quenched. Whole-rock chemical analysis correspond to a high-K dacite. Chondrite-normalized REE patterns show a steep negative slope between La-Lu, indicating a relative depletion of HREE with respect to the LREE. The slope La-Eu is very steep and that of Gd-Lu is flat. Also notable is a positive Eu-anomaly.

Fluid inclusions are observed in quartz and feldspar. They are single-phase (gas or glass) or two-phase (gas+glass) inclusions. Gas is mostly only CO₂, but CH₄ was identified too. Two-phase inclusions were used to determine the P-T conditions of the granulite, resulting in 2.5 kb and 800°C. This is a relatively low pressure for typical granulite conditions, thus it is believed that the rock was depressurized posterior to granulite facies P-T conditions. This secondary stage is confirmed by the widespread partial melting evident in the rock's texture.

The host rock of the granulite, Amealco Ignimbrite III, shows evidence of magma and mineral mingling, with glass composition from basaltic andesite to rhyolite. This has been modeled as a layered magma chamber with andesitic-rhyolitic magmas, that received a basaltic andesite magma input, which triggered mingling, volatiles exsolution, overpressure and the explosive eruption. It is thus proposed that the granulite was a mid- or lower crust fragment that was carried up by a mafic magma coming from the mantle wedge above the subduction zone of the Middle America Trench, the mafic magma carrying the xenolith was input in the magma chamber beneath Amealco caldera, and finally erupted together with the pyroclastic material that formed Amealco Ignimbrite III. Thus, the granulite was depressurized during its ascent. This mechanism will explain the partial melting of granulite's minerals, the low P obtained from the fluid inclusions, and the paradigm of a granulite clast in an ignimbrite.

GEOL.03

DETERMINACION DE DOMINIOS DE FRACTURA Y REACTIVACION: APLICACION A LA ZONA DE CIZALLA DE OAXACA

Susana Alicia Alaniz-Alvarez y Angel Francisco Nieto-Samaniego

ERCE, Instituto de Geología, UNAM, Apartado Postal 376,
Guanajuato, Gto., 36000

Se establece un nuevo método con representación estereográfica para la identificación de dominios de fractura y reactivación. Se utilizan las ecuaciones desarrolladas por Yin y Ranalli (1992, *Jour. Struc. Geol.* 14, 237-244), las cuales introducen parámetros del medio (razón de esfuerzos, presión de fluidos y presión confinante) a la ecuación de Coulomb, con las cuales se describe la fractura y el deslizamiento en la corteza superior. Bajo un sistema de esfuerzos determinado, se compara la diferencia de esfuerzos σ_1 - σ_3 necesaria para fracturar una roca intacta con la necesaria para deslizar un plano de debilidad preexistente, obviamente actuará el mecanismo que necesite menor diferencia de esfuerzos. Se realizó este cálculo para determinar la viabilidad de deslizamiento para 10,000 orientaciones distintas de planos en sistemas de esfuerzo tipo Anderson. La representación gráfica de los dominios de fractura y reactivación se hace utilizando las direcciones principales de esfuerzo y los cosenos directores de la normal al plano como ejes en la red (extensión: vertical= $N_1=\sigma_1$, Norte= $N_2=\sigma_2$, Este= $N_3=\sigma_3$; compresión: vertical= $N_3=\sigma_3$, Norte= $N_2=\sigma_2$, Este= $N_1=\sigma_1$; transcurrancia: vertical= $N_2=\sigma_2$, Norte= $N_3=\sigma_3$, Este= $N_1=\sigma_1$). El análisis se realizó variando la profundidad, la presión de fluidos, la cohesión y la razón de esfuerzos.

El frente occidental de la Sierra de Juárez, en el sur de México está ocupado por la zona de cizalla de Oaxaca, la cual tuvo varias fases de desplazamiento. En este trabajo se analiza la deformación producida sobre esta zona de cizalla durante tres eventos orogénicos: (1) la apertura del Golfo de México (fase transcurrente y distensiva), (2) la Orogenia Laramídica (fase compresiva) y (3) la extensión Cenozoica. Las rocas y estructuras formadas en esta región registran deformación tanto dúctil (milonitas) como frágil (fallas). El estudio de seis secciones W-E en el frente occidental de la Sierra de Juárez revela lo siguiente:

En el sector sur, de la ciudad de Oaxaca hasta Cuicatlán, las rocas miloníticas se deformaron en el Jurásico Medio al reactivarse la zona de cizalla como falla de desplazamiento lateral. Entre el Jurásico Medio y el Cretácico Temprano esta zona de cizalla se reactivó como falla de tipo normal. Durante la Orogenia Laramídica la cobertura sedimentaria se deslizó sobre el cinturón milonítico. Durante el Cenozoico una falla de tipo normal de bajo ángulo (Falla de Oaxaca) reactivó el contacto entre el cinturón milonítico y las rocas del Terreno Zapoteco.

En el sector medio, cerca de Teotitlán del camino, la Falla de Oaxaca ponen en contacto el conglomerado rojo de Cuicatlán con rocas gnéissicas, presumiblemente pertenecientes al basamento del terreno Zapoteco. el contacto de los gnéisses con los sedimentos mesozoicos es por una falla vertical de desplazamiento izquierdo.

En el sector norte, desde San José Tilapa hasta Coxcatlán (Puebla), se observó una franja milonítica de más de 5 km de espesor que varía gradualmente, hacia el poniente a rocas gnéissicas probablemente pertenecientes al basamento precámbrico del terreno Zapoteco, y al oriente a sedimentos

marinos mesozoicos. No obstante que el estudio geológico en este sector es preliminar, nuestras observaciones son consistentes con un cabalgamiento laramídico del basamento sobre los sedimentos mesozoicos. La Falla de Oaxaca está cubierta por sedimentos terciarios aluviales.

Utilizando el modelo de representación estereográfica de los dominios de ruptura y reactivación se determinó la viabilidad mecánica de nuestras observaciones. Dado que conocemos la orientación de los planos preexistentes de debilidad (foliación, contactos litológicos y fallas), la orientación aproximada del sistema de esfuerzos para cada fase de deformación y usando como variables la profundidad, presión de fluidos y cohesión, podemos caracterizar cuantitativamente el comportamiento mecánico frágil de la deformación en la zona de cizalla de Oaxaca.

GEOL.04

ESTRATIGRAFIA Y GEOQUIMICA DE LAS ROCAS VOLCANICAS TERCIARIAS DE LA REGION TAXCO-TILZAPOTLA

Alba Aldave L., Reyes Salas M., Altuzar Coello P.,
Angeles García S., Morán Zenteno D., Corona Esquivel
Instiuto de Geología, UNAM.

La Provincia Volcánica Terciaria del sur-occidente de México se encuentra ubicada en una posición intermedia entre la Faja Volcánica Transmexicana y el cinturón plutónico que ocupa la margen continental pacífica. Esta ubicación la hace un elemento clave para comprender las variaciones espacio-temporales del magmatismo en el sur de México, así como sus relaciones con los procesos de tectónica en la cuenca del Pacífico.

Existen variaciones geoquímicas y petrológicas, lateral y verticalmente, en toda la extensión de la secuencia que indican cambios en la evolución de los magmas, en el ambiente tectónico y la influencia de la corteza continental. Mientras que en Oaxaca domina la presencia de unidades lávicas y volcánicas predominantemente andesíticas, la región de Morelos-Guerrero está esencialmente formada por ignimbritas silíceas.

En la región de Taxco-Buenavista aflora una secuencia volcánica terciaria que varía de 300 a 800 m y que había sido previamente referida a dos unidades volcánicas, una riolítica inferior y otra andesítica superior, denominadas en términos generales como riolita Tilzapotla y Grupo Buenavista. Estas unidades fueron atribuidas respectivamente en trabajos previos al Oligoceno y al Mioceno.

Los estudios de petrografía microscópica y electrónica, así como estudios de difracción y fluorescencia de rayos X revelan que la secuencia volcánica que incluye ambas unidades está dominada por rocas ignimbriticas de carácter silíceo (62 - 70 % de SiO₂) y calcialcalino que fueron emitidas como parte de un episodio continuo de magmatismo silíceo. Al oriente de Tilzapotla la secuencia silíceica está cubierta por una serie de derrames piroclásticos andesíticos, con presencia de hornblendas y piroxenas, cuyos afloramientos se vuelven

dominantes hacia la región de Oaxaca.

Los fechamientos disponibles de K-Ar indican que la edad de la secuencia silícica se ubica entre 30 y 35 Ma y que ésta es parcialmente contemporánea con el plutonismo de la región de Acapulco. La presencia abundante de xenolitos graníticos en ciertos niveles estratigráficos de la región de Tilzapotla, indica que la contaminación cortical juega un papel importante en la composición de las rocas volcánicas y su disposición en la tendencia evolutiva.

La cronología y composición del magmatismo en la región de Tilzapotla-Taxco revela la existencia para el Oligoceno de un arco magmático continental de carácter silícico que se extendía desde el actual margen continental, hasta 200 km hacia el interior del continente.

El cese relativamente rápido de la actividad magmática a lo ancho de este arco, y la aparición del vulcanismo andesítico y basáltico de la Faja Volcánica Transmexicana en el Mioceno tardío no apoya la idea de una migración gradual en tiempo y espacio del magmatismo desde la margen del Pacífico hasta la actual posición de la Faja Volcánica Transmexicana, sino mas bien expresa un cambio radical en la interacción cinemática de las placas Farallón (Guadalupe) y Norteamérica.

GEOL.05

PALEOECOLOGIA DE LA CUEVA DE SAN JOSECITO, NUEVO LEON, MEXICO.

Joaquin Arroyo-Cabral¹ y Eileen Johnson²

¹ Laboratorio de Paleozoología, INAH, Moneda # 16, Col. Centro, 06060 México, D. F.

² Museum of Texas Tech University, Box 43191, Lubbock, Texas 79409, E.U.A.

La Cueva de San Josecito se localiza en el costado poniente de la Sierra Madre Oriental en el sur de Nuevo León, México, a la orilla del Altiplano Mexicano. La cueva es una fisura única con múltiples entradas que se formó en calizas plegadas del Jurásico tardío y se conoce por su rica fauna de vertebrados con más de 109 taxa.

Esta investigación es el estudio paleontológico de una cueva y el significado de los datos faunísticos para la comprensión de los ecosistemas del Cuaternario del Altiplano Mexicano y los Planos Sureños. El estudio incluye la identificación de los ejemplares y los análisis de los datos paleoecológicos y de los procesos tafonómicos asociados con los fósiles. A través de la revisión detallada y rigurosa de los materiales colectados en las excavaciones previas (1935-1941) y los de las investigaciones actuales (1990) se pretende determinar si ocurrió un cambio climático drástico durante el período Pre-Pleni-glacial, hace cerca de 28,000 años.

Los resultados apuntan a que la acumulación de huesos es debida en parte a los depredadores (probablemente lechuzas) con influencia mínima de otros factores. La necesidad de procedimientos de excavación muy detallados, con estrictos controles espacial y temporal, se refuerza. Es aconsejable no considerar a los conjuntos faunísticos de la

Cueva de San Josecito como fauna disarmónica debido a la mezcla de materiales colectados de los diferentes niveles dentro de la amplitud temporal de 11,000 a 25,000 años AP.

Las inferencias paleoambientales se basaron en el análisis de la estructura comunitaria. Basados en los habitats preferidos por los taxa identificados del estrato estudiado, parece que la asociación vegetal que se presentaba hace 28,000 años era similar a la que existe en los actuales bosques de las Montañas Rocallosas. Sin embargo, la falta de datos climáticos detallados tanto para las especies actuales como las fósiles evitan una reconstrucción más específica del paleoambiente.

GEOL.06

VARIACION DEL FITOPLANCTON SILICEO EN LOS SEDIMENTOS LAMINADOS DE LA PENDIENTE DE LA CUENCA DE GUAYMAS, SONORA, DE 1923 A 1977.

Héctor M. Atilano Silva, Timothy R. Baumgartner McBride y Vicente Ferreira Bartrina

Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, B. C.

Apartado Postal 2732, 22800 Ensenada, Baja California, México

Este estudio abarca el problema de analizar y reconstruir la comunidad del fitoplancton silíceo preservada en 55 varvas en la parte central del Golfo de California. Para fines de esta investigación se recurrió a la porción de la comunidad del fitoplancton preservada en los sedimentos laminados en la zona anóxica en la pendiente continental frente a Guaymas. Se utilizaron cuatro núcleos de caja que fueron obtenidos en julio de 1978 a una profundidad entre 610 y 650 m a bordo del B/O Mariano Matamoros. La descripción de la variación en la composición del fitoplancton silíceo (diatomeas y silicoflagelados) durante este registro micropaleontológico sirvió para caracterizar el comportamiento del fitoplancton de 1923 a 1977.

Se identificaron un total de 151 taxa entre especies, variedades y formas de diatomeas, silicoflagelados, ebridianos; de un total de 48 géneros, los más abundantes fueron *Coscinodiscus*, *Thalassiosira*, *Rhizosolenia*, *Nitzschia*, *Chaetoceros* y *Biddulphia* (21, 14, 11, 9, 8 y 7 especies, respectivamente). Las máximas abundancias de células se encontraron en 1955 (11×10^6 células/cm²/año) y 1938 (10×10^6 células/cm²/año) mientras que la mínima abundancia se encontró en 1964 (4×10^5 células/cm²/año). Las esporas de *Chaetoceros* fueron las más abundantes en los 55 años, excepto en 1964 donde se registró la menor cantidad de esporas así como de células en general.

Para el período de 1977 a 1962 y el año de 1934, se analizaron por separado las láminas (clara y oscura) que forman una varva. A grandes rasgos, las esporas de *Chaetoceros* son más abundantes en las láminas oscuras. Si se desprecian las esporas de *Chaetoceros*, las láminas claras contienen mas individuos de diatomeas que las oscuras. Aunque la tendencia no es bien marcada existe una

mayor posibilidad de encontrar a las especies de aguas cálidas asociadas con las láminas claras y las especies de aguas frías y cosmopolitas asociadas con las láminas oscuras.

Existe una preservación diferencial del fitoplancton que se está sedimentando en la pendiente continental de Guaymas. Esto se vió claramente en las especies menos silicificadas como por ejemplo *Chaetoceros*, *Bacteriastrum* y *Hemiaulus*. Los géneros fuertemente silicificados son las que dominan en los sedimentos laminados.

GEOL.07

LA FALLA VISTA HERMOSA, UNA IMPORTANTE ESTRUCTURA PARA EXPLICAR LA EVOLUCION TECTONICA DE LA SIERRA DE JUAREZ, OAXACA.

Barboza Gudino, J. R.

Instituto de Geología, UASLP

Dr. M. Nava 5, zona universitaria, 78240 San Luis Potosí, S.L.P.

La Sierra de Juárez, en la parte nor-noreste de Oaxaca, representa un cinturón de pliegues y cabalgaduras de orientación general NW-SE, entre un altiplano al SW (Oaxaca-Acatlán) y la Cuenca de Veracruz al NE.

Entre las cabalgaduras de mayor importancia destaca hacia su frente oriental, en la región de Valle Nacional la denominada Falla Vista Hermosa, que constituye el límite entre rocas metamórficas de la facies de esquistos verdes y lechos rojos. A las primeras se les han atribuido edades del Paleozoico tardío y del Mesozoico y a los lechos rojos edades del Jurásico superior. Los lechos rojos son cabalgados por los esquistos y más hacia el oriente son sobreyacidos concordantemente por las calizas cretácicas de la Plataforma de Córdoba.

De acuerdo con observaciones de campo, percepción remota y estudios geofísicos realizados por el proyecto GEOLIMEX (Geotraversa Litosférica Mexicana), la Falla Vista Hermosa es una cabalgadura de bajo ángulo y muestra en su traza y estructuras menores asociadas (pliegues y fallas o superficies de cizalla), indicios de un transporte tectónico hacia el NNW, ocurrido aparentemente en etapa inmediata posterior al desplazamiento general de las cabalgaduras de la sierra en dirección NE durante el Terciario temprano. Las estructuras que pudieran indicar un transporte tectónico hacia el NNW podrían explicarse en parte por transpresión, que estaría relacionada a la zona de cizalla que se interpreta a lo largo del frente occidental de la Sierra de Juárez, o bien por un verdadero empuje de la Sierra de Juárez hacia el NNW.

De lo anterior se puede concluir que a lo largo de la Falla Vista Hermosa y en el bloque sur-occidental queda expuesta la parte basal de la secuencia y posiblemente partes del basamento de la denominada Cuenca Cuicateca, que la traza de dicha falla de bajo ángulo se prolonga desde la región de Valle Nacional - San Felipe Usila, hacia el WNW hasta la región de Papalo, hacia el frente sur-occidental de la sierra y que el basamento de la Plataforma de Córdoba parece haber

constituido un bloque rígido que solo actuó en parte como rampa.

GEOL.08

RELACIONES CARTOGRAFICAS ENTRE FALLAMIENTO ACTIVO ORIENTADO ~ N-S Y E-W. TECOZAUTLA, ESTADO DE HIDALGO

Carrillo M. M. y Quintero L. O.

Instituto de Geología, UNAM. C. U., México. D.F

La región al norte de Tecozautla, Hgo. está constituida por una secuencia volcanogénica del Cenozoico Superior. En ella se instaló la semifosa tectónica de Aljibes orientada ~ E-W, interceptada en su porción suroccidental por una fosa tectónica orientada ~ N-S. Ambas depresiones tectónicas se sitúan en forma esencial en una zona dominada estratigráficamente por una formación basáltica de espesor variable, pero que alcanza un máximo de 400 m. en las cercanías del Campo Geotérmico de Pathé, donde se interceptan fallamiento de dirección E-W y las fallas Pathé y la Mesa, siendo la primera la falla maestra oriental de la fosa tectónica N-S.

En superficie, el desplazamiento vertical de las fallas de la región de intercepción del fallamiento ortogonal promedia 25-30 m y alcanza en el subsuelo 180 m. Hacia los extremos, en particular hacia el oriente donde tiende a terminar y a disminuir de espesor los afloramientos de la formación basáltica, el desplazamiento vertical de las fallas meridionales de la semifosa de Aljibes también tiende a disminuir.

La distribución espacial de la unidad basáltica, en forma alargada E-W, donde se sitúa la mayor parte del fallamiento, sugiere que esta densa unidad influyó bastante en el dispositivo estructural. Además, el que en el sector de intercepción del fallamiento ortogonal se encuentren los mayores espesores de los basaltos sugiere que la deformación ocurrió simultáneamente.

GEOL.09

GEOLOGIA DE LA REGION DE LORETO, BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO.

Zenón Casarrubias Unzueta y J. Guadalupe Gómez López

Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos, Comisión Federal de Electricidad, Morelia, Mich., México.

La región estudiada se ubica en el sector este, de la península de Baja California, incluye al norte la Bahía de Concepción y al sur el poblado de Loreto, B.C.S.

En el área afloran rocas volcánicas e intrusivas, así como sedimentarias. Se identificó un basamento regional formado por un batolito de composición granodiorítica, posiblemente del Cretácico. En discordancia se depositó una secuencia sedimentaria constituida por areniscas rojas de la formación "El Salto", del Mioceno inferior. Sobre esta formación, se observa un paquete volcánico-sedimentario, compuesto por

aglomerados, brechas andesíticas y conglomerados, que forman el "Grupo Comondú", su edad es Mioceno Medio; sobreyaciendo a este grupo, existe un volcanismo compuesto por brechas andesíticas y basaltos, denominado formación "Sta Lucía" del Mioceno Superior. Posteriormente en el Plioceno Inferior se inició una tectónica relacionada con la apertura del Golfo de California, que dió lugar a la formación de la "Cuenca de Loreto", se depositaron calcarenitas, areniscas fosilíferas y terrazas marinas, pertenecientes al Plioceno Medio. Durante el Plio-Cuaternario, sobre una zona que permaneció emergida se emplazó el complejo volcánico del "Cerro Menceñares", formado por derrames riolíticos, dacitas y andesitas basálticas. La actividad volcánica más reciente está compuesta por flujos piroclásticos y derrames riolíticos de poca magnitud que formaron los domos de Punta Pulpito y San Basilio que se emplazaron sobre areniscas de la Cuenca de Loreto, su edad es de 0.5 Ma.

Estructuralmente se reconocieron tres sistemas de fracturamiento con direcciones, NE-SW, NW-SE y N-S; los eventos volcánicos recientes están controlados por este último.

En la zona se encuentran manifestaciones termales de agua caliente, fumarolas y suelos vaporizantes, con temperaturas entre 40 y 94 C, Este termalismo, esta asociado al sistema de fallas N-S, relacionado con la tectónica del Golfo de California.

GEOL.10

ESTUDIO PETROLOGICO, ESTRUCTURAL Y MAGNETOMETRICO DE LAS ROCAS DEL COMPLEJO MAFICO-ULTRAMAFICO PUERTO NUEVO, PENINSULA DE VIZCAINO.

Castro-Leyva, T.¹, Delgado-Argote, L.A.¹ y García-Abdeslem, J.²

¹ Depto. Geología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE

² Depto. Geofísica, División de Ciencias de la Tierra, CICESE

Km 107, carretera Tijuana-Ensenada, C.P. 22860, Ensenada, B.C.

El complejo máfico-ultramáfico Puerto Nuevo del pre-Triásico Superior aflora bajo forma dómica en la parte central de la Península de Vizcaíno, Baja California Sur.

Con base en estudios geoquímicos (de algunos óxidos) y petrográficos, se propone que la litología consiste en harzburgitas, dunitas, wherlitas, piroxenitas y gabronoritas con olivino, de parcial a totalmente serpentinizadas, seguidas por una serie máfica (no serpentinizada) formada por noritas, gabronoritas sin olivino, gabros piroxeníticos y gabro.

Una serie de diques de composición plagiogranítica, diabásica y basáltico-andesítica cortan a las rocas ultramáficas con una tendencia de 31°NE. El emplazamiento de estos diques provocó un incremento local en el grado de serpentización de las rocas ultramáficas. El intenso cizallamiento que afecta al conjunto máfico-ultramáfico sigue una tendencia de 36°NE, indicando el sentido de

emplazamiento de la masa.

Mineralógicamente, la serpentización consiste predominantemente en lizardita con vetillas de crisotilo asbestiforme de fibra cruzada, vetillas de crisotilo no asbestiforme y en la rara ocurrencia de antigorita como producto de reemplazamiento de la lizardita. La asociación de minerales de serpentina atestiguan una alteración de baja temperatura y una actividad hidrotermal local, evento al cual se atribuyen los depósitos de magnesita asociados a las rocas ultramáficas.

Diez ejemplares representativos de rocas ultramáficas, nueve de rocas gabroicas, cuatro de diques y dos de rocas volcánicas de la Formación San Hipólito fueron colectados en el área de estudio para medir su valor de susceptibilidad magnética. Los altos valores de susceptibilidad magnética (K) de la región ($1441 \times 10^{-6} \text{SI/cm}^3$) son característicos de las rocas ultramáficas, debido a que estas concentran cantidades importantes de magnetita secundaria, como producto de la serpentización de los olivinos ricos en fierro. Por el contrario, el valor promedio de K para los gabros ($51 \times 10^{-6} \text{SI/cm}^3$) y las rocas volcánicas ($29 \times 10^{-6} \text{SI/cm}^3$) es bajo, el cual resulta contrastante comparado con el de las ultramáficas.

Con base en la contrastante respuesta magnética que existe entre las rocas máficas y las rocas ultramáficas del complejo Puerto Nuevo, así como la de las unidades relacionadas a ella, se realizó un levantamiento magnetométrico en un área de 14 km² cerca de Puerto Nuevo, donde se hicieron 213 estaciones. La finalidad del estudio petroológico, estructural y magnetométrico, es conocer la morfología a profundidad del Complejo máfico-ultramáfico Puerto Nuevo, localizar el basamento local y tratar de definir su estilo de emplazamiento.

GEOL.11

INFLUENCIA DEL BASAMENTO EN EL CONTENIDO AURIFERO DE LOS SKARNS DE HIERRO DEL SUR DE MEXICO

Corona-E. R.,¹ Miranda-G. M.,² Ortega-G. F.,¹ Morales-I. A.,¹ Chavez-G. R.,³

¹ Instituto de Geología UNAM. Ciudad Universitaria, México D.F. C.P. 04510

² Univ. Nal. Autón. de México. Ciudad Universitaria, México D.F. C.P. 04510

³ Consorcio Minero Benito Juárez Peña Colorada, Minatitlán Col.

Dos grupos de skarns de hierro se encuentran en el sur de México. El más importante por su producción de hierro, nombrado Peña Colorada-Las Truchas, se localiza cerca de la costa del Pacífico en los estados de Michoacán y Guerrero. Se caracteriza por sus valores altos del 40 al 68 % de óxidos de hierro, y muy bajos en Ag, Pb, Zn, Cu y Au. El grupo Mezcala-Balsas localizado en la parte norte del Estado de Guerrero se caracteriza por su asociación con sulfuros de Ag, Pb, Zn, Fe, Cu y contenidos de oro de 0.03 a 16 ppm. Los skarns del grupo Peña Colorada-Las Truchas son en general más grandes, de 30 a 200 Mt, que los skarns del grupo Mezcala

-Balsas, que contienen de 0.005 a 8.0 Mt.

Los grupos de skarns aparentemente se encuentran en diferentes terrenos tectonoestratigráficos y les subyacen distintos tipos de basamento. Los skarns de hierro sin mineralización económica de oro se localizan en la porción sur del terreno Guerrero (ó Complejo Tierra Caliente), mientras que el grupo Mezcala-Balsas con mineralización económica de oro se ubica cerca del contacto entre el terreno mencionado arriba y el terreno Mixteco. El terreno Guerrero está constituido por arcos de islas, melanges y cuencas de retroarco de afinidad oceánica. Su edad en general es cretácica y en algunas porciones tiene un basamento Triásico denominado Complejo Arteaga. El terreno Mixteco tiene como basamento al Complejo Acatlán formado por migmatitas, esquistos pelíticos, cuarcitas, anfibolitas, eclogitas, metagabros y serpentinitas de edad Paleozóico Temprano-medio, al cual le sobreyacen sedimentos marinos y continentales de edad Paleozóico Tardío-Cretácico Tardío.

Debido a que ambos grupos de skarns se emplazaron en el contacto entre intrusivos granodioríticos del Cretácico Tardío-Terciario temprano y calizas de edad Albiano-Cenomaniano se sugiere que puede existir una relación directa entre la mineralización aurífera y los distintos tipos de basamento.

GEOL.12

CARACTERIZACION GEOQUIMICA PRELIMINAR Y SU RELACION CON FACIES SEDIMENTARIAS DEL CAÑON LA HUASTECA (SIERRA MADRE ORIENTAL), MONTERREY, N. L.

Gabriel Chavez-Cabello^{1,2}, Surendra P. Verma J.^{1,3},
Fernando Velasco T.³, y Rufino Lozano S.¹

¹ Facultad de Ciencias de la Tierra, UNAL
Linares, N. L. 67700, México.

² División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Km. 107, Carr. Tijuana-Ensenada, Ensenada, B. C., México

³ Instituto de Geología, UNAM
C.U., A. P. 40-276, México, D.F. 04510.

El estudio petrológico y geoquímico de las principales unidades del Jurásico Tardío - Cretácico Tardío del Cañón la Huasteca, muestra una estrecha relación entre el quimismo (análisis por Fluorescencia de rayos-X) y la composición litológica. Las unidades calcáreas (Fms. Zuloaga, Taraises inferior, Cupido, Aurora y Cuesta del Cura) se caracterizan por una relación $\text{CaO}/(\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3) > 22$, $\text{SiO}_2/(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) > 3.6$. Las unidades con terrígenos (Fms. La Casita inferior y superior, y Méndez) presentan una relación de $\text{CaO} \cdot 100/(\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3) < 8$, $\text{SiO}_2/(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) > 2.4$. Las facies de margas (Fms. La Peña, Agua Nueva y San Felipe) presentan valores intermedios en las relaciones de $\text{CaO}/(\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3) < 3.4$ pero > 0.5 , $\text{SiO}_2/(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) > 2.4$. Las concentraciones de TiO_2 (%), Cr y Ni (ppm) están asociadas al incremento de material clástico, mientras que, Zn (ppm; único elemento traza presente en las unidades calcáreas) a procesos diagenéticos. Un cambio "gradual" de la composición química (tanto en elementos mayores como en algunas trazas) con la evolución de las facies de

deposición de cuenca profunda (Fm. Cuesta del Cura) hacia las de plataforma abierta, con alto aporte de material terrígeno (Fm Méndez), fué detectado; específicamente para el Cretácico superior que marca la regresión marina en el Noreste de México.

GEOL.13

RECONOCIMIENTO ESTRUCTURAL Y LITOLOGICO DE LA MARGEN OCCIDENTAL DE LA ISLA ANGEL DE LA GUARDA E INTERPRETACION FOTOGEOLOGICA

Luis A. Delgado-Argote, Israel Castrejón-González,
Felipe J. Escalona-Alcázar y Ramón Mendoza-Borunda.
Departamento de Geología, División de Ciencias de la
Tierra, CICESE,

La Isla Angel de la Guarda, en la parte central del Golfo de California, tiene 70 km de longitud. Las costas rectilíneas del oriente de la península de Baja California y del occidente de la isla sugieren que ésta fue desprendida de la península. Entre la península y la isla se encuentra el sistema transcurrente de Canal de Ballenas, activo desde hace 1 Ma aproximadamente, cuando el sistema transcurrente Tiburón cesó su actividad. El sistema termina hacia el norte y sur en la Cuenca Delfín y Salsipuedes, respectivamente.

Litológicamente, la isla está dominada en la mitad sur por complejos de domos extrusivos de dacita y latita y escasos productos explosivos de la misma composición. En la mitad norte predominan los derrames andesíticos y lahares, posiblemente más antiguos (Mioceno Temprano?). El basamento cristalino aflora escasamente en la parte central y norte.

Del análisis fotogeológico de la isla, se diferenciaron 18 unidades litológicas: 2 unidades tobáceas dominantes en la parte norte; 11 unidades piroclásticas indiferenciadas ampliamente distribuidas, 3 grandes unidades de derrames de basalto (?) y 2 unidades sedimentarias que forman terrazas.

Los lineamientos estructurales fotointerpretados indican una tendencia predominante hacia N4°E en la margen occidental, mientras en la margen oriental la tendencia preferencial es N32°E; en la parte central de la isla la tendencia es N10°W. La media de los vectores promedio de siete sectores que conforman la isla es N13°E.

La medición de fallas en 17 sitios espaciados cada 4 km aproximadamente, y separados en 10 zonas fueron analizados cinemáticamente. Se observa de 10 soluciones de sitio que, salvo un sitio hacia el norte de la isla, los vectores de tensión se orientan E-W con inclinación promedio de 13°. La tendencia de los vectores de compresión se orienta hacia 205° con inclinación de 66°, lo que indica un sistema de fallamiento transtensivo oblicuo. Se observa que la tendencia promedio de los lineamientos fotointerpretados es paralela a la tendencia de los esfuerzos máximos de compresión y perpendicular a la tendencia E-W de los vectores de extensión.

GEOL.14

ALTERACION HIDROTHERMAL DE LA CORTEZA OCEANICA INFERIOR: TRAYECTORIAS DE REACCIONES Y MOVILIDAD DE ELEMENTOS.

John M. Fletcher¹, Chris Stephens², Erich U. Petersen³, y Lisa Skerl¹

¹ Departamento de Geología, CICESE
PO Box 434843, San Diego CA 92143-4843

² Department of Earth Sciences, University of Queensland
Queensland, 4072, Australia

³ Department of Geology and Geophysics, University of Utah
Salt Lake City, UT 84112-1183

Gabro oceánico muestreado durante el Leg 153 del Ocean Drilling Program registra metamorfismo retrogrado que ocurrió en respuesta al levantamiento del bloque de piso de una gran falla normal en la Dorsal Meso-Atlántica. La temperatura decreciente se atestigua por cambios progresivos en la composición de la anfibolita, desde pargasítica hasta actinolítica. Las interacciones más intensas entre fluido y roca están asociadas con alteración hidrotermal en facies de esquistos verdes que produjeron la paragénesis actinolita + clorita ± talco ± epidota ± piritita ± cuarzo ± esfena. Esta alteración es más fuerte cerca de microfracturas y vetas las cuales interpretamos como los conductos primarios de fluidos.

Usando una serie de muestras troctolíticas que tiene diferentes grados de alteración, caracterizamos trayectorias de reacciones y el balance de masa para la alteración hidrotermal. El cambio dominante de metasomatismo fue la adición de H₂O, en aproximadamente 5110 mol/m³. La clorita y la actinolita forman hasta el 50% en muestras con alteración alta. La clorita se presenta en halos zonados composicionalmente alrededor de nucleos de actinolita acicular, y texturas de reacción indican que la clorita reemplazó a la plagioclasa y la actinolita al olivino. Fuertes correlaciones lineales del enriquecimiento de clorita y actinolita, y del empobrecimiento de plagioclasa y olivino muestran que las dos reacciones ocurrieron simultáneamente. Con base en los cálculos de balance de masa y la ausencia de variaciones en la composición total de la roca, inferimos que el calcio necesario para la reacción de olivino a actinolita fue liberado de la reacción de plagioclasa a clorita; mientras que el hierro y el magnesio necesarios para la reacción de plagioclasa a clorita, fue liberado de la reacción de olivino a actinolita.

Las dorsales meso-oceánicas son sitios donde se forman depósitos de sulfuros masivos y fumarolas negras que requieren de circulación profunda de fluidos. El comportamiento cercano a un sistema cerrado de los óxidos mayores, con excepción del H₂O, sugiere que una fuerte circulación de fluidos hidrotermales no es necesaria para producir la alteración más alta registrada en rocas gabríticas del Leg 153.

GEOL.15

SISTEMAS HIDROTHERMALES FOSILES RELACIONADOS CON LA MINERALIZACION EN SOMBRERETE Y COLORADA, ZACATECAS, MEXICO

L. García-Cotero and R.M. Prol-Ledesma
Instituto de Geofísica y Posgrado en Ciencias de la Tierra,
UNAM.
Cd. Universitaria, México, D.F. C.P. 04510

El objetivo de este trabajo es la reconstrucción de los sistemas geotérmicos que originaron los yacimientos epitermales de Sombrerete y Colorada en Zacatecas. En ambos distritos se hicieron estudios petrográficos y de difracción de rayos X, para identificar los minerales de alteración y se caracterizaron las paragénesis y la relación espacio-temporal con respecto a los minerales de mena. Existe un zoneamiento de las etapas de alteración hidrotermal, el cual varía de acuerdo a la litología dominante. En Sombrerete se distinguen de superficie a profundidad las siguientes zonas de alteración: Silicificación, alteración argílica avanzada, alteración argílica, alteración filítica o propolítica y alteración potásica. La Colorada presenta en las vetas encajonadas en rocas volcánicas el siguiente zoneamiento: alteración potásica, argílica, alteración filítica y alteración propolítica; mientras que para la Chimenea Campaña, en el mismo distrito, se tiene del centro hacia el exterior: alteración potásica y argílica avanzada, alteración argílica y alteración filítica.

La alteración ácido-sulfatada que presentan las rocas no está asociada a los procesos de mineralización, sino a la oxidación de H₂S que escapó por los conductos (fallas y chimeneas) durante la actividad hidrotermal.

Tomando en cuenta la paragénesis observada y las características topográficas de los distritos, ambos yacimientos se pueden clasificar como sistemas hidrotermales de baja sulfidación.

GEOL.16

ESTILOS ESTRUCTURALES EN LA REGION DE TOLUCA, ESTADO DE MEXICO

García-Palomo, A.¹, Garduño-Monroy, V.G.², Macías, J.L.¹, Arce, J.L.¹ y Espíndola, J.M.¹

¹ Instituto de Geofísica, UNAM, Coyoacán C.U., 04510, México D.F.

² Departamento de Geología, I.M., Universidad Moreliana
Morelia, Michoacán

En base al análisis de imágenes de satélite, fotos aéreas, y verificación de campo, complementados con el análisis de trabajos previos, se han reconocido en la región del Nevado de Toluca tres dominios estructurales caracterizados cada uno por su estilo de deformación edad orogénica y características volcánicas propias.

En primera instancia se reconoce el dominio E-W, instalado en la región oriental del Nevado de Toluca, el cual al

parecer es correlacionable con el sistema de fallas de la región de Acambay, se encuentra asociado a este sistema una serie de conos de escoria, con la misma tendencia, por lo que están relacionados.

GEOL.17

EVENTOS TECTONO-SEDIMENTARIOS MESOZOICOS E IGNEOS LARAMIDICOS EN LA REGION DE ARIZPE-BACANUCHI, SONORA CENTRAL

Carlos M. González-León¹, William C. McIntosh² y Rufino Lozano S³.

¹ ERNO, Instituto de Geología, UNAM, Hermosillo, Sonora 83000

² New Mexico Bureau of Mines and Mineral Resources, N.M. Tech, Socorro, NM 87801

³ Instituto de Geología, Ciudad Universitaria, UNAM, México, D.F. 04510.

Trabajo de mapeo en las Hojas BACANUCHI y ARIZPE (escala 1:50,000) revela la presencia de varios eventos geológicos cretácicos y terciarios los cuales permiten entender la historia tectono-sedimentaria e ígnea de esa región del centro-norte de Sonora. Las rocas del Grupo Bisbee (Cretácico Temprano) se presentan fuertemente deformadas por pliegues y cabalgamientos de vergencia hacia el noreste por un evento tectónico que se asigna al Cretácico medio, contemporáneo a la deformación Sevier (en estilo y tiempo) del suroeste de USA. Gruesos paquetes de conglomerados compuestos principalmente por clastos derivados de, y localmente cabalgados por el Grupo Bisbee, se interpretan como depósitos sintectónicos de la deformación Sevier en Sonora. Una gruesa unidad de rocas andesíticas volcánicas y volcanosedimentarias con edades del Cretácico Tardío, que sobryace discordantemente al Grupo Bisbee y que no están involucradas en la deformación compresiva indica que estas representan eventos relacionados a magmatismo Laramidico. La típica deformación tectónica Laramidica caracterizada por levantamientos del basamento y cuencas continentales adyacentes que se extiende de norte a sur desde Montana hasta Nuevo Mexico, Arizona y Cuenca de Cabullona en el noreste de Sonora, se traduce al parecer, en solo volcanismo calcoalcalino hacia el centro y sur de Sonora tal como ocurre en el área estudiada. Eventos volcánicos ignimbríticos mas jovenes que ocurren en el área estudiada están representados por dos unidades que sobryacen discordantemente al evento andesítico y están asociados probablemente a la formación de calderas. Como se prueba por estudios de otros autores y en otras áreas de Sonora, estos eventos volcánicos corresponden a actividad ígnea de caracter regional.

GEOL.18

ACUMULACION VOLCANICLASTICA DE LA FORMACION PAPIGOCHI (CRETACICO TARDIO- PALEOCENO) EN SONORA CENTRO SEPTENTRIONAL

Francisco Javier Grijalva Noriega

Instituto de Geología, UNAM, Estación Regional del Noroeste, Hermosillo, Sonora, México

La formación Papigochi es una unidad volcanoclástica que aflora en la porción oriental de la Sierra Azul, ubicada a unos 25 Km al sureste de la ciudad de Cananea. Está constituida principalmente por flujos y brechas volcánicas de composición andesítico-dacítico, intercalada con conglomerados y areniscas depositadas en ambientes fluviales. Localmente se pueden tener capas de limolitas, así como tobas líticas y félsicas lateralmente continuas.

A partir de la disposición estratigráfica de la secuencia, es posible definir la evolución del depósito de esta formación: los 370 m basales están caracterizados por flujos andesítico-dacíticos que presentan texturas muy variables, desde traquíticas hasta porfídicas, cubiertas por brechas volcánicas monolíticas cuya matriz es de la misma composición de los clastos, y en donde las evidencias sedimentológicas sugieren un depósito por avalancha de detritos; estos sedimentos están marcando un período de syn-erupción donde los procesos de sedimentación están influenciados directamente por la actividad volcánica. Los 310 m de sedimentos fluviales que concordantemente los sobryacen, principalmente conglomerados polimícticos depositados por un sistema fluvial trenzado, están representando depósitos inter-erupción en donde la erosión juega un papel muy importante. Un segundo período syn-erupción se hace presente en los 150 m superiores de esta unidad donde de nuevo se lleva a cabo el depósito de flujos y brechas volcánicas de composición intermedia.

Actualmente se encuentran en proceso estudios radiométricos para determinar la edad de una secuencia equivalente a la formación Papigochi que aflora en la región de Bacanuchi, 20 Km al sureste del área de estudio. Sin embargo, es posible constreñir su edad en base a su posición estratigráfica y correlación: la presencia de clastos de la Caliza Mural (Cretácico Temprano) en los conglomerados, así como el ser discordantemente sobryacida por la Formación Baúcarit (Mioceno), sugieren un rango de edad del Cretácico Tardío al Paleoceno. Por otro lado, esta secuencia se correlaciona con otras unidades volcanoclásticas asignadas al Cretácico Temprano que han sido reportadas en Sonora: la formación El Tuli en la región de Banamichi, y la Formación Tarahumara en la porción centro-este del estado. Estos afloramientos probablemente representen la cubierta volcánica de los batolitos "Laramide" de Sonora, y en conjunto formen parte de un arco magmático desarrollado durante este tiempo.

GEOL.19

EVOLUCION DE LA PENINSULA DE SEBASTIAN VIZCAINO DURANTE EL TERCIARIO

Javier Helenes Escamilla
Depto. de Geología, CICESE, Km. 107 Carr. Tijuana-
Ensenada, Ensenada, B.C., México

En la porción noroccidental, la Península de Sebastián Vizcaino contiene una discordancia angular entre estratos del Cretácico Tardío y rocas sedimentarias de edad Mioceno

temprano. Hacia el oriente, una columna sedimentaria marina que abarca desde el Cretácico Tardío hasta el Eoceno medio, infrayace discordantemente a depósitos de playa del Cuaternario.

Comparando ambas porciones, se puede interpretar que desde el Cretácico Tardío hasta el Eoceno medio, el área recibía sedimentos marinos probablemente provenientes del Batolito Peninsular. Después, entre el Eoceno medio (ca. 40 Ma) y el Mioceno temprano (ca. 22 Ma), un evento tectónico en el occidente deformó los estratos Cretácicos, además de erosionar parcialmente los sedimentos del Terciario inferior. Durante este intervalo, el oriente presenta erosión parcial de los estratos del Terciario inferior. A fines del Mioceno temprano (ca. 21 Ma), una subsidencia en la porción occidental permitió la sedimentación marina, sobre los estratos plegados del Cretácico.

Estos dos eventos pueden relacionarse con la interacción de las placas de Farallón y de Baja California en el Terciario. El levantamiento entre 40 y 22 Ma indica un régimen compresivo en la margen occidental de la placa de Norteamérica. La subsidencia de los 21 Ma sugiere un régimen extensivo en el área, el cual podría estar relacionado con fallamiento a rumbo.

GEOLOGIA.20

LOS TRABAJOS DE TONATIUH Y HUIXTOCIHUATL EN LAS AGUAS DE LA CORRIENTE DE CALIFORNIA.

Juan Carlos Herguera¹, Sara Palacios¹, Cristina Sánchez¹, Vicente Ferreira¹ y Tim Herbert²

¹ División de Oceanología, CICESE, Ensenada, Baja California, México 22830.

² Scripps Institution of Oceanography 0215, La Jolla, California 92093.

La productividad oceánica de la región bañada por la Corriente de California está controlada por la acción combinada de dos importantes procesos, la advección de las aguas norteñas y frías de la Corriente de California y por el transporte a superficie de aguas más profundas, generado por los vientos locales, origen de los fenómenos de surgencias que con distintas intensidades aportan nutrientes a las costas de las Californias. El lugar más apropiado para caracterizar la intensidad y variabilidad del flujo de la Corriente de California, que nos permita derivar la importancia de la advección para explicar su productividad, lo encontramos en su extremo meridional cercano a las costas del Pacífico de Baja California Sur. En esta región, las aguas de la Corriente son fácilmente reconocibles por su menor salinidad y temperatura relativa en contraste con las aguas más cálidas y salinas provenientes del trópico. Con estas últimas se disputa una frontera dinámica que fluctúa a lo largo de las riberas de las costas de Sinaloa y Baja California. Estudiamos unos testigos recuperados de la cuenca de San Lázaro situada frente a las costas de Baja California Sur en el extremo meridional de la Corriente de California y cercana a su convergencia con las aguas de origen tropical, lo que le hace especialmente sensible a los cambios en la intensidad de la advección de las aguas frías del norte y

de las cálidas aguas del Trópico. En el fondo de esta cuenca, prácticamente carente de oxígeno, se acumulan con periodicidad anual unos sedimentos laminados que preservan información anual sobre la temperatura, salinidad y fertilidad de la superficie del mar. Este carácter laminado nos proporciona un extraordinario registro de las fluctuaciones anuales de esta convergencia oceanográfica reflejados en los diversos indicadores biogénicos y geoquímicos preservados en estos sedimentos. Utilizamos los registros isotópicos y el estado de insaturación de las alquenonas para extraer la serie de tiempo de las fluctuaciones en la intensidad de la Corriente que nos permitirá por primera vez observar su respuesta al anticipado calentamiento global.

GEOLOGIA.21

FALLAS JURASICAS EN EL ANTICLINORIO DE HUAYACOCOTLA ENTRE TLAHUALOMPA Y PANOHUAYA

Hernández Treviño J.T.¹, Silva Romo G.², Arellano Gil J.² y Mendoza Rosales C. C.²

¹ Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México

C.U., 04510 México D.F.

² Facultad de Ingeniería, DICT, U.N.A.M.

El anticlinorio de Huayacocotla se ubica en el límite de los estados de Hidalgo y Veracruz, presenta una orientación general N15°W, con una longitud de 50 km. La columna geológica comprende desde el Paleozoico al Reciente. En este trabajo se analiza una sección perpendicular que se localiza entre los poblados de Tlahualompa Hgo., y Panohuaya Ver. En este sector, en el núcleo de la estructura aflora la Formación Guacamaya, de edad Pérmica y la Formación Huizachal del Triásico superior, sin embargo la secuencia mesozoica expuesta en cada flanco es diferente: Mientras en el flanco poniente está representado por la secuencia turbidítica de la Formación Guacamaya, la cual está cubierta discordantemente por la Formación Huizachal de origen continental; secuencia que tiene un contacto transicional con la Formación Huayacocotla de edad Jurásico Inferior. Después de una discordancia se encuentra a la Formación Cahuassas de origen continental de edad Jurásico Medio y por último tenemos a la Formación Tepexic de origen marino que representa la transgresión Calloviana.

En contraste, en el flanco oriental afloran rocas de edad Triásica representadas por la Formación Huizachal, la cual presenta en su contacto superior una discordancia con la Formación Xaltipa, unidad continental, compuesta de conglomerados y areniscas conglomeráticas producto de la erosión de la Formación Huizachal, con su contacto superior transicional con la Formación San Andrés, depósito de plataforma calcárea del Kimmeridgiano; unidad que a vez sobreyacida mediante contacto concordante por la Formación Pimienta compuesta por calizas con pedernal bandeado.

El contraste de las secuencias expuestas en los flancos del anticlinorio puede deberse a la actividad de estructuras disyuntivas que condicionaron la acumulación de las secuencias triásicas y su posterior reactivación en el Jurásico;

de tal forma nosotros proponemos una solución que involucra aspectos estructurales y estratigráficos.

GEOL.22

SEDIMENTACION CRETACICA EN EL NORTE DE SONORA: EVIDENCIA QUE EXCLUYE LA PRESENCIA DE LA MEGACIZALLA DE MOJAVE-SONORA

César Jacques-Ayala
Instituto de Geología, UNAM, Apdo. Postal 1039, 83,000
Hermosillo, Son., México

La megacizalla de Mojave-Sonora es una falla lateral izquierda hipotética, con un desplazamiento del orden de 800 km, que ocurrió a fines del Jurásico Medio y mediados del Jurásico Tardío. Si esta falla existió, debe haber sido un gran rasgo morfotectónico moldeando la geografía y aportando sedimentos a cuencas adyacentes.

El Grupo Bisbee (Jurásico Tardío-Cretácico Temprano) es una secuencia marina marginal a continental, localmente con espesores de más de 2,000 m. La cuenca se extiende a la región de Caborca y el centro de Sonora. Las areniscas del Grupo Bisbee del NW de Sonora tienen promedios de **QFL** y de **LvLmLs** que indican que la fuente de sedimentos, ubicada al norte y oeste de Caborca, fue un terreno volcánico.

El Grupo el Chanate es una secuencia continental de 2,500 m de espesor, de edad Cretácico Tardío. Se depositó sobre el Grupo Bisbee en discordancia erosional, y probablemente angular. La cuenca era aparentemente pequeña y alargada en dirección NW-SE. Se interpreta esta cuenca como de antepaís, resultado del emplazamiento de una placa cabalgante al suroeste de la cuenca. La composición de las areniscas del Grupo El Chanate muestran un **QFL** y **LvLmLs** semejantes a los del Bisbee: los sedimentos de ambas secuencias se derivaron de una fuente volcánica, esencialmente riolítica.

La ausencia de sedimentos derivados de rocas carbonatadas, ígneas intrusivas y metamórficas, que constituyen el bloque Caborca, supuestamente emplazado durante el Jurásico Tardío a lo largo de la megacizalla de Mojave-Sonora, indica que este no formó parte del paisaje durante todo el Cretácico.

GEOL.23

MONITOREO DE 222Rn EN LA MARGEN PACIFICA SECTOR PINOTEPA NACIONAL-PUERTO ESCONDIDO, OAXACA

F. Juárez Sánchez¹ y M.S. Hernández-Bernal²

¹ LUGIS, Instituto de Geofísica, UNAM

² Instituto de Geología, UNAM.

Los sistemas de detección de 222Rn han sido adaptados de acuerdo a las necesidades de la investigación en Ciencias

de la Tierra. En este trabajo se presentan los resultados de un experimento con detectores termoluminiscentes de radón en un ambiente geológico abierto. En trabajos previos, el uso de este tipo de detectores han mostrado buenos resultados.

Existen varios tipos de ambientes susceptibles de hacer mediciones de la actividad del radón, por ejemplo, zonas de actividad volcánica y regiones de alta sismicidad y fallamiento activo. Se seleccionó la región de Pinotepa Nacional - Puerto Escondido Oax. debido a su particular alta sismicidad y facilidad de acceso. Se montó una línea de 104 estaciones, en las cuales se colocaron tres detectores por estación durante tres períodos de tres meses cada uno, de octubre de 1994 a junio de 1995.

Los resultados obtenidos durante los tres periodos son similares entre si y muestran un comportamiento anómalo de la actividad del 222Rn en el tramo situado entre el Río Verde y Pinotepa Nacional. En esta porción, la cantidad de radón aumenta considerablemente respecto a las áreas adyacentes. La litología de la región de la anomalía, así como de las áreas circundantes, consiste principalmente de rocas graníticas de aproximadamente 23-29Ma de edad emplazadas en un cinturón metamórfico. Los análisis geoquímicos de minerales ricos en uranio y de roca total, no revelan alguna anomalía en estos cuerpos plutónicos que pueda explicar el aumento drástico en la producción de 222Rn.

El aumento en la producción de 222Rd en esta región se asocia a la intensa actividad sísmica que caracteriza a esta región y que el hombre ha registrado desde tiempos históricos.

GEOL.24

LABORATORIO DE GEOCRONOLOGIA DEL CICESE

Margarita López Martínez y Victor M. Moreno Rivera
Depto. de Geología, División de Ciencias de la Tierra,
CICESE, Km. 107 Carr. Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C.,
México.

En el laboratorio de geocronología del CICESE se aplica el método de K-Ar para fechamiento de rocas. Para hacer la evaluación cuantitativa del ⁴⁰K y ⁴⁰Ar* se utilizan dos técnicas independientes. El contenido de potasio es determinado por fotometría de flama. Para la evaluación cuantitativa del ⁴⁰Ar* se ha instalado una línea de extracción de argón que tiene como elemento de calentamiento un horno de tantalio de doble pared con temperatura controlada. Esta línea está conectada directamente al espectrómetro de masas tipo MS-10. Se utiliza un trazador enriquecido en ³⁸Ar para cuantificar el contenido de ⁴⁰Ar*. Se realizan rutinariamente análisis de argón atmosférico y periódicamente se verifica la calibración del trazador utilizando ampollitas de argón atmosférico con volumen conocido y estándares de edad conocida.

Se seleccionó un afloramiento del batolito peninsular para producir un estándar interno. Se preparó un concentrado de biotita del plutón Cataviña. Esta muestra ha sido fechada por ⁴⁰Ar/³⁹Ar mediante microsonda laser en la Universidad de Toronto rindiendo una edad integrada de 89.5 ± 1.6 (2s) Ma, y

en la Universidad de Niza rindió una edad integrada de 88.5 ± 1.4 (2s) Ma. Ambos experimentos rindieron mesetas de ≤ 90 % de ^{39}Ar . El concentrado de biotita fué procesado con el separador magnético Frantz y mesa vibradora. Antes de proceder al análisis cuantitativo de K y Ar, la muestra es examinada bajo el microscopio binocular para eliminar impurezas. Los resultados obtenidos en esta biotita indican un composición homogénea, con valores de ^{40}Ar total de 2.14×10^{-5} ccSTP/g.

También se han obtenido análisis de muestras que han sido fechadas previamente por $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ y de algunas otras en las que no se tenía información geocronológica. Los resultados obtenidos indican que la línea de extracción y análisis de argón arroja resultados reproducibles y de calidad. En base a ésto se tiene contemplado aplicar la técnica de fechamiento por $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ en un futuro cercano. El principal objetivo es eliminar los problemas que acarrea el análisis por K-Ar, i.e.: inhomogeneidad de las muestras, análisis cuantitativo de potasio por fotometría de flama y errores por pérdida o exceso de argón.

GEOL.25

RECONSTRUCCION DE ANTIGUOS AMBIENTES SEDIMENTARIOS DEL PLEISTOCENO SUPERIOR, EN ZONAS LEVANTADAS TECTONICAMENTE. EJEMPLO: EL FARALLON, VER.

Víctor M. Malpica C

Instituto de Geología, UNAM, Cd. Universitaria, C.P. 04510
Coyoacán, D.F.

En trabajos recientes efectuados en la costa central del Estado de Veracruz, entre Punta Delgada al norte y la Laguna de la Mancha al sur, existe un relieve ondulado y en algunas partes, de abruptas pendientes como en la playa del Farallón, constituido por dunas activas y estabilizadas, que en algunas zonas sobreyacen y enmascaran antiguos ambientes sedimentarios mixtos, actualmente levantados tectónicamente algunas decenas de metros sobre el nivel medio del mar. Aquí se pueden diferenciar antiguos niveles del mar a diversas altitudes, así como remanentes de antiguas lagunas costeras y de paleocausas fluviales y de paleoesteros.

El alineamiento de litoral en dirección NW-SE y el escalonamiento del mismo, delimitado por esteros, lagunas litorales y ensenadas, sigue el lineamiento de las trazas de las fallas locales, demarcándose una estructura de bloques basculados. La expresión externa más notable está representada por el acantilado El Farallón, en donde es evidente un levantamiento diferencial de la región durante el Pleistoceno Superior.

GEOL.26

PERFORACIONES SOMERAS EN EL CRATER CHICXULUB

L.E. Marín¹ y Rodolfo Corona²

¹ Instituto de Geofísica, UNAM, CU. Apdo. Postal 70-472,

Coyoacán 04510 México, D.F.

² Instituto de Geología, UNAM, CU. Apdo. Postal 70-472,
Coyoacán 04510 México, D.F.

El Cráter de Chicxulub ha sido reconocido como la estructura de impacto responsable por las extinciones en masa ocurridas en el límite del Cretácico-Terciario. Su tamaño es del orden de 300Km de diámetro.

Recientemente, investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México han estado realizando una serie de perforaciones someras para tener un mejor conocimiento de la estructura.

En 1994 se perforaron cinco pozos con recuperación de núcleo en la Cuenca Multianillada del Cráter de Chicxulub (pozos UNAM-1 al UNAM-5).

De estos cinco pozos, solo uno penetró el límite del K-T. El pozo está localizado a 110 km al sur distancia radial del centro de la estructura (en las afueras del pueblo de Santa Helena). La recuperación de este pozo fue mayor al 90%. El contacto del K-T se encontró a 332 m de la superficie. El contacto es abrupto pasando de calizas, por un lente delgado de yeso, a la brecha de impacto. Los primeros cuarenta metros aproximadamente consisten de material fundido seguido por brechas suevíticas (las brechas suevíticas tienen material altamente impactado).

Los núcleos actualmente se encuentran en el museo de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Se está realizando la documentación básica para cortarlos a la mitad y estudiarlos a detalle. Se espera que estas perforaciones someras sean el antecedente para una perforación profunda.

GEOL.27

GEOCHEMISTRY AND TECTONICS OF THE OAXACA VOLCANIC PROVINCE

Martiny Barbara¹, Martínez-Serrano Raymundo G²,
Morán-Zenteno, Dante J.¹ and Macias-Romo, Consuelo¹

¹ Instituto de Geología

² Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, 04510 México, D. F.

The Oaxaca Volcanic Province (OVP) in southern Mexico is located between the Quaternary Trans Mexican Volcanic Belt and the Late Oligocene silicic plutonic province of the southern continental margin, and is in a key position for understanding the tectonic changes related to the displacement of the Chortis block and changes in the kinematic relationship between the Farrallon-Guadalupe and North American plates.

The OVP is represented by two main sequences: a lower sequence composed of silicic tuffs and a more extensive upper sequence constituted by intermediate volcanoclastic deposits and amphibole- to pyroxene-bearing andesitic lavas flows. Previously reported K-Ar dates indicate that the northern volcanic sequence of the OVP was the result of middle Oligocene magmatic activity.

The geochemical features of the upper sequence are characteristic of orogenic andesites. Major-element compositions show that the upper sequence is constituted by calc-alkaline, medium-K andesites and basaltic andesites with SiO₂ contents of 53 - 60% and Mg-numbers between 49 and 58. MORB normalized trace element patterns display typical arc characteristics of large-ion lithophile element (LILE) enrichment (Ba ± Rb) and negative Nb ± Ti anomalies. Chondrite normalized REE patterns display LREE enrichment ($La_N/Lu_N = 7-15$), a relatively flat pattern for HREE (from Er to Lu) and Eu anomalies are absent. These features indicate relatively evolved arc magmas derived from a mantle wedge source.

The silicic composition of plutons along the Oaxaca continental margin, which have ages similar to the OVP andesitic sequences inland, indicates a significant increase in the SiO₂ content of the magmatic arc toward the coast.

The distribution of andesitic sequences of the OVP within elongated N-S trending tectonic basins as well as the relative abundance of interlayered lacustrine and epiclastic deposits indicate that these episodes of Oligocene magmatism developed during an extensional tectonic regime.

GEOLOGIA

RELATIVE PALAEOFIELD INTENSITY DURING GEOMAGNETIC POLARITY REVERSALS: RESULTS FROM THE LOESS DEPOSITS OF NORTHERN CHINA

Gregg McIntosh
Instituto de Geofísica, UNAM

One of the most well established features of the geomagnetic field as it undergoes polarity reversal is the reduction in field intensity during the transitional period. Recent results, observed in both sedimentary and volcanic palaeomagnetic records, suggest an asymmetry in the pattern of intensity fluctuations in that the post-transitional field is much stronger than the pre-transitional field. Further evidence for such an asymmetry is observed in loess deposits exposed near Lanzhou, on the western fringes of the Loess Plateau. Here the loess is relatively unaltered and palaeosols are weakly developed. The magnetic mineralogy consists of a mixture of magnetite, maghaemite and haematite, representing detrital as opposed to pedogenic fractions. Each contribute to the characteristic magnetisation, suggesting they were 'activated' at the same time via depositional/post-depositional processes. Successive reversal records have almost identical relative intensity curves which are insensitive both to the chosen normalisation parameter and to lithology. These results suggest that (a) relative intensity records may be recovered from sediments having complicated mineralogies and (b) strong post-transitional field intensities are an important feature of the reversing geomagnetic field.

GEOLOGIA

RESULTADOS PRELIMINARES SOBRE LA EDAD, ESTILO Y PARTICION DE LA DEFORMACION CENOZOICA EN LA SIERRA DE SAN MIGUELITO, SLP

Angel Francisco Nieto-Samaniego¹, Guillermo Labarthe-Hernández², Susana Alicia Alaniz-Alvarez¹ y Luis S. Jiménez-López²

¹ ERCE, Instituto de Geología, UNAM, Apartado Postal 376, Guanajuato, Gto., 36000

² Instituto de Geología, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Zona Universitaria, San Luis Potosí, SLP.

Las estructuras mayores en la parte sur de la MC forman un mosaico romboédrico de fosas y pilares tectónicos, producto de la extensión tridimensional a la que fue sometida durante el Terciario. La Sierra de San Miguelito (SSM) se ubica al SW de San Luis Potosí y forma parte de la Mesa Central (MC). Está limitada al SE por el Graben de Villa de Reyes, el cual produjo un hundimiento relativo de ~500m en las unidades litoestratigráficas cenozoicas. No se tiene evidencia alguna de que haya ocurrido deslizamientos importantes a rumbo en las fallas que lo forman, por lo que se considera que la deformación producida fue de alargamiento en dirección NW-SE. Los datos estratigráficos indican que la mayor parte de esta deformación ocurrió entre 30 y 27 Ma, con fases de rejuvenecimiento posteriores de magnitud menor.

Por otra parte, dentro de la SSM la distribución y orientación de las fallas sugieren fuertemente un arreglo tipo "dominó", con trazas paralelas de dirección NW. Se logró diferenciar una fase de deformación ocurrida entre 30 y 27 Ma. Hubo fallamiento más joven que rejuveneció las estructuras existentes durante el Mioceno Tardío y Plioceno, del cual no se cuenta con un control geocronológico adecuado. Las etapas de fallamiento produjeron desplazamientos fundamentalmente de tipo normal, por lo que el alargamiento tuvo dirección NE-SW. Las fosas de Bledos y San Luis Potosí también liberaron alargamiento con esa dirección. En las zonas de intersección del Graben de Villa de Reyes y las fallas de la SSM son notables los arreglos romboédricos de fallas con direcciones NW y NE.

Nuestros datos permiten establecer: (1) La extensión tuvo lugar probablemente durante todo el Terciario, con una anomalía en la tasa de deformación entre los 30 y 27 Ma y otros dos eventos, de magnitud menor, en el Mioceno Tardío y Plioceno. (2) El fallamiento de la cubierta cenozoica de la SSM es de tipo "dominó". (3) La deformación cenozoica fue particionada (*strain partitioning*); el Graben de Villa de Reyes liberó la componente NW, y las fallas de la SSM y las fosas de Bledos y SLP liberaron la componente NE. (3) Los arreglos romboédricos dentro de la SSM constituyen la zona de transición entre ambos dominios de deformación.

GEOL.30

TAMAÑO Y ESTRUCTURA DEL CRATER DE CHICXULUB A PARTIR DE GRADIENTES HORIZONTALES DE GRAVEDAD Y PATRONES DE CENOTES

C. Ortiz-Alemán^{1,2,3}, A. R. Hildebrand⁴, M. Pilkington⁴, M. Connors⁵ y R. E. Chávez¹

¹ Instituto de Geofísica, Cd. Universitaria, Delegación Coyoacan, 04510, México D.F., México

² Centro de Investigación Sísmica, Carr. al Ajusco, 203, Tlalpan, 14000, México D. F., México.

³ Facultad de Ingeniería, Cd. Universitaria, Delegación Coyoacan, 04510, México D.F., México

⁴ Geological Survey of Canada, 1 Observatory Crescent, Ottawa, Ontario K1A 0Y3, Canada

⁵ Department of Physics, University of Alberta, Edmonton, Alberta T6G 2E1, Canada

En la actualidad se reconoce ampliamente que un meteorito de grandes dimensiones impactó la Tierra al final del período Cretácico y que la estructura denominada Chicxulub, situada en Yucatán, México, es el cráter resultante. El conocimiento del tamaño y la estructura del cráter de Chicxulub es necesario para cuantificar los efectos del impacto en el medio ambiente Cretácico. Aunque se dispone de mucha información acerca de la estructura del cráter, las estimaciones de su diámetro van desde 170 hasta 300 km, resultando en una variación de hasta un orden de magnitud en la energía liberada por el impacto. Aquí se muestra que el diámetro del cráter es de aproximadamente 180 km tras examinar el gradiente horizontal de la anomalía de Bouguer sobre la estructura. Este tamaño es confirmado además por la distribución de rasgos kársticos en la Península de Yucatán. La coincidencia entre el anillo de cenotes y los máximos circundantes del gradiente de gravedad sugieren que la formación de los cenotes está estrechamente relacionada con la presencia de fallas cerca del borde del cráter.

GEOL.31

ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO-ESTRUCTURAL DE LA CARTA TOPOGRÁFICA LAS CUEVAS, BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO ESCALA 1:50 000.

José Antonio Pérez Venzor¹, Francisco Saenz Reyna², José Luis Flores Rojero³, Adán Cruz Gómez³

¹ Profesor-Investigador del Departamento de Geología. AUBCS.

² Estudiante del 8o. semestre de la Lic. en Geografía. Facultad de Geografía. UAEM.

³ Estudiantes Escuela de Geología Universidad Autónoma de Zacatecas.

El trabajo expone los resultados de la aplicación de técnicas geomorfológicas cuantitativas mediante el concepto de sistema enfocadas a una regionalización de una superficie determinada, con diferentes enfoques, en este caso hacia Geomorfología, tectónica y estructural, analizando diferentes

parámetros del relieve y drenaje. Estos, fueron evaluados y cuantificados para definir comportamientos espaciales en forma individual (líneas, isolíneas) y en conjunto (formas, patrones). El método permitió caracterizar geomorfológica y estructuralmente el área y determinar la influencia de factores geológicos (litológicos, estructurales, endógenos y exógenos) en la dinámica presente, por regiones, zonas y subzonas.

Dos regiones fundamentales fueron establecidas: una ubicada al oeste del área analizada donde el relieve está dominado por un conjunto de geoformas aproximadamente circulares y rectangulares que conforman las sierras de la región; el control morfológico está dado por la presencia de factores litológicos y estructurales, con fuerte influencia de los procesos endógenos. Al oriente, el relieve está constituido por aportes sedimentarios; dominando la estructura, litología y los procesos exógenos. Entre ambas regiones existe una frontera tectónica claramente evidenciada en el relieve y drenaje mediante alineamientos regionales norte-sur y marcan el fallamiento que limita la fosa tectónica de Santiago con el Bloque Los Cabos. Otros alineamientos regionales con orientación E-W segmentan el área en bloques rectangulares menores. El drenaje evidencia fuerte control estructural, para los alineamientos regionales resaltan los de orientación preferencial este-oeste (principales), y norte-sur (secundarias),

Se verificó una superficie aproximada de 20km², estableciendo y caracterizando siete unidades litológicas, con dominio de las rocas intrusivas sobre las sedimentarias y metamórficas; diques (andesíticos, tonalíticos, granodioríticos) con dos direcciones principales: S50-60E y S40-50W.

GEOL.32

USO DE ECUACIONES DE ESTADO Y MODELOS TERMODINÁMICOS PARA EL ANÁLISIS DE INCLUSIONES FLUIDAS.

Quiñones-Cisneros, Sergio E. y Flores-Márquez, E. Leticia

Instituto de Geofísica, UNAM, C.U., 04510 México D.F.

El estudio de las inclusiones fluidas es una poderosa herramienta en la determinación de parámetros relevantes como la temperatura y presión de formación de una estructura geológica. Una parte fundamental del análisis de las inclusiones fluidas es el obtener las condiciones termodinámicas de formación de estas inclusiones. Este tipo de análisis presenta problemas fundamentales de interpretación termodinámica referentes a la teoría del equilibrio de fases. Esta interpretación es particularmente interesante cuando las condiciones de formación de la inclusión corresponden a un estado de equilibrio heterogéneo. Aún de mayor interés científico resulta el caso cuando, además de una situación de formación heterogénea, el fluido se encuentra en la cercanía de un punto crítico. En este trabajo se ilustra el uso de Ecuaciones de Estado clásicas aplicadas al análisis de inclusiones fluidas. Este tipo de ecuaciones clásicas, extensamente usadas, no pueden ser aplicadas en la cercanía de un punto crítico, debido a que de su estructura matemática solamente se pueden derivar exponentes clásicos.

Por lo que se presenta una discusión de la clase de modelos termodinámicos no-clásicos que deben de usarse en casos cercanos a un punto crítico. Estos modelos deben de incorporar en su estructura matemática los exponentes críticos adecuados.

GEOL.33

DEFORMACION EXTENSIONAL DURANTE EL CRETACICO TARDIO-TERCIARIO EN LA REGION CENTRAL DE SONORA

José Luis Rodríguez Castañeda
Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología,
UNAM, Hermosillo, Sonora, México

La deformación que ocurre durante el Cretácico Tardío - Terciario temprano la han caracterizado por la presencia de estructuras de origen compresional. Estudios recientes sugieren que esa deformación se puede deber a un evento distensivo caracterizado por una extensión noreste, levantamientos "térmicos", y deslizamientos por gravedad que nos producen una deformación tipo "Laramide".

Estructuras en la Caliza Mural, así como deslizamientos de grandes masas de roca manifiestan una deformación producto del resbalamiento por gravedad, o bien, del derrumbamiento a partir de un fallamiento normal de alto ángulo que ocurrió a finales del Cretácico Temprano. Por otro lado, las rocas de la formación El Tuli del Cretácico tardío discordantes sobre rocas paleozoicas, jurásicas, y del Cretácico temprano, registran un evento extensional de tras-arco donde, depósitos sinorogénicos como el conglomerado basal, nos representan las primeras manifestaciones de un temprano período de extensión en el Cretácico Tardío, que fue acompañado de erosión y volcanismo. Observaciones geológicas regionales revelan la naturaleza y extensión de este límite estratigráfico discordante entre estratos fuertemente deformados y menos deformes, suprayacentes, capas clásticas y volcánicas. Este contacto puede ser trazado intermitentemente desde el norte de Sonora (región de Cananea) tan lejos como la región de Arivechi en la parte este-central de Sonora. Este rasgo estructural y estratigráfico es una herramienta útil para evaluar el estilo tectónico del Mesozoico en Sonora. Este ambiente tectónico extensional es muy diferente para el que tradicionalmente se ha propuesto para este tiempo.

La tectónica para el Terciario medio - tardío es caracterizado por un fallamiento normal tanto de bajo como de alto ángulo, así como tal vez deslizamientos de masas rocosas que se encuentran presentes en rocas del Cretácico y del Terciario.

GEOL.34

TECHNIQUES FOR ENHANCING THE SPECTRAL RESPONSE OF HYDROTHERMAL ALTERATION MINERALS

J. R. Ruiz-Armenta and R.M. Prol-Ledesma
Instituto de Geofísica y Posgrado en Ciencias de la Tierra,

UNAM. Cd. Universitaria, México, D.F.

The use of satellite images during the early stages of mineral exploration has been very successful in pointing out the presence of hydrothermally altered rocks and the main structural features that can be related with ore deposition. Here we compare several methods used for spectral enhancement of the images in order to allow the recognition of areas containing hydrothermal alteration. The techniques presented here allow the identification of areas with hydrothermally altered rocks from areas covered with vegetation that have a similar spectral response. The methods that proved to be the most efficient were the principal components analysis and the HIS transformation. The comparison of the results obtained applying each technique with the data collected in the field show that the best correlation is obtained with the HIS transformation.

GEOL.35

PROYECTO: "INVESTIGACIONES SOBRE LA GEOLOGIA Y VARIACIONES CLIMATICAS DEL CUATERNARIO EN EL NORESTE DE MEXICO"

M. Ruiz y J.Werner
Fac. C. Forestales, Fac. C. de la Tierra, UANL.

Los valles y los cañones de la Sierra Madre Oriental, así como la planicie costera del Golfo de México presenta abundantes sedimentos fluviales y lacustres del Cuaternario, los cuales hasta ahora han sido poco investigados.

Esta presentación pretende dar a conocer el proyecto, así como resultados parciales obtenidos por el grupo de trabajo interdisciplinario convocado por las fac. de Ciencias Forestales y Ciencias de la Tierra para el estudio del Cuaternario de esta región. En abril de 1994 se iniciaron las investigaciones, en la primera fase se ha trabajado en los siguientes objetivos:

Ordenación estratigráfica de los depósitos presentes.

Establecimiento de una estratigrafía regional con énfasis en el Cuaternario tardío y su incorporación a la tabla estratigráfica de Cuaternario noreste.

Reconstrucción de la historia regional del clima y de la vegetación en el Cuaternario tardío y su conexión con los modelos en el SO y se de los E.U.A.

Se han aplicado los métodos siguientes:

-Morfo-estratigrafía para la investigación de las terrazas fluviales.

-Pedogeomorfología en el estudio del origen y desarrollo de los suelos en terraza y relieve colinar.

-Investigaciones sedimentológicas, palinológicas y paleomagnéticas, isotopía ^{13}C y geoquímica, combinadas con dataciones absolutas de carbono catorce y uranio/ torio, además de termoluminiscencia.

En esta primera fase destacan los siguientes trabajos:

-Perforación en sedimentos lacustres.

-Clasificación de las terrazas fluviales en cañones y conexión de ellas con los sedimentos lacustre y restos de un depósito de travertino.

-Pedogeomorfología para la elaboración de criterios pedoestratigráficos, cronológicos y climáticos.

-Mediciones paleomagnéticas en sedimentos lacustres y perfiles edáficos.

-Palinología y datación de sedimentos.

Del 5 al 7 de octubre de 1995 se ha celebrado en Linares N.L. la segunda reunión de trabajo del grupo antes mencionado, en donde se han evaluado los resultados parciales y delineado las etapas y actividades futuras de este proyecto.

GEOL.36

SEDIMENTACION TERRIGENA EN SEDIMENTOS LAMINADOS DEL GOLFO DE CALIFORNIA EN LOS ULTIMOS 250 AÑOS

Sarracino-Ramírez, Dolores y Ferreira-Bartrina, Vicente
 Depto. de Geología, División de Ciencias de la Tierra,
 CICESE
 Km 107 Carr. Tijuana-Ensenada, 22860, Ensenada, Baja
 California, México

El contenido y distribución de partículas terrígenas de la secuencia cronoestratigráfica comprendida entre los años 1740 y 1978 en sedimentos laminados de la cuenca de Guaymas representa un buen índice de variabilidad climática de la región noroeste de México y suroeste de los Estados Unidos. De estas "varvas" marinas se separó y analizó la fracción terrígena de arenas muy finas de entre 125 y 250 mm, en paquetes decadales. Se identificaron a feldespatos, cuarzo, fragmentos líticos y biotita como los minerales más frecuentes y abundantes. De ésta composición mineralógica se sugiere una fuente granítica y volcánica de composición félsica a intermedia. Se encontró una marcada relación entre el flujo de éstos minerales y la condición de desertificación en las regiones áridas de Sonora y Arizona. Los flujos aumentaron considerablemente en períodos de secas y/o donde las actividades agropecuarias se intensificaron a raíz de la construcción de las presas sonorenses en la década de los cincuenta. Se propone que este aumento en el flujo mineral, es el resultado de un incremento en la susceptibilidad de remoción de los suelos por el viento. Dado que se ha probado continuidad en la alternancia de laminación independiente de las descargas de los ríos sonorenses (Baumgartner, et al. 1991), se considera entonces al viento, por su intensidad, constancia y perioricidad, un agente importante en el transporte de partículas terrígenas a estos sedimentos.

GEOL.37

THE PUERTO VALLARTA BATHOLITH: MULTICOMPONENT PARENTHOOD OF CONTINENTAL ARC MAGMAS

Peter Schaaf
 Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de
 México, 04510 México, D.F.

The Batholith of Puerto Vallarta covers an area of at least 9,000 km² within the Jalisco block, and thus forms one of the greatest plutonic bodies in Mexico. Detailed geological and petrographical investigations, carried out by various working groups in the past 20 years characterize the plutonic rocks as granites, granodiorites and tonalites, frequently crosscutted by lamprophyric and aplitic dykes. Mafic igneous rocks such as gabbros and diorites are completely absent in contrast to the plutonic bodies further to the SE, like Manzanillo or Jilotlán. However, by geological field work it was not possible to detect various magmatic events within the batholith.

Isotopic mapping, using Rb-Sr, Sm-Nd, K-Ar, U-Pb and d18O data displays a considerable heterogeneity of the batholiths magmatic composition, especially in the eastern part near the Cuale Mine. Here, 87Sr/86Sr ratios are between 0.710 and 0.712, e-Nd values between -8.0 and -4.5, and d18O ratios around + 11.0‰, while Nd-model ages range from 1.2 to 1.6 Ga.

In the central and northern part we can observe more depleted e-Nd-values between -2 and +3.5, 87Sr/86Sr ratios between 0.7038-0.7065, d18O ratios from +8.0 to +10.5‰, and Nd-model ages between 0.5 and 1.2 Ga.

Using the isotopic fine structure of the Sm-Nd system as a magmatic event detector, an igneous activity between 88 and 104 Ma and a cooling rate of about 45°C/Ma was obtained, deduced from Rb-Sr, K-Ar and U-Pb data. Although in the overall region no older outcrops than Mesozoic are known, the Nd-model ages indicate clearly the presence of an Proterozoic (till now) unknown basement complex which contaminated in various degrees the continental arc magmas in that area.

GEOL.38

ELEMENTOS DE TIERRAS RARAS EN LOS SEDIMENTOS DE LA PLATAFORMA CONTINENTAL DEL SURESTE DE LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA

E. N. Shumilin¹, E. Nava-Sánchez¹, D. Yu. Sapozhnikov²,
 R. Cruz-Orozco¹, L. Gódinez-Orta¹, Yu. A. Sapozhnikov³ y
 S. L. Núñez Sólís¹.

¹ Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN., La Paz,
 Baja California Sur, México.

² V.I. Vernadsky Instituto de Geoquímica y Química
 Analítica, Moscú, Rusia.

³ M.V. Lomonosov Universidad Estatal de Moscú, Rusia.

La distribución vertical de Elementos de Tierras Raras (ETR) en sedimentos puede ser un signo confiable de impacto antropogénico en los ambientes costeros debido al uso amplio de ETR en la destilación y refinación catalítica de petróleo (Olmez et al.1991).

La distribución y el comportamiento geoquímico de los ETR en ambientes costeros del sureste de la Península de Baja California no fueron estudiados anteriormente a pesar del papel significativo de esta área desde el punto de vista geológico y económico. Para estimar la influencia antropogénica y obtener información nueva de la geoquímica de elementos traza de esta área, el contenido de 14 ETR fue determinado en las muestras de sedimentos de los sitios siguientes: a) Un núcleo de la Cuenca de Santa Rosalía, otro del área de Loreto y dos más de la Bahía de La Paz (Punta Coyote y frente a San Juan de la Costa); b) muestras de sedimentos superficiales de la Laguna de La Paz y c) sedimentos superficiales de Bahía Concepción.

El análisis de la información obtenida por la activación neutrónica mostró que la distribución vertical de los ETR en todos los núcleos de sedimentos estudiados exhibe una concentración bastante uniforme. Las variaciones no considerables y no sistemáticas de ETR contenidos en los núcleos son probablemente causadas por cambios en la composición mineralógica de los sedimentos y no pueden ser atribuidas a alguna influencia antropogénica.

Las distribuciones espaciales de la mayor parte de los ETR en los sedimentos superficiales de la Laguna de La Paz y de Bahía Concepción son también más o menos homogéneas. Solamente el Ce en los sedimentos superficiales de algunas áreas de Bahía Concepción revela una dispersión amplia de sus contenidos.

Las concentraciones variables de Ce en algunos sedimentos superficiales de Bahía Concepción pueden ser originadas por la removilización causada por este elemento en la zona anóxica, con la subsecuente oxidación de Ce(III) en la columna oxigenada de agua y depositación. Por el contrario, la distribución vertical de Ce en los núcleos de sedimentos de otras áreas de la zona costera del sureste de la Península de Baja California no exhibe evidencias de procesos significativos de oxidación-reducción en los sedimentos.

GEOL.39

EVALUACION DE DATOS EXPERIMENTALES EN CIENCIAS DE LA TIERRA

Surendra P. Verma

Laboratorio de Energía Solar, IIM-UNAM, Apartado Postal 34, Temixco, Mor. 62580, México.

Dato experimental, sin excepción, tiene un error analítico asociado. Este error puede ser de tipo sistemático o al azar (*random*). El primero es reflejado en la exactitud de las mediciones, mientras que el segundo define su precisión o reproducibilidad. Tanto la exactitud como la precisión deben ser evaluadas rutinariamente en todo trabajo experimental,

puesto que la decisión final de un modelo geológico depende fuertemente de la calidad de los datos analíticos.

Con el objeto de evaluar el error sistemático y, por lo tanto, la exactitud de los datos experimentales, se requiere emplear estándares de referencia [primaria o secundaria. Por ejemplo en geoquímica, e deben utilizar Muestras Internacionales de Referencia Geoquímica (MIRG) y complementarlas con muestras "hecha en casa" bien-calibradas. La disponibilidad de valores certificados o recomendados para las concentraciones de los elementos químicos y sus isótopos es de suma importancia en esta problemática. Se deben de aplicar ciertas pruebas estadísticas a los datos de literatura sobre las MIGR, antes de que la información pueda ser realmente útil para las evaluaciones de la exactitud.

Por otra parte, se podría evaluar el error al azar y, por consecuencia, la precisión de los datos experimentales, mediante la repetición del experimento muchas (probablemente 10 ó más) veces y el cómputo de la media y su desviación estándar, suponiendo que se cuenta con una muestra representativa de una población "normal" de datos. Sin embargo, esto involucra altos costos, los cuales pueden ser combatidos en Ciencias de la Tierra sólo mediante la aplicación de la teoría de propagación de errores.

GEOL.40

CALDERAS DE COLAPSO: CONDICIONES PARA SU FORMACION. (UN EXPERIMENTO).

José Ramón Torres-Hernández

Instituto de Geología, UASLP, Zona Universitaria, C.P. 78240, San Luis Potosí, México.

Lo común es que las ignimbritas se asocien con fracturas circulares, ya sea que la emisión de las mismas haya ocurrido en centros puntuales en, o a lo largo de dichas fracturas, o dentro del anillo definido por ellas. Sin embargo, Swanson y McDowell (1984) han puesto en evidencia que para explicar el enorme volúmen de ignimbritas en la Provincia Volcánica de la Sierra Madre Occidental de México (quizá la provincia volcánica con ignimbritas más grande del mundo), se necesitarían unas 350 calderas, y sin embargo sólo se han podido identificar algunas 12. Un colapso caldérico ocurre cuando la presión litostática en el techo de la cámara excede la presión en la cámara por el «compressive strength» de las rocas sobreyacentes (Cas y Wright, 1988), pero se asume que este colapso sigue patrones circulares de fracturas generadas por la cámara magmática durante su ascenso (Anderson, 1936; Williams y McBirney, 1968 Smith y Bailey, 1968; Christiansen, 1979). Es un hecho aceptado que el dicho patrón de fracturas está influenciado por la forma de dicha cámara (Koide y Bhattacharji, 1975), y por su profundidad de entrapamiento. La subsidencia que ocurre al crearse un vacío (tal como ocurre por una emisión voluminosa de ignimbritas) parece estar influenciada por la relación del ancho del «hueco» entre la distancia que hay de su cima a la superficie (Scandone, 1990; Wisser, 1927). Resulta atractivo pensar que si la cámara magmática tiene una profundidad de entrapamiento «grande», pudiera no haber colapso caldérico. Este último punto es el que se analiza

en el presente trabajo.

En un experimento tipo «caja de arena» se simuló el empuje vertical de una cámara magmática sobre una columna litostática, generando un sistema de fracturas circulares y concéntricas tal como ocurre en la naturaleza. Se fué variando la profundidad de emplazamiento de pistón, y en cada caso después de generar el empuje se retrajo el pistón, dejando un hueco, tal como ocurre al vaciarse parcialmente una cámara magmática después de una emisión voluminosa de piroclastos. El resultado fué que sólo cuando la relación «Ancho de Pistón» / «Longitud de La Columna» fué superior a 1.4, ocurre colapso. pero mientras no se supera este valor, el sistema se sostiene mecánicamente mediante un arreglo tipo Anderson, aunque se genere el hueco. En general, las calderas de la Faja Volcánica Trans mexicana y las del Oeste de los E.E.U.U, el ancho de las calderas es siempre mucho mayor que la profundidad de entrapamiento de la cámara magmática que la generó, lo que da valores mayores para esta relación (asumiendo que la cámara magmática tiene un diámetro por lo menos igual al de la caldera). Por supuesto, el ángulo de los juegos de cizalla pueden variar para diferentes materiales, pero el principio mecánico es el mismo. Esto podría explicar que se generen emisiones ignimbríticas voluminosas sin que ocurran calderas.

GEOL.41

UNA LOCALIDAD CON RUDISTAS EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE MEXICO: SU IMPORTANCIA Y POSIBLE SIGNIFICADO

Torres-Hernández, J.R.¹, Alencaster, G.², Tristán-González, M.², y Mata-Segura, J.L.¹

¹ Instituto de Geología UASLP, Av. Manuel Nava No. 5, C.P. 78 240, San Luis Potosí, S.L.P.

² Instituto de Geología, UNAM, México, D.F

En las inmediaciones del poblado de Fco. I. Madero, Zac. (Aguas Muertas), aflora una secuencia predominantemente terrígena, en la que se intercalan horizontes calcareos delgados. Los terrígenos son principalmente lutitas y areniscas finas y en menor cantidad areniscas de grano grueso. Las calizas son de estratificación delgada a media y algunos de estos estratos tienen cristales de pirita diseminados, indicando condiciones reductoras en su ambiente de depósito. En algunos horizontes las calizas presentan pliegues de convolución por deslizamiento gravitacional (pre-litificación) indicando un piso marino con cierta pendiente. También, aunque aislados, se presentan otros estratos calcareos que contienen fragmentos abundantes de rocas volcánicas del tamaño de arena gruesa. Aisladamente se observan algunos bloques de rocas ígneas intrusivas de composición monzonítica en la que los cristales de ortoclasa son de hasta 3mm y solo esporádicamente se observa cuarzo anhedral.

Toda la secuencia está tectonizada intensamente y refleja dos deformaciones. La primera de ellas con vergencia de empuje al S60°E y la segunda con vergencia N70°E. En forma discordante sobre la secuencia anterior (al parecer ya afectada por la primera deformación) se encuentra un horizonte de bloques y fragmentos de caliza que contiene rudistas

(caprinidos) en cantidad abundante, lo cual se interpreta como restos de un "parche arrecifal". Los géneros que se pudieron reconocer son *Coalcomana*, sp. y *Caprinuloidea*, sp., que son característicos del Albiano inferior. La fauna incluye escasos amonites pequeños y aisladamente, también corales. Resulta extraño encontrar esta fauna en esta región de México, y esto se interpreta de la manera siguiente: una secuencia tipo "flysch" que se estaba depositando en las márgenes de un arco volcánico, fué plegada durante una fase de deformación antes del Albiano inferior, y como resultado de esto, la secuencia fué levantada (y parcialmente erosionada) hasta constituir un piso marino de profundidades someras. Fué entonces que se desarrollaron algunas colonias de rudistas. Finalmente, durante la Orogenia Laramide todo este paquete rocoso fué levantado y plegado, y se ensambló sobre él una secuencia de lavas andesíticas.

Por su posición estratigráfica, las rudistas de esta localidad son evidencia de una una deformación de fines del Aptiano en la región.

GEOL.42

ANOMALIA MAGNETICA EN LA FRONTERA CRETACICO/TERCIARIO EN SECCIONES CARBONATADAS DEL SUR DE MEXICO

J. Urrutia Fucugauchi, José Luis Macías, Juan Manuel Espíndola y Jorge Bermúdez
Instituto de Geofísica, UNAM, Del Coyoacán 04510 D.F., México.

IMP. Eje Central Lázaro Cárdenas 152, 07730 D.F., México.

Estudios en diferentes secciones han mostrado que la frontera Cretácico/Terciario (K/T) presenta una anomalía geoquímica caracterizada por concentraciones anómalas de iridio y otros metales del grupo del platino. La ocurrencia de estos elementos ha sido relacionada al impacto de un bólido con un diámetro de alrededor de 10 km. La estructura de Chicxulub localizada en el sector noroeste de la península de Yucatán ha sido recientemente interpretada como el sitio de impacto, lo que ha generado particular interés en las secciones carbonatadas del Golfo de México y Caribe. En este trabajo reportamos los resultados de un estudio de detalle de propiedades magnéticas para las secciones de Guayal y San Gabriel, Bochil y Coxquihui localizadas en los Estados de Tabasco, Chiapas y Veracruz, respectivamente. La frontera K/T está marcada por una anomalía magnética, caracterizada por valores altos de susceptibilidad magnética, intensidad de magnetización remanente natural (NRM), e intensidades de magnetizaciones inducidas en laboratorio, isothermal (IRM) y anhisterética (ARM). La anomalía magnética está asociada a la ocurrencia de minerales de baja coercitividad, posiblemente magnetita o titanomagnetita pobre en titanio. Los óxidos magnéticos se presentan en cristales pequeños de 1 a 50 micras correspondiendo a dominios magnéticos sencillos o pseudo-sencillos y con estructuras esqueléticas, lo que indica crecimientos rápidos en mezclas de alta temperatura y enfriamiento rápido. Los óxidos están presentes posiblemente en las partículas esferoidales, como parte del horizonte arcilloso producto del impacto. Espineles magnéticos han sido reportados en objetos extraterrestres tales como cortezas de

fusión de meteoritos y micrometeoritos, esférulas condriticas y de vidrio, etc.

En la sección de Guayal, Tabasco la anomalía se caracteriza por un aumento de la susceptibilidad de un orden de magnitud con respecto a los valores promedio en las unidades cretácicas y terciarias adyacentes. La susceptibilidad se incrementa a partir de unos 2.40 m antes de la frontera en las unidades cretácicas y se observan dos anomalías menores antes y después de la anomalía principal. La intensidad de NRM presenta un incremento marcado de unas 6 veces el valor de fondo y una anomalía menor antes del K/T. La intensidad de IRM presenta un aumento de 10 veces y una anomalía menor después del K/T. La anomalía se presenta en un intervalo menor a 10-20 cm (la resolución espacial está limitada por el espaciamiento en el muestreo). Se observan además variaciones en la densidad cerca de la frontera K/T (ligero decremento y fluctuaciones).

GEOLOGIA

PRIMEROS RESULTADOS DEL PROGRAMA UNAM DE PERFORACION DE LA ESTRUCTURA DE IMPACTO DE CHICXULUB, YUCATAN, MEXICO-POZO UNAM-7

J. Urrutia Fucugauchi, Luis Marín y A. Trejo García
Instituto de Geofísica, UNAM, Del. Coyoacán 04510 D.F., México

Como parte de las investigaciones iniciales del Programa UNAM de Perforación de la Estructura de Impacto de Chicxulub, se han realizado mediciones de propiedades magnéticas en el material colectado en el pozo exploratorio UNAM-7. La perforación está localizada a aproximadamente unos 126 kilómetros al sureste del Puerto de Chicxulub, en el municipio de Tekax (unos 2.5 km del centro de Tekax en dirección a Ticum). La perforación se realizó con un equipo JKS Boyles BBS-37, con método de recuperación continua, que ha permitido obtener muestras hasta una profundidad de 702.40 metros (referido al nivel de superficie local). La perforación se realizó con tres distintos diámetros de broca y tubería. La recuperación para la sección entre 3 y 114.7 m es de 99.01 %, para la sección entre 114.7 y 426.1 m es de 99.55 % y para la sección entre 426.1 y 702.4 m es de 99.34 %, por lo que se dispone de un registro continuo y de excelente calidad de la secuencia Terciaria y de la unidad de brecha polimíctica. De la descripción inicial del material se ha identificado el contacto entre la secuencia carbonatada y las unidades de brecha a una profundidad aproximada de 222.2 m. En el intervalo adyacente al contacto, entre los 207 y los 215.2 m se observan horizontes de calizas arcillosas y entre los 215.2 y los 222.2 m se tiene la presencia de yesos y anhidritas. La unidad de brecha polimíctica puede separarse en dos unidades mayores. La unidad superior se caracteriza por abundancia de clastos de rocas de basamento, incluyendo fragmentos de caliza y areniscas. La unidad inferior está caracterizada por abundantes clastos de anhidrita e intercalaciones de horizontes anisotrópicos de evaporitas. Los contrastes en susceptibilidad magnética permiten diferenciar y caracterizar las diferentes litologías. Los

contrastos más marcados se encuentran asociados al contacto entre las calizas arcillosas y horizonte de evaporitas y la brecha polimíctica. La susceptibilidad es alrededor de 0.1 (10E-06 SI) entre 210 y 222 m y se incrementa a valores entre 1 y 15 (E-06 SI) en el siguiente intervalo hasta 226 m. Después de este intervalo transicional, se tienen valores que fluctúan alrededor de un nivel de alrededor de 100 (E-06 SI), dentro de la unidad superior de brechas. El registro de susceptibilidad magnética permite identificar tres intervalos con valores mayores de susceptibilidad de hasta 1000 (E-06 SI), a los 244m, 264 y 277m y dos intervalos de carbonatos a aproximadamente los 237-239m y 250m. El registro de susceptibilidad refleja el porcentaje de clastos de basamento (o de carbonatos) presente en la brecha. El paso a la unidad de brecha con abundancia de clastos de evaporita está caracterizado por el cambio de valores de alrededor de 80 (E-06 SI) a valores entre 0.1 y 1 (E-06 SI), el cual se presenta entre los 349 y 351 m. Un mínimo, que corresponde a un horizonte con clastos de evaporita, se observa a los 348.4 m.

GEOLOGIA

ESTRATIGRAFIA Y DEFORMACION DE LA SECUENCIA SEDIMENTARIA DEL NEOGENO AL ORIENTE DE LAGUNA SALADA, BAJA CALIFORNIA.

Vazquez Hernandez, Sergio¹, Martín Barajas, Arturo¹, y Carreño, Ana Luisa².

¹ CICESE, División Ciencias de la Tierra., Ap. Postal 2732, Ensenada, B.C.

² Instituto de Geología, UNAM., Ciudad Universitaria, México, D.F., C.P. 04510.

En el extremo oriental de la Laguna Salada, noreste de Baja California aflora una secuencia sedimentaria de 850 m de espesor del Mioceno Tardío-Plioceno que constituye el bloque de techo de la falla de bajo ángulo (tipo "detachment") Cañada David (FCD). Estratigráficamente, la secuencia representa la transición de un ambiente marino de plataforma externa-talud a un ambiente deltáico, que gradúa a su vez a depósitos de abanicos aluviales. Comprende 70 m de la Formación Imperial (Mioceno Tardío-Plioceno) compuestos por lodolitas de plataforma externa-talud en la base, que gradúan a areniscas de ambiente submareal a intermareal hacia la cima. Le sobreyace concordantemente la Fm. Palm Spring que consiste en una secuencia de ~170 m de areniscas cuarzofeldespáticas de grano fino a grueso de color rojizo, que representan la transición a un ambiente deltáico subaéreo. La Fm. Palm Springs gradúa a depósitos de abanicos aluviales con areniscas conglomeráticas en la base y conglomerados hacia la cima (Conglomerado Cucapáh). El Conglomerado Cucapáh se ubica en el bloque de techo de la Falla Laguna Salada, de orientación NW y desplazamiento oblicuo dextral. El efecto combinado de la falla de bajo ángulo (FCD) y la Falla Laguna Salada produjo un arreglo complejo de fallas principalmente normales con orientación predominante NNW a NNE que afecta a toda la secuencia y que produce contactos tectónicos entre las formaciones. Aunque especulativo, se concluye que el movimiento de la falla de bajo ángulo (FCD) es en parte contemporáneo al depósito del miembro de

areniscas de la Fm. Imperial y controló la ubicación del depocentro hacia el sur-oriente de Laguna Salada. La disminución del movimiento de esta falla y el incremento en el aporte de sedimentos del Río Colorado ocasionó la progradación del delta. Con base en estructuras de paleocorrientes se infiere que la Falla Laguna Salada ocasionó la migración del depocentro hacia el NW durante el Plio-Pleistoceno (contemporáneamente al depósito del Conglomerado Cucapáh) formando la cuenca moderna en Laguna Salada.

GEOL.45

OXIDOS DE Fe-Ti. IMPORTANCIA PETROGENETICA

José de Jesús Vega-Carrillo.¹ y Luis M. Alva Valdivia²

¹ Instituto de Geología, UNAM, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, 04510, D.F.

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

Los principales minerales del grupo de los óxidos de Fe-Ti son espinela, ilmenita, pseudobrookita, perovskita y rutilo. Los minerales que resultan de la oxidación a alta temperatura son ilmenita, hematita, rutilo y pseudobrookita. Minerales de reemplazamiento a baja temperatura incluyen maghemita, titanita y hematita. Una clase de minerales de interés en modelos petrogenéticos incluyen lindsleyita, mathiasita, armalcolita, hawthorneita y rutilo de Nb-Cr. Otros minerales de interés incluyen perovskita, baddelyeita y zirconolita, los cuales son de carácter LIL.

La composición de los óxidos de Fe-Ti en una roca ígnea aportan valiosa información sobre la fugacidad de oxígeno y la temperatura a la cual cristalizó la roca. Cuando se usan conjuntamente con la composición de los silicatos ferromagnesianos coexistentes, las composiciones de los óxidos pueden también proporcionar la actividad de sílice del magma y la presión al tiempo en que la asociación cristalizó. Las fases de óxidos no se componen únicamente de hierro y titanio; estas contienen cantidades menores de algunos otros elementos como Al, Cr, V, Mg y Mn. Mientras que los óxidos tienen tendencia a cerrar su temperatura de cierre rápidamente con el enfriamiento, las reacciones óxidos-silicatos poseen temperaturas de bloqueo mayores, lo cual nos permite registrar mejor las condiciones magmáticas de formación.

GEOL.46

ORIGEN DE LAS ROCAS CRISTALINAS DEL TERRENO DE XOLAPA EN LA REGION DE ACAPULCO, GUERRERO, SUR DE MEXICO: PETROLOGIA Y DATOS DE GEOTERMOBAROMETRIA

Alfredo Victoria Morales¹, Dante Moran Zenteno² y Pedro Corona Chavez³

¹ Facultad de Ingeniería, UNAM, Ciudad Universitaria, Del. Coyoacán, C.P. 04510, México D.F.

² Instituto de Geología, UNAM Ciudad Universitaria, Del.

Coyoacán, C.P. 04510, México D.F.

³ Instituto de Investigaciones Metalúrgicas Universidad Michoacán de San Nicolás Hidalgo, C.P. 5800 Morelia, Mich.

El terreno Xolapa constituye una provincia formada por rocas metamórficas de carácter polimetamórfico, intrusionadas por plutones de edad Terciaria no deformados.

Este terreno plutónico-metamórfico, forma una franja de cerca de 600Km de largo por 100 a 20 Km de espesor que constituye parte de la margen continental Pacífico.

El límite norte del Terreno Xolapa está ocupado principalmente por intrusiones graníticas y solo en algunos segmentos está en contacto con rocas de los Complejos Acatlán y Oaxaqueño. Hacia el sur se encuentra en contacto con una trinchera activa debida a la subducción de la Placa de Cocos.

En esta zona la secuencia de rocas metamórficas está constituida por una serie de paragneises cuarzo feldespáticos alternados con secuencias de esquistos y ortogneises en facies de anfibolita, con una fuerte migmatización hacia la parte sur. Toda la secuencia está cortada por pegmatitas con muscovita y escaso granate, así como, diques de composición diabásica y en ocasiones por vetillas de epidota. El carácter polimetamórfico de estas rocas queda definida por una serie de texturas y paragénesis sobreimpuestas.

Los datos de geotermobarometría indican que las condiciones de formación para el complejo metamórfico son de baja presión y alta temperatura.

El cinturón de plutones que afecta a la secuencia metamórfica es claramente una continuación de los batolitos del Terreno Guerrero, que han tenido una migración hacia el suroeste de México. Las edades de intrusión varían de 100a 25 Ma. Los estudios geobarométricos indican emplazamientos a 15 Km de profundidad para estas rocas.

GEOL 47

AMBIENTES SEDIMENTARIOS ASOCIADOS A SEGMENTOS DE RIFT Y A ZONAS DE ACOMODAMIENTO EN EL NORTE DE LA PROVINCIA EXTENSIONAL DEL GOLFO, NE DE BAJA CALIFORNIA.

Martín-Barajas, Arturo¹, Rebolledo-Vieyra, Mario^{1,2} y Vázquez-Hernández, Sergio¹

¹ CICESE, Departamento de Geología, C.P 2732, Ensenada, B.C.

² INEGI, Centro de Cartografía Automatizada, Monterrey, N.L.

Los depósitos del Neógeno en el NE de Baja California reflejan dos ambientes sedimentarios distintos relacionados al proceso de segmentación del rift del Golfo de California. Las cuencas limitadas por fallas de gran desplazamiento vertical son relativamente anchas (10-20 km) (e.g. Laguna Salada, Valle San Felipe, Valle Chico), y están separadas por

zonas de acomodamiento con volcanismo anterior y contemporáneo al inicio del rift (e.g. Sierra Las Tinajas-Sierra Pinta, Provincia Volcánica de Puertecitos).

La zona de acomodamiento de Puertecitos contiene una secuencia <100 m de espesor de sedimentos marinos del Plioceno-Pleistoceno(?) interestratificados con depósitos piroclásticos y epiclásticos. Esta secuencia sobreyace a domos riolíticos y tobas de ~6 Ma que formó un basamento tipo rampa para los depósitos marinos. Las facies sedimentarias son principalmente lodolitas y areniscas de grano fino de ambiente intermareal a submareal, con variaciones laterales a depósitos de playa y depósitos aluviales de corta extensión (<200m). La secuencia volcanosedimentaria está afectada por un sistema de fallas normales sinsedimentarias y postsedimentarias con desplazamientos individuales menores de 100 m, y por fallas de desplazamiento lateral izquierdo asociadas a rotaciones de bloques en el sentido de las manecillas del reloj. Esta zona presenta bajas tasas de acumulación (<5 mm/año) de sedimentos en el flanco de un campo volcánico. En contraste, en la cuenca Laguna Salada se depositó una secuencia >2000 m de espesor de sedimentos terrígenos del Plio-Pleistoceno que carece completamente de depósitos de origen volcánico. En conjunto, la secuencia progradada de ambiente de plataforma externa-talud a ambientes deltaico y aluvial, y representa la sedimentación en una cuenca con subsidencia rápida y tasas de sedimentación relativamente altas (~40 mm/año). Los depocentros de los abanicos aluviales del Plio-Pleistoceno fueron controlados por grandes desplazamientos de la falla de bajo ángulo de Cañada David y posteriormente por la falla Laguna Salada con desplazamiento oblicuo lateral derecho.

Esta diferencia en los estilos de sedimentación se interpreta como el resultado de un mayor flujo de calor y menor subsidencia en las zonas de acomodamiento con volcanismo asociado.

RG.01

EVALUACION DEL RIESGO GEOLOGICO POR DESLIZAMIENTO DE LADERA EN SAN MIGUEL, ENSENADA, B.C.

Manuel Cruz-Castillo, Mario B. Morales-Pérez y Luis A. Delgado-Argote.
 Depto. de Geología, CICESE, km 107 carretera Tijuana-Ensenada, A.P. 2732, Ensenada B.C.

Desde Punta Salsipuedes hasta Cíbola del Mar en la carretera escénica Tijuana-Ensenada en B. C. ocurren una serie de deslizamientos de ladera que obligan a que dicha arteria de comunicación sea reparada constantemente. La morfología del área se caracteriza por presentar un relieve dominado por mesetas, lomas redondeadas y acantilados. El registro geológico está representado por la Formación Rosario del Campaniano-Maastrichtiano (70 Ma) que se compone de areniscas, lutitas masivas y conglomerado y por la Formación Rosarito Beach del Mioceno Medio (12 Ma), compuesta por derrames basáltico-andesíticos, depósitos de cenizas y sedimentos diatomáceos. En la superficie, la mayoría de las fallas y fracturas tienen una dirección E-W. En los derrames de basalto, que están en la cima, se observó que la orientación no tiene dirección preferencial, sin embargo, existe una notable tendencia al NNW. En la Formación Rosario los datos se arreglan como en la forma general, mientras que las estructuras del litoral, en la zona del deslizamiento activo, son paralelas y perpendiculares a la línea de costa; así, el deslizamiento activo define el comportamiento estructural del litoral, en parte influenciado por la pendiente del terreno. A todo lo largo de la línea de costa, cerca del lugar de estudio, existen varias cabeceras de deslizamientos que corresponden a antiguos movimientos de laderas. Los movimientos actuales incluyen: 1) desprendimiento de bloques y desprendimiento por descalce, 2) deslizamiento de tipo rotacional y 3) aludes de detritos. La ocurrencia del accidente de ladera depende de la combinación de varias condiciones: la Formación Rosario está pobremente consolidada y la inclinación de las capas está en la dirección de la topografía, el agua infiltrada favorece la inestabilidad, el nivel freático se encuentra arriba de la superficie de deslizamiento, y la vibración ambiental favorece pequeñas fluencias de detritos. En la zona de San Miguel, 15 km al norte de Ensenada, ocurre un deslizamiento rotacional con una cabecera que mide 300 m, su velocidad promedio es de 0.7 m/mes; de sus dos componentes, destaca el movimiento horizontal; se observa caída de bloques de cabecera generados por las fracturas. El fraccionamiento que se encuentra inmediatamente al norte está seriamente amenazado por la migración de las grietas de dicho desplazamiento. La profundidad de los planos de despegue se infiere menor a los 200 m y parece ser que el fallamiento regional ortogonal NNW y ENE controlan la geometría de los accidentes.

RG.02

EL IMPACTO ANTROPICO EN LA SIERRA DE SANTA CATARINA Y SUS CONSECUENCIAS EN LA ECOLOGIA DE LA CUENCA DE MEXICO

Jerjes Pantoja-Alor
 Instituto de Geología, UNAM
 Ciudad Universitaria, 04510 México, D. F.

La sierra de Santa Catarina se localiza al sureste de la Ciudad de México, abarca parte de las delegaciones políticas de Ixtapalapa y Tláhuac y limita con el Municipio de Chalco, Estado de México. La cubre la mancha urbana de la Ciudad de México, y el área limítrofe del norte del valle de Chalco. La cruza y en ella se inicia la autopista México-Puebla. Tiene una extensión, de poniente a oriente, de 12 km constituida por una serie de conos volcánicos alineados que se inicia con el Yuhualixquí y culmina con el doble cráter de explosión de La Caldera.

Geológicamente la sierra de Santa Catarina está constituida por tefra, derrames de andesita de hiperstena y basalto con fenocristales de olivino y piroxeno. Representa parte de la etapa de actividad volcánica más joven de la cuenca de México que se desarrolla entre el fin de el Pleistoceno y el Holoceno. La sierra se encuentra rodeada en su mayor parte por sedimentos lacustres del Cuaternario. Por la juventud de sus rasgos morfológicos, composición de las rocas y su posición en la columna estratigráfica regional, se considera que la sierra es contemporánea con el vulcanismo de la sierra de Chichinautzin.

La sierra de Santa Catarina, con una superficie de 72 km cuadrados constituye una zona de vital importancia para la recarga de los acuíferos que se encuentran dentro de su área de influencia. Recibe un volumen de 45 millones de metros cúbicos de precipitación pluvial al año, los cuales representan el 0.65% de los 7,200 millones de metros cúbicos que recibe la cuenca de México. La actividad agrícola, la deforestación y los asentamientos humanos irregulares han degradado la calidad y afectado la recarga de los acuíferos de las subcuencas de Chalco, Xochimilco y Texcoco. Además, existen minas de materiales pétreos que degradan el paisaje. De sus minas se extrae arena negra, arena roja, tezontle o escoria.

El mayor impacto ecológico negativo que ha sufrido la sierra de Santa Catarina ha sido el antrópico: Asentamientos humanos irregulares, explotaciones inadecuadas de materiales pétreos, depósitos de residuos sólidos y un relleno sanitario.

RG.03

MODELO GEOLOGICO-ESTRUCTURAL Y LA SUBSIDENCIA EN LA CIUDAD DE CELAYA, GTO.: IMPLICACIONES DE GEOLOGÍA AMBIENTAL

Luis Miguel Mitre Salazar y Oralia Oropeza Orozco
Instituto de Geología, UNAM, Cd. Universitaria. 04510.
México.D.F. México
Instituto de Geografía, UNAM, Cd. Universitaria. 04510.
México. D.F. México

El fenómeno de la subsidencia en la Ciudad de Celaya se ha manifestado por la presencia de cuatro fallas principales que afectan al entorno urbano, vialidades, sistemas de distribución de agua potable y drenaje, zonas residenciales y monumentos históricos, entre otros.

La ciudad de Celaya, como otras en el Bajío se ubica en un valle más o menos plano, el cual debe su origen a procesos tectónicos y volcánicos durante el terciario y cuaternario.

La explicación que se ha dado para la aparición y desarrollo de este fenómeno se ha asociado a la sobre explotación de los mantos acuíferos. En la zona de estudio se reportan más de 2000 pozos de agua, cuyo uso principal es para el riego agrícola.

En este trabajo se lleva a cabo un análisis geológico estructural que pretende explicar que existe un control geológico que favorece la aparición de las fallas antes mencionadas y que podría a su vez servir de base para una mejor explotación y uso del recurso agua.

La metodología usada consisten en el empleo de fotografías aéreas de épocas diferentes en las cuales es posible detectar zonas anómalas previas a la aparición de las fallas actuales. De igual manera, se presenta un análisis morfoestructural de la región. En este análisis en particular, se presentan los rasgos geológico estructurales principales de las geoformas positivas, los cuales tienen una correspondencia directa con la ubicación de las fallas de la ciudad de Celaya.

Las principales implicaciones de carácter geológico ambiental se relacionan con el uso inadecuado del recurso agua y suelo, en general y en los problemas de contaminación de estos recursos por la presencia de este sistema de fallas "activas", las cuales en el entorno urbano han causado la ruptura de las redes de drenaje.

Estudios como el presente, demuestran una vez más la necesidad del conocimiento geológico como base fundamental para el aprovechamiento racional de los recursos en el marco del desarrollo sustentable.

RG.04

ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE PENDIENTES EN SITUACIONES SISMICAS

Juan Carlos Montalvo A. y José G. Acosta Chang
División de Ciencias de la Tierra, CICESE, Km. 107 Carr.
Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C., México.

Los deslizamientos inducidos o disparados por terremotos son eventos catastróficos, los cuales pueden llegar a causar serias pérdidas tanto en vidas como en propiedades. El presente trabajo aplica la metodología propuesta por Borg, para el estudio de la estabilidad de pendientes debido a terremotos en la ciudad de Tijuana, B.C. Este método consiste en aplicar energía sísmica superficial a una ladera con la finalidad de observar el cambio en la estabilidad de la pendiente. Esta región se encuentra ubicada en una zona tectónicamente activa influenciada por las fallas Vallecitos-Calabazas, Coronado Banks, Rose Canyon, Silver Strand y San Miguel principalmente, las cuales son sísmicamente activas. La ciudad presenta una mala planeación urbana, encontrándose zonas propensas a deslizamientos de ladera. La sísmicidad puede considerarse como un factor disparador o acelerador de estos deslizamientos. Se midieron en sitio los parámetros que caracterizan a las laderas en varios puntos de la ciudad y se realizó el cálculo del Factor de Seguridad bajo cargas estáticas (sólo la aceleración de la gravedad) y bajo cargas dinámicas (sismos) en sitios previamente seleccionados. Se consideró como fuente sísmica al rompimiento de la falla Silver Strand ($M=6.8$) e intensidades producidas por este sismo para la región de Tijuana iguales a VIII, se encontró que este sismo puede producir deslizamientos en las áreas estudiadas. Se comparan las respuestas bajo cargas estáticas y dinámicas y se discute la importancia del factor sísmico en la estabilidad de las pendientes para esta región.

RG.05

MAPA DE PELIGROS VOLCANICOS DEL VOLCAN DE COLIMA

Navarro C.¹, Cortés A.¹, Komorowski J-C.², Saucedo R¹.

¹ Universidad de Colima

² Observatoires Volcanologiques, Institut de Physique du
Globe de Paris

En el presente trabajo se resume la información geológica recabada en campo durante tres años de trabajo, la cual nos permite reconocer los diferentes productos arrojados por el Volcán de Fuego de Colima, durante su historia eruptiva; de esta manera se determina la distancia máxima alcanzada y el área cubierta por estos productos, delimitando así, el riesgo que representan para los asentamientos humanos, así como para la infraestructura agroindustrial desarrollada en los alrededores del Volcán de Colima. Este mapa de peligros volcánicos, muestra las principales amenazas que representan para las poblaciones, los cinco principales productos volcánicos con diferente radio de alcance siendo estos los siguientes:

A) Flujos piroclásticos. Estos constan de fragmentos de roca incandescente, ceniza y gas a presión que bajan por las pendientes de un volcán, con velocidades de más de 100 km/h y temperaturas hasta de 400°, encañonándose en las principales barrancas alcanzando distancias hasta de 15 km a partir de la cima del volcán. B) Flujos de lava, con un límite de alcance de 8 km. hacia el sector Sur, donde no existen poblaciones bajo este riesgo. C) Flujos de lodo o lahares, los cuales constan de un 50 a 70% de fragmentos de roca, arena y limo, mezclados con agua de lluvia o de el derretimiento de nieve en volcanes nevados. Estos flujos de lodo viajan con velocidades de 60 a 80Km/h. En el volcán de Colima éstos se generan año con año durante o después de una fuerte tormenta época de lluvias y han alcanzado distancias hasta de 20 Km. D) Lluvia de ceniza. Esta se produce cuando una nube arrojada por el volcán cargada de ceniza, pómez y fragmentos pequeños de roca caen al suelo por efecto de la gravedad e influenciados por los vientos dominantes de la región. En el volcán de Colima, los vientos predominantes han sido de Sur a Norte. E) Avalancha de escombros volcánicos. Esta consta de un depósito masivo de bloques de roca hasta de 15 m de diámetro, mezclados con fragmentos más pequeños, arena y ceniza. Estos se generan cuando un volcán se desestabiliza y colapsa total o parcialmente, destruyendo gran parte de su estructura volcánica. El transporte masivo de este colapso sepulta todo a su alrededor en un radio de decenas de kilómetros, alcanzando velocidades de 100 a 250 Km/h. En el caso del Volcán de Colima, el radio de alcance de estos depósitos es de 40 Km hacia el sur, aumentando en los ríos principales por donde se encauzó hasta cerca de la costa por el Río Naranjo a 100km de distancia de su fuente de origen. El área cubiertas por avalancha en Colima es de aproximadamente 1,200 Km².

RG.06

ESCENARIOS DE VULNERABILIDAD COSTERA POR ASCENSO DEL NIVEL DEL MAR EN EL LITORAL DEL GOLFO DE MEXICO Y MAR CARIBE.

Mario Arturo Ortíz Pérez
Instituto de Geografía, UNAM

En años recientes, ciertas porciones de la llanura litoral en cuestión, en particular las playas bajas arenosas, las marismas, esteros y campos de dunas entre otros elementos del relieve muestran cambios en la expresión morfológica o de configuración; tales modificaciones son el producto de las repercusiones del ascenso del nivel del mar y su avance tierra adentro.

Se plantean las evidencias geomorfológicas que muestran los cambios que se originan a partir de los amplios hundimientos, principalmente a partir de las cuencas marginales deltaicas y de estructuras disyuntivas.

Las repercusiones del hundimiento tienen un comportamiento análogo a los efectos de un ascenso rápido del nivel del mar. Estos efectos y modificaciones se llevan a cabo mediante fenómenos de erosión de costas con el consecuente retroceso de la línea de costa tierra adentro por

la destrucción de tierras.

Se evalúa la zona de riesgo por inundación, considerando los escenarios básicos o actuales, en donde se identifican en perfil, la zona intermareal definida espacialmente hasta el límite medio de las mareas altas.

Se reconoce una segunda zona de riesgo potencial o de amortiguamiento, según sea la disposición del arreglo geomórfico, que convencionalmente se limita hasta los dos metros de altura, aproximadamente.

Los resultados de este análisis permiten identificar los escenarios vulnerables, permitiendo conocer la magnitud de las áreas afectadas y predecir la distribución de las zonas potencialmente afectadas.

RG.07

PROBLEMAS DE ESTABILIDAD EN LA FORMACION MENDEZ DENTRO DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL, NUEVO LEON, MEXICO

José Rosbel Chapa Guerrero
Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León
Carr. Cerro Prieto km 8, Linares Nuevo León, 67700 México.

La Sierra Madre Oriental, localizada en el Noreste de México, fue plegada y deformada durante la revolución Laramídica a fines del Cretácico-principios del Terciario.

Las estructuras principales de la Sierra Madre Oriental están orientadas SSE-NNW y únicamente a la altura de Monterrey, N.L. cambian su rumbo a un E-W franco, formando la famosa curvatura de Monterrey (Padilla y Sánchez, 1982).

La formación Méndez es la última del paquete sedimentario de la Sierra Madre Oriental. De tal manera, existen muy buenos afloramientos de esta formación en los valles y pie de montaña dentro del estado de Nuevo León.

Esta formación está constituida por lutitas y margas verdes a gris verdoso intercaladas con calizas limolíticas hacia el techo. Por lo general esta formación está muy intemperizada o cubierta por depósitos del Cuaternario.

Entre las características ingeniero-geológicas principales de esta formación se pueden destacar:

- La distancia entre diaclasas es muy reducida (< 0.20 m), formando estructuras tipo lápiz.
- El estado de intemperismo va desde roca sana (W1) hasta formación de suelo (W5).
- El relleno entre diaclasas es calcita de origen autóctono y también alóctono como material relavado de la superficie superior, penetrando entre las diaclasas.

En las lutitas de la formación Méndez se han podido constatar los siguientes problemas de estabilidad, conforme

al mecanismo de falla, según la clasificación de HOEK & BRAY (1981):

- a) Deslizamientos bidimensionales.
- b) Deslizamiento tridimensionales (cuña).
- c) Mecanismo de falla tipo cabeceo.
- d) Mecanismo de falla tipo rodilla

RG.08

ANALISIS PRELIMINAR DEL RIESGO VOLCANICO EN EL VOLCAN CEBORUCO, MEXICO.

Carlos Suárez Plascencia y Gustavo Saavedra de la Cruz

En México existen varios volcanes clasificados por la IAVCEI como activos, entre estos tenemos al volcán Colima y Popocatepetl, Tres Vírgenes, La Primavera y el Ceboruco, todas estas estructuras geológicas se caracterizan por poseer en sus laderas una intensa actividad económica, así como una gran cantidad de asentamientos humanos, lo cual hace de estas zonas susceptibles a presentar desastres ante crisis volcánicas.

El volcán Ceboruco localizado en la porción noroeste de la República Mexicana, en el estado de Nayarit, (104 30'W y 21 7.5'N) se encuentra circundado por los valles agrícolas de Ahuacatlán y Jala. Estructuralmente el Ceboruco forma parte del sector occidental de la Faja Volcánica Mexicana y del Graben Tepic. Su última actividad eruptiva data del año de 1870, cuya duración fue de cinco años (Iglesias, 1877), los anteriores eventos eruptivos no cuentan con registros históricos, pero Thorpe y Francis (1975), Demant (1979) y Nelson (1980,1986) reconstruyen la evolución geológica de este volcán, la cual se ha caracterizado por una actividad efusivo-explosiva continua en el pasado reciente, lo que hace que exista un peligro potencial hacia el entorno de este.

El área circundante al Volcán Ceboruco, de acuerdo a las cifras proporcionadas por los censos de población del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, en los últimos 20 años la región ha manifestado un crecimiento poblacional moderado, esto es de tener una población de 38, 337 habitantes para 1970, esta se incrementa a 53, 470 en 1990, ello significa una tasa de crecimiento superior al 3% anual, este crecimiento ha sido acompañado por un importante desarrollo en la actividad agrícola, así como en el flujo comercial desarrollado a través de la carretera Guadalajara-Nogales y el ferrocarril Guadalajara-Mexicali, el cual se vio fortalecido por la apertura de la autopista Guadalajara-Nogales, cuyo trazo pasa sobre la base del volcán. Tal cercanía convierte a estos últimos, en elementos con alta susceptibilidad a ser afectados por los diferentes productos volcánicos que puede emitir la actividad eruptiva de este centro

volcánico, como son lavas, caída de ceniza, flujos piroclásticos y otros, los cuales podrían provocar la interrupción de las vías de comunicación de la zona y las actividades económicas, lo que traería graves consecuencias de tipo económico para el occidente del país, y en especial para el Area Urbana de Guadalajara.

Ante ello, este trabajo muestra de manera preliminar los resultados de la evaluación del peligro y la vulnerabilidad a que está sujeta la actividad socioeconómica que se desarrolla en las faldas del volcán Ceboruco, y con ello poder determinar los daños que provocaría una erupción del volcán Ceboruco en él.

RG.09

MAPA DE LOS PELIGROS NATURALES DE LA CIUDAD DE GUADALAJARA, JALISCO

Luis Valdivia Ornelas
 Universidad de Guadalajara. CUCSH
 Depto. de Geografía y Ordenación Territorial, Guadalajara,
 Jalisco, México.

La ciudad de Guadalajara, de manera recurrente ha presentado problemas de inundaciones, acentuadas sobretodo durante los años mas recientes. La rápida expansión territorial de la ciudad a partir de los años carenta ocasionó un incremento en el radio de afectación y la peligrosidad del fenómeno, además de generar nuevos problemas como los hundimientos y la traslación de tierras.

La metodología empleada para la evaluación se compone del analisis geomorfológico-cartográfico-histórico del relieve, esto con la finalidad de distinguir zonas que presentan ciertos atributos similares, los cuales a su vez definen sus patrones espaciales.

Es así como se reconocio que los peligros naturales estan intimamente vinculados a la forma en que el crecimiento urbano asimilo los elementos físicos del relieve, incorporandolos mediante una serie de procedimientos tales como: rellenos, nivelaciones, modificaciones de las pendientes, la urbanización de las microcuencas, la formación de diques en los arroyos, sus desvios, etc.

El recuento histórico del proceso de asimilación y de como los rasgos físicos se incorporaron a la urbanización, nos ayudo a recuperar espacial y temporalmente formas tales como barrancas, cauces, los que se plasmaron en un mapa denominado por Lugo (1988) (1) Mapa de memoria del relieve.

Por medio de la recopilación bibliográfica y hemerográfica se elaboraron dos mapas, uno de (2) censo de inundaciones y otro de (3) hundimientos. Se empleó la técnica de superposición de los mapas antes mencionados, de lo que se obtuvieron, de manera cualitativa, unidades mas susceptibles a presentar determinado evento peligroso.

RG.10

THE CONFINING OF DANGEROUS WASTE IN NATURAL ENVIRONMENTS

Pedro F. Zarate-Del Valle

Universidad de Guadalajara, CUCEI., Guadalajara, Jalisco,
México.

Countries that face the problem of disposing of their highly radioactive waste have taken the option of confining it in deep and stable geological formations of cristalline (granite), saline or clayish nature. For this purpose the natural (or archeological) analogies have been studied. A natural analogy (for ex. the fossil and natural nuclear reactor named Oklo at Gabon (Bodu et al., 1972) can be defined as "a geological (or archeological) system geographically located with precision and whose characteristics make it partially comparable to a definitive radioactive waste deposit" (Côme & Chapman, 1986).

The analogies are based on both the processes and migration modalities of such elements as uranium, thorium, rare earths, fission products and the actinide series, and the confining capacity of the host geological formation. According to De Putter and Charlet (1994) in Belgium the confining of highly radioactive waste with a long average life (109 years) will be to bury waste in deep galleries (more than 180 m under surface), caved in a marine oligocenic clay formation known as Boom Clay (140 m wide); this formation was selected because of: 1) its very low permeability, 2) its high capacity for ion exchange among the clay minerals which constitute it (smectite/illite, illite, chlorite, kaolinite), 3) its lithological homogeneity and 4) its plasticity. A total volume of excavation of 235,000 m³ is contemplated and its forecasted agenda is: beginning of construction in 2015; opening of site in 2020 and closing of site in 2070-2080. The belgian project and some natural analogies are described in this paper.

Indice de Autores

| Autores | No. Trabajo | Pag. | Autores | No. Trabajo | Pag. |
|------------------------------|-------------|------|--------------------------------|-------------|------|
| Abrams, M. | TVC.04 | 78 | Bandy W. | T.09 | 66 |
| Abrams, M. | TVC.23 | 86 | Bandy W. | T.20 | 70 |
| Abrams, M. | TVC.30 | 89 | Barajas, Martín- Arturo | GEOL.47 | 118 |
| Abubakirov I. R. | S.28 | 50 | Barajas, MartínArturo | GEOL.44 | 117 |
| Acosta Chang J. | S.02 | 41 | Barboza Gudino, J.R. | GEOL.07 | 103 |
| Acosta Chang J.G. | S.01 | 41 | Barradas V.L. | CA.12 | 9 |
| Acosta Chang José G. | RG.04 | 121 | Barradas Víctor L. | CA.04 | 6 |
| Acosta Chang José G. | S.35 | 52 | Barrera Hernandez D. | EXG.22 | 36 |
| Acosta Chang José G. | S.36 | 53 | Barrera Hernandez David | S.04 | 42 |
| Aguayo A. | GEOL.01 | 100 | Barrier Eric | T.21 | 71 |
| Aguayo A. | GH.02 | 25 | Baumgartner McBride Timothy R. | GEOL.06 | 102 |
| Aguirre-Díaz, Gerardo J. | GEOL.02 | 100 | Bennett R.A. | GPS.01 | 72 |
| Alain Demant | TVC.24 | 86 | Bennett Richard A. | GPS.05 | 73 |
| Alaniz-Alvarez Susana Alicia | GEOL.03 | 100 | Bermúdez M.L. | S.05 | 42 |
| Alaniz-Alvarez Susana Alicia | GEOL.29 | 111 | Bermúdez M.L. | S.31 | 50 |
| Alba Aldave L. | GEOL.04 | 101 | Bermúdez M.L. | S.32 | 51 |
| Alba-A. L. | TVC.02 | 77 | Bermúdez M.L. | TVC.21 | 85 |
| Albarr n Jorge Jacobo | TVC.14 | 83 | Bermudez Jorge | GEOL.42 | 116 |
| Alencaster, G. | GEOL.41 | 116 | Bigurra Pimentel Emilio | GEOT.02 | 91 |
| Altúzar-C. P. | TVC.02 | 77 | Bocanegra García Gerardo | GH.03 | 25 |
| Altuzar Coello P. | GEOL.04 | 101 | Bock, Y. | GPS.14 | 76 |
| Alva Luis | TVC.03 | 77 | Borja, M. A. | CA.24 | 12 |
| Alva Valdivia L. M. | EXG.01 | 30 | Bourgeois J | T.20 | 70 |
| Alva Valdivia L. T | TVC.01 | 77 | Bourgeois J. | T.04 | 63 |
| Alva Valdivia Luis M. | GEOL.45 | 118 | Bourgeois J. | T.09 | 66 |
| Alvarez Borrego Josué | OF.01 | 15 | Bourgeois J. | T.18 | 69 |
| Alvarez Borrego Josué | OF.16 | 19 | Bourgeois Jacques | T.21 | 71 |
| Alvarez Borrego S. | CG.14 | 5 | Brassea Ochoa Jesús | S.06 | 42 |
| Alvarez Borrego Saúl | CG.05 | 2 | Bravo José Luis | CA.05 | 6 |
| Alvarez García G. | GPS.14 | 76 | Bravo José Luis | CA.09 | 8 |
| Alvarez García Gabriel | GPS.13 | 75 | Bremer Bremer Martín H. | EXG.02 | 30 |
| Alvarez Ramírez T.J. | GH.13 | 29 | Buendía Carrera Enrique | CA.28 | 13 |
| Alvarez T. S. | S.01 | 41 | Buizer James L. | CG.01 | 1 |
| Alvarez, O. | CA.01 | 6 | Cárdenas Martín S. | S.07 | 43 |
| Alvarez-Borrego S. | CG.09 | 3 | Caballero Cecilia | TVC.03 | 77 |
| Alvarez-Borrego Saúl | CG.08 | 3 | Caballero López Rogelio A. | CA.06 | 7 |
| Alvarez-García G. | GPS.10 | 75 | Calmus T. | T.04 | 63 |
| Angel Reyes Davila Gabriel | S.60 | 61 | Calmus T. | T.09 | 66 |
| Angeles García S. | GEOL.04 | 101 | Calmus T. | T.18 | 69 |
| Angeles-G. S. | TVC.02 | 77 | Calmus T. | T.20 | 70 |
| Anguiano-Rojas R.A. | T.01 | 63 | Campbell R. Héctor E. | GEOT.03 | 91 |
| Angulo Brown F. | S.44 | 55 | Canales E. A.G. | GH.06 | 26 |
| Aranda-Gómez José Jorge | TVC.20 | 85 | Canals-Sabate, A. | GEOT.12 | 95 |
| Araujo Pradere Eduardo | CA.02 | 6 | Canino-Herrera S.R. | CG.13 | 4 |
| Arboleda V. J.E. | OF.21 | 20 | Cannat Mathilde | T.06 | 64 |
| Arce. J.L. | GEOL.16 | 106 | Carbajal Noel | OF.02 | 15 |
| Arciniega Ceballos A. | S.03 | 41 | Carcione José M. | EXG.33 | 40 |
| Arciniega Cevallos Alejandra | TVC.32 | 90 | Carlos Flores J. | S.20 | 47 |
| Arellano Gil J. | GEOL.21 | 108 | Carlos Flores J. | S.21 | 48 |
| Arellano Gil J. | T.11 | 66 | Carmichael I. | GPS.02 | 72 |
| Arellano-Gil, J. | T.05 | 64 | Carmichael Ian | GPS.07 | 74 |
| Arellano-Gil, J. | T.13 | 67 | Carnalla and P. Sahay S. | S.08 | 43 |
| Argote M. L. | OF.13 | 18 | Carreño, Ana Luisa | GEOL.44 | 117 |
| Armienta M.A. | GEOL.01 | 100 | Carrillo L. | OF.13 | 18 |
| Armienta M.A. | GH.02 | 25 | Carrillo M.M. | GEOL.08 | 103 |
| Armienta M.A. | GH.04 | 26 | Casarrubias Unzueta Zenón | GEOL.09 | 103 |
| Armienta M.A. | TVC.05 | 78 | Casarrubias Unzueta Zenón | GEOT.04 | 92 |
| Armiente María Aurora | GEOT.19 | 98 | Castillo A. F.J. | TVC.06 | 78 |
| Arrendondo Fragoso J. Jesús | GEOT.01 | 91 | Castillo A. F.J. | TVC.07 | 79 |
| Arriaga L. | CG.15 | 5 | Castillo Hernández Daniel | GEOT.05 | 92 |
| Arroyo-Cabrales Joaquin | GEOL.05 | 102 | Castillo J.M. | S.09 | 43 |
| Arzate Jorge A. | T.02 | 63 | Castrejón-González Israel | GEOL.13 | 105 |
| Atilano Silva Héctor M.L. | GEOL.06 | 102 | Castro Clara Javier | S.10 | 44 |
| Axen Gary J. | T.17 | 69 | Castro Escamilla Raúl R. | S.11 | 44 |
| Azpra Romero Enrique | CA.03 | 6 | Castro, R. | TVC.04 | 78 |
| Bohnel Harald | T.03 | 63 | Castro, R.R. | S.12 | 44 |
| Bohnel Harald | TVC.03 | 77 | Castro-Leyva | GEOL.10 | 104 |
| Bandy W. L. | T.12 | 67 | Ceniceros N. GH.02 | GH.02 | 25 |

| Autores | No. Trabajo | Pag. | Autores | No. Trabajo | Pag. |
|-------------------------------|--------------------|-------------|-----------------------------|--------------------|-------------|
| Ceniceros N. | GH.04 | 26 | DeMets C. | GPS.02 | 72 |
| Ceniceros N. | TVC.05 | 78 | DeMets C. | GPS.07 | 74 |
| Cerca Martínez Luis Mariano | OF.23 | 21 | Díaz de Cossio G. | S.16 | 46 |
| Cervantes-Duarte R. | CG.02 | 1 | Díaz, S. | CG.15 | 5 |
| Ceuleneer Georges | T.06 | 64 | Dixon Tim | GPS.12 | 75 |
| Chávez García Francisco J. | S.07 | 43 | Domínguez J. | T.12 | 67 |
| Chávez García Francisco J. | S.54 | 59 | Domínguez Mora Ramón | TVC.15 | 83 |
| Chávez R.E. | GEOL.30 | 112 | Domínguez Jaime | S.17 | 47 |
| Chávez-García F. | S.32 | 51 | Domínguez R.Tonatiuh | S.18 | 47 |
| Chávez-García F.J. | S.15 | 46 | Dubois, Michael | GEOL.02 | 100 |
| Chávez-García Francisco J. | S.13 | 45 | Durand-Manterola Héctor J. | CA.10 | 8 |
| Chávez-García Francisco J. | S.14 | 45 | Durand-Manterola Hector J. | CA.17 | 10 |
| Chapa Guerrero José Rosbel | RG.07 | 122 | Durazo Arvizu Reginaldo | OF.03 | 15 |
| Chávez René E. | EXG.03 | 30 | Durazo R. | OF.13 | 18 |
| Chávez-Cabello Gabriel L. | GEOL.12 | 105 | Durazo Reginaldo | OF.32 | 24 |
| Chávez-G.R. | GEOL.11 | 104 | Eileen Johnson | GEOL.05 | 102 |
| Chris Stephens | GEOL.14 | 106 | Elders Wilfred A. | GEOT.03 | 91 |
| Cleveland J.S. | CG.10 | 4 | Elliott A.J. | OF.17 | 19 |
| Collins Curtis A. | OF.32 | 24 | Escajeda O. J.L. | GH.06 | 26 |
| Connors M. | GEOL.30 | 112 | Escalcna-Alcázar Felipe J. | GEOL.13 | 105 |
| Contreras, A.D. | CA.07 | 7 | Espíndola C. Víctor H. S | S.19 | 47 |
| Cornejo L. E. | OF.21 | 20 | Espíndola Juan Manuel | GEOL.42 | 116 |
| Corona Chavez Pedro | GEOL.46 | 118 | Espíndola Juan Manuel | GEOT.19 | 98 |
| Corona Esquivel | GEOL.04 | 101 | Espíndola, J.M. | GEOL.16 | 106 |
| Corona Rodolfo | GEOL.26 | 110 | Espíndola, J.M. | TVC.10 | 80 |
| Corona-E. R. | TVC.02 | 77 | Esparza F. | GEOT.17 | 97 |
| Corona-E.R. | GEOL.11 | 104 | Esparza F.J. | GEOT.16 | 97 |
| Cortés A. | RG.05 | 121 | Esparza Francisco J. | EXG.05 | 31 |
| Cortes A. | TVC.29 | 88 | Esparza Hernández Francisco | EXG.13 | 33 |
| Cruz Gomez Adan | GEOL.31 | 112 | Espinosa Cardeña J.M. | EXG.11 | 33 |
| Cruz O. | GEOL.01 | 100 | Espinosa Cardeña J.M. | EXG.12 | 33 |
| Cruz O. | GH.02 | 25 | Espinosa Cardeña, J.M. | EXG.30 | 39 |
| Cruz O. | GH.04 | 26 | Espinosa Cardeña, J.M. | GEOT.14 | 96 |
| Cruz O. | TVC.05 | 78 | Espinosa L. J. | EXG.08 | 32 |
| Cruz-Castillo Manuel | RG.01 | 120 | Espinosa Luna J. | EXG.14 | 34 |
| Cruz-Colín M. Esther | OF.03 | 15 | Espinosa Luna Juan | EXG.07 | 31 |
| Cruz-Orozco R. | GEOL.38 | 114 | Espinosa-Luna J. | EXG.31 | 40 |
| Csillag Tirelli Andrea | S.60 | 61 | Fabriol B. Hubert | GEOT.06 | 93 |
| Cuenca J. | S.05 | 42 | Farfán Francisco | S.38 | 53 |
| Cuenca J. | S.31 | 50 | Farfán Francisco | S.46 | 56 |
| Cuenca J. | S.32 | 51 | Farfán M. V. | S.62 | 62 |
| Cuenca J. | TVC.21 | 85 | Farfán S. F. | S.62 | 62 |
| Díaz de Cossio Guillermo | S.48 | 57 | Fernández Sixto | S.20 | 47 |
| Díaz-Navarro Ricardo | EXG.04 | 31 | Fernández Sixto | S.21 | 48 |
| De Anda-S nchez, José | GH.01 | 25 | Ferrari Luca | TVC.11 | 80 |
| De La Cruz Reyna S. | S.49 | 57 | Ferrari Luca | TVC.12 | 81 |
| De la Cruz-Reyna S. | TVC.06 | 78 | Ferrari Luca | TVC.13 | 82 |
| De la Cruz-Reyna S. | TVC.07 | 79 | Ferreira Bartrina Vicente | GEOL.06 | 102 |
| De la Cruz-Reyna Servando. | TVC.09 | 80 | Ferreira Vicente | GEOL.20 | 108 |
| De las Fuentes Lara M. | S.35 | 52 | Ferreira-Bartrina, Vicente | GEOL.36 | 114 |
| De León Gómez H. | GH.05 | 26 | Filonov A.E. | OF.05 | 16 |
| Degollado Z. J.L. | TVC.06 | 78 | Filonov A.E. | OF.06 | 16 |
| Degollado Z. J.L. | TVC.07 | 79 | Filonov E. A. | CA.26 | 12 |
| Del Peral L. | CA.08 | 7 | Fletcher John M. | GEOL.14 | 106 |
| Del Peral Luis | CA.20 | 10 | Fletcher John | T.06 | 64 |
| Del Peral Luis | CA.23 | 11 | Flores C. | GEOT.17 | 97 |
| Delgado Vázquez Marco Antonio | T.15 | 68 | Flores Cruz Fernando | S.22 | 48 |
| Delgado-Argote Luis A. | GEOL.13 | 105 | Flores Rojero Jose Luis | GEOL.31 | 112 |
| Delgado-Argote Luis A. | RG.01 | 120 | Flores-Márquez E.L. | EXG.17 | 34 |
| Delgado-Argote Luis | T.03 | 63 | Flores-Márquez, E. Leticia | GEOL.32 | 112 |
| Delgado-Argote, L.A. | GEOL.10 | 104 | Flores-Marquez, E. | CA.11 | 8 |
| Delgado-Argote, L.A. | TVC.19 | 84 | Flores-Ruiz J. H. | EXG.15 | 34 |
| Delgado-Argote, Luis A. | TVC.08 | 79 | Flores-Ruiz J.H. | EXG.09 | 32 |
| Delgado-Contreras Juan A.F. | OF.04 | 15 | Foot R.H. | GPS.10 | 75 |
| Delgado-González Oscar E. | OF.03 | 15 | Frías-Camacho Victor Manuel | T.17 | 69 |
| Delgado-Granados, H. | T.05 | 64 | Francisco Garat Eduardo | CA.15 | 9 |
| Delgado-Granados, H. | T.13 | 67 | Frez C J. | S.02 | 41 |
| Delgado. D. Orlando | CA.29 | 13 | Frez J. | EXG.10 | 32 |

| Autores | No. Trabajo | Pag. |
|-------------------------------|--------------------|-------------|
| Fuentes V. Carlos | S.23 | 48 |
| Gódinez-Orta L. | GEOL.38 | 114 |
| Gómez E. | GEOT.17 | 97 |
| Gómez López J. Guadalupe | GEOL.09 | 103 |
| Gómez Roberto | S.20 | 47 |
| Gómez Ruiz Pedro | S.43 | 55 |
| Gómez Treviño E. | GEOT.16 | 97 |
| Gómez Treviño Enrique . | EXG.13 | 33 |
| Gómez V. A. | TVC.07 | 79 |
| Gómez-Treviño E. | EXG.18 | 35 |
| Gómez-Treviño E. | EXG.19 | 35 |
| Gómez-Treviño E. | EXG.20 | 35 |
| Gómez-Treviño E. | EXG.24 | 37 |
| Gómez-Treviño E. | EXG.27 | 38 |
| Gómez-Treviño Enrique | EXG.05 | 31 |
| Gómez-Valdés José | OF.04 | 15 |
| Gómez V. A. T | TVC.06 | 78 |
| Galicia Jiménez Gaudencio | GEOT.08 | 94 |
| Galicia P. Marco A. | OF.07 | 16 |
| Galindo E.I. | CG.12 | 4 |
| Galindo-Albrechtsen K. | OF.08 | 17 |
| Gallegos-Cruz A. | CA.08 | 7 |
| Gallegos-Cruz A. | CA.20 | 10 |
| Gallegos-Cruz A. | CA.23 | 11 |
| García A. R. | S.62 | 62 |
| García Abdeslem J. | EXG.11 | 33 |
| García Abdeslem J. | EXG.12 | 33 |
| García Arthur Rosalía E. | S.24 | 48 |
| García Arthur Rosalía | TVC.22 | 85 |
| García E. Alfonso | GH.07 | 26 |
| García Estrada Gerardo Héctor | GEOT.07 | 93 |
| García Jiménez Fermín | TVC.15 | 83 |
| García P manes Jorge | CG.03 | 1 |
| García-Abdeslem, J. | GEOL.10 | 104 |
| García-Abdeslem, Juan | TVC.08 | 79 |
| García-Cotero L. | GEOL.15 | 106 |
| García-Jiménez Fermín | TVC.28 | 88 |
| García-Palomo, A. | GEOL.16 | 106 |
| Garduño M. Víctor H. | TVC.14 | 83 |
| Garduño-Monroy, V.G. . | GEOL.16 | 106 |
| Garza García Karla Paola . | EXG.13 | 33 |
| Gaulon, R. | S.52 | 58 |
| Gaviño R. Juan H. | OF.07 | 16 |
| Gaviño Rodríguez Juan H. | OF.09 | 17 |
| Gavilanes J.C. | TVC.29 | 88 |
| Gaxiola Castro Gilberto | CG.04 | 2 |
| Giles Guzmán Alma D. | CG.05 | 2 |
| Glaus Ralph | GPS.03 | 72 |
| Glowacka Ewa | GPS.04 | 73 |
| González E. R. | GH.06 | 26 |
| González Eduardo | OF.27 | 22 |
| González Enríquez Rodrigo | GH.08 | 27 |
| González García Javier | GPS.04 | 73 |
| González J. | EXG.10 | 32 |
| González J. Javier | GPS.01 | 72 |
| González J. Javier | GPS.05 | 73 |
| González M. C.A. | EXG.07 | 31 |
| González Mario | S.25 | 49 |
| González Morales C. A. | EXG.14 | 34 |
| González Orduqo Ana M | OF.12 | 18 |
| González Pomposo G. | S.03 | 41 |
| González Pomposo Guillermo | TVC.32 | 90 |
| González-Enríquez R. | GH.10 | 28 |
| González-León Carlos M. | GEOL.17 | 107 |
| González-Morales C.A. | EXG.06 | 31 |
| González-Morales C.A. | EXG.32 | 40 |
| González F. Ricardo T | TVC.25 | 87 |
| González Ibarra Alfonso | EXG.29 | 39 |

| Autores | No. Trabajo | Pag. |
|-----------------------------------|--------------------|-------------|
| González Orduqo Ana Margarita | OF.18 | 19 |
| González Silvia | TVC.03 | 77 |
| González Tamez Hector Gabriel | S.60 | 61 |
| González-Ibarra Alfonso | EXG.04 | 31 |
| Gorbatov A. | S.29 | 50 |
| Gorbatov Alexei | S.17 | 47 |
| Graef Ziehl Federico | OF.10 | 17 |
| Grijalva Noriega Francisco Javier | GEOL.18 | 107 |
| Guardado France RigobertoF. | OF.11 | 17 |
| Guerrero García José C. | T.08 | 65 |
| Guerrero García José C. | T.09 | 66 |
| Guerrero García José C. | TVC.16 | 83 |
| Guerrero J. | T.18 | 69 |
| Guerrero-García José C. | T.07 | 65 |
| Guerrero-García J. | T.20 | 70 |
| Guevara O. Enrique | TVC.25 | 87 |
| Gusev A. A. | S.28 | 50 |
| Gutiérrez E. | S.27 | 49 |
| Gutierrez Carlos | S.26 | 49 |
| Guzmán Speziale Marco | T.10 | 66 |
| Guzmán-Arroyo, Manuel | GH.01 | 25 |
| Guzmán M. | S.29 | 50 |
| Hager B.H. | GPS.01 | 72 |
| Harrison C.G.A. | TVC.16 | 83 |
| Hatzfeld Denis | S.15 | 46 |
| Helenes Escamilla Javier7 | GEOL.19 | 107 |
| Herbert Tim | GEOL.20 | 108 |
| Herguera Juan Carlos | GEOL.20 | 108 |
| Hernández Rivero M. P. | T.11 | 66 |
| Hernández Treviño J.T. | GEOL.21 | 108 |
| Hernández-Navarro A. | GPS.10 | 75 |
| Hernández-Quintero E | EXG.15 | 34 |
| Hernández-Ayon J.M. | CG.13 | 4 |
| Herrera B. J. | EXG.16 | 34 |
| Herrera F. | EXG.16 | 34 |
| Herrero-Bervera Emilio | T.07 | 65 |
| Herrero-Bervera Emilio | T.08 | 65 |
| Herrero-Bervera Emilio | TVC.65 | 83 |
| Herring T.A. | GPS.01 | 72 |
| Hildebrand A. R. | GEOL.30 | 112 |
| Hinojosa C. Alejandro | GPS.12 | 75 |
| Holt William E. | T.19 | 70 |
| Huidobro A. G. | TVC.18 | 84 |
| Huidobro A. | S.32 | 51 |
| Huidobro A. | TVC.21 | 85 |
| Huidobro González Adolfo | TVC.17 | 84 |
| Huidobro-González, A. | T.13 | 67 |
| Huizar Alvarez Rafael | GH.09 | 27 |
| Imay-Jacobo M.E. | GH.10 | 28 |
| J. Espinosa C.M. | EXG.08 | 32 |
| Jáuregui E. | CA.12 | 9 |
| Jáuregui Ernesto | CA.25 | 12 |
| Jáuregui, E. | CA.07 | 7 |
| Jacques-Ayala César | GEOL.22 | 109 |
| Jaime Urrutia-Fucugauchi | T.22 | 71 |
| Jean Jacques Royer | CA.11 | 8 |
| Jean-Jacques Cocheme | TVC.24 | 86 |
| Jiménez Llescas A.R | OF.12 | 18 |
| Jiménez Llescas Angel R. | OF.18 | 19 |
| Jiménez-López Luis S. | GEOL.29 | 111 |
| Jiménez-López Luis Salvador | TVC.20 | 85 |
| Jiménez Jimenez Z. | S.45 | 56 |
| Jiménez Jimenez Z. | S.50 | 58 |
| Jiménez Jimenez Zenon | S.60 | 61 |
| Juárez S nchez F. | GEOL.23 | 109 |
| Juárez-Aguilar, L. | TVC.19 | 84 |
| Juan Espinosa-Luna | EXG.06 | 31 |
| Keller R. | EXG.10 | 32 |

| Autores | No. Trabajo | Pag. | Autores | No. Trabajo | Pag. |
|--------------------------------|--------------------|-------------|------------------------------------|--------------------|-------------|
| King R.W. | GPS.01 | 72 | Malpica C. Víctor M. | GEOL.25 | 110 |
| Komorowski J.C. | RG.05 | 121 | Mancilla,R. | CA.01 | 6 |
| Koshevaya S. | S.27 | 49 | Marín L.E. | GEOL.26 | 110 |
| Kostoglodov V.I. | S.29 | 50 | Marín L.E. | GH.15 | 29 |
| Kostoglodov V.V. | T.12 | 67 | Marín Luis E. | CA.11 | 8 |
| Kostoglodov Vladimir | S.17 | 47 | Marín Luis E. | GH.03 | 25 |
| Kostoglodov Vladimir | T.10 | 66 | Marín Luis | GEOL.43 | 117 |
| Kotsarenko N. | S.27 | 49 | Marín-Stillman, Leticia | CA.11 | 8 |
| Kouzoub N. | EXG.25 | 37 | Marcial Leonardo Lizárraga-Partida | CG.03 | 3 |
| Lázaro-Mancilla O. | EXG.18 | 35 | Marescahl Marianne | T.02 | 63 |
| López Gómez Gustavo | EXG.28 | 39 | Marinone S. G. | OF.15 | 19 |
| López Gómez Gustavo | T.15 | 68 | Marquez S. | GPS.14 | 76 |
| López Hernández Aída | GEOT.10 | 94 | Martínez López Benjamin | OF.09 | 17 |
| López L. | T.16 | 68 | Martínez Pulido Ana | CA.15 | 9 |
| López López M. | S.35 | 52 | Martínez-Serrano Raymundo G. | GEOL.27 | 110 |
| López Martínez Margarita | GEOL.24 | 109 | Martin del Pozzo A.L. | TVC.05 | 78 |
| Labarthe-Hernández Guillermo | GEOL.29 | 111 | Martínez-Serrano, Raymundo G. | GEOT.11 | 95 |
| Labarthe-Hernández Guillermo | TVC.20 | 85 | Martiny Barbara | GEOL.27 | 110 |
| Ladrón de Guevara-Torres, M.A. | EXG.17 | 34 | Mascarenhas Alfonso da | OF.32 | 24 |
| Lara Lara José Rubén | CG.03 | 1 | Mata-Segura, J.L. | GEOL.41 | 116 |
| Lara Lara José Rubén | CG.06 | 2 | McIntosh Gregg | GEOL.28 | 111 |
| Lara-Lara J.R. | CG.10 | 4 | McIntosh William C. | GEOL.17 | 107 |
| Lavín M. F. | OF.13 | 18 | Medina-Martínez, F. | TVC.19 | 84 |
| Le Moyne Echeverría Luis | CA.13 | 9 | Medrano A. R. | TVC.06 | 78 |
| Le Moyne Hernández Luis | CA.13 | 9 | Medrano A. R. | TVC.07 | 79 |
| Le Moyne Hernández Luis | CA.14 | 9 | Meillón Menchaca Octavio | OF.16 | 19 |
| Le Moyne Hernández Luis | CA.21 | 11 | Melbourne T. | GPS.02 | 72 |
| Leal Hernández Roberto | GEOT.09 | 94 | Melbourne T. | GPS.07 | 74 |
| Lermo J. | S.05 | 42 | Melendez Venancio R. | CA.16 | 10 |
| Lermo J. | S.30 | 50 | Melendez Venancio Raul | CA.17 | 10 |
| Lermo J. | S.31 | 50 | Mena M. | TVC.31 | 89 |
| Lermo J. | S.32 | 51 | Mendez Ignacio | S.46 | 56 |
| Lermo J. | S.33 | 51 | Mendoza Aíuchastegui Jorge | S.43 | 55 |
| Lermo J. | TVC.21 | 85 | Mendoza Celedon B. | CA.18 | 10 |
| Lermo S. J. | TVC.18 | 84 | Mendoza G. L. | S.01 | 41 |
| Lermo-Samaniego, J. F. | T.13 | 67 | Mendoza Garcilazo L.H. | S.53 | 59 |
| Lermo-Samaniego, J.F. | T.05 | 64 | Mendoza Garcilazo Luis H. | S.35 | 52 |
| Lira Herrera Hector | GEOT.06 | 93 | Mendoza Garcilazo Luis H. | S.36 | 53 |
| Lluch-Cota D. | CG.15 | 5 | Mendoza L. | EXG.10 | 32 |
| Lluch-Cota Salvador | CG.08 | 3 | Mendoza L. | S.37 | 53 |
| Lomas Delgado Elías | S.10 | 44 | Mendoza Rosales C.C. | GEOL.21 | 108 |
| Lomnitz Cinna | S.34 | 52 | Mendoza Rosales C.C. | T.11 | 66 |
| Lonsdale Peter | T.14 | 67 | Mendoza-Borunda Ramón | GEOL.13 | 105 |
| Lopéz Mariscal M. | OF.14 | 18 | Mendoza-Borunda Ramón | T.17 | 69 |
| Lozada Zumaeta Manuel | EXG.28 | 39 | Mendoza-Romero, Gustavo | EXG.21 | 36 |
| Lozada Zumaeta Manuel | EXG.29 | 39 | Mendoza-Rosales, C. | T.05 | 64 |
| Lozada-Zumaeta Manuel | EXG.04 | 31 | Mendoza-Rosales, C. | T.13 | 67 |
| Lozano S. Rufino | GEOL.17 | 107 | Mercier de Lépinay B. | T.04 | 63 |
| Lozano S. Rufino | GEOL.12 | 105 | Mercier de Lépinay B. | T.09 | 66 |
| Luco J.E. | S.36 | 53 | Mercier de Lépinay B. | T.18 | 69 |
| Lundgren P. | GPS.06 | 73 | Mercier de Lépinay B. | T.20 | 70 |
| Müller-Karger Frank E. | CG.08 | 3 | Mesoloras Nancy | T.19 | 70 |
| Méndez Delgado S. | EXG.24 | 37 | Michaud F. | T.04 | 63 |
| Méndez-Delgado S. | EXG.19 | 35 | Michaud F. | T.09 | 66 |
| Méndez-Delgado S. | EXG.20 | 35 | Michaud F. | T.18 | 69 |
| Méndez-Delgado S. | EXG.27 | 38 | Michaud F. | T.20 | 70 |
| Márquez A. B. | S.62 | 62 | Michaud François | T.21 | 71 |
| Márquez Azua Bertha | TVC.22 | 85 | Mijares A. Horacio | TVC.25 | 87 |
| Márquez Bertha | GPS.03 | 72 | Mijares H. | S.31 | 50 |
| M.S. Hernández-Bernal | GEOL.23 | 109 | Mijares H. | S.32 | 51 |
| Ma. Teresa Díaz | CA.09 | 8 | Mikumo Takeshi | S.61 | 61 |
| Macías, J.L. | GEOL.16 | 106 | Millán-Núñez E. | CG.10 | 4 |
| Macías, J.L. | TVC.10 | 80 | Millán-Núñez R. | CG.09 | 3 |
| Macías, J.L. | TVC.23 | 86 | Miranda U. | CA.24 | 12 |
| Macías, J.L. | TVC.30 | 89 | Miranda Ubaldo | CA.25 | 12 |
| Macías José Luis | GEOL.42 | 116 | Miranda-G.M. | GEOL.11 | 102 |
| Macías Jose Luis | GEOT.19 | 98 | Mirosnichenko L. | CA.08 | 7 |
| Macías-Romo, Consuelo | GEOL.27 | 27 | Mirosnichenko L. | CA.20 | 10 |

| Autores | No. Trabajo | Pag. |
|---------------------------------|--------------------|-------------|
| Mirosnichenko L. | CA.23 | 11 |
| Mitre Salazar Luis Miguel | RG.03 | 121 |
| Mondragon Teliz J. | EXG.22 | 36 |
| Monnin M. | TVC.31 | 89 |
| Montalvo A Juan Carlos. | RG.04 | 121 |
| Montana C. | EXG.10 | 32 |
| Montesinos Silva G. | CA.18 | 10 |
| Monzón C.O. | OF.05 | 16 |
| Monzón C.O. | OF.06 | 16 |
| Morán Zenteno D. | GEOL.04 | 101 |
| Morán-Z. D. | TVC.02 | 77 |
| Morán-Zenteno, Dante J. | GEOL.27 | 110 |
| Morales Juan | TVC.03 | 77 |
| Morales L R. | GH.11 | 28 |
| Morales Rubén A. | OF.17 | 19 |
| Morales-Alvarado, M. | GEOT.12 | 95 |
| Morales-Contreras Juan Julio | EXG.23 | 37 |
| Morales-I.A. | GEOL.11 | 104 |
| Morales-Pérez Mario B. | RG.01 | 120 |
| Moran Zenteno Dante | GEOL.46 | 118 |
| Morandi, María T. | S.57 | 60 |
| Moreno Rivera Victor M. | GEOL.24 | 109 |
| Mousatov A. | EXG.25 | 37 |
| Muller-Karger Frank | CG.04 | 2 |
| Muller-Karger Frank E. | CG.14 | 5 |
| Munguía Luis | GEOT.22 | 99 |
| Munguía Luis O. | S.38 | 53 |
| Munguía Luis | S.25 | 49 |
| Munguía Orozco Luis | GEOT.06 | 93 |
| Nájera-Garza Jesús | GH.12 | 28 |
| Núñez C. F. | TVC.18 | 84 |
| Núñez Sólis S.L. | GEOL.38 | 114 |
| Núñez-Cornú Francisco J. | S.39 | 54 |
| Natividad Baizabal Miguel Angel | CA.19 | 10 |
| Nava A. Emilio | TVC.25 | 87 |
| Nava Cuahatemoc | OF.28 | 22 |
| Nava E. | S.32 | 51 |
| Nava E. | TVC.21 | 85 |
| Nava F. Alejandro | S.24 | 48 |
| Nava F. | EXG.10 | 32 |
| Nava F.Alejandro | TVC.22 | 85 |
| Nava P. F.A. | S.62 | 62 |
| Nava-Pichardo F.A. | S.58 | 60 |
| Nava-Sánchez E. | GEOL.38 | 114 |
| Navarro C. | RG.121 | 121 |
| Navarro C. | TVC.29 | 88 |
| Navarro Miguel S. | S.38 | 53 |
| Neilan R | GPS.08 | 74 |
| Nieto J. | S.33 | 51 |
| Nieto Samaniego Angel . | TVC.12 | 81 |
| Nieto-Obregón, J. | T.05 | 64 |
| Nieto-Obregón, J. | T.13 | 67 |
| Nieto-Samaniego Angel F. | GEOL.03 | 100 |
| Nieto-Samaniego Angel F. | GEOL.29 | 111 |
| Novelo Casanova David | S.41 | 54 |
| Obenholzner, J. | TVC.23 | 86 |
| Obenholzner, J. | TVC.30 | 89 |
| Obeso Nieblas M. | OF.12 | 18 |
| Obeso Nieblas Maclovio | OF.18 | 19 |
| Ocampo Torres F. J. | OF.19 | 20 |
| Ocampo Torres F.J. | OF.20 | 20 |
| Ordaz M. | S.42 | 55 |
| Oropeza Orozco Oralia | RG.03 | 121 |
| Orozco M. | CA.27 | 12 |
| Orozco Rojas Justo | S.60 | 61 |
| Ortiz Pérez Mario Arturo | RG.06 | 122 |
| Ortega-G.F. | GEOL.11 | 104 |
| Ortiz-Alemán C. | GEOL.30 | 112 |

| Autores | No. Trabajo | Pag. |
|------------------------------|--------------------|-------------|
| Ortiz-Alemán, | S.52 | 58 |
| Osuna P. | OF.20 | 20 |
| Pérez Flores M.A. | EXG.24 | 37 |
| Pérez Padilla R.E. | GEOT.14 | 96 |
| Pérez Venzor José Antonio | GEOL.31 | 112 |
| Pérez, J. | CA.07 | 7 |
| Pérez-Flores M.A. | EXG.19 | 35 |
| Pérez-Flores M.A. | EXG.20 | 35 |
| Pérez-Peraza J. | CA.08 | 7 |
| Pérez-Peraza J. | CA.20 | 10 |
| Pérez-Peraza J. | CA.23 | 11 |
| Pérez-Rocha L. E. | S.42 | 55 |
| Pérez-Rocha Luis Eduardo | S.22 | 48 |
| Pérez-Venzor José-Antonio | T.03 | 63 |
| Pacheco Javier F. | S.23 | 48 |
| Pacheco Javier F. | S.40 | 54 |
| Pacor, F. S. | S.12 | 44 |
| Padilla Hernández R. OF. | OF.19 | 20 |
| Padilla-Hernández, G. | S.52 | 58 |
| Palacios E. | OF.13 | 18 |
| Palacios Sara | GEOL.20 | 108 |
| Palma Guzmán Sergio Hugo | GEOT.13 | 96 |
| Pantoja-Alor Jerjes | RG.02 | 120 |
| Patifio Mercado Rafael | CA.30 | 13 |
| Payero Juan S. | S.41 | 54 |
| Paz Moreno Francisco A. | TVC.24 | 86 |
| Peña P. | TVC.31 | 89 |
| Peredo Jaime J.I. | OF.21 | 20 |
| Peredo Jaime José Isidoro | OF.22 | 21 |
| Pereyra Díaz D. | GH.13 | 29 |
| Pereyra Díaz Domitilo | CA.19 | 10 |
| Pérez Enriquez H.R. | CA.16 | 10 |
| Pérez Rodriguez G. | EXG.22 | 36 |
| Pérez Santa Ana L. M. | S.49 | 57 |
| Perry E.C. | GH.15 | 29 |
| Petersen Erich U. | GEOL.14 | 106 |
| Petrunaro, C. | S.12 | 44 |
| Pilkington M. | GEOL.30 | 112 |
| Pola Simuta C. | EXG.25 | 37 |
| Pola Simuta C. | GH.05 | 26 |
| Poupeau G. | T.04 | 63 |
| ProL-Ledesma R.M. | GEOL.15 | 106 |
| ProL-Ledesma R.M. | GEOL.34 | 113 |
| ProL-Ledesma R.M. | T.16 | 68 |
| ProL-Ledesma, R.M. | GEOT.12 | 95 |
| Protti M. | GPS.06 | 73 |
| Quaas W. Roberto | TVC.25 | 87 |
| Quiñones-Cisneros, Sergio E. | GEOL.32 | 112 |
| Quiñones-Cisneros, Sergio E. | GH.01 | 25 |
| Quintanilla Montoya Ana Luz | OF.23 | 21 |
| Quintero L.O. | GEOL.08 | 103 |
| Quintero Odranoel | T.21 | 71 |
| Raga G.B. | CA.14 | 9 |
| Raga G.B. | CA.21 | 11 |
| Ramírez Cruz Luis C. | S.43 | 55 |
| Ramírez Guzmán A.H. | S.44 | 55 |
| Ramírez J.J. | TVC.29 | 88 |
| Ramírez León Hermilo | CA.22 | 11 |
| Ramírez Ruíz Juan | TVC.26 | 87 |
| Ramirez Vázquez C.A. | S.50 | 58 |
| Ramirez Vázquez C.A. | S.45 | 56 |
| Ramirez Vázquez Carlos Ariel | S.60 | 61 |
| Ramos Jiménez Esteban | TVC.15 | 83 |
| Ramos Salinas Jesús A. | TVC.27 | 88 |
| Ramos Sergio | OF.28 | 22 |
| Ramos-Jiménez Esteban | TVC.28 | 88 |
| Randall-Roberts J.A. | EXG.26 | 38 |
| Rebollar B. Cecilio J. | S.19 | 47 |

| Autores | No. Trab. | Pag. | Autores | No. Trab. | Pag. |
|-------------------------------|------------------|-------------|------------------------------|------------------|-------------|
| Rebollar B. Cecilio | S.18 | 47 | Saldaña, R. | CA.24 | 12 |
| Rebollar Cecilio J. | S.46 | 56 | Salinas-González F. | OF.32 | 24 |
| Rebolledo-Vieyra, Mario | GEOL.47 | 118 | Salinas-González, F. | OF.26 | 22 |
| Reilinger R.E. | GPS.01 | 72 | Salinas-Zavala C. | CG.15 | 5 |
| Reilinger Robert E. | GPS.05 | 73 | Santamaría D. | S.55 | 59 |
| Reyes Alfonso | S.16 | 46 | Santamaría del Angel Eduardo | CG.08 | 3 |
| Reyes Alfonso | S.47 | 56 | Santamaría Del Angel Eduardo | CG.14 | 5 |
| Reyes Alfonso | S.48 | 57 | Santoyo Miguel | S.56 | 60 |
| Reyes D vila Gabriel | TVC.26 | 87 | Sapozhnikov D. Yu. | GEOL.38 | 114 |
| Reyes Davila G.A. | S.45 | 56 | Sapozhnikov Yu. A. | GEOL.38 | 114 |
| Reyes Davila G.A. | S.49 | 57 | Sarracino-Ramírez, Dolores | GEOL.36 | 114 |
| Reyes Davila G.A. | S.50 | 58 | Saucedo R. | RG.05 | 121 |
| Reyes Gabriel | TVC.09 | 80 | Saucedo R. | TVC.29 | 88 |
| Reyes R. | S.37 | 53 | Schaaf Peter | GEOL.37 | 114 |
| Reyes Salas M. | GEOL.04 | 101 | Schaaf Peter | T.03 | 63 |
| Reyes-S. M. | TVC.02 | 77 | Segovia N. | TVC.31 | 89 |
| Ripa P. | OF.24 | 21 | Seidel J.L. | TVC.31 | 89 |
| Ripa P. | OF.31 | 23 | Servando de la Cruz-Reyna | TVC.28 | 88 |
| Robles-Pacheco José Ma. | OF.03 | 15 | Sheirbaum Julio | OF.27 | 22 |
| Rocha E. | S.37 | 53 | Sheridan, M. | TVC.10 | 80 |
| Rocha López Víctor S. | GEOT.15 | 97 | Sherwood Graham | TVC.03 | 77 |
| Rodi W. | GPS.01 | 72 | Shmakin A. | CG.11 | 4 |
| Rodríguez Castañeda José Luis | GEOL.33 | 113 | Shumilin E.N. | GEOL.38 | 114 |
| Rodríguez García Mucio | EXG.02 | 30 | Siebe, C. | TVC.04 | 78 |
| Rodríguez M. | S.32 | 51 | Siebe, C. | TVC.23 | 86 |
| Rodríguez M. | TVC.21 | 85 | Siebe, C. | TVC.30 | 89 |
| Rodríguez R. | GH.02 | 25 | Silva Romo G. | GEOL.21 | 108 |
| Rodríguez Ulises | GEOT.16 | 97 | Silva Romo G. | T.11 | 66 |
| Rodríguez-García M.G. | EXG.20 | 35 | Silva, A. | CA.01 | 6 |
| Rodríguez-García M.G. | EXG.27 | 38 | Silva, José G. | S.57 | 60 |
| Rodríguez-González, M. | T.05 | 64 | Silva-Romo, G. | T.05 | 64 |
| Rodríguez-González, M. | T.13 | 67 | Silva-Romo, G. | T.13 | 67 |
| Rodríguez-Ramírez J. | S.51 | 58 | Singh Shri K. | S.23 | 48 |
| Rodríguez-Zúñiga, J.L. | S.52 | 58 | Singh Shri K. | S.40 | 54 |
| Rodríguez-Frías M.D. | CA.08 | 7 | Skerl Lisa | GEOL.14 | 106 |
| Rodríguez-Frías M.D. | CA.20 | 10 | Skiba Yuri N. | OF.29 | 23 |
| Rodríguez-Frías M.D. | CA.23 | 11 | Soler T. | GPS.10 | 75 |
| Romero de la Cruz O.M. | S.53 | 59 | Soler-Arechalde, Ana M. | T.22 | 71 |
| Romero Jiménez Evangelina | S.54 | 59 | Sosson M. | T.20 | 70 |
| Romero Rios Francisco | TVC.13 | 82 | Spofford P.R. | GPS.11 | 75 |
| Romo J.M. | GEOT.16 | 97 | Stillman L.E. Marín | GH.11 | 28 |
| Romo J.M. | GEOT.17 | 97 | Stock J. | GPS.02 | 72 |
| Ronquillo Jarillo Gerardo | EXG.28 | 39 | Stock J. | GPS.07 | 74 |
| Ronquillo Jarillo Gerardo | EXG.29 | 39 | Strange W.E. | GPS.11 | 75 |
| Rosales Grano Pedro | OF.25 | 21 | Suárez Arriaga Mario César | GEOT.18 | 97 |
| Rubinstein K.G. | CG.11 | 4 | Suárez Gerardo. | GPS.02 | 72 |
| Ruiz M. | GEOL.35 | 113 | Suárez Gerardo | GPS.07 | 74 |
| Ruiz-Armenta J.R. | GEOL.34 | 113 | Suárez Gerardo | S.29 | 50 |
| Ruso R.M. | GPS.06 | 73 | Suárez Gerardo | GPS.09 | 74 |
| Sánchez Cristina | GEOL.20 | 108 | Suárez Gerardo | S.17 | 47 |
| Sánchez Monclú A. | EXG.07 | 31 | Suárez P.C. | S.62 | 62 |
| Sánchez Monclú A. | EXG.14 | 34 | Suárez Plascencia Carlos | TVC.22 | 85 |
| Sánchez Monclú, A. | EXG.30 | 39 | Suárez Plascencia Carlos | RG.08 | 123 |
| Sánchez O. | GPS.02 | 72 | Suárez Vidal Francisco | GPS.12 | 75 |
| Sánchez Osvaldo | GPS.09 | 74 | Suárez Vidal Francisco | EXG.12 | 33 |
| Sánchez Zamora O. | GPS.07 | 74 | Surinach Emma | EXG.03 | 30 |
| Sánchez-Arriaga L.R. | S.15 | 46 | Tamez E. | TVC.31 | 89 |
| Sánchez-Monclú Alfredo | EXG.31 | 40 | Taran Yuri | GEOT.19 | 98 |
| Sánchez-Sesma F. J. | S.42 | 55 | Tejeda A. | CA.12 | 9 |
| Sánchez-Sesma F.J. | S.09 | 43 | Tejeda Adalberto | CA.25 | 12 |
| Sánchez-Sesma F.J. | S.31 | 50 | Tellez Alatorre Armando | S.60 | 61 |
| Saavedra de la Cruz Gustavo | RG.08 | 123 | Tello Hinojosa Enrique | GEOT.20 | 98 |
| Saavedra de la Cruz Gustavo | TVC.22 | 85 | Tereshchenko I.E. | CA.27 | 12 |
| Saavedra G. C. | S.62 | 62 | Tereshchenko I.E. | CA.26 | 12 |
| Saenz Reyna Francisco | GEOL.31 | 112 | Tereshchenko I.E. | CG.12 | 4 |
| Saint-Marc P. | T.20 | 70 | Tereshchenko I.E. | OF.05 | 16 |
| Salas Cruz Alfonso | CA.31 | 13 | Tereshchenko I.E. | OF.06 | 16 |
| Saldaña Ricardo | CA.25 | 12 | Torres-Hernández José Ramón | GEOL.40 | 115 |

| Autores | No. Trab. | Pag. |
|-------------------------------|------------------|-------------|
| Torres-Hernández, J.R. | GEOL.41 | 116 |
| Torres-Navarrete C.R. | OF.08 | 17 |
| Toscano F. R. | S.62 | 62 |
| Toscano-Fletes R. | S.58 | 60 |
| Traslosheros Carlos V. | EXG.32 | 40 |
| Traslosheros Carlos V. | EXG.06 | 31 |
| Traslosheros Carlos V. | EXG.31 | 40 |
| Traslosheros H. J.V.C. | EXG.07 | 31 |
| Traslosheros H. J.V.C. | EXG.08 | 32 |
| Traslosheros Hernández J.C.V. | EXG.14 | 34 |
| Trasviña Armando | OF.32 | 24 |
| Trees Charles C. | CG.09 | 3 |
| Trejo García A. | GEOL.43 | 117 |
| Tristán-González, M. | GEOL.41 | 116 |
| Troyo Dieguez Sergio | OF.22 | 21 |
| Troyo-Dieguez S. | OF.32 | 24 |
| Troyo-Dieguez S. | OF.26 | 22 |
| Uribe Antonio | S.20 | 47 |
| Uribe Antonio | S.21 | 48 |
| Urrutia Fucugauchi J. | EXG.01 | 30 |
| Urrutia Fucugauchi J. | GEOL.42 | 116 |
| Urrutia Fucugauchi J. | GEOL.43 | 117 |
| Urrutia Fucugauchi J. | TVC.01 | 77 |
| Urrutia-Fucugauchi J. | EXG.09 | 32 |
| Urrutia-Fucugauchi J. | T.01 | 63 |
| Vázquez A. | OF.21 | 20 |
| Vázquez González Rogelio | GH.14 | 29 |
| Vázquez Mário E. | EXG.04 | 31 |
| Vázquez, L. | TVC.23 | 86 |
| Vázquez, L. | TVC.30 | 89 |
| Vázquez-Hernández, Sergio | GEOL.47 | 118 |
| Vai R. | S.09 | 43 |
| Valdés González C. | S.03 | 41 |
| Valdés González Carlos | TVC.32 | 90 |
| Valdéz L. Tito | S.62 | 62 |
| Valdéz L. Tito | S.38 | 53 |
| Valdivia Ornelas Luis | RG.09 | 123 |
| Vazquez Hernandez, Sergio | GEOL.44 | 117 |
| Vega R. | GEOT.17 | 97 |
| Vega-Carrillo José de Jesús | GEOL.45 | 118 |
| Velázquez Olimán G. | GH.15 | 29 |
| Velasco Fuentes O.U. | OF.30 | 23 |
| Velasco T. Fernando | GEOL.12 | 105 |
| Venegas Salgado Saul | TVC.13 | 82 |
| Verma J. Surendra P. | GEOL.12 | 105 |
| Verma J. Surendra P. | GEOL.39 | 115 |
| Victoria Morales Alfredo | GEOL.46 | 118 |
| Viggiano G. J. Cesar | GEOT.21 | 99 |
| Villa M.A. Jacobo | GH.11 | 28 |
| Villaseñor G. | GH.02 | 25 |
| Villicaña Francisco Javier | CA.32 | 14 |
| Walker G.P.L. | TVC.16 | 83 |
| Webb Frank | GPS.07 | 74 |
| Werner J. | GEOL.35 | 113 |
| Wong Victor | GEOT.22 | 99 |
| Yépez Mulía | S.44 | 55 |
| Yuri Cázares | EXG.16 | 34 |
| Zarate-Del Valle Pedro F. | RG.10 | 124 |
| Zavala J. | OF.24 | 21 |
| Zavala J. | OF.31 | 23 |
| Zaytsev O.V. | OF.32 | 24 |
| Zaytsev, Oleg. | OF.26 | 22 |
| Zhao Dapeng S. | S.17 | 47 |
| Zirino A. | CG.13 | 4 |
| Zobin Vyacheslav M. | S.59 | 61 |
| Zuria-Jordan I.L. | CG.14 | 5 |

PROGRAMA DE LA REUNION

DOMINGO 12 DE NOVIEMBRE

16:30 Hs. Registro e Inscripción en el Hotel Camino Real

LUNES 13 DE NOVIEMBRE

08:00 Hs. Registro e Inscripción en el Hotel Camino Real

09:30 Hs: Ceremonia Inaugural

PRESIDIUM

Dr. Mario Mat3nez Garc3a

Director General, CICESE

Dr. Gerardo Su3rez R.

Coordinador General de la Investigaci3n Cient3fica

Dr. David Novelo

Director, Instituto de Geof3sica, UNAM

Dr. Ruben Lara Lara

Instituto Interamericano para la Investigaci3n del Cambio Global

Dr. Dante Mor3n

Director, Instituto de Geolog3a, UNAM

Dr. Fernando Garc3a

Director, Centro Ciencias de la Atm3sfera

Dr. Enrique G3mez Trevi3o

Presidente, Uni3n Geof3sica Mexicana

Dr. Juan Manuel Esp3ndola

Vice-Presidente, Uni3n Geof3sica Mexicana

M.C. Luis A. Delgado Argote

Secretario, Uni3n Geof3sica Mexicana

PATROCINADORES DEL EVENTO

Centro de Investigaci3n Cient3fica y de Educaci3n Superior de Ensenada

Instituto de Geof3sica, UNAM

Coordinaci3n de la Investigaci3n Cient3fica, UNAM

Instituto de Geolog3a, UNAM

Centro de Ciencias de la Atm3sfera, UNAM

Instituto de Ciencias del Mar y Limnolog3a, UNAM

SALA A
LUNES 13
SESION: CAMBIOS AMBIENTALES GLOBALES
Moderador: José Rubén Lara Lara

SALA B
LUNES 13
SESION: GEOLOGIA I
Moderador: José Luis Rodríguez

SALA C
LUNES 13
SESION: GEOHIDROLOGIA I
Moderador: Luis E. Marín

10:30 hrs. CG.06

LA AGENDA CIENTIFICA DEL INSTITUTO INTERAMERICANO PARA LA INVESTIGACION DEL CAMBIO GLOBAL
José Rubén Lara Lara

GEOL.30

TAMAÑO Y ESTRUCTURA DEL CRATER DE CHICXULUB A PARTIR DE GRADIENTES HORIZONTALES DE GRAVEDAD Y PATRONES DE CENOTES
C. Ortiz-Alamán, A.R. Hildebrand, M. Pilkington, M. Connors y R.E. Chávez

10:45 hrs.

ANOMALIA MAGNETICA EN LA FRONTERA CRETACICO/TERCIARIO EN SECCIONES CARBONATADAS DEL SUR DE MEXICO
J. Urrutia Fucugauchi, José Luis Macías, Juan Manuel Espindola y Jorge Bermudez

11:00 hrs. CG.01

EL NIÑO Y LA PREDICCIÓN DEL CLIMA: EL PROGRAMA DEL INSTITUTO INTERNACIONAL PARA PREDICCIÓN DEL CLIMA (IRI) Y SU RELACION CON LOS PROGRAMAS DEL IAI.
James L. Buzzer

GEOL.43

PRIMEROS RESULTADOS DEL PROGRAMA UNAM DE PERFORACION DE LA ESTRUCTURA DE IMPACTO DE CHICXULUB, YUCATAN, MEXICO-POZO UNAM-7
J. Urrutia Fucugauchi, Luis Marín y A. Trejo García

11:15 hrs.

PERFORACIONES SOMERAS EN EL CRATER CHICXULUB
L.E. Marín y Rodolfo Corona

GH.11

MODELO CONCEPTUAL DEL FLUJO EN EL VALLE DE MONTE ALEGRE, AJUSCO MEXICO
René Morales L., Marín Stillman L.E. y Jacobo Villa M.A.

11:30 hrs. CG.05

COVARIANZA DE LA ABSORCIÓN DEL FITOPLANCTON, CDOM Y DETRITUS EN AGUAS CASO I, DEDUCIDA DEL ALGORITMO BI-OPTICO DEL CZCS.
Alma D. Giles Guzmán y Saúl Álvarez Borrego.

CA.11

SEISMIC AND GRAVIMETRIC CONSTRAINTS ON THE AMOUNT OF THE MATERIAL EJECTED INTO THE ATMOSPHERE DURING THE KT BOLDIE AT CHICXULUB: IMPLICATIONS ON THE POTENTIAL CLIMATE IMPACT.
Flores-Márquez, E.L. Marín-Stillman, L.E. and Royer Jean Jacques

GH.01

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA LERMA-CHAPALA USANDO SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA
de Anda-Sánchez, José, Quiñones-Dísnaros, Sergio E. y Guzmán-Arroyo, Manuel

11:45 hrs. CG.13

TEMPERATURE-PH RELATIONSHIPS IN THE OCEAN: THE KEY TO MEASURING GLOBAL PRODUCTIVITY?
A. Zilino, J.M. Hernandez-Ayon and S.R. Canino-Herrera

GEOL.18

ACUMULACION VOLCANICLASTICA DE LA FORMACION PARIGOOCHI (CRETACICO TARDIO-PALEOCENO) EN SONORA CENTRO SEPTENTRIONAL
Francisco Javier Grijalva Noriega

GH.05

INVESTIGACIONES HIDROGEOLOGICAS DE LAS FILTRACIONES DE LA PRESA JOSE LOPEZ PORTILLO (CERRO PRIETO), LINARES, NUEVO LEON, MEXICO
H. de Leon Gomez y C. Pola Simula

11:50 hrs. CG
12:00 hrs. RECESO

12:00 Hs. GEOL.33

DEFORMACION EXTENSIONAL DURANTE EL CRETACICO TARDIO-TERCIARIO EN LA REGION CENTRAL DE SONORA
José Luis Rodríguez Castañeda

12:10 hrs. CG
12:15 hrs. CG.08

VARIACION INTERANUAL DE LA DISTRIBUCION DE AGUAS PRODUCTIVAS EN EL PACIFICO TROPICAL MEXICANO.
Salvador Luch-Cota, Saúl Álvarez-Borrego, Eduardo Santamaría del Angel y Frank E. Müller-Karger

RECESO

GH.14

ESTIMACION DE LA TRANSMISIVIDAD DE UN ACUIFERO MEDIANTE LA SOLUCION DEL PROBLEMA INVERSO
Rogelio Vázquez González

12:20 hrs. CG
12:30 hrs. CG.14

BIOMASA FITOPLANCTONICA DERIVADA DE SATELITE FRENTE A BALA CALIFORNIA SUR
Hiana Letícia Zurita-Jordan, Saúl Álvarez Borrego, Eduardo Santamaría del Angel y Frank E. Müller-Karger

S.08

GROUND VIBRATIONS IN POROELASTIC FRAMEWORK: WORK IN PROGRESS
S. Carnalla and P. Sahay

12:40 hrs. CG

SALA A
LUNES 13

SESION: CAMBIOS AMBIENTALES GLOBALES
Moderador: José Rubén Lara Lara

SALA B
LUNES 13

SESION: GEOLOGIA II
Moderador: Juan Carlos Herguera

SALA C
LUNES 13
SESION: GEOHIDROLOGIA II
Moderador: M.A. Armienta

12:45 hrs.

13:00 hrs.

CG.04

VARIABILIDAD INTERANUAL DEL FITOPLANCTON EN EL PACIFICO ORIENTAL TROPICAL A PARTIR DE OBSERVACIONES DEL CZCS
Gilberto Gaxiola Castro y Frank Muller-Karger

13:15 hrs.

CG.10

COEFICIENTE ESPECIFICO DE ABSORCION DE LUZ POR FITOPLANCTON Y DETRITUS EN EL GOLFO DE CALIFORNIA
E. Millán-Núñez, J.R. Lara-Lara y J.S. Cleveland

13:20 hrs. CG

CG.09

PARAMETRIZACION DE PERFILES DE CLOROFILA EN LA CORRIENTE DE CALIFORNIA: APLICACION A SENSORES REMOTOS
Roberto Millan-Núñez¹, Saul Alvarez-Borrego², Charles C. Treese³.

13:40 hrs. CG

13:45 hrs.

14:00 hrs.

COMIDA

14:15 hrs.

14:30 hrs.

GEOL.05

PALEOECOLOGIA DE LA CUEVA DE SAN JOSEGITO, NUEVO LEON, MEXICO.
Joaquin Arroyo-Cabrales y Eileen Johnson

GH.09

LA HIDROGEOLOGIA EN LOS ESTUDIOS AMBIENTALES EN MEXICO
Rafael Huizar Alvarez

14:45 hrs.

GEOL.06

VARIACION DEL FITOPLANCTON SILICEO EN LOS SEDIMENTOS LAMINADOS DE LA PENDIENTE DE LA CUENCA DE GUAYMAS, SONORA, DE 1923 A 1977
Héctor M. Atliano Silva, Timothy R. Baumgartner, McBride y Vicente Ferreira Barfina

GH.03

SISTEMA DUAL DE MONITOREO HIDROGEOLOGICO PARA PUNTOS DE INTERES (BASUREROS, JALES, ETC.) LOCALIZADOS SOBRE ROCAS IGNEAS
Gerardo Bocanegra García y Luis E. Marín

SALA A
LUNES 13
SESION: CAMBIOS AMBIENTALES GLOBALES
Moderador: José Rubén Lara Lara

SALA B
LUNES 13
SESION: GEOLOGIA II
Moderador: Juan Carlos Herguera

SALA C
LUNES 13
SESION: GEOHIDROLOGIA II
Moderador: M.A. Armienta

15:00 hrs.

GEOL.20

LOS TRABAJOS DE TOMATUH Y HUJTOCHHUATL EN LAS AGUAS DE LA CORRIENTE DE CALIFORNIA.
Juan Carlos Herguera, Sara Palacios, Cristina Sánchez, Vicente Ferreira y Tim Herbst

GH.02

PROCESOS GEOQUIMICOS DEL ARSENICO EN ZIMAPAN, HIDALGO M.A. Armienta, R. Rodríguez, N. Centeros, A. Aguayo, O Cruz y G. Villaseñor.

15:15 hrs.

GEOL.36

SEDIMENTACION TERRIGENA EN SEDIMENTOS LAMINADOS DEL GOLFO DE CALIFORNIA EN LOS ULTIMOS 250 AÑOS
Sarracino-Ramirez, Dolores y Ferreira-Barrrra, Vicente

GH.06

EL ACUIFERO ALUVIAL DEL RIO YAQUI COMO FUENTE DE ABASTECIMIENTO PARA GUAYMAS Y EMPALME. PROBLEMAS POR FE Y MN
J.L. Escalada O., R. González E. y A.G. Canales E.

15:30 hrs.

GEOL.38

FLUJO DEL CARBONO DENTRO DE LA ZONA EPIPELAGICA DE LA REGION CENTRAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA.
Jorge Garcia Pámanes y José Rubén Lara Lara

GH.07

DISTRIBUCION DE ARSENICO EN SEDIMENTOS FLUVIALES A LO LARGO DEL RIO TOLIMAN, ZIMAPAN HGO.
Atfonso Garcia E.

15:45 hrs.

CG.02

ESTIMACION DEL MATERIAL SUSPENDIDO TOTAL EN AGUAS DEL PACIFICO MEXICANO
R. Cervantes-Duarte

GEOL.25

RECONSTRUCCION DE ANTIGUOS AMBIENTES SEDIMENTARIOS DEL PLEISTOCENO SUPERIOR, EN ZONAS LEVANTADAS TECTONICAMENTE. EJEMPLO: EL FARALLON, VER.
Victor M. Malpica C

GH.04

DETERMINACION DE LA CONCENTRACION DE CROMO EN SUELOS CONTAMINADOS DEL VALLE DE LEON, GTO.
O. Cruz, N. Centeros, M.A. Armienta

15:50 hrs. CG

CG.15

EL CLIMA PASADO EN EL SUR DE LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA
S. Diaz, D. Lluco-Cota, C. Salinas-Zavaia y L. Arriaga

16:00 Hs. GEOL.35

PROYECTO: "INVESTIGACIONES SOBRE LA GEOLOGIA Y VARIACIONES CLIMATICAS DEL CUATERNARIO EN EL NOROESTE DE MEXICO"
M. Ruiz y J.Werner

GH.15

ESTUDIO HIDROGEOQUIMICO DEL NOROESTE DE YUCATAN
G. Velázquez Olman, E.C. Perry, L.E. Martín

16:10 hrs. CG

CG.11

OSCLACION SURENA (ENSO)
Teresstchenko I.E. y Galindo E.I.
CG.11
INCORPORATION OF LARGE SCALE HYDROLOGICAL TRANSPORT INTO THE GLOBAL CLIMATE MODEL
K. G. Rubinstein y A. Simakin

GEOL.28

RELATIVE PALAEOFIELD INTENSITY Y DURING GEOMAGNETIC POLARITY REVERSALS: RESULTS FROM THE LOESS DEPOSITS OF NORTHERN CHINA
Gregg McIntosh

GEOL.01

ESPECIACION DE ARSENICO EN MUESTRAS DE AGUA SUBTERRANEA DE ZIMAPAN, HGO.
A. Aguayo, M.A. Armienta, O. Cruz

16:30 hrs.

CG.12

VARIABILIDAD DE BAJA FRECUENCIA DE LAS CARACTERISTICAS HIDROMETEOROLOGICAS EN EL TERRITORIO DE MEXICO EN RELACION CON LOS CAMBIOS GLOBALES DEL TIPO EL NINO/OSCLACION SURENA (ENSO)
CG.11
Teresstchenko I.E. y Galindo E.I.
CG.11
INCORPORATION OF LARGE SCALE HYDROLOGICAL TRANSPORT INTO THE GLOBAL CLIMATE MODEL
K. G. Rubinstein y A. Simakin

T.10

EL BLOQUE JALISCO: ¿CONSECUENCIA DEL MOVIMIENTO DIFERENCIAL DE PLACAS?
Marco Guzman Speziale y Vladimir Kostoglodov

16:50 hrs. CG

CG.07

INFLUENCIA DEL CAMBIO GLOBAL EN LOS BROTES Y DISPERSION DE ENFERMEDADES EPIDEMICAS
Marcel Leonardo Lizarraga-Parida

17:10 hrs. CG

CARTELES

SALA A
MARTES 14
SESION: CIENCIAS DE LA ATMOSFERA Y ESPACIO
EXTERIOR I
Moderador: L. del Peral

08:00 hrs. CA.08 ESTUDIO DE LA TURBULENCIA GENERADA POR ALTERACIONES A LA INESTABILIDAD DE LA TOPOLOGIA MAGNETICA DE LAS FULGURACIONES SOLARES
 L. del Peral, J. Pérez-Peraza, M. D. Rodríguez-Frías, L. Mirosnichenko y A. Gallegos-Cruz

08:15 hrs. CA.02 DISCUSION DEL COMPORTAMIENTO DEL INDICE DE CHAPMAN PARA LA CAPA E EN CONDICIONES MAGNETO-TRANQUILAS.
 Eduardo Araujo Pradere

08:30 hrs. CA.10 EL CAMPO GRAVITICO
 Héctor J. Durand-Manterola.

08:45 hrs. CA.15 INFLUENCIA DEL CAMPO MAGNETICO TERRESTRE SOBRE FENOMENOS IONOSFERICOS
 Ana Martínez Pulido y Eduardo Francisco Garat

09:00 hrs. CA.17 RELATIVISTIC COOLING
 Raul Melendez Venancio and Hector J. Durand-Manterola

09:15 hrs. CA.20 ESTUDIO DE INTERACCIONES ATOMICAS DE CAPTURA-ELECTRONICA Y EMISIONES ASOCIADAS COMO METODO DE DIAGNOSTICO DE PLASMAS ESPACIALES
 J. Pérez-Peraza, M.D. Rodríguez-Frías, Luis del Peral, L. Mirosnichenko y A. Gallegos-Cruz

09:30 hrs. CA.23 ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DE ACELERACION DE PARTICULAS SOLARES POR MODOS ONDULATORIOS CICLOTRONICOS-ELECTROSTATICOS (MOCE)
 M. D. Rodríguez-Frías, J. Pérez-Peraza, Luis del Peral, L. Mirosnichenko y A. Gallegos-Cruz

09:45 hrs. CA.06 MODELO TURBULENTO EN EL ESTUDIO DEL MEDIO INTERPLANETARIO
 Rogelio A. Caballero López.

10:00 hrs. CA.16 EVENTOS DE RAYOS X DETECTADOS CON EL SATELITE SMM
 R. Melendez Venancio y H.R. Perez Enriquez

SALA B
MARTES 14
SESION: DINAMICA DE MARES MARGINALES
Moderador: Maria Luisa Argote

OF.13 PERSPECTIVA DEL SISTEMA DE CIRCULACION EN LA REGION NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA
 M. F. Lavín, E. Palacios, M. L. Argote, L. Carrillo y R. Durazo

OF.02 ALGUNAS APLICACIONES DE LA SOLUCION DEL PROBLEMA DE TAYLOR PARA CUENCAS MARINAS FINITAS Y SEMI-CERRADAS
 Noel Carbajal

OF.24 MODOS NORMALES EN UN CANAL OCEANICO
 P. Ripa y J. Zavala

OF.09 ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE LA CIRCULACION BAROTROPICA EN EL GOLFO DE MEXICO EL MAR CARIBE Y EL ATLANTICO ALEDANO
 Juan H. Gaviño Rodríguez y Benjamín Martínez López

OF.31 DETERMINACION DEL FLUJO DE MAREA Y PARAMETRIZACION DE LA FRICCION LINEAL DE FONDO EN EL GOLFO DE CALIFORNIA
 J. Zavala y P. Ripa

OF.15 CORRIENTES RESIDUALES PRODUCIDAS POR MAREAS EN UN MODELO VERTICALMENTE INTEGRADO DEL GOLFO DE CALIFORNIA
 S. G. Mairimone

OF.14 UN EXPERIMENTO NUMERICO SOBRE LA FORMACION DE MASAS DE AGUA EN LA PARTE NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA
 M. López Mariscal

OF.32 PERFILES DE CORRIENTES EN LA BOCA DEL GOLFO DE CALIFORNIA UTILIZANDO UN PERILADOR ACUSTICO DE CORRIENTES DOPPLER (ADCP)
 Reginaldo Durazo, Armando Trasviña, Alfonso da S. Mascarenhas y Curtis A. Collins.

SALA C
MARTES 14
SESION: RIESGO VOLCANICO POPOCATEPETL
Moderador: J. M. Espindola

CONTRIBUCIONES DE FRANCISCO MEDINA A LA VOLCANOLOGIA.
 J.M. Espindola

TVC.34 SISMICIDAD DEL VOLCAN POPOCATEPETL A PARTIR DEL 21 DE DICIEMBRE DE 1994 AL 10 DE JULIO DE 1995.
 Carlos Valdés González, Guillermo González Pomposo y Alejandra Arciniega Cervillos

TVC.30 ESCENARIOS DE POSIBLES FLUJOS DE LODO EN LA PARTE NORESTE DEL VOLCAN POPOCATEPETL
 Esteban Ramos-Jiménez, Fermín García-Jiménez y Servando de la Cruz-Reyna

TVC.33 MEDIDAS DE RADON EN EL VOLCAN POPOCATEPETL
 E. Tamezi, N. Segoviat, P. Peña, J.L. Seide, M. Menéndez, M. Monnin

TVC.25 INSTRUMENTACION Y MONITOREO DEL VOLCAN POPOCATEPETL
 Roberto Quas W., Ricardo Gonzalez F., Enrique Guevara O., Emilio Nava A. y Horacio Mijares A.

TVC.21 ESTADISTICAS DE TEMBLORES TIPO-A, TIPO-B Y TREMORES ASOCIADOS A LA ERUPCION DEL VOLCAN POPOCATEPETL, MEXICO, EN DICIEMBRE DE 1994
 J. Lerma, J. Cuenca, A. Huidobro, M.L. Bermúdez, M. Rodríguez y E. Nava

TVC.18 LOCALIZACION DE TEMBLORES TIPO-A Y TIPO-B ASOCIADOS A LA ERUPCION VOLCANICA DEL POPOCATEPETL, MEXICO, EN 1994
 A. Huidobro G., J. Lerma S. y F. Núñez C.

S.32 ESTADISTICA Y CARACTERISTICAS ESPECTRALES DE TEMBLORES TIPO-A, TIPO-B Y TREMORES ASOCIADOS A LA ERUPCION DEL VOLCAN POPOCATEPETL, MEXICO, EN DICIEMBRE DE 1994
 J. Lerma, J. Cuenca, A. Huidobro, M.L. Bermúdez, F. Chávez-García, M. Rodríguez, E. Nava y H. Mijares

TVC.15 POSIBLE FLUJO DE LODO EN EL COSTADO ORIENTE DEL VOLCAN POPOCATEPETL
 Fermín García Jiménez, Esteban Ramos Jiménez y Ramón Domínguez Mora

SALA A
MARTES 14
SESION: RIESGOS NATURALES GEOLOGICOS
Moderador: Carlos Suárez P.

SALAB
MARTES 14
SESION: DINAMICA DEL OCEANO: TEORIA Y EXPERIMENTO
Moderador: A. Filonov

SALA C
MARTES 14
SESION: RIESGO VOLCANICO POPOCATEPETL
Moderador: J. M. Espíndola

10:15 hrs. RECESO

OF 05 ONDAS INTERNAS EN LA PLATAFORMA CONTINENTAL DE LA COSTA OCCIDENTAL DE MEXICO.
Filonov A.E., Morzon C.O. y Tereshchenko I.E.

RECESO

10:30 hrs.

RG.06 ESCENARIOS DE VULNERABILIDAD COSTERA POR ASCENSO DEL NIVEL DEL MAR EN EL LITORAL DEL GOLFO DE MEXICO Y MAR CARIBE.
Mario Arturo Ortiz Pérez

OF 03 VARIABILIDAD DE TEMPERATURA EN LA BAHIA DE TODOS SANTOS, BC, A PARTIR DE REGISTROS DE LARGO PERIODO M. Esther Cruz-Collín, Oscar E. Delgado-González, Reginaldo Durazo Anizu y José Ma. Robles-Pacheco

TVC.07 MONITOREO GEODESICO DEL VOLCAN POPOCATEPETL.
J.L. Degollado Z., A. Gómez V., A. Medrano R., F.J. Castillo A., y S. De la Cruz-Reyna.

10:45 hrs.

RG.04 ESTUDIO DE ESTABILIDAD DE PENDIENTES EN SITUACIONES SISMICAS
Juan Carlos Montalvo A. y José G. Acosta Chang

OF 17 THE INFLUENCE OF TIDAL CURRENTS AND WIND ON MIXING IN THE SURFACE LAYERS OF THE SEA
Rubén A. Morales and A.J. Elliott

S.03 CARACTERISTICAS DEL TREMOR REGISTRADO EN EL VOLCAN POPOCATEPETL
Alejandra Archiniega Ceballos, Carlos Valdes González y Guillermo González Pomposo

11:00 hrs.

RG.01 EVALUACION DEL RIESGO GEOLOGICO POR DESLIZAMIENTO DE LADERA EN SAN MIGUEL, ENSENADA, B.C.
Manuel Cruz-Castillo, Mario B. Morales-Pérez y Luis A. Delgado-Angole.

OF 10 LA TRASLACION DE REMOLINOS OCEANICOS USANDO LAS ECUACIONES DE PLANO-BETA EXACTAS
Federico Graef Ziehl

TVC.32

ERUPCIONES PLUMINAS DEL POPOCATEPETL QUE DERIVARON EN CATASTROFES EN LA EPOCA PRECOLOMBINA
Siebe, C., Macías, J.L., Abrams, M., Oberholzer, J. y Vázquez, L.

11:15 hrs.

RG.03 MODELO GEOLOGICO-ESTRUCTURAL Y LA SUBSIDENCIA EN LA CIUDAD DE CELAYA, GTO.: IMPLICACIONES DE GEOLOGIA AMBIENTAL
Luis Miguel Milre Salazar y Oralia Oropeza Orozco

OF 27 ANALISIS ENERGETICO DE LA INESTABILIDAD DE CORRIENTES ECUATORIALES
Julio Sheinbaum y Eduardo González

TVC.05

VARIACION EN LOS NIVELES DE CONCENTRACION DE F_2 , Cl_2 , SO_4 , EN MUESTRAS DE CENIZAS PROCEDENTES DEL VOLCAN POPOCATEPETL
N. Centinos, O. Cruz, M.A. Arrieta, A.L. Martín del Pozzo

11:30 hrs.

RG.09 MAPA DE LOS PELIGROS NATURALES DE LA CIUDAD DE GUADALAJARA, JALISCO
Luis Valdivia Ornelas

OF 30 EVOLUCION DE UN REMOLINO TRIPOLAR EN UNA TOPOGRAFIA PARABOLICA
O.U. Velasco Fuentes

TVC.23

ERUPCIONES CATAQLSICAS DURANTE EL PLEISTOCENO TARDIO Y EL HOLOCENO EN EL VOLCAN POPOCATEPETL
Macías, J.L., Siebe, C., Abrams, M., Oberholzer, J. y Vázquez, L.

11:45 hrs.

RG.08 ANALISIS PRELIMINAR DEL RIESGO VOLCANICO EN EL VOLCAN CEBORUCCO, MEXICO.
Carlos Suárez Plascencia y Gustavo Saavedra de la Cruz

OF 01 DETERMINACION DE FUNCIONES DE CORRELACION-ESPECTROS DE POTENCIA DE SUPERFICIES MARINAS A PARTIR DEL ANALISIS DE SUS PATRONES DE BRILLO
Josue Alvarez Borrego

12:00 hrs.

RG.05 MAPA DE PELIGROS VOLCANICOS DEL VOLCAN DE COLIMA
Navarro C.1, Cortés A.1, Komrowski J.-C.2, Saucedo R1.

12:15 hrs.

RECESO

OF 06 AGRGA DE UN METODO PARA LA REALIZACION DE UN RAPIDO LEVANTAMIENTO OCEANOGRAFICO, UTILIZANDO UN CTD CON LA EMBARCAACION EN MOVIMIENTO
Filonov A.E., Morzon C.O. y Tereshchenko I.E.

RECESO

SALA A
MARTES 14
SESION: RIESGOS NATURALES GEOLOGICOS
Moderador: Carlos Suárez P.

12:30 hrs. RG.02
EL IMPACTO ANTROPICO EN LA SIERRA DE SANTA CATARINA Y
SUS CONSECUENCIAS EN LA ECOLOGIA DE LA CUENCA DE
MEXICO
Jerjes Pantoja-Alor

12:45 hrs. RG.07
PROBLEMAS DE ESTABILIDAD EN LA FORMACION MENDEZ
DENTRO DE LA SIERRA MADRE ORIENTAL, NUEVO LEON, MEXICO
José Rosbel Chapa Guerrero

13:00 hrs. RG.10
THE CONFINING OF DANGEROUS WASTE IN NATURAL ENVIRON-
MENTS
Pedro F. Zarate-Del Valle

13:15 hrs. RECESO

13:30 hrs.

13:45 hrs.

14:00 hrs.

SALA A
MARTES 14
SESION: EXPLORACION GEOFISICA I
Moderador: Ricardo Díaz Navarro

14:15 hrs. EXG.29
EFECTO GRAVITACIONAL TRIDIMENSIONAL ISOSTATICO DE LA
REPUBLICA MEXICANA
Gerardo Ronquillo-Jarillo, Manuel Lozada Zumaeta y Alfonso Gonzalez
Ibarra

14:30 hrs. EXG.01
MAGNETISMO DE ROCAS APLICADO AL ESTUDIO DE YACIMIENTOS
FERRIFEROS EN MEXICO
L. M. Alva Valdivia y J. Urrutia Fucugauchi

SALA B
MARTES 14
SESION: SIMULACION DEL OLEAJE Y SU DINAMICA
Moderador: Francisco Ocampo Torres

GPS.08
BENEFITS OF THE INTERNATIONAL GPS SERVICE FOR MONITORING
CRUSTAL DEFORMATION IN MEXICO SYSTEM
R. Neillan

GPS.13
ESTADO ACTUAL DE LA RED GEODESICA NACIONAL ACTIVA
(MEXICO)
Gabriel Alvarez Garcia

GPS.14
CONTINUOUS GPS MEASUREMENTS OF CRUSTAL DEFORMATION IN
SOUTHERN CALIFORNIA, BAJA CALIFORNIA, AND MAINLAND MEXICO
Y. Book, S. Marquez and G. Alvarez Garcia

GPS.09
BAJA CALIFORNIA SUR-SONORA-SINALOA GPS NETWORK REOCCU-
PIED
Oswaldo Sánchez and Gerardo Suárez

GPS.12
ESTIMACION DE LA RAZON DE DESPLAZAMIENTO DE LA FALLA DE
AGUA BLANCA UTILIZANDO GPS
Alejandro Hinojosa C. Francisco Suárez V y Tim Dixon

GPS.01
GPS CONSTRAINTS ON FAULT SLIP RATES IN SOUTHERN CALIFOR-
NIA AND NORTHERN BAJA, MEXICO
R.A. Bennett, R.E. Reilinger, B.H. Hager, T.A. Herring, R.W. King, W. Rodi y
J. Javier González

GPS.05
GPS VELOCITIES IN THE NORTHERN BAJA CALIFORNIA-GULF OF
CALIFORNIA REGION, 1989-1995. PRELIMINARY RESULTS
J. Javier González, Robert E. Reilinger and Richard A. Bennett

RECESO

GPS.02
ANTICIPATING THE SUCCESSOR TO MEXICO'S LARGEST HISTORICAL
EARTHQUAKE: GPS MEASUREMENTS OF STRAIN ACCUMULATION IN
THE STATE OF JALISCO
C. DeMets, O. Sánchez, G. Suárez, I. Carmichael, T. Melbourne and J. Stock

OF.19
EL CRECIMIENTO DEL OLEAJE BAJO LA INFLUENCIA DE OLAS
LARGAS QUE VIAJAN EN DIRECCION OPUESTA AL VIENTO
F. J. Ocampo Torres y R. Padilla Hernández

OF.07
ESTUDIO DE REFRACCION DE OLEAJE Y DE OSCILACIONES DEL
NIVEL DEL AGUA (SEICHES) EN EL PUERTO INTERIOR DE SAN
PEDRITO EN MANZANILLO, COLIMA
Marco A. Galicia P. y Juan H. Gavvino R.

OF.20
SIMULACION DEL OLEAJE EN LA BAHIA DE TODOS SANTOS
(ENSENADA, B.C.) UTILIZANDO EL MODELO WAM
P. Osuna y F.J. Ocampo Torres

SALA A
MARTES 14
SESION: EXPLORACION GEOFISICA I
Moderador: Ricardo Diaz Navarro

SALA B
MARTES 14
SESION: SIMULACION DEL OLEAJE Y SU DINAMICA
Moderador: Francisco Ocampo Torres

SALA C
MARTES 14
SESION: GPS
Moderador: Javier González / R.E. Reilinger

14:45 hrs.,
EXG. 16
EL METODO ELECTROMAGNETICO EM-34 VERSUS SEV (SONDEO ELECTRICO VERTICAL)
J. Herrera B., F. Herrera y E. Yuri Cázares

OF. 21
ESTIMACION DE RIESGO POR OLEAJE DE HURACAN EN EL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA SUR MEXICO
J.L. Peredo Jaime, J.E. Abolcaba V., E. Comello L. y A. Vázquez

GPS. 07
GPS AND THE JALISCO BLOCK
Timothy Melbourne, Osvaldo Sánchez Zamora, Gerardo Suárez, Chucks Dalmers, Ian Carmichael, Joann Stock and Frank Webb.

15:00 hrs.
EXG. 07
MAGNETOMETRIA DE EXPLORACION EN EL PROYECTO PUERTO SALINA
Juan Espinosa Luna, J.V.C. Traslósheros H. y C.A. González M.

OF. 16
DISTRIBUCION ESPACIAL DEL OLEAJE MEDIANTE ANALISIS DE ESPECTROS DE POTENCIA DE FOTOGRAFIAS AEREAS EN LA BAHIA DE TODOS SANTOS, B.C.
Octavio Meillon Merchaca y Josué Alvarez Borrego

GPS. 03
MONITOREO DE LOS VOLCANES "TUEGO Y "CEBORUCO" EMPLEANDO GPS
Ralph Glaus y Bertha Márquez

15:15 hrs.
EXG. 15
EVALUACION GEO-ESTADISTICA DE LA RED DE ESTACIONES MAGNETICAS DE LA REPUBLICA MEXICANA
Hernández-Quintero E, Flores-Ruiz J. H

OF. 25
EL ESPECTRO DIRECCIONAL DEL OLEAJE EN LA PLAYA SAN FRANCISCO GUAYMAS, SONORA
Pedro Rosales Grano

GPS. 06
GPS MONITORING IN COSTA RICA AND MODELING CRUSTAL DEFORMATION IN THE CARIBBEAN REGION
P. Lundgren, M. Proffil and R. M. Russo

15:30 hrs.
EXG. 27
MODELADO 3D EXACTO Y APROXIMADO DE MEDICION MAGNETICA DE RESISTIVIDADES (MIMR) CON SEPARACIONES MULTIPLES
M.G. Rodríguez-García, S. Méndez-Delgado y E. Gómez-Traviño

OF. 26
DESARROLLO DE OLAS DE VIENTO Y SEICHES EN LA ZONA COSTERA DE LA BAHIA DE LA PAZ
Salinas-González, F., Troyo-Díezguéz, S., Zaytsev, Oleg.

GPS. 11
NATIONAL GEODETIC SURVEY GPS PRECISE EPHEMERIS AND CONTINUOUSLY OPERATING REFERENCE STATION DATA
P. R. Spofford, and W. E. Strange

15:45 hrs.
EXG. 23
COMPARACION DE METODOS PARA LA DETERMINACION DE PALEOINTENSIDADES DEL CAMPO MAGNETICO TERRESTRE
Morales-Contreras Juan Jhlio

OF. 23
EVALUACION DEL PONTENCIAL DE EXTRACCION DE ENERGIA ELECTRICA A PARTIR DEL OLEAJE, COMO POSIBLE FUENTE ALTERNATIVA EN ROSARITO, B. C.
Ana Luz Quintanilla Montoya y Luis Mariano Cerica Martínez

CANCELADA
GPS HIGH ACCURACY GEODETIC NETWORKS IN MEXICO.
T. Soler, G. Alvarez-García, A. Hernández-Navarro, and R. H. Foote

16:00 hrs.
EXG. 33
GROUND RADAR NUMERICAL MODELLING APPLIED TO ARCHAEOLOGY AND ENGINEERING
José M. Carcione

OF. 28
OBSERVACIONES SIMULTANEAS DE OLEAJE EN DOS ESTACIONES DE LA COSTA NOROCCIDENTAL DE LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA, MEXICO.
Cuauhtemoc Nava y Sergio Ramos

16:15 hrs.
CARTELES
EXPLORACION GEOFISICA
(VER ANEXO)

16:30 hrs.

16:45 hrs.

SALA A
MIÉRCOLES 15
SESION: CIENCIAS DE LA ATMOSFERA Y ESPACIO
EXTERIOR II
Moderador: L. Le Moyne Hernández

08:00 hrs. CA.21 LA NATURALEZA DE LA CONTAMINACION DEL AIRE EN LA CIUDAD DE MEXICO PARTE I: ANALISIS DINAMICO
 G. B. Raga y Luis Le Moyne Hernández

08:15 hrs. CA.14 LA NATURALEZA DE LA CONTAMINACION DEL AIRE EN LA CIUDAD DE MEXICO PARTE II: ANALISIS DE EVENTOS ESPECIALES
 Luis Le Moyne Hernández y G. B. Raga

08:30 hrs. CA.05 MUESTREO DE LA DISTRIBUCION VERTICAL DE OZONO SOBRE LA CIUDAD DE MEXICO Y SOBRE UN AREA RURAL
 José Luis Bravo

08:45 hrs. CA.09 DESCRIPCION DEL COMPORTAMIENTO DE LAS CONCENTRACIONES DE OZONO TROPOSFERICO EN LAS ESTACIONES DE LA RED AUTOMATICA DE MONITOREO AMBIENTAL LA CIUDAD DE MEXICO
 Ma. Teresa Diaz y José Luis Bravo

09:00 hrs. CA.25 ASPECTOS INSTRUMENTALES DE MEDICIONES DEL BALANCE ENERGETICO ATMOSFERICO SOBRE SUPERFICIES URBANAS Y SUBURBANAS EN EL VALLE DE MEXICO
 Adalberto Tejeda, Ernesto Jáuregui, Ricardo Saldaña y Ubaldo Miranda

09:15 hrs. CA.19 UNA RELACION ENTRE PARAMETROS METEOROLOGICOS Y LA CORROSION EN XALAPA. VER. ESTUDIO PRELIMINAR
 Dumitilo Pereyra Diaz y Miguel Angel Natividad Baizabal

09:30 hrs. CA.26 ACERCA DEL TEMA DE LAS OSCILACIONES DE LAS CARACTERISTICAS HIDROMETEOROLOGICAS EN LA REGION DEL LAGO DE CHAPALA
 Tereshchenko I.E. y A. E. Flonov

09:45 hrs. CA.27 ACERCA DEL TEMA SOBRE EL ESTUDIO DE LAS "ISLAS DE CALOR" EN GUADALAJARA
 Tereshchenko I.E. y Orozco M.

10:00 hrs. **RECESO**

SALA B
MIÉRCOLES 15
SESION: OCEANOGRAFIA COSTERA
Moderador: Yuri N. Skiba

0F.29 DUAL ESTIMATES IN THE OIL SPILL PROBLEM
 Yuri N. Skiba

0F.22 ESTIMACION TEORICA DEL TRANSPORTE LITORAL A LO LARGO DE LA BARRERA ARENOSA "EL MOGOTE DE LA PAZ", B.C.S., MEXICO
 José Isidoro Peredo Jaime y Sergio Troyo Dieguez

0F.04 LAS CORRIENTES DE MAREA Y SUS INTERACCIONES EN LA ENSENADA DE LA PAZ, B.C.S.
 Juan A. Delgado-Conteras y José Gómez-Valdés

0F.18 REGISTRO DE CORRIENTES EN LA ENSENADA DE LA PAZ, B.C.S., MEXICO
 Maclovio Obeso Nieblas, Angel R. Jiménez, Iliescas y Ana Margarita Gonzalez Orduño

0F.08 ESTIMACION DE CORRIENTES Y TRANSPORTE LITORAL EN UNA ZONA DE LA BAHIA DE TODOS SANTOS, B.C., MEDIANTE ESTADISTICAS DE OLEAJE
 K. Gallindo-Albrechtsen y C.R. Torres-Navarrete

0F.12 COMPARACION DE DOS MODELOS NUMERICOS DEL SISTEMA LAGUNAR TOPOLOBAMPO ANTES Y DESPUES DEL DRAGADO DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO DE ALTURA
 Jiménez, Iliescas A.R., Obeso Nieblas M. y Gonzalez Orduño Ana M.

0F.32 METODOLOGIA PARA ANALISIS ESTADISTICO DE SERIES DE TIEMPO DE CORRIENTES LITORALES
 O.V. Zaytsev, S. Troyo-Dieguez, F. Salinas-Gonzalez.

0F.11 DOCUMENTACION DE LOS CAMBIOS OBSERVADOS EN LA FRANJA COSTERA CONOCIDA COMO PLAYITAS, UBICADA EN LA BAHIA DE TODOS SANTOS, B.C., MEXICO
 Rigoberto Guardado Franco

SALA C
MIÉRCOLES 15
SESION: ESTUDIOS DE ATENUACION Y SISMICIDAD
Moderador: Tonatiuh Domínguez

S.18 ATENUACION DE ONDAS LG EN EL NORTE DE BAJA CALIFORNIA
 Tonatiuh Domínguez R. y Cecilio Riobollari B.

S.23 CURVAS DE DISPERSION DE VELOCIDAD DE GRUPO PARA EL SUR DE MEXICO.
 Carlos Fuentes V., Javier F. Pacheco y Shri K. Singh.

S.41 ESTUDIO DEL FACTOR DE CALIDAD QC EN EL ISTMO DE TEHUANTEPEC, MEXICO
 Juan S. Payero y David Novelo Casanova

S.19 ANALISIS SISMICO EN EL AREA DE SUBDUCCION EN CHIAPAS
 Victor H. Espíndola C. y Cecilio J. Riobollari B.

S.17 TOMOGRAFIA Y GEOMETRIA DE LA ZONA DE SUBDUCCION EN LA PENINSULA DE KAMCHATKA, RUSIA
 Jaime Domínguez, Alexei Gorbatov, Gerardo Suárez, Dapeng Zhao y Vladimir Kostoglodov

S.39 ZONA SISMOGENICA 8 DE OAXACA ¿UNA PREDICCION APOSTERIORI?
 Francisco J. Núñez-Corriú

S.55 DIEZ AÑOS DE OBSERVACION SISMOLOGICA CON LA RED SISMICA DE EL CARACOL
 D. Santamaría

SALA A
MIERCOLES 15
SESION: CIENCIAS DE LA ATMOSFERA Y ESPACIO
EXTERIOR III
Moderador: E. Jáuregui

SALA B
MIERCOLES 15
SESION: TECTONICA I
Moderador: John Fletcher

SALA C
MIERCOLES 15
SESION: EXPLORACION GEOFISICA II
Moderador: J. A. Randall Roberts

10:15ms. CA.12

MEDICIONES Y PARAMETRIZACIONES DEL BALANCE ENERGETICO ATMOSFERICO SOBRE SUPERFICIES URBANAS Y SUBURBANAS EN EL VALLE DE MEXICO
Ernesto Jáuregui, Victor L. Barradas y Adalberto Tejeda

10:30ms. CA.22

RECONSTRUCCION DE CAMPOS DE VIENTO
Hernilio Ramirez Leon

10:45ms. CA.24

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO Y NIVEL DE POTENCIALIDAD ENERGETICA DEL VIENTO EN LA ZONA CENTRO-OCCIDENTAL DEL ESTADO DE HIDALGO <FB>
R. Saldaña, M. A Borja, U. Miranda

11:00ms. CA.18

LA PRECIPITACION DEL OBSERVATORIO METEOROLOGICO DE GUANAJUATO, GTO., DE 1985 A 1994
Genaro Montesinos Silva y Briseida-Mendoza Celeston

11:15ms. CA.13

ESTADISTICA DE LOS TERMINOS DE FORZAMIENTO PARA UNA ATMOSFERA BAROTROPICA
Luis Le Moyne Hernández y Luis Le Moyne Echeverría

11:30ms. CA.01

CORRELACION ESTADISTICA DEL VIENTO A 10 Y 60 METROS SOBRE UN SITIO COSTERO: LAGUNA VERDE UN CASO DE ESTUDIO
Alvarez, O., Silva, A., y Mancilla, R.

11:45ms. CA.03

UN ANALISIS OBJETIVO DE ALTURA A 500 mb PARA LA REGION IV
Enrique Azpra Romero

12:00ms. CA.07

CALCULO DE LA PROBABILIDAD DE INCIDENCIA DE CICLONES TROPICALES EN LA ZONA DE LAGUNA VERDE, VERACRUZ
Contreras, A.D., Jáuregui, E. y Pérez, J.

12:15ms. CA.30

ESTUDIO DE LA TRAYECTORIA DEL HURACAN LUIS
Rafael Pabón Mercado

T.06

ESTILOS DE EXTENSION MECANICA EN LA DORSAL MESO-ATLANTICA, CERCA DE LA LATITUD 23°N
John Fletcher, Georges Ceuleneer, y Malhilde Cannal

T.08

LA POSICION DE LA CRESTA KULA-FARALLON CONTRA NORTE AMERICA DURANTE EL CRETACICO TARDIO
José C. Guerrero Garcia y Emilio Herreño-Benavira

T.09

OBSERVACION DIRECTA DE LA CORTEZA OCEANICA CON EL SUMERGIBLE NAUTILUS EN EL MURO EXTERNO DE LA TRINCHERA DE ACAPULCO
J.C. Guerrero Garcia, F. Michaud, B. Mercier de Lépinay, J. Bourgois, T. Calmus y W. Bandy

DEFORMATION OF OCEANIC CRUST ENTERING THE MIDDLE AMERICA TRENCH OFF OAXACA
Peter Lonstale

T.18

THE NORTHERN END OF THE ACAPULCO TRENCH AT THE COCOS-PACIFIC-NORTH AMERICA TRIPLE JUNCTION
B. Mercier de Lépinay¹, F. Michaud², J. Bourgois³, T. Calmus⁴ y J. Guerrero⁵,¹

T.20

DEEP SEA SUBMERSIBLE OBSERVATIONS (NAUTIMATE CRUISE) OFF MANZANILLO (MEXICO, 18-19°N): EVIDENCES OF LARGE NEOGENE SUBSIDENCE EVENT ALONG THE ACAPULCO TRENCH
F. Michaud, B. Mercier de Lépinay, P. Saint-Marc, M. Sesson, J. Bourgois, T. Calmus, J. Guerrero-García y W. Bandy

EXG.12

GRAVEDAD RESIDUAL ISOSTATICA Y ESTRUCTURA DE LA CORTEZA EN LAGUNA SALADA, B. C., MEXICO.
J. García Abdastem, J.M. Espinosa Cardena y F. Suárez Vidal

EXG.10

UN PERIL REVERSO DE REFRACCION SISMICA ENTRE ESENVADA, BAJA CALIFORNIA Y BLYTHE, ARIZONA.
J. Frez, J. González, F. Nava, L. Mendoza y C. Montana, R. Keller

EXG.04

MODELO GEOFISICO INTEGRAL EN LA REGION DE MAZATEPEC-JAMA YA ESTADOS DE PUEBLA Y VERACRUZ
Fidelco Díaz-Navarro, Mario E. Vazquez, Alfonso González-Ibarra, Manuel Lozada-Zurualta

EXG.14

TOMOGRAFIA SISMICA PARA DETERMINAR LA VARIACION LATERAL DEL BASAMENTO EN LA SALINA, ESENVADA, B.C., MEXICO.
C.A. González Morales, J. Espinosa Luna y J.C.V. Trastosteros Hernández

EXG.13

OBTENCION DE PERFILES CONTINUOS DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA A PARTIR DE DATOS ELECTROMAGNETICOS
Karla Paola Garza García, Enrique Gómez Treviño y Francisco Esparza Hernández

EXG.21

PROCEDIMIENTO PRACTICO PARA EVALUAR POROSIDAD SECUNDARIA EN YACIMIENTOS DE UTOLOGIA COMPLEJA
Mendoza-Romero, Gustavo

SALA A
MIERCOLES 15
SESION: CIENCIAS DE LA ATMOSFERA Y ESPACIO
EXTERIOR III
Moderador: E. Jáuregui

12:30 hrs. CA.29
EFECTOS DE LA CORRIENTE EN CHORRO SUBTROPICAL SOBRE
EL TIEMPO EN LA REPUBLICA MEXICANA
Orlando Delgado, D.

12:45 hrs. CA.31
EFECTO DE LOS CICLONES TROPICALES SOBRE LA
CONTAMINACION ATMOSFERICA EN EL VALLE DE MEXICO
Alfonso Salas Cruz

13:00 hrs. CA.28
LA TEMPORADA DE TORMENTAS Y URACANES DE 1985
Enrique Buendía Carrera

13:15 hrs. CA.32
EL MODELO DIVERGENTE
Francisco Javier Villcaña

13:30 hrs. CA.04
EFECTO DE LA ESTRUCTURA DEL FOLLAJE DEL FRUJOL
(PHASEOLUS VULGARIS L.) EN LA TRANSMISION DE RADIACION
FOTOSINTETICAMENTE ACTIVA
Victor L. Barradas

15:30 hrs.

SALA B
MIERCOLES 15
SESION: TECTONICA I
Moderador: John Fletcher

T.12
INTERPLATE SUBDUCTION CONTACT FROM GRAVITY AND
SEISMICITY DATA IN GUERRERO, MEXICO
V. V. Kostoglodov, W. L. Bandy and J. Domínguez

T.19
A KINEMATIC MODEL OF THE RIVERA-COCOS-NORTH AMERICA
TRIPLE JUNCTION AREA
Nancy Mesoloras and William E. Holt

T.15
MORFOTECTONICA DEL BLOQUE JALISCO
Gustavo López Gómez y Marco Antonio Delgado Vázquez

SALA C
MIERCOLES 15
SESION: EXPLORACION GEOFISICA II
Moderador: J. A. Randall Roberts

EXG.02
MEDICIONES GEOELECTRICAS DE ALTA RESOLUCION UTILIZANDO
EL ARREGLO POLO-DIPOLO PARA EVALUACION SOMERA DEL
SUBSUJETO
Martín H. Bremer Bremer y Mudo Rodríguez García

EXG.30
RESULTADOS PRELIMINARES DE UN TRANSECTO GRAVIMETRICO A
LO LARGO DE LA FRONTERA MEXICO-USA DEL ESTADO DE BAJA
CALIFORNIA, MEXICO.
Sánchez Mondú, A., Espinosa Cardaña, J.M.

CARTELES
EXPLORACION GEOFISICA
(VER ANEXO)

ASAMBLEA GENERAL

20:00 hrs.

CENA

SALA A
JUEVES 16
SESION: PROPAGACION DE ONDAS, MODELOS Y
TECNICAS
Moderador: Federico Sabina

SALA B
JUEVES 16
SESION: GEOLOGIA III
Moderador: Javier Helenes

SALA C
JUEVES 16
SESION: GEOTERMIA I
Moderador: Gerardo Hiriart / Hubert Fabrial

08:00 hrs. S.09

PROPAGACION DE ONDAS SISMICAS EN MEDIOS ESTRATIFICADOS IRREGULARES EMPLEANDO EL METODO INDIRECTO DE ELEMENTOS DE FRONTERA.
 J.M. Castillo, R. Vail y F.J. Sánchez-Sesma

GEOL.03
 DETERMINACION DE DOMINIOS DE FRACTURA Y REACTIVACION: APLICACION A LA ZONA DE CIZALLA DE OAXACA
 Susana Alicia Alaniz-Alvarez y Angel Francisco Nieto-Samaniego

GEOT.21
 EVOLUCION TERMICA DEL SISTEMA GEOTERMICO DE LAS TRES VIRGENES BCS, MEXICO
 J. Cesar Virgiano G.

08:15 hrs. S.28

MONTECARLO SIMULATION OF ANISOTROPICALLY SCATTERED BODY WAVE ENVELOPES: INDICATIONS OF FRACTAL HETEROGENEITY IN THE LITHOSPHERE.
 A. A. Gusev and I. R. Abubakirov

GEOL.07
 LA FALLA VISTA HERMOSA, UNA IMPORTANTE ESTRUCTURA PARA EXPLICAR LA EVOLUCION TECTONICA DE LA SIERRA DE JUAREZ, OAXACA.
 Barboza Gudiño, J. R.

GEOT.09
 MODELO GEOTERMICO CONCEPTUAL DE LA ZONA DE TRES VIRGENES BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO.
 Roberto Leal Hernández

08:30 hrs. S.51

USO DE UNA RED NEURONAL PARA EVIDENCIAR LA BAJA DIMENSIONALIDAD EN UN SISMOGRAMA REAL
 J. Rodríguez-Hamírez

GEOL.46
 ORIGEN DE LAS ROCAS CRISTALINAS DEL TERRENO DE XOLAPA EN LA REGION DE ACAPULCO, GUERRERO, SUR DE MEXICO: PETROLOGIA Y DATOS DE GEOTERMobarometria
 Alfredo Victoria Morales, Dante Moran Zeniteno y Pedro Corona Chavez

GEOT.01
 REINTERPRETACION GRAVIMETRICA A DETALLE EN LA ZONA DEL LOS POZOS LV-1, LV-2 Y LV-3 EN EL CAMPO GEOTERMICO DE TRES VIRGENES.
 J. Jesus Arrendondo Fragoso

08:45 hrs. S.27

ELECTROMAGNETIC PROCESSES IN THE EARTH IONOSPHERE CAUSED BY SEISMIC ACTIVITY
 E. Gudiñez, S. Kostiveva, N. Kotsarenko

GEOL.21
 FALLAS JURASICAS EN EL ANTICLINORIO DE HUAYACOCOTLA ENTRE TLAHUALOMPA Y PANOHUAYÁ
 Hernández Treviño J.T., Silva Romo G., Arellano Gil J. y Mendoza Rosales C.C.

GEOT.22
ACTIVIDAD SISMICA REGISTRADA EN EL AREA VOLCANICA DE TRES VIRGENES, BAJA CALIFORNIA SUR
 Victor Wong, Luis Munguía

09:00 hrs. S.43

DELINACION SISMICA DE UNA ESTRUCTURA SALINA ESTRATIFICADA, USANDO ALGUNAS TECNICAS DE PROCESO E INVERSION RECURSIVA.
 Luis C. Ramírez Cruz, Jorge Mendoza Aluastaseguiti, Pedro Gómez Ruiz

GEOL.17
 EVENTOS TECTONO-SEDIMENTARIOS MESOZOICOS E IGNEOS LARAMIDICOS EN LA REGION DE ARIZPE-BACANUCHI, SONORA CENTRAL
 Carlos M. González-León, William C. McIntosh y Rufino Lozano S.

GEOT.16
 INVERSION APROXIMADA DE LOS DATOS MAGNETOTELURICOS DE LA ZONA GEOTERMICA DE TRES VIRGENES BCS, MEXICO.
 Ulises Rodríguez, F. J. Esparza, E. Gámez Treviño, J. M. Romo.

09:15 hrs. S.02

DESCRIPCION DE UN MODELO TRIDIMENSIONAL DEL ARTICO Y DEL ATLANTICO NOROESTE AVANCE DEL GRUPO DE TRABAJO I-4 DEL ICLILP.
 J. Acosta Chang, y J. Frez C.

GEOL.22
 SEDIMENTACION CRETACICA EN EL NORTE DE SONORA. EVIDENCIA QUE EXCLUYE LA PRESENCIA DE LA MEGACIZALLA DE MOJAVE-SONORA
 César Jacques-Ayala

GEOT.17
 MODELO GEOELECTRICO DEL CAMPO GEOTERMICO DE TRES VIRGENES, BCS.
 Romo, J.M., C. Flores, R. Vega, F. Esparza, E. Gámez

09:30 hrs. RECESO

09:45 hrs.

SALA A
JUEVES 16
SESION: A 10 AÑOS DEL TEMBLOR DE MICHOACAN DE 1995 (M=8.1)
Moderador: Raúl Castro

10:00 hrs. S.34

LINEALIDAD O NO LINEALIDAD: EL PORQUE DE LAS CATASTROFES SISMICAS EN EL VALLE DE MEXICO
 Cirna Lomnitz

GEOL.41
 UNA LOCALIDAD CON RUIDISTAS EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE MEXICO: SU IMPORTANCIA Y POSIBLE SIGNIFICADO
 Torres-Hernández, J.R., Alencaster, G., Tristán-González, M., y Mata-Segura, J.L.

GEOT.08
 ESTUDIOS SOBRE USOS DIRECTOS DE LA ENERGIA GEOTERMICA EN EL VALLE DE MEXICO
 Héctor E. Campbell R. y Wilfrid A. Elders.

SALA A
JUEVES 16
SESION: A 10 AÑOS DEL TEBLOR DE MICHOACAN
DE 1995 (M=8.1)
Moderador: Raúl Castro

10:15 hrs. S.81
 DYNAMIC RUPTURE PROCESS OF THE 1985 MICHOACAN
 EARTHQUAKE
 Takeshi Mikumo

10:30 hrs. S.14
 EFECTOS DE SITIO Y RESPUESTA SISMICA DEL VALLE DE MEXICO.
 UNA REVISION DE LOS AVANCES LOGRADOS EN LOS ULTIMOS 10
 AÑOS
 Francisco J. Chávez-García

10:45 hrs. S.42
 PREDICCION DE INTENSIDADES SISMICAS EN EL VALLE DE
 MEXICO
 L.E. Pérez-Rocha, M. Ordaz y F.-J. Sánchez-Sesma

11:00 hrs. S.22
 ANALISIS ESPECTRAL DE LOS DATOS SISMICOS REGISTRADOS
 EN EL VALLE DE MEXICO
 Fernando Flores Cruz y Luis Eduardo Pérez-Rocha

11:15 hrs. S.47
 MAPA DE LA RESPUESTA SISMICA DE LA CIUDAD DE MEXICO; UNA
 EXPERIENCIA DE VINCULACION
 Alfonso Reyes

11:30 hrs. S.13
 MICROZONIFICACION EN MEXICO. ALGUNOS EJEMPLOS
 RECIENTES
 Francisco J. Chávez-García

11:45 hrs. S.07
 LA AMPLIFICACION REGIONAL DEL MOVIMIENTO SISMICO EN EL
 CENTRO DE MEXICO. RESTRICCIONES A PARTIR DE ANALISIS DE
 DATOS
 Martín Cárdenas S. y Francisco J. Chávez García

12:00 hrs. RECESO

SALA B
JUEVES 16
SESION: GEOLOGIA IV
Moderador: Arturo Martín Barajas

RECESO

GEOL.27
 GEOCHEMISTRY AND TECTONICS OF THE OAXACA VOLCANIC
 PROVINCE
 Marilyn Barbara, Martínez-Serrano Raymundo G., Moran-Zanteno, Dante J.
 and Macías-Romo, Consuelo

GEOL.37
 THE PUERTO VALLARTA BATHOLITH: MULTICOMPONENT
 PARENTHOOD OF CONTINENTAL ARC MAGMAS
 Peter Schaafl

GEOL.02
 NATURE OF CRUST BENEATH THE CENTRAL MEXICAN VOLCANIC
 BELT BASED ON THE PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERIS-
 TICS OF A GRANULITE Xenolith
 Aguirre-Díaz, Gerardo J. and Dubois, Michael

GEOL.04
 ESTRATIGRAFIA Y GEOQUIMICA DE LAS ROCAS VOLCANICAS
 TERCARIARIAS DE LA REGION TAXCO-TILZAPOTLA
 Alba Aldave L., Reyes Salas M., Altuzar Coello P., Angeles García S.,
 Morán Zenteno D., Corona Esquivel

GEOL.13
 RECONOCIMIENTO ESTRUCTURAL Y LITOLÓGICO DE LA MARGEN
 OCCIDENTAL DE LA ISLA ANGEL DE LA GUARDA E
 INTERPRETACION FOTOGEOLOGICA
 Luis A. Delgado-Argote, Israel Castrejón-González, Felipe J. Escalona-
 Alcázar y Ramón Mendoza-Bortunda.

GEOL.44
 ESTRATIGRAFIA Y DEFORMACION DE LA SECUENCIA
 SEDIMENTARIA DEL NEOGENO AL ORIENTE DE LAGUNA SALADA,
 BAJA CALIFORNIA.
 Vázquez Hernández, Sergio, Martín Barajas, Arturo y Carreño, Ana Luisa

GEOL.47
 AMBIENTES SEDIMENTARIOS ASOCIADOS A SEGMENTOS DE RIFT
 Y A ZONAS DE ACOMODAMIENTO EN EL NORTE DE LA PROVINCIA
 EXTENSIONAL DEL GOLFO, NE DE BAJA CALIFORNIA
 Martín-Barajas, Arturo, Rebolledo-Vieyra, Mario y Vázquez-Hernández,
 Sergio

GEOL.08
 RELACIONES CARTOGRAFICAS ENTRE FALLAMIENTO ACTIVO
 ORIENTADO ~ N-S Y E-W. TECOZAUTLA, ESTADO DE HIDALGO
 Carrillo M. M. y Quintero L. O.

SALA C
JUEVES 16
SESION: GEOTERMIA I
Moderador: Gerardo Hiriart / Hubert Fabrial

GEOT.06

MONITOREO DE LA SISMICIDAD EN EL CAMPO GEOTERMICO DE
 CERRO PRIETO, PERIODO AGOSTO 1994-SEPTIEMBRE-1995
 Hubert Fabrial B., Luis Munguía Orozco y Hector Lia Herrera

GEOT.14
 ESTRUCTURA DEL SISTEMA GEOTERMICO CERRO PRIETO A PARTIR
 DEL MODELADO SIMULTANEO DE PERFILES GRAVIMETRICOS Y
 MAGNETICOS MEDIANTE TECNICAS DE INVERSION LINEAL. B.C.,
 MEXICO.
 Pérez Padilla R.E. y Espinosa Cardaña, J.M.
 RECESO

SALA C
JUEVES 16
SESION: EXPLORACION GEOFISICA III
Moderador: Cosme Pola Simuta

EXG.03

INTERPRETACION GRAVIMETRICA DE LA ESTRUCTURA CORTICAL DE
 CATALUNA
 Rene E. Chavez y Emma Surinach

EXG.17

PROCESAMIENTO DE DATOS GEOFISICOS USANDO TECNICAS DE
 ANALISIS DE IMAGENES PARA REALIZAR MODELOS
 ESTRUCTURALES.
 Ladrón de Guevara-Torres, M.A. y Flores-Mirquez E.L.

EXG.09

ESTRUCTURA CORTICAL EN LA PROVINCIA DE LA FAJA VOLCANICA
 MEXICANA (FYM)
 Flores-Ruiz J.H. y Urrutia-Fucugauchi J.

EXG.08

PERFIL DE REFRACCION Y TOMOGRAFIA SISMICA EN LA ZONA DE LA
 CORTINA DEL PROSPECTO DE EMBALSE LAS AURAS, TECATE, B.C.
 Juan Espinosa Luna, J.M. Espinosa C. y J.V.C. Trastóseros H.

EXG.22

ESTUDIO DE INVESTIGACION GEOLOGICO-ESTRUCTURAL DE CD.
 GUZMAN, PARA LOCALIZAR LAS ZONAS ANOMALAS DEL SUBSUELO,
 POR MEDIO DE CALICATAS Y ARREGLO ELECTRODICO DIPOLO-
 DIPOLO*
 J. Mondragon Teliz, D. Barrera Hernandez, G. Perez Rodriguez

SALA A
JUEVES 16
SESION: TEMBLORES RECIENTES
Moderador: Javier Pacheco

SALA B
JUEVES 16
SESION: GEOLOGIA IV
Moderador: Arturo Martín Barajas

SALA C
JUEVES 16
SESION: EXPLORACION GEOFISICA III
Moderador: Cosme Pola Simuña

12:30 hrs.

T.17

FALLAMIENTO NORMAL EN LA PARTE SUR DE LA ZONA DE FALLA DE SIERRA JUAREZ EN LA VICINIDAD DEL ESCARPE PRINCIPAL DEL GOLFO: EVIDENCIA DE CAMBIOS EN LA DIRECCION DE EXTENSION EN ESTA LATITUD (?)
Ramón Mendoza-Borunda, Gary J. Aven y Victor Manuel Fias-Camacho
GEOL.29

RESULTADOS PRELIMINARES SOBRE LA EDAD, ESTILO Y PARTICION DE LA DEFORMACION CENOZOICA EN LA SIERRA DE SAN MIGUELITO, SLP
Angel Francisco Nieto-Samaniego, Guillermo Labarthe-Hernández, Susana Alicia Alaniz-Alvarez y Luis S. Jiménez-López
GEOL.41

UNA LOCALIDAD CON RUDISTAS EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE MEXICO: SU IMPORTANCIA Y POSIBLE SIGNIFICADO
Torres-Hernández, J.R., Alencaster, G., Tristán-González, M., y Mata-Segura, J.L.

GEOL.09
GEOLOGIA DE LA REGION DE LORETO, BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO.
Zenón Casarrubias Unzueta y J. Guadalupe Gómez López.

CARTELES
EXPLORACION GEOFISICA
(VER ANEXO)

13:30 hrs.

GEOL.31

ANALISIS GEOMORFOLOGICO-ESTRUCTURAL DE LA CARTA TOPOGRAFICA LAS CUEVAS, BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO
ESCALA 1:50.000.
José Antonio Pérez Venzur, Francisco Saenz Reyna, José Luis Flores Rojero y Adán Cruz Gómez

EXG.28
GRADIENTES HORIZONTALS GRAVIMETRICOS CORRELACIONADOS CON LOS PRINCIPALES MORFOLINEAMIENTOS DE LA REPUBLICA MEXICANA
Gerardo Fonquillo Janillo, Gustavo López Gómez y Manuel Lozada Zurueña

13:45 hrs.

S.44

SISMICIDAD Y GEOMETRIA FRACTAL DE LA COSTA DE GUERRERO
A.H. Ramirez Guzman, F. Angulo Brown y E. Yépez Mulla

14:00 hrs.

S.29

THE STUDY OF INTERSEISMIC DEFORMATION IN THE GUERRERO SEISMIC GAP
V.I. Kostoglodov, A. Gorbatov, G. Suárez, and M. Guzman

14:15 hrs.

S.40

EL TEMBLOR DE IGUALA DEL 2 DE SEPTIEMBRE DE 1995 (M=3.9): IMPLICACIONES SOBRE EL ESTADO DE ESFUERZOS EN LA CORTENZA SUPERIOR AL SUR DE MEXICO.
Javier F. Pacheco, y Shri K. Singh

14:30 hrs.

S.31

THE IGUALAPA-QUERRERO, MEXICO EARTHQUAKE OF SEPTEMBER 14, 1995 (Mw=7.4): MAINSHOCK, AFTERSHOCKS AREA AND DAMAGE DISTRIBUTION
J. Lermo, J. Guenica, M.L. Berniúdez, H. Mijangres y F.J. Sánchez-Sesma

SALA B
JUEVES 16
SESION: TECTONICA II
Moderador: Odranoe Quintero

T.22
EVIDENCIAS DE GEOSUTURA EN EL CENTRO DE MEXICO
Soier-Arochalde, Ana M. y Jaime Urrutia-Frúcoygauchi

SALA C
JUEVES 16
SESION: TECTONICA Y VULCANISMO I
Moderador: S. de la Cruz

TVC.09
UN MODELO FISICO PARA LA PREDICCION DE ERUPCIONES EXPLOSIVAS: UNA APLICACION
Servando De la Cruz-Reyna y Gabriel Reyes

SALA A
JUEVES 16

SESION: TEMBLORES RECIENTES
Moderador: Javier Pacheco

14:45 hrs. S.26
EL TEMBLOR DE COPALA DEL 14 DE SEPTIEMBRE DE 1995 (M7.3):
RESULTADOS PRELIMINARES DEL ESTUDIO DE LAS REPLICAS.
Carlos Gutierrez

15:00 hrs. S.56
EL TEMBLOR DE COPALA DEL 14 DE SEPTIEMBRE DE 1995 (M7.3):
RESULTADOS PRELIMINARES DEL ESTUDIO DE LA FUENTE.
Miguel Santoyo

15:15 hrs. RECESO

SESION: ESTUDIOS DE SECUENCIAS SISMICAS
Moderador: Luis Munguia

15:30 hrs. S.12
ESTIMACION EN EL CAMPO CERCANO DE LA ENERGIA RADIADA
EN FORMA DE ONDAS S DE TEMBLORES DE FRIULI, ITALIA
Castro, R.R., Pacor, F. y Petruogaro, C.

15:45 hrs. S.25
CARACTERISTICAS Y PARAMETROS DE LA FUENTE SISMICA DE
REPLICAS DEL TEMBLOR DEL VALLE MEXICALHMPERIAL DEL 15
DE OCTUBRE DE 1979 (ML=6.6)
Mario González y Luis Munguia

16:00 hrs. S.59
LAS SECUENCIAS SISMICAS EN ZONAS DE SUBDUCCION: MEXICO
Y KAMCHATKA
Vyacheslav M. Zobin

16:15 hrs. S.38
ESTUDIO DE LAS REPLICAS DEL TEMBLOR DE LA PAZ, BAJA
CALIFORNIA SUR, DEL 30 DE JUNIO DE 1995.
Luis Munguia O., Miguel Navarro S., Tito Valdéz L. y Francisco Farrán.

16:30 hrs. S.46
PARAMETROS DE LA FUENTE DEL ENJAMBRE DEL 9 DE
SEPTIEMBRE DE 1985 EN LA FALLA DE AGUA BLANCA, BAJA
CALIFORNIA
Cecilio J. Rebolgar, Ignacio Mendez y Francisco Farrán

16:45 hrs. S.58
IDENTIFICACION Y CARACTERIZACION ESPACIO-TEMPORALES DE
AGRUPAMIENTOS SISMICOS
R. Toscano-Fletes y F. A. Nava-Pichardo

SALA B
JUEVES 16

SESION: TECTONICA II
Moderador: Odranoel Quintero

T.21
EPISODIOS TECTONICOS EN LAS FRONTERAS DEL BLOQUE DE
JALISCO: IMPLICACIONES REGIONALES
Odranoel Quintero, Eric Barrièr, François Michaud y Jacques Bourgois

T.04
APATITE FISSION-TRACK AGES OF PLUTONIC ROCKS SAMPLED
ALONG THE ACTIVE MARGIN OFF MANZANILLO AND IN THE
PUERTO VALLARTA BATHOLITH, MEXICO.
T. Calmus, G. Poupeau, B. Mercier de Lépinay, F. Michaud and J.
Bourgois

T.02
AN ELECTRICAL IMAGE OF THE SUBDUCTING COCOS PLATE
FROM MAGNETOTELLURIC OBSERVATIONS
Jorge A. Arzate and Marianne Marescahl

T.16
EVOLUCION TECTONICA DEL GOLFO DE MEXICO Y EL CARIBE
L. López y R.M. Proh-Ledesma

T.07
PALEOMAGNETISMO DE ROCAS PERMO-CARBONIFERAS EN EL
TERRENO MAYA (BELICE Y GUATEMALA) Y SU RELACION CON LA
EVOLUCION TECTONICA DEL CARIBE Y EL GOLFO DE MEXICO
José C. Guerrero-García y Emilio Herrero-Bervera

T.11
EVOLUCION TECTONICA ENTRE EL JURASICO Y EL CENOZOICO
EN EL AREA DE EL CARDITO
Hernández Rivero M.P., Arellano Gil J., Silva Romo G. y Mendoza Rosales
C.C.

T.01
COMPARACION DE ESPECTROS DE LAS ESCALAS DE TIEMPO DE
POLARIDADES MAGNETICAS
Anguliano-Rojas R.A. y J. Urdulia-Fucugauchi

T.03
DATOS PALEOMAGNETICOS DE BAJA CALIFORNIA: EL BATOLITO
DE SAN TELMO Y EL BLOQUE LOS CABOS
Harald Böhmel, Peter Schaaf, José-Antonio Pérez-Venzor y Luis Delgado-
Argote

GEOL.16
ESTILOS ESTRUCTURALES EN LA REGION DE TOLUCA, ESTADO
DE MEXICO
García-Palomo, A., Garduño-Monroy, V.G., Macías, J.L., Arce, J.L. y
Espíndola, J.M.

SALA C
JUEVES 16
SESION: TECTONICA Y VULCANISMO I
Moderador: S. de la Cruz

TVC.26
MONITOREO EN LA EMISION DEL FLUJO DE BIXIDO DE AZUFRE
MEDIANTE EL ESPECTROMETRO DE CORRELACION (COSPEC) Y SU
CORRELACION CON LA SISMICIDAD EN EL VOLCAN DE FUEGO DE
COLIMA
Juan Ramírez Ruiz y Gabriel Reyes Dávila
TVC.31

LA ACTIVIDAD FREATICA DEL 21 DE JULIO DE 1994 EN EL VOLCAN DE
FUEGO DE COLIMA
R. Saucedo, J.C. Gavilanes, A. Cortés, J.J. Ramírez y C. Navarro

TVC.06
NIVELACION GEODESICA EN EL VOLCAN DE FUEGO DE COLIMA.
J.L. Degollado Z., F.J. Castillo A., A. Medrano R., A. Gómez V. y S. De la
Cruz-Reyna

TVC.04
LA MALINCHE: UN VOLCAN EN ESTADO DE REPOSO
Castro, R., Siebe, C. y Abrams, M.

TVC.10
NUEVOS AVANCES EN EL CONOCIMIENTO DE LA ESTRATIGRAFIA
DEL VOLCAN CHICHÓN, CHIAPAS, MEXICO.
Espíndola, J.M., Macías, J.L. y Sheridan, M.

TVC.22
SISMOS BAJO EL VOLCAN CEBORUCO, NAYARIT, REGISTRADOS POR
LA RED SISMOLOGICA DE JALISCO RESJAL.
Bertha Márquez Aza, Carlos Suárez Placencia, F. Alejandro Nava, Rosalia
García Arthur y Gustavo Saavedra de la Cruz

TVC.17
METODOS GEOLOGICOS Y GEOFISICOS DE MONITOREO VOLCANICO
Adolfo Huidobro González

SALA B
JUEVES 16
SESION: TECTONICA II
Moderador: Odrance Quintero

17:00 hrs.

T.05
LA PERA DETACHMENT FAULT SYSTEM: ACTIVE FAULTING SOUTH OF MEXICO CITY (II): GEOLOGICAL EVIDENCE
Delgado-Granados, H., Nieto-Obregón, J., Silva-Romo, G., Mendoza-Rosalles, C., Arellano-Gil, J., Lermo-Samaniego, J.F., and Rodríguez-González, M.

17:15 hrs.

T.13
LA PERA DETACHMENT FAULT SYSTEM: ACTIVE FAULTING SOUTH OF MEXICO CITY (I): SEISMOLOGICAL EVIDENCE
Lermo-Samaniego, J. F., Nieto-Obregón, J., Delgado-Granados, H., Rodríguez-González, M., Huidobro-González, A., Silva-Romo, G., Mendoza-Rosalles, C., y Arellano-Gil, J.

17:30 hrs.

17:45 hrs.

18:00 hrs.

18:15 hrs.

18:30 hrs.

18:45 hrs.

19:00 hrs.

SALA A

VIERNES 17

SESION: TECTONICA Y VULCANISMO II

Moderador: L. Ferrari

08:00 hrs. TVC.11
LINKS BETWEEN MAGMATISM AND TECTONICS IN THE SOUTH-WESTERN SIERRA MADRE OCCIDENTAL: A PRELIMINARY MODEL
Luca Ferrari

08:15 hrs. TVC.20
EL CENTRO VOLCANICO DE AHUALULCO, S.L.P.: UN EJEMPLO DE DOMOS POLIGENETICOS DEL OLIGOCENO MEDIO.
Guillermo Labarthe-Hernández¹, Luis Salvador Jiménez-López¹ y José Jorge Aranda-Gómez²

08:30 hrs. TVC.29
VULCANISMO TEMPRANO EN LA PORCION SEPTENTRIONAL DEL EJE NEOVOLCANICO, REGION GUANAJUATO.
Jesus A. Ramos Salinas

08:45 hrs. TVC.12
A GEOLOGIC TRANSECT OF CENTRAL MEXICO AT THE LATITUDE OF GUANAJUATO: TECTONIC AND MAGMATIC IMPLICATIONS
Luca Ferrari and Angel Nieto Samaniego

09:00 hrs. TVC.08
ANALISIS ESTRUCTURAL Y GRAVIMETRICO DE LA CUENCA Y DIQUES ASOCIADOS CON EL VOLCANISMO BASALTICO DEL MIOCENO, EN BAHIA DE LOS ANGELES, BAJA CALIFORNIA
Delgado-Argote, Luis A. y Garcia-Abdeslem, Juan

09:15 hrs. TVC.14
UN SISTEMA TRANSENSIONAL EN UN AREA VOLCANICA: CAMPO VOLCANICO DEL LOS TUXTLAS, VER. MEXICO.
Victor H. Garduno M. y Jorge Jacobo Albarrán

09:30 hrs. TVC.19
ESTUDIO GEOQUIMICO, GEOCRONOLOGICO Y GEOLOGICO DEL CAMPO VOLCANICO DE SAN QUINTIN, B.C.
Juárez-Aguilar, L., Delgado-Argote, L.A., y Medina-Martínez, Ft.

09:45 hrs. TVC.02
ESTRATIGRAFIA Y GEOQUIMICA DE LAS ROCAS VOLCANICAS TERCARIAS DE LA REGION TAXCO-TILZAPOTLA
Alba-A.L., Reyes-S.M., Altuzar-C.P., Angeles-G.S., Corona-E.R. y Morán-Z.D.

10:00 hrs. RECESO

SALA B

VIERNES 17

SESION: RESPUESTA SISMICA DE SUELOS Y ESTRUCTURAS

Moderador: Francisco Chavez

S.11
DETERMINACION DE EFECTOS DE SITIO USANDO ARRIBOS DE ONDAS S DE UNA Y DE MULTIPLES ESTACIONES
Raul R. Castro Escamilla

S.05
MICROZONIFICACION DE LA CIUDAD DE COLIMA. UNA REVISION UTILIZANDO LA TECNICA DE NAKAMURA
M.L. Bermúdez, J. Lemro y J. Cuernca

S.01
CARACTERIZACION DE LA RESPUESTA SISMICA EN TUJANA, B.C.
José G. Acosta Chang, Susana Alvarez T. y Luis Mendoza G.

S.30
EFECTOS DE SITIO EN LA CIUDAD DE JALAPA Y EL PUERTO DE VERACRUZ, MEXICO. MICROZONIFICACION SISMICA PRELIMINAR
J. Lemro

S.15
EFECTOS DE SITIO DE ORIGEN TOPOGRAFICO. HACIA LA SOLUCION DE LAS DISCREPANCIAS ENTRE OBSERVACIONES Y MODELOS
Francisco J. Chávez-García, Luis Ricardo Sánchez Ariaga y Denis Hatzfeld

S.54
EL SISMO DEL 25 DE ABRIL DE 1989 EN EL VALLE DE MEXICO. ANALISIS DEL MOVIMIENTO E IMPLICACIONES PARA LA RESPUESTA SISMICA
Evangellina Romero Jiménez y Francisco J. Chávez García

S.52
APLICACION DE ALGORITMOS GENETICOS PARA LA DETERMINACION DE PARAMETROS ELASTICOS SOMEROS EMPLEANDO MEDICIONES IN SITU DE INCLINACION DEL TERRENO
Rodríguez-Zúñiga, J.L., Ortiz-Alemán, C., Padilla-Hernández, G. y Gaulon, R.

S.35
IDENTIFICACION DE PARAMETROS ESTRUCTURALES Y DEL TERRENO, DEL EDIFICIO DE LA ESCUELA DE INGENIERIA (UABC), UTILIZANDO EL METODO DE VIBRACIONES AMBIENTALES
Luis H. Mendoza Garcilazo, José G. Acosta Chang, M. de las Fuentes Lara y M. López López

RECESO

SALA C

VIERNES 17

SESION: GEOTERMIA II

Moderador: Gerardo H. Garcia Estrada

G.EOT.08
FALTA TITULO
Galicia Jiménez Gaudencio

G.EOT.05
GEOTERMIA EN LA CALDERA DE ACOCULCO, PUEBLA UN KAIPOHAN MEXICANO
Daniel Castillo Hernández

G.EOT.13
ESTUDIO GEOELECTRICO DE RESISTIVIDAD EN LA ZONA GEOTERMICA DE ACOCULCO, PUE.
Sergio Hugo Palma Guzmán

G.EOT.20
QUIMICA DE LOS FLUIDOS HIDROTHERMALES DE LA ZONA GEOTERMICA DE LA CALDERA DE ACOCULCO, PUEBLA
Enrique Tello Hinojosa

G.EOT.04
RESULTADOS Y EVALUACION DE LA PERFORACION EN LA ZONA GEOTERMICA DE LOS NEGRITOS, MICHOACAN, MEXICO.
Zenón Cassambias Unzueta

G.EOT.15
EVALUACION DEL POTENCIAL GEOTERMICO DE LA ZONA DE PIEDRAS DE LUMBRE-MAGUARICHI, CHIHUAHUA
Victor S. Rooda López

G.EOT.10
MODELO GEOLOGICO DE SISTEMAS HIDROTHERMALES NO VOLCANICOS, DOS CASOS ESTUDIADOS: HERVORES DE LA VEGA, JAL. Y SAN BARTOLOME DE LOS BAÑOS, GTO., MEXICO.
Aida López Hernández

G.EOT.12
ZONAMIENTO SUPERFICIAL DE LA ALTERACION HIDROTHERMAL EN EL PROSPECTO "XOCONOSTLE", MICHOACAN.
Morales-Alvarado, M., Pro-Ledesma, R.M., y Canals-Sabaté, A.

G.EOT.11
CRISTALOQUIMICA DE CLORITAS Y SUS RELACIONES CON LA LITOLOGIA, TEMPERATURA Y TIPO DE FLUIDOS, DENTRO DEL SISTEMA GEOTERMICO DE LOS HUMEROS, PUEBLA.
Martínez-Serrano, Raymundo G.

SALA A
VIERNES 17
SESION: TECTONICA Y VOLCANISMO III
Moderador: H. Bohnel

10:15 hrs. **GEOL.40**
CALDERAS DE COLAPSO: CONDICIONES PARA SU FORMACION.
(UN EXPERIMENTO).
José Ramón Torres-Hernández

10:30 hrs. **TVC.13**
TECTONIC AND STRATIGRAPHIC IMPLICATIONS OF DEEP
EXPLORATORY DRILLINGS AND GEOLOGIC MAPPING IN THE
CEBORUOCO-SAN PEDRO TECTONIC DEPRESSION
Luca Ferrati, Saul Venegas Salgado and Francisco Romero Fios

10:45 hrs. **TVC.03**
PROPIEDADES MAGNETICAS Y PALEOMAGNETISMOS EN
PERFILES VERTICALES ATRAVES DEL FLUJO DE LAVAS DEL XITLE.
FORMACION CHICHINAUTZIN
Harald Böhmel, Cecilia Caballero, Luis Alva, Juan Morales Silva Gonzalez
y Graham Sherwood
TVC.01
ANOMALIA EN LA INCLINACION PALEOMAGNETICA DE LAS LAVAS
DEL PARICUTIN
L. Alva Valdivia y J. Urrutia-Fucugauchi

11:15 hrs. **TVC.16**
ESTUDIO DE TRANSICIONES DE POLARIDAD MAGNETICA EN
BASALTOS MIOCENICOS DE ISLANDIA ORIENTAL
José G. Guerrero Garcia, Emilio Herrero-Bervera, G.P.L. Walker y C.G.A.
Harrison

11:30 hrs. **TVC.24**
CARACTERIZACION DE LOS BASALTOS ALCALINOS PLIO-
CUATERNARIOS DE LA REGION DE HUAPARI, SONORA CENTRAL.
ASPECTOS: VOLCANOLOGICO, PETROGRAFICO-MINERALOGICO Y
QUIMICO.
Paz Moreno Francisco A., Demant Alain y Cocherme Jean-Jacques
GPS.04
MOVIMIENTO RECIENTE EN LA PARTE SUR DE LA FALLA IMPERIAL
Y ESTADO DE DEFORMACIONES EN EL VALLE DE MEXICALI
Ewa Glowacka y Javier Gonzalez Garcia.

12:00 hrs.

12:15 hrs.

SALA B
VIERNES 17
SESION: RESPUESTA SISMICA DE SUELOS Y
ESTRUCTURAS
Moderador: Francisco Chavez

S.53
ESTIMACION DE AMORTIGUAMIENTO EN ESTRUCTURAS A PARTIR
DE REGISTROS DE VIBRACION AMBIENTAL Y FORZADA
O.M. Romero de la Cruz y L.H. Mendoza Garcilazo

S.36
CARACTERIZACION DE LA RESPUESTA SISMICA DEL HOSPITAL
GENERAL DE MEXICALI, EN BAJA CALIFORNIA NORTE
Luis H. Mendoza Garcilazo, José G. Acosta Chang y J.E. Lugo

S.37
ANALISIS ESPECTRAL PRELIMINAR DE REGISTROS SISMICOS
OBTENIDOS EN EL HOSPITAL GENERAL DE MEXICALI
L.Mendoza, E. Rocha, R. Reyes

S.48
CATALOGO DE REGISTROS PROCESADOS DE LA RED
ACELEROMETRICA DEL EDIFICIO PCC1, ING. BERNARDO
QUINTANA, DEL PUESTO CENTRAL DE CONTROL DEL METRO
Alfonso Reyes y Guillermo Diaz de Cossio

RECESO

SALA B
VIERNES 17
SESION: SISMICIDAD Y REDES SISMICAS
Moderador: Clara Javier

S.06
TELEMETRIA DIGITAL PORTATIL
Jesus Brassa Ochoa

S.16
OPERACION Y ACCESO REMOTO DE REDES ACELEROMETRICAS
DE ADQUISICION DIGITAL
G. Diaz de Cossio y Alfonso Reyes

S.24
CORRECCIONES DE ESTACION PARA LA RED SISMOLOGICA
REGIONAL DEL CICSE (RESNOM)
Rosalia E. Garcia Arthur y F. Alejandro Nava

S.57

OSULA: OBSERVATORIO SISMOLOGICO DE LA UNIVERSIDAD DE
LOS ANDES. UN SISTEMA INTEGRADO PARA EL PROCESAMIENTO
DE LA INFORMACION SISMOLOGICA
Silva, José G., y Morandi, María T.

SALA C
VIERNES 17
SESION: GEOTERMIA II
Moderador: Gerardo H. Garcia Estrada

GEOT.19
CHEMISTRY OF FLUOROLIC GASES, CRATER LAKE AND THERMAL
SPRINGS AT EL CHICHON VOLCANO IN 1995
Yun Taran, Jose Luis Macias, Juan Manuel Espindola and Maria Aurora
Arriente

GEOT.18
BREVE HISTORIA DE LA GEOTERMIA EN MesoAMERICA DESDE LA
PREHISTORIA HASTA EL SIGLO XVI
Mario César Suárez Arriaga

SALA A
VIERNES 17

SESION: GEOLOGIA V

Moderador: José Luis Rodríguez

SALA B
VIERNES 17

SESION: SISMICIDAD Y REDES SISMICAS

Moderador: Clara Javier

- 12:30 hrs. GEOL.39 EVALUACION DE DATOS EXPERIMENTALES EN CIENCIAS DE LA TIERRA
Surendra P. Verma
- 12:45 hrs. GEOL.32 USO DE ECUACIONES DE ESTADO Y MODELOS TERMODINAMICOS PARA EL ANALISIS DE INCLUSIONES FLUIDAS
Quiñones-Cisneros, Sergio E. y Flores-Márquez, E. Leticia
- 13:00 hrs. GEOL.45 OXIDOS DE FE-TI. IMPORTANCIA PETROGENETICA
Jose de Jesús Vega-Carrillo y Luis M. Alva Valdivia
- 13:15 hrs. GEOL.24 LABORATORIO DE GEOCRONOLOGIA DEL CICESE
Margarita López Martínez y Victor M. Moreno Rivera
- 13:30 hrs. GEOL.34 TECHNIQUES FOR ENHANCING THE SPECTRAL RESPONSE OF HYDROTHERMAL ALTERATION MINERALS
J. R. Ruiz-Armenta and R.M. Proh-Ledesma
- 13:45 hrs. GEOL.12 CARACTERIZACION GEOQUIMICA PRELIMINAR Y SU RELACION CON FACIES SEDIMENTARIAS DEL CANON LA HUASTECA (SIERRA MADRE ORIENTAL), MONTERREY, N. L.
Gabriel Chavez-Cabello, Surendra P. Verma J., Fernando Velasco T. y Rufino Lozano S.
- 14:00 hrs. GEOL.15 SISTEMAS HIDROTHERMALES FOSILES RELACIONADOS CON LA MINERALIZACION EN SOMBRERETE Y COLORADA, ZACATECAS, MEXICO
L. García-Cotero and R. M. Proh-Ledesma
- 14:15 hrs. GEOL.11 INFLUENCIA DEL BASAMENTO EN EL CONTENIDO AURIFERO DE LOS SKARNS DE HIERRO DEL SUR DE MEXICO
Corona-E. R., Miranda-G. M., Ortega-G. F., Morales-I. A. y Chavéz-G. R.
- 14:30 hrs. GEOL.01 ESPECIACION DE ARSENICO EN MUESTRAS DE AGUA SUBTERRANEA DE ZIMAPAN, HGO.
A. Aguayo, M.A. Arriental, O. Cruz
- S.04 INSTALACION DE UNA RED SISMICA TELEMETRICA Y DIGITAL EN EL ESTADO DE JALISCO (RESIJAL)
David Barrera Hernandez

SALA A
VIERNES 17
SESION: GEOLOGIA V
Moderador: José Luis Rodríguez

SALA B
VIERNES 17
SESION: SISMICIDAD Y REDES SISMICAS
Moderador: Clara Javier

14:45 hrs.

GEOL. 14
ALTERACION HIDROTHERMAL DE LA CORTEZA OCEANICA
INFERIOR: TRAYECTORIAS DE REACCIONES Y MOVILIDAD DE
ELEMENTOS.
John M. Fletcher, Chris Stephens, Erich U. Petersen, y Lisa Skerl

S.10
ANALISIS DE LA SISMICIDAD CERCANA A LA PRESA ZIMAPAN
DURANTE SU PRIMER LLENADO
Javier Castro Clara y Lomas Delgado Elias

15:00 hrs.

GEOL. 23
MONITOREO DE 222RN EN LA MARGEN PACIFICA SECTOR
PINOTERPA NACIONAL-PUERTO ESCONDIDO, OAXACA
F. Juárez Sánchez y M.S. Hernández-Bernal

RECESO

15:15 hrs.

S.45
SISMICIDAD EN LA REGION DE COLIMA DURANTE 1994 Y 1995
C.A. Ramirez Vázquez, Z. Jimenez Jimenez, G.A. Reyes Davila

15:30 hrs.

S.20
SISMICIDAD EN EL AREA DEL SISTEMA HIDROELECTRICO RIO
NAUTLA ESTADOS DE PUEBLA Y VERACRUZ
Sixto Fernández, Antonio Urbe, J. Carlos Flores y Roberto Gómez

15:45 hrs.

S.21
ESTUDIO SISMOLÓGICO DE GRAN VISIÓN PARALA CUENCA DEL
RIO MOCTEZUMA
J. Carlos Flores, Sixto Fernández y Antonio Urbe.

16:00 hrs.

S.49
EXPERIENCIAS OBTENIDAS DE UN RSAM
G.A. Reyes Davila, S. De La Cruz Reyna, L.M. Perez Santa Ana

16:15 hrs.

S.50
AVANCES Y PERSPECTIVAS DE LA RESCO
G.A. Reyes Davila, Z. Jimenez Jimenez, y C.A. Ramirez Vázquez

16:30 hrs.

S.61
PRELIMINARES SOBRE EL SISMO DE MANZANILLO DEL 9 DE
OCTUBRE DE 1995 UTILIZANDO DATOS DE LA RESCO
Carlos Ariel Ramirez Vazquez, Zenon Jimenez Jimenez, Gabriel Angel
Reyes Davila, Andrea Ceilleg Tirilli, Justo Orozco Rojas, Armando Téllez
Alatorre y Hector Gabriel Gonzalez Tamez.

16:45 hrs.

S.62
REPLICAS DEL SISMO DE COLIMA-JALISCO DEL 9 DE OCTUBRE DE
1995 $M_s=7.6$
F.A. Nava P., C. Suárez P., B. Márquez A., R. García A., R. Toscano F., T.
Valdez L., F. Farrán S., M. Farrán V. y G. Saavedra C.

ANEXO: CARTELES EXPLORACION GEOFISICA

SALA A
MARTES 14
16:30 hrs.

EXG.05
SOBRE LA INVARIANZA DEL TIPPER EN MEDICIONES
MAGNETOTELURICAS
Francisco J. Esparza y Enrique Gómez-Treviño

EXG.06
ESTUDIO DE SISMICA DE REFRACCION PARA LA UBICACION DE
UN RELLENO SANITARIO EN EL POBLADO DE "EL FLORIDO",
TUJUANA, B.C.
Juan Espinosa-Luna, C.A. González-Morales y Carlos V. Traslósheros

EXG.11
MODELADO TRIDIMENSIONAL DE ANOMALIAS GRAVIMETRICAS: EL
CASO DE UN YACIMIENTO DE SULFUROS MASIVOS
J. García Abdeslem y J.M. Espinosa Cardaña

EXG.18
ANALISIS DE SENSIBILIDAD ESPACIAL E INVERSION DE DATOS DE
RADAR DE TERRENO
O. Lázaro-Mancilla y E. Gómez-Treviño

EXG.19
INVERSION CONJUNTA DE DATOS ELECTROMAGNETICOS EN EL
LIMITE RESISTIVO Y DE MEDICION MAGNETICA DE
RESISTIVIDADES (MMR)
S. Méndez-Delgado, E. Gómez-Treviño y M.A. Pérez-Flores.

EXG.20
INVERSION 2-D DE DATOS DE DIPOLO-DIPOLO,
ELECTROMAGNETICOS EN EL LIMITE RESISTIVO Y DE MEDICION
MAGNETICA DE RESISTIVIDADES (MMR)
S. Méndez-Delgado, M.A. Pérez-Flores, M.G. Rodríguez-García y E.
Gómez-Treviño

EXG.24
INVERSION CONJUNTA DE DATOS DE DIPOLO-DIPOLO Y
ELECTROMAGNETICOS DEL TIPO DEL EM-34
M.A. Pérez Flores, S. Méndez Delgado y E. Gómez-Treviño

EXG.31
TOMOGRAFIA SISMICA EN ROCA CRISTALINA INTENSAMENTE
FRACTURADA
Carlos V. Traslósheros, J. Espinosa-Luna y Alfredo Sánchez-Monclú

EXG.32
REFRACCION 2-D. MATRICES DE SENSIBILIDAD,
CONDICIONAMIENTO, MODELOS INICIALES Y UN ANALISIS DEL
ACOPLAMIENTO VELOCIDAD-PROFUNDIDAD.
Carlos V. Traslósheros y C.A. González-Morales

SALA C
MIERCOLES 15
13:00 hrs.

EXG.05
SOBRE LA INVARIANZA DEL TIPPER EN MEDICIONES
MAGNETOTELURICAS
Francisco J. Esparza y Enrique Gómez-Treviño

EXG.06
ESTUDIO DE SISMICA DE REFRACCION PARA LA UBICACION DE
UN RELLENO SANITARIO EN EL POBLADO DE "EL FLORIDO",
TUJUANA, B.C.
Juan Espinosa-Luna, C.A. González-Morales y Carlos V. Traslósheros

EXG.11
MODELADO TRIDIMENSIONAL DE ANOMALIAS GRAVIMETRICAS: EL
CASO DE UN YACIMIENTO DE SULFUROS MASIVOS
J. García Abdeslem y J.M. Espinosa Cardaña

EXG.18
ANALISIS DE SENSIBILIDAD ESPACIAL E INVERSION DE DATOS DE
RADAR DE TERRENO
O. Lázaro-Mancilla y E. Gómez-Treviño

EXG.19
INVERSION CONJUNTA DE DATOS ELECTROMAGNETICOS EN EL
LIMITE RESISTIVO Y DE MEDICION MAGNETICA DE
RESISTIVIDADES (MMR)
S. Méndez-Delgado, E. Gómez-Treviño y M.A. Pérez-Flores.

EXG.20
INVERSION 2-D DE DATOS DE DIPOLO-DIPOLO,
ELECTROMAGNETICOS EN EL LIMITE RESISTIVO Y DE MEDICION
MAGNETICA DE RESISTIVIDADES (MMR)
S. Méndez-Delgado, M.A. Pérez-Flores, M.G. Rodríguez-García y E.
Gómez-Treviño

EXG.24
INVERSION CONJUNTA DE DATOS DE DIPOLO-DIPOLO Y
ELECTROMAGNETICOS DEL TIPO DEL EM-34
M.A. Pérez Flores, S. Méndez Delgado y E. Gómez-Treviño

EXG.31
TOMOGRAFIA SISMICA EN ROCA CRISTALINA INTENSAMENTE
FRACTURADA
Carlos V. Traslósheros, J. Espinosa-Luna y Alfredo Sánchez-Monclú

EXG.32
REFRACCION 2-D. MATRICES DE SENSIBILIDAD,
CONDICIONAMIENTO, MODELOS INICIALES Y UN ANALISIS DEL
ACOPLAMIENTO VELOCIDAD-PROFUNDIDAD.
Carlos V. Traslósheros y C.A. González-Morales

SALA C
JUEVES 16
13:00 hrs.

EXG.05
SOBRE LA INVARIANZA DEL TIPPER EN MEDICIONES
MAGNETOTELURICAS
Francisco J. Esparza y Enrique Gómez-Treviño

EXG.06
ESTUDIO DE SISMICA DE REFRACCION PARA LA UBICACION DE UN
RELLENO SANITARIO EN EL POBLADO DE "EL FLORIDO", TUJUANA,
B.C.
Juan Espinosa-Luna, C.A. González-Morales y Carlos V. Traslósheros

EXG.11
MODELADO TRIDIMENSIONAL DE ANOMALIAS GRAVIMETRICAS: EL
CASO DE UN YACIMIENTO DE SULFUROS MASIVOS
J. García Abdeslem y J.M. Espinosa Cardaña

EXG.18
ANALISIS DE SENSIBILIDAD ESPACIAL E INVERSION DE DATOS DE
RADAR DE TERRENO
O. Lázaro-Mancilla y E. Gómez-Treviño

EXG.19
INVERSION CONJUNTA DE DATOS ELECTROMAGNETICOS EN EL
LIMITE RESISTIVO Y DE MEDICION MAGNETICA DE RESISTIVIDADES
(MMR)
S. Méndez-Delgado, E. Gómez-Treviño y M.A. Pérez-Flores.

EXG.20
INVERSION 2-D DE DATOS DE DIPOLO-DIPOLO,
ELECTROMAGNETICOS EN EL LIMITE RESISTIVO Y DE MEDICION
MAGNETICA DE RESISTIVIDADES (MMR)
S. Méndez-Delgado, M.A. Pérez-Flores, M.G. Rodríguez-García y E. Gómez-
Treviño

EXG.24
INVERSION CONJUNTA DE DATOS DE DIPOLO-DIPOLO Y
ELECTROMAGNETICOS DEL TIPO DEL EM-34
M.A. Pérez Flores, S. Méndez Delgado y E. Gómez-Treviño

EXG.31
TOMOGRAFIA SISMICA EN ROCA CRISTALINA INTENSAMENTE
FRACTURADA
Carlos V. Traslósheros, J. Espinosa-Luna y Alfredo Sánchez-Monclú

EXG.32
REFRACCION 2-D. MATRICES DE SENSIBILIDAD, CONDICIONAMIENTO,
MODELOS INICIALES Y UN ANALISIS DEL ACOPLAMIENTO
VELOCIDAD-PROFUNDIDAD.
Carlos V. Traslósheros y C.A. González-Morales

**PREEVENTO DE LA REUNION DE LA UGM / A PREMEETING EVENT OF THE UGM
ANNUAL MEETING**

**TALLER CANADA-MEXICO SOBRE APLICACIONES DE FISICA DE MEDIOS
POROSOS, 1995**

**CANADA-MEXICO WORKSHOP ON THE APPLICATIONS OF THE PHYSICS OF POROUS
MEDIA, 1995**

Noviembre /November 10-12, 1995, Hotel Camino Real, Puerto Vallarta, Jalisco, México.

Organizadores/Organizers:

T.J.T. Spanos
Department of Physics
University of Alberta
Edmonton, Alberta, Canada T6G 2J1
tim@phys.ualberta.ca
Fax: (403) 492 0714

P.N. Sahay
Departamento de Sismología
CICESE
Ensenada, Baja California 22860, México
pratap@cicese.mx
Fax: (91-617) 4 49 33

El taller esta diseñado para analizar los problemas de dinámica de materiales que actualmente se encuentran en áreas como la geofísica, ingeniería civil, ingeniería química, geotermia, ingeniería petrolera y en imágenes ultrasónicas con aplicación médica. Se discutirá el papel que las teorías más recientes en este campo tienen en la comprensión de la física de medios porosos.

This workshop is designed to present the basic physical problems being encountered in experimental geophysics, civil engineering, chemical engineering, geotechnical engineering, petroleum engineering and medical ultrasound imaging when studying the dynamics of porous materials, and discuss the role that recent developments in the theoretical understanding of the physics of porous media can play in addressing these problems.

La participación en el taller será sin costo alguno, siempre y cuando sean participantes en la reunión de la UGM. El cupo es limitado, en caso de estar interesado deberá ponerse en contacto inmediatamente con los organizadores.

The workshop is open to an attendee of the UGM annual meeting without any fees. However, seating is limited so interested person should get in touch with the organizers as soon as possible.

PROGRAMA / PROGRAM

Jueves, Nov. 9, 1995

Bienvenida/Ice Breaker: 5:00 p.m.- 7:00 p.m.

Viernes, Nov. 10, 1995

Apertura/Opening Comments

Mañana: Thermodynamics
T.J.T. Spanos, University of Alberta
Equilibrium Thermodynamics of Porous Media
L.S. García-Colin, Universidad Autónoma Metropolitana
Irreversible Thermodynamics and Flow Through Porous Media
N. Udey, High Performance Computing
Lattice Gas Models and Their Use in Porous Media Research

Tarde: Fluid Flow
R.G. Bentsen, University of Alberta
Impact of Model Error on the Measurement of Flow Properties Needed to Describe Flow Through Porous Media
C. Cruickshank, Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México
Macro-Dispersion in Heterogeneous Porous Media
J.A. Esquivel-Avila, CINVESTAV, Instituto Politécnico Nacional
Filtration Problems with Seawater Intrusion

Sábado, Nov. 11, 1995

Mañana: Scattering
F.J. Sabina, IIMAS, Universidad Nacional Autónoma de México
Waves in Materials with Microstructure
C.J. Santamarina, University of Waterloo
Study of Particulate Materials and Process Monitoring with Mechanical and Electromagnetic Waves
L.H. Le, University of Alberta
A Review of Ultrasonic Studies in Bone Characterization

Tarde: Geomechanics
G. Auvinet, Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México
Physics of Porous Media and Soil Mechanics
M.B. Dusseault, University of Waterloo
Petroleum Geomechanics and Poro-Mechanics Fundamentals
M.B. Geilikman, University of Waterloo
Growth of Diffuse Yielded Zone During Solids Production from Fluid-Saturated Granular Media

Domingo, Nov. 12, 1995

Mañana: Geophysics I
P.N. Sahay, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada
Seismology of Porous Structures in the Earth
M. Reyes-Ruiz, Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México
Low Frequency Waves in Dusty Plasmas: An Astrophysical Multicomponent System
R. Knight, University of British Columbia
Elastic Wave Velocities and Fluid Distribution: at the Laboratory and Reservoir Scale

Tarde: Geophysics II
J.M. Carcione, Osservatorio Geofisico Sperimentale and G. Quiroga-Goode, University of London
Wave Propagation Simulation in Porous Media
D.R. Schmitt, University of Alberta
Non-Linear Effects in the Deformation of Rock Leading to Hydraulic Rupture
T.J.T. Spanos, University of Alberta and P.N. Sahay, CICESE
What Future Research Topics Have Been Identified?

Cierre/Closing Comments

Las sesiones de la mañana durarán de las 9:00 a.m.-12:00 p.m. y las sesiones de la tarde durarán de las 4:00 p.m.-7:00 p.m. Cada platica tendrá una duración de 30 minutos seguido de 15 minutos para discusión. Después de dos platicas habrá 15 minutos para tomar cafe. Al finalizar tendremos 30 minutos de discusion de todas las sesiones .

The morning sessions shall run from 9:00 a.m. to 12:00 p.m. and the evening sessions shall run from 4:00 p.m. to 7:00 p.m. Each talk shall be of 30 minutes of duration followed by 15 minutes of discussion . After two talks there shall be 15 minutes of coffee break. At the end of a session there shall be 30 minutes of discussion on all talks of the session.

Patrocinadores/Sponsoring Organizations

National Science and Engineering Research Council
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada
University of Alberta
Unión Geofísica Mexicana.

UNION GEOFISICA MEXICANA REUNION ANUAL 1995
PROGRAMA GENERAL



| | | | | | | |
|--|---|---|---------------------|------------------------|--------------|---|
| CAMBIOS AMBIENTALES GLOBALES | | | CEREMONIA INAUGURAL | REGISTRO E INSCRIPCION | LUNES 13 | A |
| GEOLOGIA II | GEOLOGIA I | | | | | B |
| GEOHIDROLOGIA II | GEOHIDROLOGIA I | | | | | C |
| EXPLORACION GEOFISICA I | RIESGOS NATURALES Y GEOLOGICOS | CIENCIAS ATMOSFERA Y ESPACIO EXTERIOR I | A | MARTES 14 | MERCOCLES 15 | A |
| SIMULACION DEL OLEAJE Y SU DINAMICA | DINAMICA DEL OCEANO: TEORIA Y EXPERIMENTO | DINAMICA DE MARES MARGINALES | B | | | |
| GPS | GPS | RIESGO VOLCANICO POPOCATEPETL | C | | | |
| ASAMBLEA | CIENCIAS ATMOSFERA Y ESPACIO EXTERIOR III | CIENCIAS ATMOSFERA Y ESPACIO EXTERIOR II | A | JUEVES 16 | VIERNES 17 | A |
| | TECTONICA I | OCEANOGRAFIA COSTERA | B | | | |
| | EXPLORACION GEOFISICA II | ESTUDIOS DE ATENUACION Y SISMICIDAD | C | | | |
| A 10 AÑOS DEL TEMBLOR DE MICHOACAN DE 1985 (M=8.1) | | PROPAGACION DE ONDAS, MODELOS Y TECNICAS | A | VIERNES 17 | VIERNES 17 | A |
| TECTONICA II | GEOLOGIA IV | GEOLOGIA III | B | | | |
| TECTONICA Y VOLCANISMO I | EXPLORACION GEOFISICA III | GEOTERMIA I | C | | | |
| GEOLOGIA V | TECTONICA Y VOLCANISMO III | TECTONICA Y VOLCANISMO II | A | VIERNES 17 | VIERNES 17 | A |
| | SISMICIDAD Y REDES SISMICAS | RESPUESTA SISMICA DE SUELOS Y ESTRUCTURAS | B | | | |
| | GEOTERMIA III | GEOTERMIA II | C | | | |

GEOL.48

ESTRUCTURA DEL SECTOR NORTE DEL RIFT DE COLIMA

J. Rosas-Elguera

Centro de Ciencias de la Tierra, Universidad de Guadalajara

Los resultados de estudios estructurales a lo largo del rift Tepic-Zacoalco sugieren una dirección de extensión N-NE para el Plio-Cuaternario. De acuerdo con sus características morfoestructurales el rift de Colima puede considerarse formado por dos sectores: la porción norte, donde las fallas limitan una depresión angosta con variaciones en su dirección, y la porción sur, una depresión más ancha y menos definida limitada en su porción oriental por un sistema de fallas en echelon. Norte del Rift de Colima. En su conjunto está conformado por tres depresiones: el graben de Amacueca, el graben de Zapotlán y el graben de Sayula. Las dos primeras de dirección NE-SW y la última N-S. El graben de Amacueca está definido por dos fallas normales de dirección 30°-40°, las cuales limitan una depresión de 11 km de ancho. La falla que buza hacia el NW se une progresivamente con las estructuras del graben de Citla para formar el punto triple; mientras que la falla que buza hacia el SE tiene 20 km de longitud y, aparentemente, corta al sistema NW-SE del semigraben de Zacoalco. De acuerdo con Allan (1986) este sistema tiene un desplazamiento vertical mínimo de 2.5 km. El graben de Sayula es la segunda estructura en la región norte del Rift de Colima. Esta cuenca de dirección N-S tiene un ancho de 15 km en tanto que la parte más larga de escarpe de falla tiene una longitud de 18 km. El complejo volcánico Colima están alineados a lo largo de una dirección N-S, y posiblemente fueron emplazados a lo largo de la falla occidental. Así, la longitud total de la traza de la falla podría alcanzar los 50 km. El graben de Zapotlán Las fallas normales que limitan el graben tienen una dirección 35°. Su anchura es de 10 km y su longitud de 11 km. El desplazamiento vertical mínimo observado es de 300 m.

Las fallas que buzan hacia el NW cortan una secuencia de capas rojas que subyacen discordantemente a rocas pliocénicas.

Se analizaron un total de 89 planos de falla y 225 planos de fractura. Ello demostró que existen dos direcciones preferenciales: una N-S y otra 20°-30°. En tanto que el buzamiento varía entre 75°-79° en promedio. Las fallas son normales sin que se observe alguna componente lateral. La dirección promedio de σ_3 para el Plio-Cuaternario es de 144°. La región también ha sido afectada por una tectónica transpresiva.

La ortogonalidad y contemporaneidad entre los σ_3 de los rifts de Tepic-Zacoalco y de Colima puede explicarse por un movimiento hacia el SE del bloque Michoacán-Guerrero coincidente con una baja tasa de convergencia perpendicular de la placa Rivera. Estos resultados invalidarían el modelo donde el rift de Colima corresponde al último "salto" hacia el oriente de la Cresta del Pacífico Oriental con el consecuente movimiento del Bloque Jalisco hacia el N-NW.

GH.16

EL KARST EN YUCATAN: ELEMENTOS DE SU FORMACION Y CONSECUENCIAS PARA LA HIDROGEOLOGIA

Birgit Steinich

Posgrado en Ciencias de la Tierra, UACPyP del CCH, Instituto de Geofísica, UNAM, México, D.F., México

La Península de Yucatán consiste en una plataforma extensa de rocas calcáreas con espesores no menos de 300 metros. Estas rocas estaban sujeto a condiciones climáticas variadas en tiempos geológicos. Estos cambios se reflejan en la presencia de varios ciclos de sedimentación y disolución de las rocas. Los procesos de disolución han creado en la Península un enorme área de rocas karstificadas que le da a la hidrogeología de la zona sus características especiales.

El régimen del flujo del agua subterránea depende primordialmente de las características del karst. Los parámetros importantes son el grado de la karstificación, e.g. el tamaño y la interconexión de los diferentes vacíos, tuncles y cavernas, y la distribución espacial de los mismos.

Las variaciones espaciales del tipo de las estructuras del karst son considerables en la zona estudiada. Se pueden identificar zonas de intensa disolución de la roca lo cual resultó en grandes dimensiones de los vacíos creados. En otras regiones, sin embargo, la karstificación ha creado formas de disolución pequeñas. Se observan zonas de acumulación muy significativa de estructuras de disolución. Estas observaciones sugieren una importante variación espacial de las condiciones favorables para el proceso de la disolución de la roca.

Una estrecha relación entre procesos tectónicos en profundidades hasta más de 1000 metros resulta ser un motor importante para el desarrollo de la karstificación en la Península de Yucatán.

TVC.33

EL ORIGEN DEL GOLFO DE MEXICO Y DE SUS SUBCUENCAS PETROLERAS MEXICANAS

Jaime Rueda Gaxiola

IMP. Eje Central Lázaro Cárdenas No. 152, México D.F.
DEPFI-UNAM, CU., 04510, México D.F.

Los resultados del estudio de rocas sedimentarias basales de las secuencias transgresivas jurásicas de las Subcuencas Mexicanas del Golfo de México (Rueda-Gaxiola, J. 1975; Rueda-Gaxiola, J. 1978-1994), por medio del Método Palinoestratigráfico (Rueda-Gaxiola, J. 1993), permiten deducir las condiciones tectono-sedimentarias que prevalecieron durante la formación del Golfo de México, los primeros esfuerzos tensionales de la apertura del Océano Atlántico del Norte dan origen a la Cuenca Rético-Liásica de Huayacocotla El Alamar (Rueda-Gaxiola, J. 1993).

Durante el Jurásico (Liásico Tardío-Jurásico Medio), se originó un Punto Triple situado al Noreste de Tampico que dió origen al Golfo de México y a las Subcuencas Mexicanas de Sabinas-Chihuahua, de Tampico-Misantla, de Veracruz y de Chiapas-Tabasco-Campeche (Rueda-Gaxiola, J. 1994). Dos de las ramas de la Triple Unión (una Suroeste-Noreste, paralela a la Escarpa de Campeche y otra casi Norte-Sur, representada actualmente por la Falla de Nautla-Jalapa-Orizaba), permitieron el desplazamiento del Bloque de Chiapas-Tabasco-Campeche-Yucatán hacia el Sureste, por medio de la Falla de Orizaba-Tuxtepec-Ixtepec, formando la profunda depresión de la Cuenca de Veracruz, de más de 7000m, y las Subcuencas del Sureste que iniciaron sus secuencias con los lechos rojos de la Formación Todos Santos. la Cuenca Tampico-Misantla se originó por el desplazamiento hacia el Suroeste del Bloque de Huayacocotla, por medio de la Falla de los ríos Pánuco-Moctezuma que originó el hundimiento del bloque hacia el Noreste donde se inició el depósito con los sedimentos lacustres de la Formación Rosario que dividió en dos partes a la Cuenca Huayacocotla-El Alamar. La Tercera Rama de la Triple Unión (Sureste-Noroeste) fue la causante de la formación de la Cuenca de Sabinas, limitada al Noreste por la Falla de Río Sabinas, y de su continuación hacia la Cuenca de Chihuahua por medio de esfuerzos tensionales, donde se depositó la secuencia transgresiva sobre lechos rojos de la Formación La Joya, hacia el Sureste.

S.63

FIELD SURVEY REPORT AND NUMERICAL SIMULATION OF THE OCTOBER 9TH 1995 JALISCO-COLIMA TSUNAMI

M. Ortiz¹, J.I. Gonzalez¹, J. Reyes¹, C. Nava¹, E. Torres², G. Saenz³ and J. Arrieta³
¹ CICESE

² Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima, Manzanillo, Col., México

³ Instituto Oceanográfico del Pacífico, Dirección General de Oceanografía Naval, Secretaría de Marina, Manzanillo, Col. México

The recent October 9th Jalisco-Colima (western coast of central Mexico) earthquake of Ms=7.5 generated a tsunami which attacked the coast within five minutes after the quake. Sea-level rised 3 to 5 meters several times with a period of about 30 minutes along the 200 km coastline from Cuyutlan, Col. to Punta Chalacatepec, Jal. Severe damage was caused by the floods on some coastal communities, mainly along Bahía Tenacatita where the water reached an horizontal distance of up to 400m inland.

A numerical simulation of this tsunami was performed. The initial tsunami profile, as caused by the earthquake, is determined by the Mansinha and Smylie model, assuming a mirrored sea floor to sea-surface motion. Deep water linear theory for the far field and shallow water non-linear theory near the shore are considered. Computation is carried out through an explicit finite-difference scheme.

Computed run up water levels agree reasonably with field measurements, and the water level fits adequately with the tide gauge record in Manzanillo.

S.64

LIBERACION TEMPORAL DE ENERGIA EN LOS ENJAMBRES SISMICOS COMO DISTRIBUCION LOGISTICA.

F. A. Nava, Roberto Toscano Fletes y Ewa Glowacka
Depto. Sismología, CICESE Apdo. Postal 2732,
Ensenada, B.C., México

Se estudia la distribución de liberación temporal de energía para enjambres sísmicos del norte de Baja California y el sur de California, registrados en los catálogos de CalTech/USGS y de RESNOM con localizaciones de calidad A y B, con objeto de determinar si dicha distribución corresponde a un modelo logístico.

La determinación e identificación de enjambres se lleva a cabo automáticamente, en tres dimensiones y considerando posibles migraciones de fuentes.

Dada la falta de determinación en el ajuste de la distribución cumulativa, se diseña e implementa un método para el ajuste de la distribución instantánea.

Los resultados sugieren la necesidad de establecer criterios para distinguir enjambres de secuencias (premonitores-evento principal-réplicas), que sean función de las características del propio agrupamiento.

Se discuten las diferentes distribuciones ajustadas, como función de localización, profundidad, número de eventos, apilamiento (stacking) de enjambres, etc.

OF.33

UN MODELO NUMERICO PARA FRENTES OCEANICOS CON TERMODINAMICA SIMPLIFICADA

Edgar G. Pavía y Alejandro Parés Sierra
CICESE, Km. 107 Carr. Tijuana-Ensenada, Ensenada,
B.C., México, 22800.

Los frentes son muy frecuentes en los océanos. En general, se caracterizan por fuertes gradientes que hacen que su dinámica sea única, pero a la vez difícil de modelar numéricamente. Una de sus características es la intersección de isosuperficies cerca del frente, que hace especialmente difícil su estudio con técnicas numéricas convencionales. Similarmente, efectos termodinámicos son usualmente omitidos porque requieren ecuaciones discretizadas adicionales. En este trabajo presentamos un modelo numérico especialmente diseñado para este propósito. El modelo es una extensión de los modelos de partícula en celda introducidos por Pavía y Cushman-Roisin (1988), incluyendo un gradiente horizontal de densidad para simular la termodinámica del frente. Se presentan varios ejemplos para ilustrar la capacidad de este modelo.

Recordamos a todos los miembros de la Unión Geofísica Mexicana que la cuota para 1996 es de N\$ 75.00 (SETENTA Y CINCO NUEVOS PESOS 00/100 M.N.).

Favor de hacer llegar su cuota a:

ó

Favor de hacer llegar su cuota a:

Luis A. Delgado Argote
División de Ciencias de la Tierra
Km. 107 Carr. Tijuana-Ensenada
Ensenada, 22860, Baja California

Ana Pereda
Instituto de Geofísica, UNAM
Ciudad Universitaria
México, D.F., Del. Coyoacán,
C.P. 04510

Con un cordial saludo.

M.C. Luis A. Delgado Argote
Secretario General

GEOS, revista a la venta en:

ó

CICESE:

Instituto de Geofísica-UNAM
Sección Editorial,
At'n: Ana Pereda

División de Ciencias de la Tierra
Departamento de Geología
At'n: Maru García

Costo del ejemplar N\$ 20.00

Recordamos a todos los miembros de la Unión Geofísica Mexicana que la cuota para 1996 es de N\$ 75.00 (SETENTA Y CINCO NUEVOS PESOS 00/100 M.N.).

Favor de hacer llegar su cuota a:

ó

Favor de hacer llegar su cuota a:

Luis A. Delgado Argote
División de Ciencias de la Tierra
Km. 107 Carr. Tijuana-Ensenada
Ensenada, 22860, Baja California

Ana Pereda
Instituto de Geofísica, UNAM
Ciudad Universitaria
México, D.F., Del. Coyoacán,
C.P. 04510

Con un cordial saludo.

M.C. Luis A. Delgado Argote
Secretario General

GEOS, revista a la venta en:

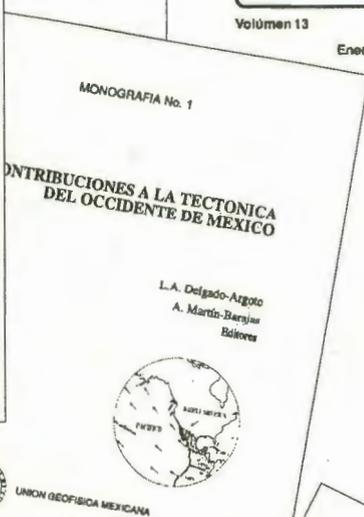
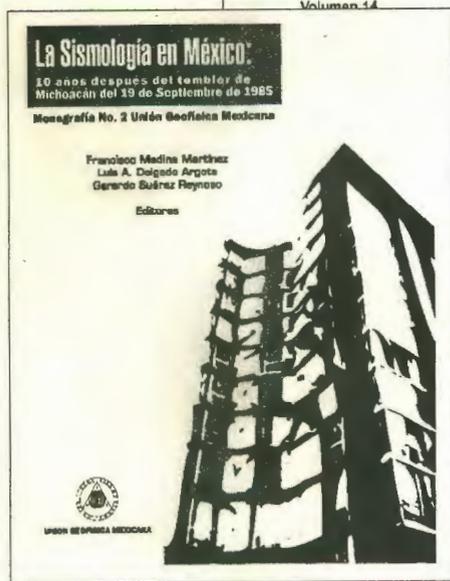
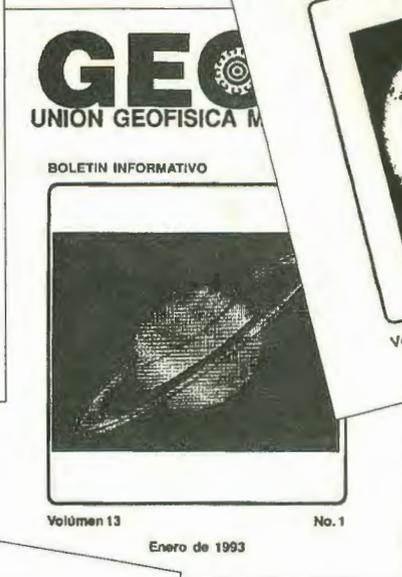
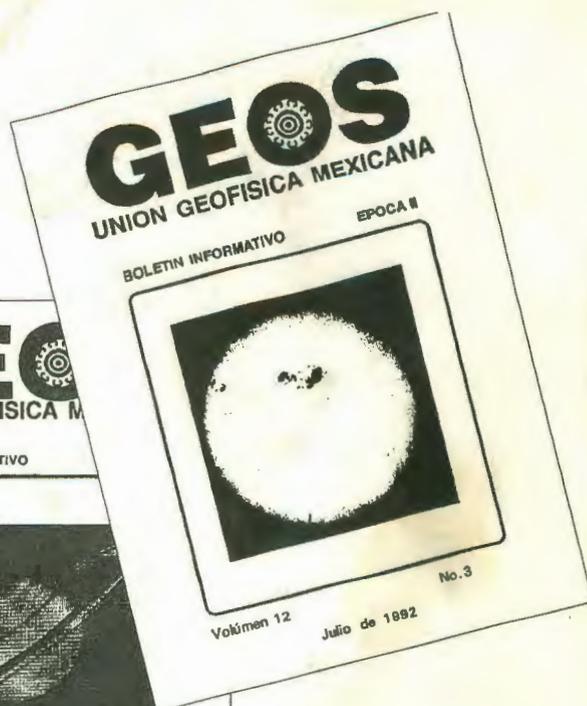
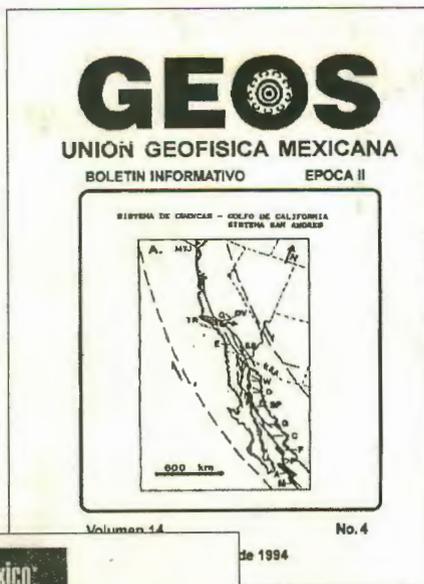
ó

CICESE:

Instituto de Geofísica-UNAM
Sección Editorial,
At'n: Ana Pereda

División de Ciencias de la Tierra
Departamento de Geología
At'n: Maru García

Costo del ejemplar N\$ 20.00



Tus trabajos de investigación y divulgación tienen cabida en estos foros de la Unión Geofísica Mexicana.

geofísica internacional
CONTENTS
Vol. 34, No. 3, April - June, 1995

| | |
|---|-----|
| J. ARDIA, V. M. MENDOZA and E. E. VILLAHERVA: Numerical prediction of the sea surface response in the Pacific and Atlantic oceans. | 149 |
| L. CARLSON and V. BARON: Influence of the tide waves on the circulation of the southern part of the estuary of the Río Magdalena. | 161 |
| M. E. BELLUCI: Diagnóstico y predicción de situaciones de riesgo en el sistema de drenaje del río de San Carlos. | 175 |
| J. URIBITA-PUCUAGUÁN: Preliminary study of the geology of the San Carlos system, Mexico. | 187 |
| J. URIBITA-PUCUAGUÁN and R. MELDRA-GARCÍA: Integración tectónica y hidrogeológica de la Ciénega Amecá, sistema San Carlos, implicaciones para el aprovechamiento. | 201 |
| E. G. MARTINEZ, M. VILLALBA and J. RAYKOV: Magnitudes for local earthquakes calculated with the D-Schuster relation. | 213 |
| C. I. GONZALEZ-POMPOYO and C. VALDES-GONZALEZ: Seismicity of the State of Puebla, Mexico 1965-1995. | 221 |
| A. PARCIAL, O. DELGADO and H. FUENTES: Demostración de la sismicidad sísmica de las montañas de la República de Cuba. | 233 |
| M. S. BELTRAYTO-LOPEZ: Paleogeología y paleoclimatología de la zona de Zacoala, Michoacán, México, época Cretácica. | 239 |

