

BIBLIOTECA
CICESE

GEOS

UNION GEOFISICA MEXICANA

BOLETIN INFORMATIVO

EPOCA II



Volúmen 13

No.5

Noviembre de 1993

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

Publicación apoyada por: Instituto de Ingeniería-UNAM; Instituto de Geografía-UNAM; Instituto de Geofísica-UNAM; CICESE; Centro de Ciencias de la Atmósfera-UNAM, Coordinación de la Investigación Científica-UNAM. Fac. de Ingeniería UNAM, Inst. C. del Mar y Limnología-UNAM, Inst. Invest. Electricas CFE. Agradecemos al Lab. IFUNAM-Ensenada las facilidades que nos brindan.

EDITORES: Francisco Medina y Cinna Lomnitz

Comité Editorial: Juan M. Espíndola Castro, (IGF-UNAM), Luis Delgado, (CICESE), Silvia Bravo (IGF-UNAM), Miguel Lavín, (CICESE), Jaime Yamamoto, (EGF-UNAM), Alberto López, (IA-UNAM), Fernando García (CCA-UNAM)

APOYO EDITORIAL: Carmen Márquez, Marcos Paulo González Otero, Armando Reyes Serrato, Norma Vásquez y Mara Arroyo

Toda correspondencia dirigirla a:

Inst. Geofísica UNAM
At'n: Francisco Medina
Apdo. Postal 2681, Ensenada, B.C. C.P. 22830
Fax: 91 617-4-46-03 Tel: 91 617-4-46-02

UNION GEOFISICA MEXICANA*

Presidente:	Dr. Carlos Gay	(CCA-UNAM)
Vicepresidente:	Dr. Enrique Gómez T.	(CICESE)
Tesorero:	M.C. Francisco Medina	(IGF-UNAM)
Srio. Gral:	M. C. René Garduño	(CCA-UNAM)
Srio. Difusión:	Dr. Cinna Lomnitz	(IGF-UNAM)
Srio. Educación:	Dr. Miguel Lavín	(CICESE)
Srio. Investigación:	M.C. Luis Delgado	(CICESE)

* La Unión Geofísica Mexicana (UGM) es la Sociedad Civil no lucrativa de los profesionales de la Geofísica y Ciencias relacionadas.

RESUMENES DE LA REUNION 1993

EDITORIAL

La Reunión 1993 de la Unión Geofísica Mexicana vuelve a reunir a la comunidad geofísica para analizar, en mas de 200 trabajos, algunos de los logros científicos alcanzados durante el año en los diferentes proyectos.

Resulta muy importante resaltar que hemos notado un incremento constante de trabajos relacionados con el tema de Riesgo Geológico y Desastres Naturales. Las grandes ciudades mexicanas están en expansión y dicho crecimiento no corre paralelo con estudios serios de riesgo.

Tijuana fué sorprendida por las lluvias y un gran conjunto de casas habitación fueron dañadas. Aparentemente, dichas colonias se ubican en sitios de alto riesgo geológico pues el terreno es notablemente afectado al contacto con el agua. Casos similares se han visto en zonas del Distrito Federal, Zacatecas y Torreon, donde colonias de nueva creación se han desarrollado en terrenos minados o en terrenos de relleno que no han resistido las avenidas de las épocas de lluvia. Grandes agrietamientos en calles y casas se han reportado en diferentes ciudades debido, en parte, a la subsidencia del terreno ante la intensa explotación acuífera.

Estos problemas evidencian la necesidad de planificar el desarrollo urbano con estudios geológicos y geohidrológicos mas serios de los que se han realizado hasta el momento. Insistamos nuevamente en la necesidad de crear en México un Servicio Geológico Nacional, que permita establecer normas mínimas para el desarrollo de nuestras ciudades.



La reunión 1993 de la Unión Geofísica Mexicana tendrá nuevamente como sede a la ciudad de Puerto Vallarta. En esta ocasión se han logrado reunir poco mas de 200 trabajos que corresponden al trabajo de investigación desarrollado en centros de investigación y universidades de cerca de 15 estados de la república. También están representadas instituciones pertenecientes a mas de una docena de países, muchas de las cuales trabajan en cooperación con instituciones nacionales.

En esta ocasión, el entusiasmo de algunos de nuestros miembros ha logrado concretar sesiones de mucha importancia, como las referentes al Cráter Chicxulub y a la de Tectónica del Graben de Acambay. En la primera colaboraron Luis Marin y Jaime Urrutia, y en la segunda colaboró Ana Maria Soler.

Adicionalmente, para lograr llevar a cabo esta reunión, nuevamente ha sido de gran valor el tiempo que muchos investigadores han asignado a la organización; agradecemos por ello a Joann M Stock, Jaime Herrera, Miguel Lavin y Luis Delgado. En esta ocasión contamos con el apoyo económico de la Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM, de los Institutos de Geofísica y de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, del Consejo de Recursos Minerales y del CICESE. Por ello queremos dar las gracias al Dr. Gerardo Suarez, Dr. Mario Martinez, Dr. David Novelo, Dra Leticia Flores, Dr. Julian Adem, Dr. F. Garcia Garcia y M.C. Israel Hernandez. La labor editorial tuvo el apoyo de Ana Pereda, Norma Vazquez y Guadalupe Gonzalez.

Los Editores

F. Medina, E. Gomez Treviño, C. Gay y R. Garduño



MEDALLA MARIANO BARCENA DE LA UNION GEOFISICA MEXICANA

UN RECONOCIMIENTO A LA LABOR ACADEMICA

La mesa directiva de la Unión Geofísica Mexicana otorgará, a partir de este año, la Medalla Mariano Barcena a los miembros que considere que debe hacerles un reconocimiento, por su labor académica y de investigación, y en especial por sus labores de fortalecimiento para la Unión Geofísica Mexicana.

Esta distinción tiene por objeto el reconocer la actividad de nuestros grandes maestros y, a la vez, resaltar la importancia que han tenido destacados naturalistas en el desarrollo de la Geofísica en México. En este caso al Ing. Mariano Barcena.

El Ing. Mariano Barcena fué un notable geólogo, explorador, meteorólogo y vulcanólogo mexicano a quien se debe, entre otras cosas, la fundación del Observatorio Meteorológico de México.

Nacido en Ameca, Jalisco, en 1842, Mariano Barcena se graduó de Ingeniero Topógrafo en la Universidad Nacional en 1871. Ocupó la cátedra de Mineralogía y Geología y escribió sobre diferentes áreas de las Ciencias de la Tierra. Entre sus obras destacan: Estudios Sismológicos, Geología Dinámica, Tratado de Paleontología Mexicana, Litología Práctica, Minerales Bismutíferos de México, Pórfidos Mesozoicos de México, etc. A mediados de la década de los setenta, del siglo pasado, se le encargó la organización del Observatorio Meteorológico Nacional, el cual fundó en 1877 ocupando el cargo de director.

Su labor académica y científica fué bastante amplia, por ello el gobierno mexicano le encomendó diferentes tareas como la de elaborar un informe detallado de la actividad del Volcán Colima a raíz de la intensa actividad eruptiva de

1869. También fungió como representante de México en diferentes foros internacionales durante 1885, 1889 y 1893.

Al imponer su nombre a la medalla por méritos académicos, la Unión Geofísica Mexicana pretende hacer un reconocimiento a la memoria de tan importante científico mexicano y a su labor en el desarrollo de la Geofísica en México. Corresponde al Dr. Cinna Lomnitz, Investigador del Instituto de Geofísica de la UNAM, ser el primer académico que recibe esta distinción por parte de la Unión Geofísica Mexicana. Esta distinción es otorgada en reconocimiento a su notable labor como académico y a la alta calidad científica de su trabajo así como a su sobresaliente labor editorial, al frente de la revista Geofísica Internacional.

Cita.- El Dr. C. Lomnitz no requiere de grandes presentaciones ya que es un renombrado sismólogo, reconocido no solo en México sino también en el ámbito internacional. 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 y posteriormente la dirección del departamento de sismología en el Instituto de Geofísica de la UNAM.

Su producción científica es bastante abundante y por demás conocida, destacando en forma particular sus libros sobre Tectónica de Placas y Sismología y Predicción de Sismos. Al otorgarle la medalla Mariano Barcena, la Unión Geofísica Mexicana desea hacer patente su agradecimiento a su esfuerzo como editor al frente de la revista Geofísica Internacional, además de reconocerlo como uno de los maestros eméritos de México en el área de Ciencias de la Tierra.

S.K. SINGH Y P. RIPA GANADORES DE LA VERSION 1993 DE LA
MEDALLA MANUEL MALDONADO KOERDELL

La versión 1993 del premio a la Investigación científica Manuel Maldonado Koerdell, conto con candidatos de excelente curriculum. El comité de premiación decidió otorgar el premio, en esta ocasión, a los investigadores Dr. Pedro Ripa del CICESE, y Dr. Shri K. Singh de la UNAM. Ambos se han destacado como científicos de excelencia en sus áreas de trabajo, alcanzando el nivel III del SNI y con una producción de varias decenas de artículos de primer orden.

Cita.- Dr. Pedro Ripa. El Dr. Ripa, originario de la república Argentina y mexicano por naturalización, ha

desarrollado una importante labor de investigación en el área de la Oceanografía, en el departamento de Oceanología del CICESE. En los casi 15 años que lleva trabajando en ese centro ha logrado publicar mas de 50 artículos en revistas de circulación internacional, además de que ha sido director de tesis de mas de 15 estudiantes de licenciatura y posgrado.

Su área de trabajo corresponde a la Oceanografía Física, en la cual ha publicado trabajos de suma importancia y que le han dado reconocimiento internacional, por ello mas de una docena de revistas lo han incorporado a su comité de revisores. Entre estas revistas destaca el J. Fluid Mechanics, el J. Geophysical Res., el J. Physical Oceanography, etc. La UNESCO lo ha reconocido como experto dentro del proyecto de Ciencia y Tecnología del Mar.

La Unión Geofísica Mexicana le otorga, este año, la Medalla Manuel Maldonado Koerdell, como reconocimiento a su brillante trayectoria como investigador, desarrollada en una de las mas prestigiosas instituciones mexicanas.

Cita.- Dr. Shri Krishna Singh. El Dr Singh, originario de la India y naturalizado mexicano, lleva mas de 20 años trabajando en el Instituto de Geofísica de la UNAM. Durante ese tiempo ha logrado publicar mas de un centenar de artículos en revistas de circulación internacional en el área de la sismología.

Se puede afirmar que el Dr. Singh ha hecho su carrera como investigador en México, pues inició sus labores como investigador del Instituto de Geofísica de la UNAM solo dos años después de graduarse de doctor en la Universidad de Columbia (EUA). Su experiencia como sismólogo es reconocida internacionalmente, por lo que ha llegado a ser profesor visitante en universidades de Noruega, Francia, Italia y los Estados Unidos.

Su labor académica se ve reflejada en mas de una docena de tesis de licenciatura y posgrado, mismas que ha dirigido en el Instituto de Geofísica y en el de Ingeniería, ambos de la UNAM. Por su constante y reconocida trayectoria en investigación, en el área de la sismología, la Unión Geofísica Mexicana le otorga la Medalla Manuel Maldonado Koerdell.



Maestría y Doctorado en Ingeniería Hidráulica



La División de estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de la UNAM ofrece cursos de maestría y doctorado en Ingeniería Hidráulica en sus instalaciones de Progreso, Morelos.

Las asignaturas que se imparten son, entre otras:

*Hidráulica general
Métodos Matemáticos
Mecánica de Fluidos
Hidrología de Superficie*

*Irrigación y drenaje
Geohidrología
Métodos Numéricos
Obras Hidráulicas*

La maestría y el doctorado están dirigidos a egresados de ingeniería civil, ciencias agropecuarias y carreras afines. Estos cursos están apoyados por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua a través de becas, biblioteca, computadoras y laboratorios.

Informes al (73) 19-40-49 o 19-40-00 ext. 532 con el Dr. Alvaro Muñoz en Paseo Cuauhnáhuac #8532, Progreso, Mor. C.P. 62550

POSGRADO EN Geofísica



Unidad Académica de los Ciclos
Profesionales y de Posgrado del
Colegio de Ciencias y Humanidades

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

El instituto de Geofísica y la Unidad Académica de los ciclos Profesional y de Posgrado del CCH de la UNAM ofrecen a todos los profesionales en Física, Geofísica, Geología, Ingeniería, Química, o alguna área académica afín, los Posgrados de Maestría y Doctorado de Geofísica dentro de las siguientes áreas:

**AGUAS SUBTERRANEAS
EXPLORACIÓN GEOFÍSICA
SISIMOLOGÍA Y FÍSICA DEL INTERIOR DE LA TIERRA
ESTUDIOS ESPACIALES
MODELACIÓN MATEMÁTICA Y COMPUTACIONAL DE SISTEMAS GEOFÍSICOS**

Informes: Instituto de Geofísica UNAM
Cd. Universitaria
México 04510 D.F.
Tel 662-4130 y 622-4137 Fax 550-2486

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

INSTITUCION	PAIS
Instituto de Geofisica y Astronomia-Cuba	CUB
Instituto Invest. Oceanologicas UABC	MEX
Instituto de Geofisica - UNAM	MEX
Inst. Ciencias Nucleares UNAM	MEX
Instituto de Geologia - UNAM	MEX
Inst. Comput. Mathematics-Rusia	RUS
Inst. C. del Mar y Limnologia UNAM	MEX
Inst. Geodynamique URA-CNRS-Francia	FRA
ERNO-I.GEOL.-UNAM-Sonora	MEX
E.S.I.A. - I.P.N.	MEX
Esc. Ing. Civil - U.A.P.	MEX
Inst. Ingenieria UNAM	MEX
Inst. Investigaciones Electricas	MEX
Inst. Meteorologia Hidrologia Bulgaria	BGA
Inst. Ingenieria UABC	MEX
Instituto Mexicano del Petroleo	MEX
Inst. Meteorologia Acad. Ciencias-Cuba	CUB
Instituto Nal. Invest. Nucleares	MEX
Inst. Inv. Matematicas Aplicadas UNAM	MEX
Inst. Mixte Recharches Geothermiques	FRA
Inst. Andaluz de Geofisica	ESP
I.I.M.A.S. - Cuernavaca UNAM	MEX
Inst. Fisica de la Tierra - Paris	FRA
Inst. Tecnologico de Sonora	MEX
Inst. Tecnol. California-EUA	USA
Inst. Sismol. Univ. Sto. Domingo	RDM
Inst. Ocean. Golfo y Caribe DGON-Veracruz	MEX
Inst. Oceanografico Manzanillo DGON	MEX
Industria Minera Indio	MEX
CENAPRED	MEX
Centro de Mineralogia y Geoquimica - Florencia	ITA
Centro C. de la Atmosfera UNAM	MEX
Centro Nacional de Invest. Atmosferica	USA
C. Univ. Invest. Oceanol. U. Colima	MEX
Centro de Invest. Sismica FJBS	MEX
Centro C. de la Tierra Univ. Guadalajara	MEX
C.I.C.E.S.E.	MEX
Consejo Recursos Minerales - SEMIP	MEX
Comision Federal de Electricidad	MEX
Comision Nacional del Agua	MEX
Dir. Gral Oceanografia Naval S.M.	MEX
Oregon State University	USA
Observatorio Real de Belgica	BEG
Ecole Polytechnique - Montreal	CAN
Esc. Reg. C. de la Tierra Univ. Guerrero	MEX
Fac. Ingenieria UNAM	MEX

Fac. Geografia Univ. Guadalajara	MEX
Fac. Ciencias de la Tierra UANL	MEX
Lunar & Planet. Sci. Inst. Texas	MEX
Ontario Geol. Survey	CAN
PEMEX	MEX
Planta Nuclear Lag. Verde - CFE	MEX
School Ocean Sciences UCNW-Inglaterra	ING
Scripps Inst. Oceanography	USA
Univ. Alcala de Henares-Espana	ESP
Univ. Aut. Metropolitana - Iztapalapa	MEX
Univ. Hamburgo	ALE
Univ. de Milan - Italia	ITA
Univ. Guanajuato	MEX
Univ. Complutense - Madrid	ESP
Univ. Barcelona	ESP
Univ. California - Berkeley	USA
Univ. Pisa	ITA
Univ. Florencia	ITA
Univ. Northern Illinois	USA
Univ. Veracruz - Jalapa	MEX
Univ. Aut. Edo Mexico	MEX
Univ. de Chile	CHL
Univ. Internacional de Florida	USA
Univ. de los Andes	VEN
Univ. Estatal de New York	USA
Univ. Estatal San Diego Cal.	USA
Texas A & M University	USA
Univ. Texas - Arlington	USA
Univ. Texas - Houston	USA
Univ. Nevada - Reno	USA
Universidad de Edinburgo	ING
Univ. Wales	ING
Univ. Central Washington	USA
Univ. New Orleans	USA
Univ. Estatal California-San Bernardino	USA
Univ. Autonoma Yucatan	MEX
Univ. Aut. Edo. Hidalgo	MEX
Univ. Kiel - Alemania	ALE
Univ. Washington - Seattle	USA
Univ. Rhode Island	USA
US Geological Survey - Cal.	USA

OCEANOGRAFIA ----- 1

GEOLOGIA, GEOQUIMICA, VOLCANOLOGIA Y TECTONICA -- 8

EXPLORACION GEOFISICA ----- 35

CIENCIAS ATMOSFERICAS Y ESTUDIOS ESPACIALES ----- 46

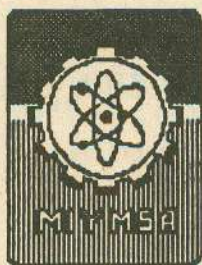
GEOTERMIA Y GEOHIDROLOGIA ----- 56

SISMOLOGIA ----- 65

SISTEMAS DE INGENIERIA SISMICA Y DINAMICA ESTRUCTURAL



**REPRESENTANTE EXCLUSIVO PARA LA REPUBLICA
MEXICANA:**



**MEDIDORES INDUSTRIALES Y
MEDICOS S.A. DE C.V.**

ODESA #1110
COL. PORTALES
03300, MEXICO, D.F.

**FAX: (5) 605-9181 PHONE: (5) 604-0058
605-6312**

***Física
del Mar***

Un programa de posgrado

CICESE

Departamento de Oceanografía Física
Apartado postal #2732. Ensenada, B.Cfa., México
Teléfono 52 (667) 4 5050 ext. 4010. Fax 52 (667) 4 5154

Fotografía: Van Dyke

PALEOCEANOLOGIA DEL FENOMENO DEL NIÑO A PARTIR DE LA GEOQUIMICA DE CORALES

José D. Carriquiry

División de Geología y Geoquímica
Instituto de Investigaciones Oceanológicas
Universidad Autónoma de Baja California
Apdo. Postal # 453, Ensenada, B.C.

Existe un profundo interés en entender los procesos de interrelación Océano-Atmósfera, como el Fenómeno del Niño y la Oscilación Austral, y de saber si estos eventos son cada vez mas frecuentes en el contexto actual del cambio climático global. Muchas de las respuestas del cambio global (y de los pronósticos a futuro) pueden ser obtenidas de sistemas naturales de registro climático, entre ellos, el sistema considerado de mas alta fidelidad son las bandas de crecimiento de corales.

Los datos obtenidos en este estudio de $\delta^{18}O$ en esqueletos de corales del genero *Porites* nos muestran una prerioidicidad en la variabilidad térmica de la superficie del océano, representando no solo la señal normal del calentamiento estacional del agua oceánica, sino también sobresaliendo un sezgo isotópico del $\delta^{18}O$ hacia valores mas negativos para la banda esquelética secretada en el año de 1983, coincidiendo con el Fenómeno del Niño 1982-83. Dichos sezgos isotópicos representan un calentamiento de las aguas oceánicas de 3 a 6 °C, dependiendo de la profundidad. Al obtener regresiones de los valores de $\delta^{18}O$ -esquelética contra temperaturas medidas en el area de estudio se obtuvo una ecuación de paleotemperatura para *Porites*: $\delta_c - \delta_w = 1.36 - 0.222 (t \text{ } ^\circ\text{C})$, donde t es la temperatura, δ_c es la composición isotópica del carbonato y δ_w la del agua oceánica. La resolución con la que los corales registran la variabilidad térmica del océano es de $\sim 0.5^\circ\text{C}$.

004.OF.02

COMPORTAMIENTO DE LAS CORRIENTES DE MAREA EN CUENCAS MARINAS SEMI-CERRADAS

Prof. Zongwan Xia, Dr. Noel Carbajal
Prof. Jürgen Sündermann

El comportamiento de las corrientes de marea en cuencas semi-cerradas fué estudiado. Para este fin fueron aplicadas la teoría desarrollada por Taylor y la simulación numérica de las mareas M_2 y K_1 en el Mar del Norte y en el Mar de China del Sur. Los resultados muestran que en una cuenca semi-cerrada de cierta longitud se observan puntos nodales de corriente

(anfidromías de corriente) para una determinada componente de marea. Estos puntos nodales de corriente pueden ser divididos en dos grupos según su mecanismo de formación, o sea, en puntos anfidrómicos costeros e intermedios. Los costeros existen en forma individual mientras que los intermedios en pares. El sistema anfidrómico de corriente y de elevación del mar están intimamente relacionados. Entre dos anfidromías de corriente rotando en direcciones opuestas. este par de anfidromías normalmente se separa en cuencas oceánicas reales. La anfidromía costera principal aparece cercana a la parte cerrada del mar, mientras que en regiones semi-cerradas de menor magnitud (bahías y golfos) también pueden aparecer. En puntos anfidrómicos de corriente, la velocidad no debe ser necesariamente cero, sino que las corrientes de marea deben trazar círculos en lugar de elipses.

005.OF.03

SIMULACION NUMERICA DE LA CIRCULACION BAROCLINICA EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

Dr. Noel Carbajal
Tijberg 2
2716, LH Zoetermeer, Holanda

Con el empleo de datos hidrográficos históricos, la circulación baroclínica en el Golfo de California fué simulada para situaciones típicas de invierno y verano. Un modelo tridimensional de 12 capas apropiado para la plataforma continental fué aplicado. Los campos de temperatura y salinidad, resultantes del arreglo de todos los datos, fueron ajustados a la topografía, viento y a la componente de marea semidiurna M_2 mediante cálculos de pronóstico de corta duración (cuasi-diagnósticos). Información acerca de las estructuras horizontales y verticales del flujo fué obtenida. Al sur de Salsipuedes se observa en el lado de la península un angosto pero intenso flujo (hacia el sureste) el cual se extiende hasta la entrada del Golfo. El corte resultante puede ser responsable de la producción de remolinos mesocálculos a través de inestabilidad barotrópica. Los remolinos ciclónico y anticiclónicos observados en la parte norte del Golfo fueron reproducidos. Se demuestra que las intensas corrientes de marea son responsables del mezclado vertical de agua y de aquí de la temperatura superficial anormalmente fría observada en la región del Canal de Ballenas. Los cálculos de transporte de volumen y flujos de calor son del mismo orden que los obtenidos por otros métodos. Las zonas de surgencia de agua determinadas en este trabajo concuerdan con otras estimas y con fotos de satélite.

007.OF.04

VARIABILIDAD ESTACIONAL E INTERANUAL DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR EN EL GOLFO DE MEXICO, ANALIZADA A PARTIR DE DATOS DE SATELITE (AVHRR).

*Hugo Herrera-Cervantes

**Alejandro Parés-Sierra

*Instituto Oceanográfico del Golfo y Mar Caribe
S.M. Blvd. M.A. Camacho y Uribe.
C.P. 91700, Veracruz Ver.

**CICESE, Grupo de Estudios Básicos-Golfo de México
Km. 107 Carr. Tijuana-Ensenada, A.P. 2732
Ensenada, B.C.

Se utilizan ocho años (1982-1989) de datos de Temperatura Superficial del Mar (TSM) para el océano mundial obtenidos por los sensores de infrarojo (AVHRR) del satélite NOAA-06, de ellos se extrae información para el Golfo de México de 16° a 32° Norte y de 80° a 98° Oeste. Se analiza la variabilidad estacional e interanual de la TSM así como las características dinámicas más representativas de la zona de estudio (corriente de Lazo y remolinos anticiclónicos). A la fecha se han analizado los datos en forma preliminar, en los cuales se detecta la presencia e intensificación de la corriente de Lazo y el desprendimiento de remolinos anticiclónicos principalmente en la temporada otoño-invierno. El efecto de las nubes sobre los datos al final de la primavera y durante el verano, impide identificar con claridad el comportamiento de eventos detectados en otoño e invierno. El campo de anomalías TSM muestra la fuerte señal estacional y la presencia de la corriente del Lazo en la mayor parte del año. En el campo de las anomalías interanuales, se aprecia en forma preliminar un evento de enfriamiento en los primeros dos años de la serie, asociado con el evento de El Niño 1983, para después presentar la fase cálida y la intensificación de la corriente del Lazo, generando remolinos que se propagan lentamente hacia el Oeste y en algunas ocasiones permanecen estacionarios por largos períodos.

016.OF.05

ESTUDIO SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LOS CAMPOS HIDROGRÁFICOS EN EL CANAL DE BALLENAS Y ZONAS ADYACENTES

Rosario Romero Centeno y Ma. Luisa Argote E.
CICESE Km. 107
Carr. Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C.

En base a un conjunto de datos hidrográficos históricos

correspondientes a la parte central del Golfo de California (GC), que incluye observaciones de campañas oceanográficas realizadas entre 1939 y 1990, se presenta un análisis detallado de las características hidrográficas de la región del GC conocida como el Canal de Ballenas y se compara con las que presentan las zonas adyacentes. Este análisis comprende lo siguiente: a) estudio de las características promedio de temperatura y salinidad a lo largo de la columna de agua, b) identificación de masas de agua, c) estudio de la variabilidad espacial y temporal de los campos de temperatura y salinidad, d) influencia de eventos "El Niño" sobre las características hidrográficas de las distintas regiones, e) variación anual de la estratificación y del contenido de calor de la columna de agua para diferentes niveles de profundidad, f) flujos de calor a través de la superficie del mar obtenidos a partir de datos meteorológicos de la región. Como siguiente paso de este trabajo se pretende probar el efecto de los principales mecanismos sobre la variabilidad anual de la distribución de los campos hidrográficos.

017.OF.06

RESPUESTA DE LA CIRCULACION EN EL GOLFO DE MEXICO A LOS EFECTOS TERMODINÁMICOS

Jorge Zavala, Alejandro Parés y José Luis Ochoa
CICESE, km. 107
Carr. Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C.

Con un modelo de 2 1/2 capas no homogéneas se estudia la circulación en el Golfo de México (GM). El modelo está forzado con un flujo prescrito en el Estrecho de Yucatán, vientos climáticos e intercambio de calor con la atmósfera. Se reproducen las principales características de la circulación en el GM: la Corriente del Lazo (CL), el desprendimiento de giros anticiclónicos de la CL, pares de giros ciclónico-anticiclónico en el GM, migración de los giros hacia el oeste, etc. Se analizan los efectos de los forzamientos termodinámicos producidos por intercambios con la atmósfera o por flujos verticales entre capas, particularmente se muestran los efectos del enfriamiento en invierno en la región norte y su propagación.

018.OF.07

IMAGENES AVHRR Y RESULTADOS NUMERICOS EN EL VIDEO DE LA ZONA DEL GOLFO DE MEXICO Y MAR CARIBE

José Luis Ochoa, Alejandro Parés y J. Zavala
CICESE, km. 107
Carr. Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C.

Se presenta un video de 15 min. de duración con

sucesiones de imágenes semanales de temperatura superficial (AVHRR) y mapa de grosores y respectivas velocidades de un modelo de 2 1/2 capas con termodinámica calculados con un programa que admite forzamientos por esfuerzo del viento, entrada y salida en fronteras abiertas y erosión entre capas activas. Se hace notar las similitudes y diferencias que ofrecen observaciones y modelo.

019.OF.08

ESTABILIDAD DE UNA CORRIENTE OCEANICA FRONTAL

Pedro Osuna Cañedo y Edgar Pavia

Centro de Investigación Científica y de Educación
Superior de Ensenada
A.P. 2732, Ensenada, B.C., 22800

Se estudia analíticamente la estabilidad lineal de una corriente oceánica frontal en el contexto de la Dinámica de Frentes Geostroficados (DFG). Se encuentra que las corrientes con perfiles de profundidad monotónicos son estables. Utilizando un modelo de partículas, se realizan experimentos numéricos que corroboran los resultados analíticos obtenidos con anterioridad.

020.OF.09

SIMULACION NUMERICA DE UNA CORRIENTE FRONTAL

Pedro Osuna Cañedo y Edgar Pavia

Centro de Investigación Científica y de Educación
Superior de Ensenada
A.P. 2732, Ensenada, B.C., 22800

Se presenta un estudio numérico sobre la variabilidad espacio-temporal de una corriente oceánica frontal. En este trabajo son resueltas las ecuaciones primitivas de aguas someras con gravedad reducida en un océano de una y media capas utilizando un modelo de partículas. Los estados iniciales son caracterizados a partir del número de Rossby (Ro). Los valores característicos para el flujo son: $Ro = O(0.01)$, $Ro = O(0.1)$ y $Ro = O(1.0)$. Los resultados indican que el caso correspondiente a $Ro = O(0.01)$ es estable, mientras que los casos resueltos para $Ro = O(0.1)$ y $Ro = O(1.0)$ presentan el crecimiento de perturbaciones en el frente. La presencia y evolución de las perturbaciones está probablemente determinada por la intensidad del flujo, aumentando su razón de crecimiento conforme aumenta el valor de Ro .

021.OF.10

DECAIMIENTO DE VORTICES OCEANICOS

Rigoberto F. García Sánchez y José Ochoa

Centro de Investigación Científica y de Educación
Superior de Ensenada, Ensenada, B.C. México

Se resuelve de forma analítica el problema lineal para el decaimiento de un vórtice oceánico barotrópico que incluye los efectos de la superficie libre, la fricción en el fondo (representada por una condición sobre la velocidad vertical en el tope de la capa de Ekman) y la difusión lateral de momento en el interior (alejado de la frontera sólida). Se obtiene una ecuación cerrada que dicta la evolución de la velocidad azimutal del vórtice incluyendo estos factores. La solución de dicha ecuación recupera las obtenidas por varios autores que consideran por separado, la fricción lateral, la fricción vertical o la deformación a la superficie libre.

022.OF.11

ONDAS Y ESTABILIDAD EN UN MODELO DE CAPAS INHOMOGENEAS

P. Ripa y J. Sheinbaum
CICESE, Km. 107 Carr. Tijuana-Ensenada
22800, Ensenada, B.C., México

Se estudia la estructura espacio-temporal de perturbaciones a un cierto estado básico en un modelo de ecuaciones primitivas con capas inhomogéneas. El estado básico puede ser tal que la corriente sea nula, lo que implica una compensación entre la variaciones laterales de la densidad verticalmente integrada en cada capa y su espesor. Sin embargo, hay un gradiente horizontal de vorticidad potencial aunque el parámetro de Coriolis sea constante. Las ondas correspondientes a este estado básico son dos de Poincaré, una de Rossby y una neutra que implica una redistribución inócua de masa.

También se analiza el caso de estados básicos con corrientes, lo que puede dar origen a inestabilidades. Este estudio es ayudado por la existencia de dos integrales de movimiento cuadráticas en la perturbación: la pseudoenergía y el pseudomomento.

023.OF.12

FLUJO ANUAL DE CALOR EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

P. Ripa y M.F. Lavín
CICESE, Km. 107 Carr. Tijuana-Ensenada
22800, Ensenada, B.C., México

Se comparan dos estimaciones independientes del flujo

anual de calor a lo largo del Golfo de California, como función de la distancia x a la cabeza. La primera es simplemente la diferencia entre el calor que entra por la superficie y el calor almacenado en las capas superiores correspondientes. La segunda se basa en primero estimar la corriente geostrófica con los datos hidrográficos y luego integrar el flujo advectivo de calor. A pesar de la pobre cobertura espacio temporal, ambos cálculos coinciden satisfactoriamente.

La velocidad superficial calculada a partir de la pendiente del nivel del mar muestra la misma fase que la obtenida con los datos hidrográficos, mientras que las amplitudes pueden diferir a lo sumo en un factor dos. Por otra parte, se confirma al nivel medio del mar como un excelente indicador del contenido de calor. Estos resultados indican claramente la importancia de fenómenos baroclínicos en el Golfo de California y constituyen un marco que deben reproducir los modelos numéricos.

024.OF.13

ESTUDIO DE LA CIRCULACIÓN Y LA VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL GOLFO DE MEXICO-MAR CARIBE MEDIANTE UN MODELO DE CAPAS INHOMOGENEAS

Julio Sheinbaum

Departamento de Oceanografía Física, CICESE
Apdo. Postal 2732, Ensenada, B.C. 22800

Se utiliza un modelo de dos y media capas (inhomogéneas) con termodinámica para estudiar la variación estacional de la temperatura superficial y la circulación en el Golfo de México-Mar Caribe. El Modelo es forzado con la climatología de vientos de Hellerman-Rosenstein y se utilizan parametrizaciones sencillas de los procesos termodinámicos que ocurren en la capa mezclada. Se incluyen también flujos de entrada en las fronteras Este y Sur, simulando el efecto de la corriente de Brasil y los flujos através de las Antillas pequeñas. El modelo es capaz de reproducir las características principales de la circulación en la región. Se comparan los campos de temperatura del modelo con imágenes de AVHRR. Se muestran también resultados de experimentos de asimilación de datos con el modelo.

025.OF.14

ADVECCION Y FORZAMIENTO POR VIENTO: OBSERVACIONES Y MODELO CONCEPTUAL DE SU EFECTO EN LA ESTRATIFICACION Y CIRCULACION DEL GOLFO DE TEHUANTEPEC.

A. Trasviña

CICESE, Depto. de Oceanografía Física
Apdo. Postal 2732, Ensenada, B.C., México

E. D., Barton, J. Brown, H.S., Velez
School of Ocean Sciences, UCNW,
Menai Bridge, Gwynedd LL59 5EY, U.K.

P.M., Kosro and R.L., Smith

Oregon State University
College of Oceanography, Corvallis, OR 97331, USA

El experimento TEHUANO, realizado en enero de 1989, fué diseñado para estudiar la respuesta del Golfo de Tehuantepec a los vientos de paso de montaña conocidos como "Nortes" o "Tehuantepeceros". Durante el experimento se observó la evolución completa del océano costero forzado por un evento de intensidad moderada. Las observaciones del viento son consistentes con la existencia de un forzamiento aproximadamente simétrico, en forma de un abanico que se extiende desde la cabeza del Golfo hacia afuera de la costa. El forzamiento a su vez produce un patrón asimétrico de circulación superficial, dominado por el desarrollo de un giro anticiclónico de 200 km. de diámetro en el Golfo Occidental. En el Golfo Oriental sólo se observa una débil circulación ciclónica, que no compensa la magnitud del transporte dentro del giro anticiclónico. Una corriente cálida del este contribuye con un importante flujo de flotación al Golfo Oriental. Observaciones de la estructura vertical de temperatura y corrientes durante el evento muestran la restricción de las corrientes a los 20 m superficiales, al mismo tiempo que se intensifica la termoclina. Este flujo de flotación incrementa la estratificación en forma continua durante el evento, lo cual impide la destrucción de la termoclina por mezcla vertical y el afloramiento de aguas sub-superficiales, restringiendo la penetración del efecto del viento a los 20 metros superficiales. La inhibición de la intensidad y penetración de las corrientes es un factor determinante en la ausencia del giro ciclónico. Se usa el modelo conceptual de Ekman para comparar el comportamiento teórico del océano costero con las observaciones directas de la dinámica del Golfo de Tehuantepec.

035.OF.15

ESPECTRO DE ENERGIA DE UNA SUPERFICIE ANISOTROPICA VIA PERCEPCION REMOTA

Josué Alvarez-Borrego

Centro de Investigación Científica y de Educación
Superior de Ensenada
División de Física Aplicada, Depto. de Optica

En este trabajo se describen los resultados de aplicar un modelo teórico no lineal propuesto recientemente a una superficie isotrópica real. Esta superficie fué fabricada en laboratorio por lo que su función de correlación es conocida. esto permite comparar los resultados

estadísticos que otorga el modelo con la información estadística que contiene la superficie. Como un segundo paso, se presenta la aplicación del modelo para obtener

la estadística de una superficie marina real obtenida mediante fotografía aérea.

083.OF.16

ANÁLISIS SINTÉTICO DE MAREAS EN EL OCEANO MUNDIAL

Juan H. Gaviño R.

Instituto Oceanográfico de Manzanillo, D.G.O.N., S.M.
Centro Universitario de Investigaciones
Oceanológicas U. de Colima
Apdo. Postal 458, 28200 Manzanillo Col.

200 modos de resonancia libre del océano mundial discretizados en una malla de 4x4 en el rango de 66 a 6 horas y obtenidos con el método de Lanczos, fueron utilizados para obtener las mareas semidiurna M2 y S2 y las diurnas K1 y O1 como expansión de estos modos, como un resultado complementario se obtuvieron con un procedimiento variacional modos de resonancia amortiguados por fricción lineal con el suelo; el análisis sintético muestra que las mareas están en resonancia, es decir pocos modos en la vecindad de las frecuencias de excitación explican su comportamiento; las gráficas de amplitud y fase de los niveles de agua y las de flujo de energía son muy similares a las obtenidas con modelación hidrodinámica numérica explícita en la misma malla.

086.OF.17

EL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA CON ALTA DESCARGA DEL RIO COLORADO

M.F. Lavín

C.I.C.E.S.E., Km. 107 Carr. Tijuana-Ensenada
22800, Ensenada, B.C., México

Con la construcción de presas en los EE.UU., la descarga del río Colorado ha venido reduciéndose desde principios del siglo, hasta llegar a ser casi nula. El efecto que esta descarga tenía originalmente sobre el alto golfo es desconocida. Durante los eventos de El Niño más recientes, se ha observado un gran incremento en la cantidad de lluvia en California y Baja California. La captación de la cuenca Río Colorado en invierno 92-93 fue la más grande en los últimos 200 años, y las presas en los EE.UU., desalojaron el excedente de agua creando condiciones semejantes a las que existían cuando el río descargaba libremente en el delta. Se presentarán resultados de una campaña oceanográfica realizada en

abril de 1991, durante la cual se observaron condiciones estuarinas, extendiéndose casi hasta la línea San Felipe-Puerto Peñasco, principalmente en la costa de Baja California.

087.OF.18

COASTAL TRANSITION ZONE IN THE CANARY CURRENT

DR. E. D. Barton

School of Ocean Sciences, University of Wales
Marine Science Laboratories
Menai Bridge, Gwynedd LL59 5EY
United Kingdom

Preliminary results from a cruise in August 1993 are presented. Some 180 conductivity-temperature-depth (CTD) casts, continuous ADCP sampling, and several drifting buoy releases were made from the Spanish Research Vessel Hesperides. Satellite AVHRR images were used to enhance the sampling strategy.

Main features of the results are:

A well developed filament extending from the African coast towards Gran Canaria terminating in an almost separated cyclonic eddy. Transects made parallel to the coast reveal the strong filament boundaries associated with onshore-offshore flows. Evidence of subduction on the anticyclonic flank of the filament is seen in chlorophyll fluorescence.

An intense cyclonic eddy southwest of Gran Canaria exhibits strongly upwelled isosurfaces. The eddy migrated southwards at about 10 cm s⁻¹. azimuthal velocities in the eddy measured with ADCP were in excess of 50 cm s⁻¹. Drifters launched near the centre of the eddy spiralled outwards in less than two days, possibly indicative of high radial velocities. The drifters carried thermistor chains of length 70 m and were equipped to monitor upwelling irradiance in SeaWiFS channels.

A shelter lee region southwest of the high Canary Island produced a wind shear of 15 m s⁻¹ in less than 1 km. Detailed CTD sections across the lee of Gran Canaria revealed pycnocline depression and elevation on the eastern and western sides respectively. The wind shear extended at least one island diameter downwind (~50 km).

131.OF.19

SOBRE EL EFECTO DEL GRADIENTE DE PRESION A LO LARGO DE LA COSTA EN SIMULACIONES NUMERICAS SOBRE LA PLATAFORMA CONTINEN- TAL DEL NORTE DE CALIFORNIA

Luis Zamudio y Manuel López
Depto. de Oceanografía Física

C.I.C.E.S.E

Apdo. Postal # 2732
Ensenada, B.C. 22800, México

El modelo bidimensional de circulación sobre la plataforma continental de Chen y Wang (J.Mar.Res., 1990) se extendió para incluir el gradiente de presión a lo largo de la costa (la dimensión ausente en el modelo). El gradiente de presión se incluye como un "forzamiento" externo que se calcula independientemente utilizando un modelo lineal de ondas atrapadas en la costa.

El modelo extendido ha sido utilizado para simular los campos de temperatura y velocidad en la plataforma continental del norte de California donde se llevó a cabo el programa de observaciones CODE 2 durante la primavera y el verano de 1982. Los resultados del modelo se compararon con observaciones y con los resultados de los modelos puramente bidimensional y de ondas atrapadas a la costa. Los resultados utilizando el modelo extendido muestran una cierta mejoría en las fluctuaciones de la velocidad, tanto perpendicular como paralela a la costa.

Los cambios con respecto a los resultados del modelo bidimensional se explican en términos de la oposición que existe entre el esfuerzo del viento y el gradiente de presión a lo largo de la costa, lo cual reduce la magnitud de la velocidad en esa misma dirección. La reducción de la velocidad provoca una reducción del esfuerzo a lo largo de la costa en el fondo, lo cual, a su vez, provoca una reducción del transporte perpendicular a la costa en la capa límite del fondo.

136.OF.20

UPWELLING OFF THE COAST OF OMAN

A. Mejía Trejo* and A. J. Elliott

School of Ocean Sciences
University College of North Wales
Menai Bridge, Gwynedd LL59 5EY, UK

*Present Address

A reduced gravity model (Luther and O'Brien, 1985) has been used to study the circulation along the coast of the Arabian peninsula. Particular attention was focused on the upwelling that occurs near the Omani coast and its generation by the SW monsoon winds. Two versions of the model (large scale and local area) were forced by the wind stress field derived by Legler et al. (1989) and the results compared with in-situ, ship drift and satellite SST data. The model simulations show that the alongshore currents and the extended area of upwelling off the Omani coast are the result of both offshore Ekman

transport, due to upwelling favourable winds, an open-sea upwelling in response to a positive wind stress curl. By considering the local and non-local forcing separately it is shown that the dynamically active structures which form off Somalia have little effect, according with modelling results and satellite picture, it is limited to the southern region off the Arabian Peninsula. The upwelling off Oman is therefore dominated by the effects of local wind forcing and cannot be considered as a downstream extension of the Somali Current.

181.OF.21

EL PROYECTO JASON: ALTA TECNOLOGIA DE INVESTIGACION CIENTIFICA EN CUENCAS OCEANICAS

José C. Guerrero García
Instituto de Geología, UNAM
04510, México D.F.

J. Eduardo Aguayo C.
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
Ciudad Universitaria 04510, México D.F.

En marzo de 1993 la Fundación "Jason" para la Educación efectuó la 4ta. fase de investigación y difusión de Ciencias y Tecnología, en la Cuenca de Guaymas, en Golfo de California. Las fases anteriores se efectuaron en el Mediterraneo, en el Labo Ontario y en las Islas Galápagos. En este proyecto en el que participaron científicos de E.U., Francia y México se utilizó la mas avanzada tecnología de exploración en cuencas oceánicas. El equipo incluyó el navío oceanográfico "Laney Chouest", el mini-sumergible "Turtle" y el sistema de telecomunicación por satélite permitió la transmisión directa de imágenes y la comunicación instantánea desde el fondo del mar, con centros de investigación en los 3 países participantes. El principal objetivo geológico fue el estudio de la estructura de un campo hidrotermal submarino en un ambiente de cresta sedimentada, en comparación con una cresta oceánica de mar abierto. En el área seleccionada en la fosa sur de la Cuenca de Guaymas se efectuaron 22 inmersiones del mini-sumergible "Turtle" y 24 descensos del sistema "Jason/Medea" a una profundidad de 2000 m. Utilizando el sistema de navegación "Exact" que permite determinar la localización tridimensional de "Jason" en un orden de cm., se cartografió con alta precisión un área de 100 x 100 m. que servirá de base para la localización exacta de muestras de roca y de fluidos hidrotermales, de comunidades biológicas y de emplazamiento de equipo.

195.OF.22

CIRCULACION EN LA ENTRADA

DEL GOLFO DE CALIFORNIA

* A.J. Sánchez Devora, ** A. Mascarenhas
y ** L. F. Navarro

*Secretaría de Marina

Dirección General de Oceanografía Naval
Estación de Investigación Oceanográfica
V. Guerrero No. 133, Fracc. Bahía, Ensenada, B.C.

**Instituto de Investigaciones Oceanológicas
Universidad Autónoma de Baja California
Apdo. Postal 2516, Ensenada, B.C.

Se analiza la dirección y velocidad de las corrientes en la entrada del Golfo de California, en base a datos obtenidos con el perfilador acústico de caída libre PEGASUS. Se efectuaron 49 lances con el pegasus durante el desarrollo de dos cruceros oceanográficos: 25 lances durante el crucero oceanográfico PESCAR-01, a bordo del B/O De Steiguer, del 21 de abril al 8 de mayo de 1992; los otros 24 lances durante el crucero oceanográfico PESCAR-02 a bordo del B/O Point Sur, del 27 de diciembre de 1992 al 7 de enero de 1993.

La dirección de los flujos en la entrada del Golfo de California muestran el patrón de circulación general del mismo: un flujo hacia adentro del Golfo, en el lado continental y un flujo hacia afuera del Golfo en el lado peninsular. En invierno se detectó un flujo transversal al Golfo, en el lado continental, dirigido de Este a Oeste. Se observó también que los flujos son más intensos en primavera que durante el invierno. Los valores de velocidad máximos (30 cm/seg) calculados a partir de los datos obtenidos con el PEGASUS fueron menores a los valores de velocidad geostrofica obtenidos por otros autores a partir de observaciones de STD.

197.OF.23

EL REGISTRO DE PALEOPRODUCTIVIDAD DEL OCEANO PACIFICO ECUATORIAL: UNA COMPARACION DE INDICES DE NUTRIENTES, MEZCLA OCEANICA Y PALEOEXPORTACION

Juan Carlos Herguera
División de Oceanografía-CICESE
Ensenada, B.C.

La original hipótesis de Arrhenius (1952), quien propuso que períodos climáticos mas fríos favorecen un océano de mayor productividad que el actual, reforzada recientemente con la propuesta que relaciona las variaciones en el flujo de materia orgánica exportada de la zona fótica con el contenido atmosférico de pCO_2 , han motivado un renovado interés en la reconstrucción de la paleoproduktividad oceánica en sedimentos del mar profundo para explicar la importancia de ésta, sobre

todo el flujo de materia orgánica que se exporta al fondo oceánico, para el ciclo del carbono y sus consecuencias climáticas.

Con este objetivo presentamos un registro de la magnitud relativa, dirección y cronología de la paleo-exportación de materia orgánica al fondo oceánico para los últimos 250 mil años (Ka) en el Pacífico Ecuatorial Occidental. Para la reconstrucción del registro de flujos de materia orgánica al sedimento utilizamos la abundancia de los foraminíferos béticos, los que también reflejan aunque de una manera indirecta el flujo de materia orgánica exportada de la zona fótica del océano. El registro de paleo-exportación de materia orgánica obtenido muestra una notable coherencia con el registro del hielo preservado en el $\delta^{18}O$ de los caparzones de los foraminíferos béticos, lo que nos muestra la gran sensibilidad de la productividad oceánica a los cambios climáticos a escalas glaciares interglaciares. Las variaciones observadas en el registro de paleoexportación están controladas por cambios en el flujo de nutrientes a la zona fótica, y este se puede alterar bien por cambios en el flujo de las aguas profundas a la superficie o en la intensidad de mezcla oceánica. Exploramos los cambios de estos mecanismos con la ayuda de diversos índices isotópicos nos encontramos con que la intensidad de mezcla oceánica es el mecanismo mas importante para explicar estas fluctuaciones, aunque esto no excluye otros mecanismos como puede ser una mas eficiente utilización de los nutrientes para explicar los cambios en el flujo de materia orgánica al sedimento en estas escalas temporales.

198.OF.24

CIRCULACION BAROTROPICA Y DISPERSION DE CONTAMINANTES EN EL GOLFO DE MEXICO

*Benjamín Martínez López, *Sergio Reyes Coca
y ++Alejandro Parés Sierra
*CICESE, Ensenada, B.C., México
++ SCRIPPS Institution of Oceanography, University
of California, San Diego, CA., EUA

Utilizando un modelo barotrópico, con cinco niveles de cómputo, se describe la circulación general del Golfo de México forzada por las mareas, el viento y la Corriente de Yucatán. Se analizan las características principales de los campos de corrientes resultantes, al considerar cada uno de los frentamientos individualmente, así como la interacción de todos. Se utiliza un método de Monte Carlo para simular la dispersión de contaminantes, los cuales pueden ser pasivos o activos y éstos se representan como una nube de partículas. Además de la advección y el carácter aleatorio, por medio del cual se incluyen las fluctuancias en la superficie. En este caso de dispersión de hidrocarburos se simula además la evaporación y la formación de emulsiones.

LOS LIMITES DEL TERRENO GUERRERO EN EL
ESTADO DE JALISCO, MEXICO:
OBSERVACIONES DE CAMPO

Pedro F. Zárate-Del Valle, Jorge Aguirre-Barragán

Universidad de Guadalajara
Juan N. Cumplido 36 S. H.
44100, Guadalajara, Jalisco, México

En la porción centro-occidental del territorio de Jalisco, el límite entre las provincias geológicas Complejo Orgénico Guerrero-Colima (COGC) (Terreno Guerrero, cretácico, TG) y Faja Ignimbrítica Mexicana (FIM) Sierra Madre Occidental: Terciario), ha sido difícil de precisar debido a que en esta porción del país por tradición, las rocas volcánicas de composición ácido-intermedia se correlacionan con la litología de la FIM. En base a observaciones de campo y aplicando criterios metalogénicos y tectónicos en la región de Autlán de Navarro-El Grullo, Jal., ha sido posible identificar a las facies calcárea y volcano-sedimentario marino de óxidos de Mn-Fe de las minas San Francisco y Paridero. Localmente esta secuencia está dividida en las formaciones San Pedro (Toba lítica traquítica) y San Francisco (toba cristalina traquítico-andesítica; Gómez Juárez, 1961; United Nations, 1969; Zantop, 1978). La secuencia anterior se formó en un ambiente de arco insular cretácico característico del occidente de México (Lapierre et al., 1992), cuya delimitación en el estado de Jalisco, por lo observado, debe ser mayor a la establecida (Campa y Coney, 1983). está en proceso el proyecto que permitirá precisar lo anterior.

THE EXTRATERRESTRIAL IMPACT HYPOTHESIS
AND THE CRETACEOUS/TERTIARY BOUNDARY: IS
THERE EVIDENCE OF IT IN
THE STRATIGRAPHIC RECORD?

José F. Longoria and Martha A. Gamper
Florida International University
Department of Geology
University Park, PC 344
Miami, Florida 33199

The occurrence of enriched iridium layers, shocked minerals, tektites, and physically disturbed beds in some K/T boundary sections from various parts of the world, has prompted some authors to invoke an extraterrestrial impact on the Earth at approximately 64.6 ma ago. In addition, followers of the impact theory have linked the terminal Cretaceous extinction of biota to the catastrophe of the environment caused by the impact. In spite of

recent efforts by proponents of the extraterrestrial impact hypothesis as the cause of the K/T boundary extinctions, the impact theory still awaits for unequivocal supporting data. This controversy has resulted from the fact that terrestrial processes and phenomena, among them volcanism, diagenesis, and eustatic changes of sea level, can also be invoked to account for the aforementioned feature. Stratigraphic malpractice in applying chronostratigraphic procedures in the definition of the K/T boundary has added an artificial complexity to the K/T boundary events. Proponents of the impact hypothesis have relied on the correlation of physical features such as the so-called "boundary clay" and the "clastic unit" to recognize the K/T boundary assuming those features precisely coincide with the K/T boundary.

We have studied the K/T boundary succession at different localities in México, from Chiapas in southern Mexico to Burgos in the northeast. In light of available data, the physically disturbed beds are predominant in the Burgos Basin; however, sections from southern Mexico, closer to the proposed impact site in Yucatan, lack of physically disturbed beds. In the northeastern sections, the perturbed beds often present in K/T boundary successions underlie eugubina first appearance datum, classically regarded by foraminiferal workers as the base of the Tertiary. The, using biochronological grounds, and assuming that the disturbed beds are the result of an extraterrestrial impact, the theorized Chicxulub bolide must have hit the Earth at the end of the Cretaceous, likely in the Upper Maastrichtian. Additionally, the iridium anomaly both in Italy and in Mexico, precisely coincides with the eugubina biozone. The extinction pattern observed in planktonic foraminifera at the K/T boundary seems to define a biological transformation, i.e., the large-sized Hedbergellacea are replaced by the minute "small globigerinas" following a stepwise pattern.

This pattern of planktonic foraminiferal extinctions is difficult to account in a catastrophic scenario such as that an asteroid impact would have produced. In spite of that, some authors have argued for a case of temperature increase of ~10°C for 10⁴ to 10⁵ years as a result of the impact which according to them could have caused an extended period of extinctions. This is an important observation which if holds true would have dramatic effects in the pelagic fauna. Also, the greenhouse effect produced by the assumed impact could have produced dramatic faunal changes equivalent to a mass extinction. Unfortunately, up to now there is not an unequivocal study that documents such a direct relationship between planktonic foraminiferal faunal changes and the extraterrestrial impact. The Mexican section so far studied seem to indicate that the biological transformation of large-sized Hedbergellacea was occurring before their "mass extinction".

In summary, the cause of the biotic extinctions at K/T boundary has been widely discussed and has been the

focus of heated discussions. The asteroid impact hypothesis as first elaborated by Alvarez et al. (1980) was based on the postulation that the iridium increments above background levels in the biochronologically defined K/T boundary section of Gubbio, Italy, is of extraterrestrial origin; thus, if proven to be the case, the iridium peak occurs in Mexico, as in the Gubbio section of Italy, within the eugubina-Zone. Also, the disturbed beds in the Mexican sections can not be unequivocally linked to this impact. consequently, the precise coincidence of the impact with the K/T boundary may be an artifact of the chronostratigraphic scheme applied by some workers. we insist that biohorizons (datum planes) should be used instead of lithic features in defining the K/T boundary because they have been proven to be the closest horizons to isochronous planes in sedimentary geology. The direct relationship between the extraterrestrial impact and the biological changes observed across the biochronologically defined K/T boundary remains to be established.

096.GEOL.03

GEOLOGIA DE LA CALDERA DE ACOCULCO, PUE. ASPECTOS GEOTERMICOS

Daniel Castillo Hernández
y Venancio de la Cruz Martínez
C.F.E., A. Volta 655, Morelia Mich.

A una distancia de 100 Km al NE de la Cd. de México, se localiza la Caldera de Acoculco, de probable edad Pliocénica, la cual se ubica en el límite entre el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre Oriental, sector que se caracteriza por una intensa actividad volcánica durante el Plio-Cuaternario. Sus rasgos morfológicos son poco evidentes superficialmente debido a que éstos se encuentran cubiertos, en gran parte, por una intensa actividad volcánica caldérica, representada por Ignimbrita Acoculco, la cual fue acompañada por un levantamiento diferencial del piso estimado en 300 m, así como por la formación de estructuras de subsidencia.

Durante el Cuaternario toda la zona se reactivó con la formación de conos volcánicos, así como de domos y mesetas de riolita, flujos de obsidiana y cenizas, emplazados estos últimos en rasgos anulares preexistentes. Recientemente se dataron una de estas mesetas y dos flujos de obsidiana de los cuales resultaron ser de $1.342 \pm .032$, $1.362 \pm .039$ y $1.420 \pm .032$ ma, respectivamente. Otra roca fue datada, corresponde a un derrame basáltico que sobreyace a estas mesetas, la cual dio una edad de $.242 \pm .042$ ma, evidenciándose así una nueva reactivación y la persistencia del volcanismo en las mismas localidades. La actividad termal identificada consiste de: mofetas, manatales termales, y de "agua agria", con temperaturas máximas de 50°C y con alto contenido de sales. El

carácter químico principal de las aguas es sulfatado-ácido y se reportan gases tales como CO_2 , H_2S , NH_3 , He, H_2 , Ar, O_2 , CH_4 . Por geotermometría se obtuvieron las siguientes máximas temperaturas para el manantial "Agua Salada" y por diferentes métodos de: 273°C (K/Na), 267°C (Na/K) y 213°C (Na, K, Ca); así como el resultado de un estudio isotópico que reveló que las concentraciones encontradas de $^3\text{He}/^4\text{He}$ son tan altas como las reportadas para Cerro Prieto y Los Azufres. Todo lo anterior conlleva a considerar que existe un gran potencial geotérmico para esta zona.

099.GEOL.04

REINTERPRETACION DE LA PROLONGACION ESTRUCTURAL Y MERIDIONAL DEL GEOSINCLINAL MEXICANO

Sergio Bazán Barrón
Industria Minera Indio, S.A.

Desde que Burckhardt (1930) postuló la extensa transgresión marina del Jurásico Superior y a la depresión, donde se acumularon gruesas secuencias de sedimentos mesozoicos la denominó Geosinclinal Mexicano; han existido muchas controversias para su posición, distribución y aún sobre su existencia misma. En efecto, a partir de la megashear de la Faja Neovolcánica Mexicana se ha expuesto varias interpretaciones relacionadas con la prolongación paleogeográfica, que la deducen hacia el oriente de la Cd. de Oaxaca. Otros investigadores infieren que el llamado Mar Mexicano a lo largo de la Cuenca de Chihuahua, pasaba a través de la Cuenca Sedimentaria Central para desviarse hacia la Cuenca de Veracruz, para continuar al norte de Macizo de Chiapas, hasta Guatemala. No obstante lo anterior y como resultado del descubrimiento de un escudo arqueano, al oriente del cratón de Norteamérica (Mexican Shield), limitado tectónicamente por el plano de Benlöff de la placa Nuxiño del Paleozoico, que según Bazán-Perkins (1992) constituye la principal discontinuidad del basamento de México, ha sido posible establecer la extensión meridional del Geosinclinal Mexicano, dentro de un sistema estructural esencialmente cordillerano. Por consecuencia, se puede establecer que durante el Jurásico Tardío y Cretácico Temprano, el Geosinclinal Mexicano se prolongaba estructuralmente a través de las cuencas de Guerrero y de Tlaxiaco, más allá de la costa del Pacífico, donde aparecen truncadas o clausuradas por la acreción oblicua de la Faja del Complejo Xolapa, del Cretácico Tardío. Es de hacer notar que esta faja inició su cratonización y levantamiento hará unos 120 m.a., durante el Cretácico Medio para originar el extenso desarrollo de los potentes bancos de calizas arrecifales que aún prevalecen en movimientos cabalgantes hacia el norte.

Un interesante dato de importancia metalogénica y litoestratigráfica que corrobora esta interpretación, se basa en la cadena de distritos de minerales básicos que se extienden por la parte central y a lo largo del territorio de México y que se prolongan al sur por las cuencas de Guerrero y de Tlaxiaco, dentro de un régimen cordillerano, como son los yacimientos Amatepec, Taxco, El Rosario, Zilazayoapan, Los Tejocotes y de otros. De esta interpretación se puede colegir que el Geosinclinal del Golfo de México y desarrollado también durante el Jurásico, a lo largo del frente oriental de la Sierra Madre Oriental, Sierra de Juárez y del Macizo de Chiapas, mantiene una evolución tectónica independiente, con un basamento precámbrico, dentro del escudo arqueano y con clara afinidad paleogeográfica hacia el sistema apalachiano. El Geosinclinal del Golfo tiene su peculiar carácter de contener los distritos petrolíferos de la Planicie Costera del Golfo de México, cuyo basamento está integrado por las rocas ofiolíticas arqueanas del Supergrupo Pápalo, con edad de ± 2600 m.a.

En tanto que el Geosinclinal Mexicano del Mesozoico, se desarrolló sobre la secuencia ofiolítica del Geosinclinal Cordillerano del Paleozoico, dentro de un sistema estructural de rifts vulcanosedimentarios que activamente concentraron minerales polimetálicos. Esta actividad estuvo de manifiesto, sin duda alguna, en su aparente prolongación, hacia la parte norte de la América del Sur y donde existen evidencias de su conexión, hacia el sistema cordillerano de Los Andes. Se puede concluir que la clausura de la prolongación meridional del Geosinclinal Mexicano, se debe al plutonismo y magmatización del Complejo Xolapa, bajo el empuje acrecionario del escudo arqueano desde el oriente. Este truncamiento acrecionario puede ser observado en el área de San Juan Mixtepec, Oax. donde la potente sección de los esquitos del Complejo Acatlán cabalgan regionalmente hacia el norte, sobre sedimentos jurásicos implicando la destrucción del referido geosinclinal.

100.GEOL.05

TECTONICA PLIO-CUATERNARIA EN LA PARTE MERIDIONAL DE MEXICO

Sergio D. Bazán Perkins
Industrial Minera Indio, S.A.

Se puede establecer que hacia la parte septentrional de la Faja Neovolcánica Mexicana, existe una fase cratonizada debida al efecto acrecionario del basamento precámbrico del oriente de México (Mexican Shield). Sin embargo, al sur del referido Eje Neovolcánico, existe una interacción activa reflejada por los movimientos telúricos secuenciales y actividad volcánica, como consecuencia de la reiterada acción acrecionaria de los macizos precámbricos del Golfo de México, fraccionados

en bloques y con persistentes empujes hacia el poniente. Entre los macizos de la Planicie Costera del Golfo de México, con actividad latente podemos mencionar el de Burros-Picachos, la Plataforma de Tamaulipas, el basamento de la cuenca Tampico Misantla, el Macizo de Santa Ana, el Macizo de los Tuxtlas, así como el basamento de la Plataforma de Yucatán en proceso de colisión y subducción bajo el Macizo de Chiapas. es de hacer notar que el discutido efecto regional de colisión continental de los referido macizos, promovió la Orogenia Mexicana y sus flexiones durante el período Laramide, incluyendo la actual morfo-tectónica Plio-Cuaternaria. De esta forma se tiene definida una sutura de colisión con subducción continental al poniente, desde el paleogolfo de Sabinas, Coah., para continuar por las trincheras de Magiscatzin Chicontepec, pasando por Misantla, Playa Vicente, Tuxtla Gutiérrez, hasta unirse con el sistema de fallas transcurrentes de las megashears Polochic-Matahwa, Bartlett. Se debe señalar que remanentes corticales de un megacratón que cubría la región del Golfo de México a finales del Paleozoico y Triásico, para integrar la Pangaea; posteriormente, fraccionado y disperso por deriva continental desde principios del Jurásico al Cretácico Temprano. Sin embargo, desde el Cretácico Tardío se ha venido acrecionando, así como durante todo el Terciario y hasta el presente, en forma diacrónica y por sectores hacia la margen oriental de México. Por consecuencia, la actividad volcánica alcalina Plio-Cuaternaria, al poniente de la sutura de colisión, resulta de los esfuerzos compresionales en contra de la cadena laramídica, promovida en sectores por un basamento primitivo del Arqueano, denominado Supergrupo Pápalo con edad de ± 2600 m.a. y compuesto de una potente secuencia de rocas ultramáficas, máficas de naturaleza komatítica y toleítica, asociadas a grauvacas.

De la intensa compresión acrecionaria, se puede diferenciar la naturaleza y competencia del basamento en el tiempo y el espacio en la parte meridional de México, marcada por discontinuidades litológicas mayores que determinan los efectos perturbadores de las fuerzas convergentes que interactúan, tanto del oriente como del occidente, con movimientos diferenciales distintivos. la interacción entre los macizos del Golfo de México y las fuerzas reactivas de la placa Cocos, han originado la disección de un bloque continental independiente, arqueado o flexionado hacia su parte marginal NE; limitado por las fallas de desgarre de la Faja Neovolcánica Mexicana y el plano de subducción del basamento en la Cuenca de Veracruz y de las fracturas del Istmo de Tehuantepec. Se considera que este bloque ha sido seccionado durante el Plio-cuaternario principalmente, debido al incisivo empuje de cuñas cristalinas del NE y del SW, para originar su levantamiento continental, con un sistema de fracturas radiales al Noroeste, en dirección a los esfuerzos y ortogonal al sistema regional Noroeste, precursor del

anterior. Se puede apreciar regionalmente y como resultado de la interacción coalecente de sutura, promovida por la subducción del basamento precámbrico en dirección poniente, tanto por el Macizo de Santa Ana y de los Tuxtlas, respectivamente en la Sierra Madre Oriental y en la Sierra de Juárez, la existencia de varios sistemas de fracturas con esfuerzos radiales en dirección NE y SW. Estos esfuerzos de desgarre y colisión en la corteza pudieron originarse por un bloque basal precámbrico, que actúa como cuña en la margen continental de Acapulco, dentro de la Faja Estructural Xolapa, del Cretácico Tardío. Finalmente, se pone en duda y discusión la división de terrenos estratotectónicos formulada por Coney (1983), Campa y Coney (1983) y otros autores, porque carece de consistencia estratigráfica y tectónica con las secuencias precámbricas y paleozoicas, así como de los eventos tectónicos del Mesozoico y Terciario. Por otra parte, los contactos de los referidos terrenos son abruptos, sin relación cronológica alguna con la naturaleza de su basamento; los supuestos contactos se explican por una tectónica vertical terciaria y sin relación con los límites paleogeográficos de las verdaderas provincias geológicas reconocidas.

101.GEOL.06

EL TRONCO INTRUSIVO DE SANTA ROSA, ZACATECAS, EJEMPLO DE MINERALIZACIÓN POLIMETALICA EN ESTRUCTURAS CIRCULARES EN EL NORESTE DE MEXICO.

Salvador Enciso de la Vega
Instituto de Geología, UNAM
Cd. Universitaria, Coyoacán 04510. D.F

El análisis de imágenes de satélite en la subprovincia de Sierras Atravesadas de la región norte de Zacatecas, ha permitido identificar emplazamientos intrusivos de expresión fisiográfica circular oval y anular. Estos cuerpos intrusivos han sido emplazados en rocas marinas mesozoicas de plataforma del Jurásico al Cretácico Superior. Reconocidos como terciarios eoceno tardío, de 40.0 a 45.0 m. y., los cuerpos intrusivos de Santa Rosa están compuestos de cuarzo monzonita y cuarzo diorita con estructuras lacolíticas en sus bordes modificados por fallas. El diámetro del mayor de estos cuerpos, es de unos 3.0 kilómetros. Estudios de campo favorecen el modelo tectónico de estructuras de colapso restantes del asentamiento de la masa intrusiva después de finalizar la acción ascendente de ésta y la liberación pneumotolítica de gases. La presencia de zonas brechadas marmolización y mineralización de baja de temperatura de oro, plata y zinc, así como las texturas porfídicas de los intrusivos, indican un probable emplazamiento hypoabisal somero. Dos tipos de mineralización fueron identificados: reemplazamiento

por contacto y relleno de vetas falla. Anteriormente a este estudio, la región se consideraba estructuralmente como formada por estructuras lineares subparalelas. Estudios similares a este pueden conducir a una reinterpretación tectónica de yacimientos polimetálicos en la Sierra Madre Oriental.

102.GEOL.07

ORIGIN AND PARAGENESIS OF ORE AND GANGUE MINERALS, SANTA MARIA DE LA PAZ MINING DISTRICT, SAN LUIS POTOSI, MEXICO

¹ Douglas H. McGibbon, ² Donald F. Reaser
³ Salvador Enciso de la Vega, ² Burke Burkart.

¹ 5075 Welkel Drive, Winnemucca, Nevada 89445

² Dep. of Geology, The University of Texas
at Arlington, Arlington, Texas 76019, U.S.A.

³ Instituto de Geología,
Universidad Nacional Autónoma de México
Cd. Universitaria, México 20, D.F.

The ore deposits of the La Paz, or Matehuala, Mexico mining district show a well developed zonal arrangement around two major intrusive bodies, both by the temperature regime classification of the deposits and by metallic mineralization. Calc-silicate tactite occurs nearest the intrusives; successively further from the igneous centers are mesothermal replacement bodies, mesothermal veins with lesser replacement bodies, and epithermal veins with lesser replacement. Similarly, copper mineralization occurs adjacent to the igneous/tactite contact and zinc, lead, and silver minerals are found in outward succession from the contact. A minor celestite zone is also present. Ore mineral paragenesis is generally similar to that of other tactite deposits described in the literature. The absence of hypogene iron oxides may be explained on the basis of sulfur and oxygen fugacities of the ore fluid. Tennantite and hydrogrossular are newly identified for the La Paz district. Pyrite, the earliest sulfide mineral, was probably first deposited at a temperature in excess of 500°C. Igneous intrusion, metamorphism, and mineralization occurred in a continuing sequence of over-lapping phases. The sequence of gangue minerals was 1) early calc-silicates, 2) quartz + fluorite, 3) quartz, 4) quartz + calcite, 5) calcite. All rock temperature during metamorphism reached at least 500°C and perhaps more 630°C as suggested by several lines of evidence.

106.GEOL.08

CARACTERIZACIÓN PETROLÓGICA DE LOS PRODUCTOS DE IMPACTO EN LA CUENCA MULTIANILLADA CHICXULUB, YUCATAN MEXICO

P. Vera Sánchez
Facultad de Ingeniería, División de Ciencias de la
Tierra UNAM

V.L. Sharpton, y B.C. Schurayts
Lunar y Planetary Institute, Houston Tex.

La evaluación directa de las rocas involucradas en el evento Chicxulub, comunmente esta limitada a unos pocos nucleos recuperados de tres pozos de PEMEX cercanos al centro del cráter. Las muestras recuperadas corresponden a un intervalo de 1100 m b.n.m. a > 1400 m b.n.m. en estos es posible determinar una secuencia de productos caracterizada por una brecha de impacto de naturaleza polimictica y una roca producto de la fusión tanto de la secuencia sedimentaria original como del basamento mismo.

Es importante mencionar que la secuencia encontrada en esta estructura concuerda con la existente en otras estructuras de impacto en el mundo, como por ejemplo, el cráter del Ries en Alemania, cuyas características litológicas lo hacen muy similar al Chicxulub. Lo anterior es posible afirmarlo gracias a los análisis petrológicos realizados en los ejemplos de la brecha y de la roca de fusión que se eligieron para este fin. Dichos estudios constan de: selección de ejemplos representativos de ambos productos, petrografía general, análisis con microscopio electrónico, conteo de puntos detallado y representación gráfica de resultados. Contrariamente a lo que se esperaba en los resultados del análisis granulométrico aplicado a las muestras, no se encontró un comportamiento aleatorio en la distribución de los materiales al graficar tamaño de las partículas contra abundancia en por ciento, reflejandose una clara tendencia bimodal en la gráfica resultante para ambas muestras. Así la interpretación de los resultados obtenidos se hace complicada porque aún no es posible adjudicar dicho comportamiento a un proceso geológico específico.

112.GEOL.09

FUNDAMENTACION DE UN MODELO DE DIAGENESIS Y EVOLUCION ISOTOPICA DEL Sr EN EL AGUA MARINA DEL NEOGENO

¹ Rubén Darío Arizabalo y ² Juan Diego Martínez

¹ Instituto Mexicano del Petróleo, Exploración

² Comisión Federal de Electricidad, GIC / DGH

Dada la importancia de la razón isotópica $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de materiales carbonatados en cronoestratigrafía, se ha incrementado el interés en los modelos diagenéticos y de evolución isotópica de Sr en el agua marina. En este trabajo se fundamenta un modelo numérico para el

intercambio diagenético de Sr entre carbonatos y sus fluidos diagenéticos. Se parte de una ecuación general de conservación y se aplica a la fase sólida, al fluido diagenético y a la concentración de ^{87}Sr y ^{86}Sr para cada una de las fases. El proceso más importante que afecta al Sr en el carbonato sólido, es el intercambio con el fluido diagenético debido a la solución-reprecipitación. El fluido diagenético juega un papel relevante para determinar la tasa de intercambio y es donde las variaciones de Sr^{2+} y $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ con la profundidad son indicadores muy sensibles. El modelo consiste en la depositación de carbonato no compactado a velocidades que vienen determinadas por la curva de edad contra profundidad. Se compacta la capa de acuerdo con la relación porosidad contra profundidad, mientras que se calcula la evolución del Sr y de la razón $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ en el carbonato y en el fluido diagenético, que resultan del intercambio por solución-reprecipitación, y por historia oceánica para el Sr y $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ para el Neógeno, con el fin de determinar la condición inicial de cada incremento de sedimento y fluido intersticial. Esta se suma a la capa que crece y da una condición a la frontera para el fluido diagenético en la interface oceano-sedimento.

139.GEOL.10

EL DESLIZAMIENTO DE PLAYAS DE TIJUANA Y SU RELACION CON LA VULNERABILIDAD DE OBRAS CIVILES

Manuel de J. Aragón Arreola y Luis A. Delgado Argote
Centro de Investigación Científica y Educación
Superior de Ensenada CICESE
Depto. de Geología
Km. 107 Carr. Tijuana-Ensenada
Ensenada, B.C., C.P. 2860 B.C., México

Los estudios de vulnerabilidad de obras civiles debido a procesos geológicos, tradicionalmente se han realizado atendiendo a las propiedades mecánicas del suelo y la roca sobre los cuales se cimenta. En este trabajo, el enfoque con que se efectúa la evaluación otorga mayor peso a las características geológicas de sitio y considera un entorno geográfico más amplio. Los resultados que se describen son producto de la evaluación del riesgo geológico al cual está expuesto un edificio en particular. En marzo de 1993, en la parte sur del Fraccionamiento Playas de Tijuana, Tijuana, B.C., sobre el escarpe que divide la planicie contera de la zona de playa, se produjo y propagó una zona de subsidencia ocasionada por fallamiento normal de patrón cóncavo que en conjunto se manifestó como un deslizamiento rotacional. En el sistema del deslizamiento se define claramente la cabecera, asociada a esta estructura se presentan otras fallas y fracturas que provocan la migración del salto topográfico pendiente arriba. Pendiente abajo se

encuentra una zona de fallamiento a tensión con la generación de horsts y grabens adyacente a ella se localiza una planicie basculada, sin fracturamiento. Finalmente, en la playa, se ubica el frente de deslizamiento, caracterizado por deformación horizontal acompañada de levantamiento vertical.

Se reconoció una posible falla activa de corrimiento lateral, manifestada por fracturas en obras civiles que se prolongan poco más de 300 metros y definen una tendencia con rumbo N30o-35oW. En fotografías aéreas se identifica un lineamiento que corresponde a las fracturas observadas en la cartografía local. En el escarpe costero se identificaron estructuras producto de compresión-tensión. En abril del mismo año, se registró un pequeño sismo localizado en las cercanías de Playas de Tijuana, que sugiere fallas activas, lo cual plantea la necesidad de iniciar un monitoreo de microsismicidad. La cabecera del deslizamiento se asocia directamente a la proyección más al norte de la falla de corrimiento lateral interpretada, presentándose como efecto geológico de sitio a este proceso más regional. Otras causas disparadoras del rompimiento en la falla rotacional de cabecera fueron la sobre saturación de agua debida a la temporada de lluvia, la inestabilidad de masas provocada por construcciones pesadas, el fuerte salto topográfico del escarpe costero y la ocurrencia de un estrato de limos altamente plásticos que funcionan como planos de despegue al deslizamiento.

155. GEOL.11

LA SECUENCIA VOLCANO-SEDIMENTARIA DEL LAGO DE CHAPALA: IMPLICACIONES PALEOAMBIENTALES Y TECTONICAS

José Rosas Elguera* J.Urrutia Fucugauchi**
Dulce M. Trujillo O.*** & Margarita Caballero M.**

*Centro de Ciencias de la Tierra
Univ. de Guadalajara, J.N. Cumplido #36
Guadalajara, Jal., C.P. 44100 México

**Laboratorio de Paleomagnetismo
y Geofísica Nuclear

Instituto de Geofísica, UNAM, C.P. 04510, México, D.F.

***Escuela Regional de Ciencias de la Tierra
Universidad de Guerrero, Taxco Guerrero, México

Se reportan resultados de un estudio interdisciplinario de la secuencia volcano-sedimentaria del graben de Chapala. La secuencia presenta un espesor de alrededor de 1000 m y se encuentra expuesta principalmente en el sector norte del Lago de Chapala. La cuenca tiene unos 80 km de longitud y unos 19 km de ancho y constituye el mayor depósito de agua dulce del país. El graben presenta una orientación aproximadamente E-W y forma parte de un conjunto de depresiones de grandes dimensiones (Colima, Tepic, Zacoalco y Ameca); La

actividad tectónica y volcánica en la región continúa siendo intensa. El nivel actual del lago es somero. Como parte de un proyecto a largo plazo, se han realizado estudios de la secuencia de Chapala, incluyendo observaciones de campo, sedimentológicas, de microestructuras, paleomagnéticas y de microfósiles (diatomeas). La actividad volcánica y la sedimentación lacustre ocurren contemporáneamente y muestran una relación estrecha. Fallamiento lístrico ha afectado a la secuencia y esto puede ser asociado a la actividad tectónica regional y a las gases extensionales recientes en el centro y occidente de México. Estudios de detalle se presentan para tres localidades: Potrerillo, Jamay y Angostura. Se analizaron 20 horizontes de diatomitas. Las asociaciones de diatomitas, las características sedimentarias, grietas de disecación y otras estructuras sugieren ambientes someros de carácter alcalino, salinos y de pantano. Entre las diatomeas encontradas, por ejemplo en el sitio Potrerillos, se tienen: *Stephnodiscus*, *Fragilaria*, y *Coscinodiscus* (asociados a aguas dulces alcalinas) y *Cymbella* y *Campylodiscus* (asociados a aguas salinas). En este sitio la secuencia examinada presenta unos 20 m de espesor, descansa sobre rocas basálticas y esta compuesta principalmente de flujos piroclásticos, cenizas, pomez, sedimentos lacustres y diatomitas. Dominan las diatomeas de aguas dulces y de alcalinas.

En general en la secuencia no se observaron evidencias de fallamiento sin-sedimentario. Los cambios en las poblaciones de diatomeas reflejan las condiciones físicas y químicas en el lago, los cambios climáticos e influencia del volcanismo. En forma simplificada, la secuencia volcano-sedimentaria sugiere la ocurrencia una etapa inicial de fallamiento (posiblemente con componente lateral, con la formación de una cuenca tectónica lateral "pull-apart"). Se inicia la sedimentación en un ambiente con niveles del lago someros. Se tiene una actividad intensa en la región. Una etapa de extensión regional ocasiona un basculamiento de la secuencia. Ocurren etapas de erosión (variaciones en el nivel por procesos tectónicos o climáticos), se tiene depositación de cenizas en un medio sub-aéreo. La extensión total estimada es de un 22%. La secuencia puede dividirse en 3 unidades, separadas por inconformidades y con distintos echados (de más antigua a más joven se observa una estructura promedio de (rumbo/echado): N83 W con 33NE, N68 W con 23 NE y N75 W con 19NE.

160. GEOL.12

ENVIRONMENTAL MAGNETIC STUDY OF PLIOCENE LAKE SEDIMENTS IN THE CHAPALA BASIN (JALISCO MEXICO)

J.M. Maillol

IGF-UNAM, Cd. Universitaria, 04510 México, D.F.

J. Rosas Elguera
Centro de Ciencias de la Tierra, 44100
Guadalajara Jal.

As part of an investigation of environmental and tectonic control of the sedimentation in the Chapala Basin (Jalisco), a sequence of semi-consolidated lacustrine sediments, attributed to the Pliocene and found near the town of Potrerillos, has been studied using rock magnetic methods. Sixty five stratigraphic levels spanning approximately 20m were sampled at intervals ranging from 10 to 50 cm depending on the difficulty of sampling. In an attempt to better define the stratigraphic position of the sequence, paleomagnetic directions were determined for each site. Stable directions were found for 90% of the samples, and in all cases a non-ambiguous polarity could be determined. All sites except 2 were found to have normal polarity. The results for the reversed sites are apparently reliable, and further investigation is being carried out to confirm the existence of several polarity zones. However, the main objective of the work was to study the magnetic properties of the sediments. Several magnetic parameters used in environmental magnetism were measured: χ , χ_{fd} , ARM, SIRM, and the corresponding interparametric ratios were calculated: ARM/ χ , SSIRM/ χ , ARM/SIRM. The variation of these various indicators along the stratigraphic column provide information about the changes of nature, concentration and grain size of the magnetic minerals. In the Potrerillos sequence, the most notable variations are due to tephra layers whose characteristic signature may be used for future correlations. Other significant variations of low amplitude are also present, and they can be interpreted in terms of erosion and sedimentation conditions fluctuations linked to climate and/or lake level changes. A comparison with previous results from diatom studies will be presented. Similar work on a thicker but stratigraphically equivalent sequence near the town of Chapala is underway, and comparisons between both sequences should shed some new light on the evolution of paleo-lake Chapala.

164.GEOL.13

GEOMORFOLOGIA DEL DESIERTO DE CHIHUAHUA
Y SUS IMPLICACIONES PALEOCLIMATICAS
DURANTE EL CUATERNARIO TARDIO:
INFORME PRELIMINAR

J. Ortega Ramírez y J. Urrutia Fugugauchi
Departamento de Paleomagnetismo y Exploración
Geofísica, Instituto de Geofísica, UNAM

El desierto de Chihuahua se localiza entre los paralelos 25° - 36° N y comprende la parte central de las latitudes subtropicales de Norteamérica del cual ocupa aproximadamente el 15%; de este porcentaje, las 3/4

partes corresponden al norte de México y constituyen alrededor del 13% del territorio nacional. Un 1/3 del desierto se encuentra en el estado de Chihuahua del cual deriva su nombre.

La parte mexicana del Desierto de Chihuahua se encuentra delimitada al norte por los estados de Arizona y Nuevo México, E.U.A.; al oeste por la Sierra Madre Occidental, y al este y sur por la Sierra Madre Oriental. El nivel base de las porciones norte, noreste y noroeste se encuentran entre 900 y 1200 m.s.n.m., presentan una morfología de tipo "Basin and Range" originada por las estructuras cuyo modelo corresponde a Horsts y Grabens producidos en rocas de composición riolítica, producto de la tectónica distensiva de la margen occidental o cordillerana del Terciario Superior; las porciones sureste y sur, se sitúan entre 600 y 1200 m.s.n.m. y pertenecen dominio oriental o tetisiano, cuya fase Laramida de tipos compresiva del Terciario Superior modeló la región compuesta por rocas carbonatadas, dando origen a una serie de depresiones concidas como Bolsones. Estas cuencas funcionaron como contenedoras de cuerpos lacustres y receptoras de sedimentos durante el Cuaternario.

En general, la región se caracteriza: por regímenes hídricos deficientes producto de la combinación del efecto de las barreras orográficas, de las celdas de altas presiones subtropicales y de la continentalidad; por procesos de deflación; por fenómenos de termoclastismo; por una cobertura vegetal de tipo xerófila; y por suelos poco evolucionados del tipo aridisol. Sin embargo, existen algunas características geomorfológicas: Tors, Seirs, Iselbergs, Hamdas, Pedimentos, Galcis, Playas y Salares; y formaciones superficiales observadas en campo: depósitos lacustres, aluviales, fluviales y paleodunas, que indican que durante el Cuaternario tardío existieron condiciones paleoclimáticas diferentes a las actuales, que de acuerdo a los estudios realizados en el suroeste de los Estados Unidos y noroeste de México, probablemente correspondan temporalmente a las fases paleoclimáticas ya establecidas como son:

- I.- La fase húmeda u Óptimo lacustre situada entre el Wisconsiniano Superior y el Holoceno Inferior;
- II.- La fase subhúmeda del Holoceno Inferior;
- III.- La fase árida u Óptimo Climático del Holoceno Medio;
- IV.- La fase actual y Holoceno Superior, caracterizada por una tendencia generalizada hacia la aridez con algunos períodos intermedios húmedos.

166.GEOL.14

THE TERTIARY GEOLOGY OF YUCATAN REVISITED

*Jana McClain, **Jose Gamboa, and *Eugene Perry
*Instituto de Geofísica-UNAM and
Geology Dept., North Illinois Univ., DeKalb, IL

The discovery of the Chicxulub crater on the Yucatán Peninsula, México invites a thorough revision of the geology of that peninsula. New outcrops provided by the recently completed Merida-Cancun autopista provide an excellent opportunity to reevaluate previous age determinations of rocks along that route. Although regolith is thin or absent over most of the northern Peninsula, past studies of Tertiary carbonate rocks have been severely hampered by ubiquitous development of caliche surfaces that partially or totally obliterate primary features of exposed rocks.

Outcrops of Tertiary rocks thus far studied in Yucatán are widely spaced and normally expose only 1-2m of section. We are able to refine previous paleontologic and stratigraphic studies as a result of investigation of four rock quarries that are up to 15 m deep. These data, which are supplemented by information from several cores of up to 100 m, allow correlations that were previously tenuous. Fossil evidence tentatively indicates an absence of Oligocene strata over much of north central Yucatán. This disconformity is characterized by dissolution features and deposition of stalagmites and flowstone.

168.GEOL.15

**CARACTERIZACION DE LA MINERALOGIA
MAGNETICA EN LA FRONTERA K/T DE UMBRIA
ITALIA-OCURRENCIA DE ESFERULAS RICAS EN
MAGNETITA**

J. Urrutia Fucugauchi

Laboratorio de Paleomagnetismo y Geofísica Nuclear
Instituto de Geofísica, UNAM
Coyoacán, 04510 D.F. México

La frontera Cretácico/Terciario (K/T) esta representada en numerosas secciones sedimentarias por una capa de arcilla de unos cuantos centímetros de espesor. La capa presenta concentraciones altas de diversos minerales, en particular de iridio y minerales del grupo de platino, los cuales resultan anómalos en comparación con los valores y asociaciones "normales terrestres". Adicionalmente se han reportado la ocurrencia de cuarzo con deformación de impacto, esférulas de níquel, ferritas de magnesio, hollín, etc, que caracterizan la frontera K/T. Estas anomalías mineralógicas han sido asociadas a la ocurrencia de un impacto meteorítico de grandes dimensiones y/o a una actividad volcánica muy intensa de corto período.

En este trabajo reportamos resultados de un estudio de detalle de la mineralogía de la capa arcillosa y secuencia carbonatada (para el intervalo de 3 m debajo de 5 m arriba de la frontera) expuesta en la sección clásica de Gola de Bottaccione, en Gubbio, provincia de Umbria,

Italia. En particular nos concentramos en la mineralogía magnética, la cual muestra una anomalía que caracteriza a la frontera K/T. Los valores anómalos se extienden algunos centímetros arriba y debajo de la capa arcillosa. La intensidad de magnetización remanente se incrementa de valores alrededor de 0.2-0.3 mA/m hasta valores de 3mA/m en la frontera. La susceptibilidad muestra mayor variación y una anomalía menor definida, con un incremento similar a la intensidad, de 10 veces los valores en los horizontes carbonatados adyacentes a la frontera. Los minerales magnéticos en la capa arcillosa corresponden a titanomagnetitas ricas en hierro, de pequeño tamaño y formas dendríticas y esqueléticas y las cuales se asocian a esférulas con sanidina, glauconita y magnetita. La textura en la magnetita sugiere un enfriamiento rápido y parece haberse comportado en forma estable después de la formación y depositación. La mineralogía magnética en las unidades carbonatadas, en contraste, es más variable, con minerales de alta y baja coercitividad correspondiendo a titanomagnetitas, hematitas e hidróxidos de hierro.

169.GEOL.16

**ANOMALIA MAGNETICA EN LA FRONTERA
CRETACICO/TERCIARIO,
SECUENCIA CARBONATADA
DE CARAVACA, ESPAÑA**

***J. Urrutia Fucugauchi & **Maria Luisa Osete**
Laboratorio de Paleomagnetismo
Instituto de Geofísica, UNAM
Coyoacán 04510 D.F., México
****Departamento de Geofísica**

Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España

Los estudios geoquímicos y mineralógicos de secuencias sedimentarias que incluyen la frontera Cretácico/Terciario (K/T) han constituido uno de los aspectos centrales de la controversia sobre los eventos ocurridos y sus efectos y relaciones con los sistemas globales de soporte de vida en el planeta. A partir del reporte inicial de la anomalía de iridio en la capa de arcilla en la secuencia carbonatada de Umbria, Italia en 1979, se tiene numerosas publicaciones sobre anomalías del grupo del platino, ocurrencia de cuarzo con deformación de impacto, microesférulas, partículas de hollín, etc, en secuencias K/T de varias partes del mundo. Entre los descubrimientos controversiales (en las hipótesis de impacto(s) meteorítico y actividad volcánica) se tienen: la ocurrencia de anomalías secundarias de iridio, cuarzo deformado, ferritas de magnesio, espineles, etc. antes y después del K/T, así como anomalías "amplias", que indicarían una serie de eventos en periodo largo en vez de una "crisis" en un evento discreto. En este trabajo reportamos resultados preliminares sobre propiedades magnéticas y mineralogía de la secuencia carbonatada

de K/T expuesta en la Barranca del Gradero, Caravaca, España.

Los resultados para un intervalo de 80 cm. incluyendo la capa de arcilla indican la ocurrencia de una anomalía magnética marcada por un incremento de la susceptibilidad, de las intensidades de la magnetización remanente (NRM) y de la magnetización isoterma (IRM): La señal magnética está asociada con minerales de baja coercitividad de la serie de titanomagnetitas pobres en titanio. La anomalía coincide con la capa de arcilla y en particular con la fracción "verde", formando un pico discreto en comparación con la anomalía de iridio, que se extiende por cerca de 50 cm arriba y debajo de la capa arcillosa. Cabe sin embargo mencionar que se observan niveles de concentración de minerales magnéticos en un intervalo mayor en el horizonte arcilloso en las fracciones "crema" y "verde", incluyendo incluso valores altos de susceptibilidad en los horizontes carbonatados inmediatamente debajo de la capa arcillosa. Reportes de diferentes investigadores indican distintos intervalos (y valores anómalos), con picos discretos para Ir, Co, La, residuos insolubles, etc. Ello es debido parcialmente a las dificultades analíticas para resolver con precisión concentraciones tan bajas. La anomalía magnética identificada en la capa arcillosa parece corresponder predominantemente a magnetita (estructura de espinel inverso), la cual se presenta en los esferoides. Los minerales tienen estructura esquelética o dendrítica, de tamaños pequeños (menores a unas 50 µm) con ocurrencia posible de Ni, Mg, y Al. Los esferoides tienen diámetros del orden de 0.2 a 0.8 mm, la mayoría parecen alterados y muestran estructuras esferulíticas o fibroidales. Asumiendo que la magnetita es primaria, ello indicaría un enfriamiento rápido a partir de un líquido de alta temperatura.

171.GEOL.17

PROPIEDADES MAGNÉTICAS DE LA BRECHA Y ANDESITAS DEL SUBSUELO DE LA ESTRUCTURA DE CHICXULUB, YUCATÁN Y LA FRONTERA CRETÁCICO/TERCIARIO

*J.Urrutia Fucuguachi, *Luis Marín
& **Virgil Sharpton

*Instituto de Geofísica; UNAM
Coyoacán 04510, México, D.F.
**Lunar & Planetary Science Institute
Houston, Texas, USA

Recientemente numerosos estudios relacionados a los eventos ocurridos en la frontera Cretácico/Terciario (K/T) se han concentrado en la región del Golfo de México y Caribe, en particular en la estructura de Chicxulub, NW de la península de Yucatán, México. La estructura, interpretada como un cráter de grandes dimensiones, es considerada como el sitio de impacto de un meteorito,

responsable de los eventos globales que finalizaron la Era Mesozoica (Sharpton et al., 1992, 1993). En este trabajo se reportan datos del estudio de propiedades magnéticas y paleomagnético de muestras colectadas por perforaciones de Petróleos Mexicanos, de las unidades de brechas y andesitas. Las muestras provienen del Pozo Yucatán-6, que está localizado a unos 60 km al S SW del centro de la estructura. La brecha polimictica y las rocas andesíticas vienen de N17 (entre los 1 295 y 1 299 m.a.s.l.). Las muestras analizadas de andesita presentan polaridad reversa, alta estabilidad en campos alternos, composición univectorial (o con una componente secundaria de baja magnitud). La inclinación media de la magnetización característica es de alrededor de - 43 grados, que concuerda con la inclinación esperada para el sitio en tiempos de Cretácico tardío a Terciario temprano. Fechamientos de Ar/Ar en muestras del pozo dan una fecha de 65.2 ± 0.4 Ma (Sharpton et al., 1992). Usando esta fecha la polaridad reversa en las muestras correlaciona con el cron 29 R, que incluye la frontera Cretácico/Terciario. El registro magnético reside en minerales de baja coercitividad de la serie de titanomagnetitas. La magnetización probablemente se originó al tiempo de enfriamiento de las rocas, fundidas por el impacto que culminó la Era Mesozoica. En el trabajo se reportan los datos para muestras adicionales de la unidad de brecha y andesita; algunas de las cuales muestran una composición vectorial del registro magnético más compleja y se discuten las implicaciones para la edad de las unidades y el origen de la estructura de Chicxulub. En las muestras de brecha se observan al menos dos componentes de magnetización de polaridades normal y reversa. La resultante vectorial presenta distintas direcciones, con inclinaciones cercanas a la horizontal o bien casi verticales. Desmagnetizando la muestra en paso con campos magnéticos alternos (hasta valores de 100 mT) se documenta una magnetización de polaridad reversa e inclinaciones cercanas a las observadas en las muestras de andesita. Esta magnetización es aparentemente la magnetización primaria en las muestras. El origen de la magnetización secundaria con las diferentes polaridades es difícil de explicar en términos de direcciones del campo geomagnético y podría haberse adquirido durante la perforación o el manejo y preparación de las muestras.

178.GEOL.18

EXPLORING THE CHICXULUB MULTIRING IMPACT BASIN, YUCATÁN

V.L. Sharpton
Lunar and Planetary Institute, 3600 Bay Area
Blvd. Houston, Tx., 13-486-2111

The ~ 300 km wide Chicxulub basin in Yucatán is widely

considered to be the site of the meteoritic impact associated with the Cretaceous-Tertiary biological extinction event. The formation of such a crater would excavate to a depth of ~ 20 km and displace or otherwise deform the subjacent rocks to a depth of 45-60 km. This may well be one of the largest impact craters recorded in the inner solar system in the last 3.8 billion years. Because it is completely buried by Tertiary sediments, it is essential to study this structure through drilling and geophysical techniques.

Continuous coring to a depth of 3.5 km on the flanks of the central uplift could provide considerable new knowledge on the formation and environmental consequences of the Chicxulub impact event. Little is currently known about such large multi-ring impact basins; detailed analysis of the impact sequence within the Chicxulub basin would provide critical constraints on physical and chemical models of the impact process, and better understanding of the evolution and effects of older giant basins such as Vredefort and Sudbury. The nature and duration of impact induced environmental effects at the KT boundary remain problematic. If the KT extinctions were the direct result of an impact event, what was the kill mechanism? Global darkening/cooling from dust ejection, greenhouse warming, acidification of ocean waters resulting from vaporization of sulfates or carbonates have been suggested. The Tertiary sediments immediately above the crater units hold important paleontological, sedimentological, and geochemical clues to resolving this issue.

After the initial effects of impact subside, the resulting kilometer deep basin provide an ideal depositional environment for preserving a record of subsequent paleontological and climatological evolution, as well as interspersed volcanic ash layers and impact strewn fields such as the Eocene microtektite layers. In addition, the crater rebound phase of the impact event uplifted crustal rocks originally 15-25 km deep uplifted to within ~ 1.5-2 km of the surface. Understanding the composition, age and structural fabric of these rocks though core samples will contribute important new information on the tectonic assemblage of this region. These rocks are also important to understanding the formation of Chicxulub melt rocks and KT tektites and they record the rate of attenuation of shock pressures during this impact event.

179.GEOL.19

THE CHICXULUB AND SUDBURY MULTI-RING IMPACT STRUCTURES: A COMPARISON

Burkhard Dressler
Ontario Geological Survey
933 Ramsey Lake Road, Sudbury, Ontario P3E
6B5, Canada

The Chicxulub and Sudbury structures are the largest impact structures on Earth. The 1850 Ma Sudbury is deeply eroded and at least 220 km in diameter. Brecciated and shock metamorphosed basement rocks, impact melts and various units of fall back breccias are well exposed. A positive gravity anomaly of 30 mgal and a $\pm$ (?) T regional magnetic high coincide with the structure. Both anomalies are probably related to target rock properties and are not typical of impact craters. A recent reflection seismic profile provides a subsurface image of an impact structure with an undeformed northern part and a strongly deformed southern rim. Reflectors can be traced from the undeformed northern rim southward to a depth of about 10 km beneath the present location of the southern rim. The southern rim is strongly deformed and thrust northward over the central part of the structure.

The Chicxulub Structure is approximately 300 km in diameter and rocks units related to the impact event and similar to those at Sudbury may lie buried beneath an estimated 300 - 1000 m of Tertiary carbonate rocks. The -20 to -30 mgal gravity anomaly at Chicxulub is more typical of an impact crater than the +30 mgal Sudbury anomaly.

Both structures provide exciting targets for future research on impact processes including scientific drilling. In Sudbury, with the advent of recent seismic and geochemical work, additional precise geochemical and geochronological studies on several units of what is considered by some researchers to be a voluminous impact melt system, regional structural investigations and information from very deep drilling are needed. Lack of exposure at Chicxulub constrains further study to drilling a few 1-3 km deep and one or two very deep holes. Material obtained through drilling and unaltered rocks at Chicxulub may in some way lead to reinterpretation of Sudbury geology. Insight gained by comparing the deeply eroded Sudbury Structure with the well preserved and undeformed, but unexposed Chicxulub Structure will help to constrain knowledge of large impact processes.

196.GEOL.20

CRYSTALLINE AND GLASSY EJECTA AT THE K-T BOUNDARY: IMPLICATIONS FOR LITHOLOGY OF THE CRUST AT THE IMPACT SITE AND GLOBAL ENVIRONMENTAL EFFECTS OF THE IMPACT

H. Sigurdsson, S. Smith, S.D' Hondt, S. Carey
Graduate School of Oceanography
University of Rhode Island, Narragansett, RI 02882

Juan Manuel Espíndola
Instituto de Geofísica, UNAM, México

The 0.5 m thick KT boundary impact ejecta layer in Haiti contains glassy ejecta (tektites), silicate mineral fragments and rock fragments that provide valuable clues about the composition of the earth's crust at the impact site. In addition to three types of impact glasses already documented by us ("black" glass with about 65% SiO_2 , "yellow" glass with about 45% SiO_2 , nearly pure silica glass), we document yellow high-Ca glass with up to 1.5% SO_3 . Occurrence of the high-sulfur glass further supports the scenario of impact on evaporite-rich terrain, and major emission of a sulfur-rich aerosol. Environmental impact of such an event would include severe cooling and acid rain fallout.

Lithic fragments of gray wacke are rare in the ejecta deposit and up to 1.5 mm in size. They consist dominantly of relatively poorly sorted sedimentary rock, containing large and rounded quartz grain in a silty to clayey matrix. Isolated mineral fragments in the ejecta layer include amphibole, quartz and plagioclase, which collectively may represent an amphibolite crustal source. Plagioclase feldspar is very rare, and it occurs as angular crystal fragments of andesine-labradorite $\text{An}_{50}\text{Or}_2$, which are unzoned and compositionally uniform.

Amphibole is a relatively common crystal component in the ejecta layer, occurring dominantly as angular cleavage fragments. Amphiboles are magnesio-hornblende to tschermakitic hornblende in composition, and define a relatively narrow range from $\text{Mg}/(\text{Mg} + \text{Fe})$ 0.73 to 0.80. Biotite crystals are rare, and iron oxides are also present. Anhedral to subhedral quartz grains in the deposit are considered of ejecta origin, whereas smaller, euhedral and clear quartz crystals are probably authigenic and free of shock lamellae. Single clinopyroxene and plagioclase crystals are likely to be of volcanic origin possibly from a dacite rock. Thus a single subhedral to euhedral plagioclase of $\text{An}_{47}\text{Or}_1$ composition is 0.7 mm in length, unzoned, and in part coated with glass. A single euhedral augite $\text{Wo}_{44}\text{En}_{44}\text{Fs}_{12}$ crystals is 0.7 mm in length and contains a dacite glass inclusion. These crystals are also coated with glass.

Collectively, the crystalline and glass assemblage in the ejecta layer in Haiti indicates a continental crustal structure at the impact site, with chemical sediments, such as evaporites and carbonates, overlying a variety of crustal rocks, including greywacke and dacite volcanics. These may be underlain by a mid-to upper crustal amphibolite formation.

Luis E. Marín
Instituto de Geofísica-UNAM
Deleg. Coyoacán
México 04510, D.F.

PEMEX has released to UNAM samples sand well logs from three wells: Yucatan 6, Chicxulub 1, and Sacapuc 1, as well as the aeromagnetic data collected in northwestern Yucatan. Although this material has long been awaited, the information it will yield is limited.

Two issues that can be addressed with this material are: what is the faunal assemblage above the impact melt found in well Yucatan 6? These fossils were reported as having an upper Cretaceous age and NOT being reworked. Second, many of the samples released are oriented with respect to top and bottom. Thus, paleomagnetic studies will be conducted

201.GEOL.21

CHICXULUB CRATER MATERIAL RELEASED
TO UNAM

ESTUDIO SOBRE LA EMANOMETRIA DEL GAS RADON EN LA CIUDAD DE GUALAJARA, RESULTADOS PRELIMINARES

R. Maciel Flores & J. Rosas Elguera
M. de Nuria Segovia**, B. Chávez Beltrán**
P. Peña García** & E. Tamés López**

*Centro de Ciencias de la Tierra
Juan N. Cumplido 36, S.H. 44100, Guadalajara, Jal.
**Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares

Actualmente se realiza un estudio para evaluar la emanación de gas radón en suelo y su concentración en interiores en la Ciudad de Guadalajara.

Considerando la ubicación geológica de la ciudad de Guadalajara, se instalaron en la metrópoli, 24 detectores (LR-115) para suelo y 13 en interiores de edificaciones.

RESULTADOS PRELIMINARES DE LA EMANACION DEL GAS RADON

Detector Número	Núm. de Trazas / CM / Semana (abril)	(mayo)
1	105.87	188.5
2	262.32	226.9
3	337.95	202.0
4	471.14	136.6
5	319.02	322.3
6	286.02	200.1
7	464.61	315.9
8	400.02	223.0
9	112.86	200.1
10	8.43	18.5
11	620.26	137.1
12	701.87	101.4

CONTAMINACION POR ARSENICO EN EL ACUIFERO DE ZIMAPAN, HGO. RESULTADOS PRELIMINARES

M.A. Armienta*, N. Cenicerós*, A. Aguayo*
F. Juárez*, R. Rodríguez* y G. Villaseñor**

*Instituto de Geofísica, UNAM
Circuito Exterior, C.U. México, D.F.
**Instituto de Geología, UNAM

En el agua potable que abastece a la población de Zimapan, Hidalgo; se ha detectado la presencia de arsénico en concentraciones superiores a la norma (0.05 mg/l). El arsénico es un contaminante de alta

toxicidad que se acumula en el organismo y llega a producir enfermedades de la piel, de los sistemas gastrointestinales, circulatorio y nervioso, además de ser un agente cancerígeno. Su utilización como veneno desde tiempos remotos es bien conocida.

El municipio de Zimapan ha sido un distrito minero importante desde el siglo XVII. Se explotan Ag, Zn, y Pb, cuyos minerales se encuentran con frecuencia acompañados de arsenopirita, principalmente en depósitos de reemplazo de las matrices de calizas.

Desde el inicio de la explotación minera local, el beneficio del mineral se ha efectuado por flotación selectiva. Los jales producidos se han ido almacenando a cielo abierto en los patios de las plantas procesadoras. Actualmente existen dos minas en explotación y una planta de beneficio en operación al norte de Zimapan, aunque hay varios depósitos importantes de jales dentro de la misma población.

Los resultados iniciales de un estudio para determinar el origen del arsénico en el agua subterránea de Zimapan se basan en la determinación de los parámetros físico-químicos y de las concentraciones de arsénico medidas en tres muestreos, iniciados en abril de 1993. Con esos datos se ha efectuado una primera evaluación de los niveles de contaminación y de la distribución del arsénico. Las concentraciones medidas llegan a alcanzar 20 veces la norma y su distribución no sigue patrones definidos. La integración de esta información en el contexto geológico, hidrogeológico y económico posibilitará discriminar entre el origen natural o antropogénico del contaminante.

FECHAMIENTO POR $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ EN MUESTRAS DEL BATOLITO PENINSULAR, BAJA CALIFORNIA, POR MICROSONDA LASER

*Margarita López Martínez, **Gilbert Feraud
*Departamento de Geología,
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Ensenada, B.C., A.P. 2732, Ensenada, México

**Institut de Géodynamique U.R.A. C.N.R.S
Université de Nice-Sophia,
Antipolis Nice, France

El Batolito Peninsular de Baja California es un cinturón de rocas plutónicas. Con base en numerosos estudios geológicos por varios autores, el batolito ha sido dividido en dos zonas: este y oeste, de acuerdo a su composición y origen. Se realizó un estudio geocronológico detallado por $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ en rocas plutónicas de la zona este, las localidades muestreadas fueron: Sierra San Pedro Mártir, 4 muestras; Laguna Juárez, 3 muestras; El Topo, 2 muestras; y San José, 1 muestra. Se utilizó la técnica de calentamiento por pasos en granos individuales de

hornblenda y biotita. como sistema de calentamiento se utilizó un rayo laser de argón.

Los plutones de la zona oeste tienen edades U-Pb que van de Jurásico Tardío al Cretácico inferior (~100 Ma), mientras que los plutones de la zona este llegan hasta 80 Ma. Los resultados obtenidos en la Sierra de San Pedro Mártir indican un aumento progresivo en las edades del plutón de este a oeste. Las edades de meseta de las botitas varían de 88.0 ± 0.2 Ma (este) a 92.8 ± 0.3 Ma (oeste). En la parte central del plutón, se obtuvo una edad de meseta en biotita de 89.0 ± 0.4 Ma. Estos resultados son concordantes con los de las hornblendas analizadas. Las edades de meseta obtenidas en biotitas de los demás plutones revelan un rango de edades mayor: 99.2 ± 0.6 Ma para el plutón San José, hasta 82.7 ± 0.6 Ma, para el plutón El Topo.

146.GEQ.04

INFORMACION NECESARIA PARA LA CREACION DE UNA BASE DE DATOS GEOQUIMICA NACIONAL

Birgit Steinich y Luis E. Marín
Instituto de Geofísica, UNAM México, D.F.

Las campañas para la determinación de la calidad del agua realizadas por personal de los institutos de investigación, centros de enseñanza y dependencias gubernamentales son costosas y no siempre proporcionan la información que los diferentes usuarios necesitan. Las muestras de agua tomadas del agua subterránea pueden servir varios fines como son: la determinación de la calidad del agua, clasificación de familias de agua, modelación geoquímica, etc. Sin embargo, se ha observado que desde la toma de las muestras en el campo hasta el análisis geoquímico en el laboratorio existen deficiencias importantes que limitan su uso para la interpretación (Steinich, 1993). Una consecuencia grave de esto es que sería difícil integrar una base de datos a nivel nacional que sea representativa, ya que no sería posible estudiar relaciones temporales ni espaciales. Otro problema que agudiza estos efectos es que las técnicas utilizadas para el muestreo, preservación de muestras y análisis de laboratorio, no son consistentes entre sí. Por lo tanto, proponemos el uso de unas formas que pretenden proporcionar la información mínima necesaria para que estos análisis le sean ampliamente útiles a los diferentes grupos de usuarios.

157.GEQ.05

GEOCHEMISTRY AND MINERALOGY OF THE EOCENE-OLIGOCENE VOLCANIC SEQUENCE, SOUTHERN SIERRA MADRE OCCIDENTAL.

JUCHIPILA, ZACATECAS, MEXICO

Karen L. Webber
Dept. of Geology and Geophysics
Univ. de New Orleans, N.O., LA, USA 70148

L. A. Fernández
School of Natural Sciences, Calif. Estate Univ.
San Bernardino, San Bernardino Ca., USA 92407

The Juchipila volcanic sequence is composed predominantly of Oligocene (25Ma) rhyolitic AFT which are younger than most other reported SMO occurrences. The tuffs are underlain in places by porphyritic andesites (48Ma) and thick exposures of red volcanoclastic sediments. The AFT are capped by basaltic-andesites. The Juchipila series can be characterized as high-K calc alkaline with 2% K_2O at 56% SiO_2 and an alkaline index of 58.5, a typical Juchipila ash-flow tuff with 73% SiO_2 has major element abundances of 5.5% K_2O , 3.5% Na_2O , 0.6% CaO , 0.1% TiO_2 , 1.5% FeO^* , 0.2% MgO , 13.5% Al_2O_3 ; and trace element abundances of 800 ppm Ba, 275 ppm Zr, 190 ppm Rb, 50 ppm Sr, 75 ppm Y, and 20 ppm Th.

In northern Mexico, K. Cameron et al. (1980) recognized a west to east increase in alkalinity across the SMO from Batopilas, Chihuahua (moderate-K), although the Juchipila sequence is located approximately on strike with Batopilas, in the northern SMO, relative to the inferred position of the mid-tertiary plate margin, it is geochemically and mineralogically more similar to the high-K facies of the eastern CBR. This suggests that mid-tertiary subduction occurred at a steeper angle beneath the southern SMO or significant along-strike crustal/subcrustal chemical variations exist between the northern and southern SMO.

163.GEQ.06

CHEMICAL EROSION OF LIMESTONE AT THE NORTH COAST OF YUCATAN, MEXICO

E. Perry*, B. Steinich**, S. Tulaczyk*

*Dept. of Geology, Northern Illinois Univ.
DeKalb, IL, USA

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

The only natural opening in the dune ridge on the northwest coast of Yucatan occur where the coast intersects the Cenote Ring at Celestun and Dzilam de Bravo. These openings must be related to the exceptional flow of fresh water observed at these localities. Nevertheless, it is difficult to explain the openings as purely physical hydrodynamic phenomena because they, and other, similar, north coast openings farther east, are connected to hypersaline lagoons. We postulate that Estuario Celestun and Bocas de Dzilam are

north coast analogs of the east Yucatan (Quintana Roo) caletas whose geochemistry has been discussed by Back, Stoessell, and associates. The caletas are known to form by solution of limestone in unsaturated mixtures of fresh groundwater and seawater. The north coast estuaries differ from east coast caletas in that they tend to become blocked by sand and silt composed of readily soluble shell fragments carried by the westward-moving longshore current. These particles are particularly susceptible to solution by corrosive mixture of fresh and salt water. In the narrow southern branch of the Dzilam estuary we have observed that mixing of fresh and salt water produces a gradient in conductivity values from 12.9 to 45.6 millisiemens over a distance of about a kilometer. Spring ("ojos de agua") and a cenote feeding this narrow estuary have measure conductivity values as low as 3.4 and 3.17 millisiemens respectively. Sections of the channel that have a rocky bottom free of fine sediment may be zones of particularly strong chemical erosion. Although seasonal and/or storm-induced surges in fresh water flow may help maintain the north coast estuaries, it seems likely that mixing zone solution plays a major role.

170.GEQ.07

ANALISIS DE ARSENICO EN AGUAS
SUBTERRANEAS POR GENERADOR DE
HIDRUROS ACOPLADO A ABSORCION ATOMICA

Faustino Juárez, Ma. Aurora Armienta
Laboratorio de Química Analítica
Instituto de Geofísica, UNAM

Los métodos de análisis químico de diferentes elementos, son variados y con diferentes rangos de sensibilidad. Las técnicas de análisis para elementos traza o en concentraciones bajas llegan a ser sumamente laboriosas, o bien de alto costo. La determinación de arsénico en aguas subterráneas es difícil ya que no se espera la presencia de este elemento, por lo que en muchos sitios no se cuenta con la metodología adecuada, sin embargo, el desarrollo industrial ha motivado que el arsénico se presente como contaminante en acuíferos, una técnica adecuada para la cuantificación de As III y As V, es mediante obtención del hidruro correspondiente dentro de un generador de hidruros.

Las ventajas que presenta esta técnica, son principalmente la introducción directa de la muestra y su reacción con ácido clorhídrico o con buffer de acetatos, según sea el caso.

MODELO VISCOELASTICO LINEAL DE LAS DEFORMACIONES VOLCANICAS

Servando de la Cruz Reyna
Instituto de Geofísica, UNAM
Cd. Universitaria, México 04510, D.F.
CENAPRED, Av. Delfin Madrigal 665, México
04360, D.F.

La observación de las deformaciones que ocurren previamente a una erupción, ha permitido a varios autores desarrollar una metodología para la estimación del momento de inicio de la actividad volcánica (Voight, 1988, 1989; Voight y Cornelius, 1990, 1991). Esto se ha logrado a través de la aplicación de una relación diferencial, conocida como la "ecuación de ciencias de materiales", $ECM: \dot{\Omega} = A \Omega^\alpha$, donde Ω representa algún parámetro que describa deformaciones o algún otro mecanismo de liberación de energía del volcán, y A y α son constantes. Cuando Ω representa razón de deformación, se ha reportado que el valor de α es muy cercano a 2, para fluencia terciaria. En este trabajo, se ha extendido la respuesta de fluencia del material a que incluya flujo primario y secundario (pseudoviscoso), y se ha encontrado que una ley de carácter general, expresada por $\epsilon(t) = B_s / (1 + g_s t)$, donde B_s y g_s son parámetros del material, puede describir el rango completo de respuesta anelástica, de primaria a terciaria. El signo de g_s determina si el régimen de fluencia es primario o terciario y un valor cero implica flujo pseudoviscoso. Se analiza entonces la respuesta de fluencia de un cuerpo viscoelástico de Kelvin-Voight generalizado. Su razón de deformación es calculada para esfuerzo constante y la integral de Laplace resultante es comparada con la ley general de respuesta de fluencia expresada arriba. La función de distribución o espectro de frecuencias de retardamiento es obtenida invirtiendo la integral de Laplace en una integral de Bromwich, la cual es evaluada por el método de residuos. La distribución obtenida resulta ser una función exponencial que puede converger o no, dependiendo del signo g_s . Se concluye que el modelo del cuerpo generalizado de Kelvin-Voight puede describir la respuesta de fluencia de muchos materiales, incluyendo la solución de la ECM para $\alpha=2$. Para fines de predicción de erupciones, los regímenes de fluencia se traducen respectivamente como una deformación logarítmica del medio, correspondiente a la fluencia primaria e interpretada como la respuesta global del cuerpo generalizado de Kelvin-Voight. Si el esfuerzo se mantiene, prosigue una saturación de los elementos Hookeanos y una concentración en la respuesta del elemento viscoso, que corresponde a la fluencia secundaria, y finalmente una falla de los elementos Hookeanos, marca la fluencia terciaria. Esto implica que la búsqueda del cambio de

regímenes secundario a terciario puede proveer de un criterio básico para la predicción de erupciones, pues implica el inicio de la falla del material por fracturamiento y pérdida de cohesión o por el arribo a la superficie de la capa viscoelástica que rodea a los cuerpos magmáticos.

063.V.02

ESTABLECIMIENTO DE UNA RED DE TRIANGULATERACION EN EL VOLCAN POPOCATEPETL PARA MONITOREO DE ACTIVIDAD VOLCANICA

*H. Nolasco Chávez, *S. de la Cruz Reyna
y **E. Ramos Jiménez

*Instituto de Geofísica, UNAM
Coyoacán 04510, México, D.F.

**CENAPRED, Av. Delfin Madrigal #665,
Col. Pedregal de Sto. Domingo,
Coyoacán 04360, México, D.F.

El riesgo volcánico siempre ha representado un peligro para las vidas y las propiedades de personas que viven en las zonas vulnerables al agente perturbador que representan los volcanes de actividad reciente.

En México se cuenta con 14 volcanes, entre ellos el volcán Popocatepetl, que han mostrado algún tipo de actividad eruptiva en tiempos históricos por lo que no solo es conveniente, sino también es necesario un monitoreo básico y una vigilancia mínima de esta actividad. El Departamento de Sismología y Vulcanología del Instituto de Geofísica de la UNAM, ha planteado la necesidad del establecimiento y reobservación periódica de redes geodésicas alrededor de los volcanes activos de México, con el fin de detectar posibles deformaciones de los edificios volcánicos.

El presente trabajo describe los trabajos realizados en el diseño, pre-análisis, reconocimiento y monumentación de una red de triangulación del volcán Popocatepetl con el fin de medir deformaciones en su estructura.

064.V.03

REANALISIS DE LA SISMICIDAD ASOCIADA A LA ERUPCION DE 1982 DEL VOLCAN EL CHICHON

Zenon Jiménez J. y Juan Manuel Espíndola C.
Instituto de Geofísica, UNAM
C.U. 04510, México, D.F.

Varios autores han analizado las características de la actividad sísmica asociada al proceso eruptivo de la erupción de 1982 del volcán el Chichón. Havskov et al (1983) catalogaron los tipos de señales, determinaron

los hipocentros de una muestra de eventos y la tendencia del mecanismo focal. Otros autores reportaron las variaciones de el valor de b , la energía sísmica acumulativa liberada y la partición de la energía total. Sin embargo muchos aspectos de la sismicidad permanecían desconocidos. En este trabajo se reanalizaron los registros generados por las redes sismológicas de Chicoasen desde la fecha de su instalación (mediados de 1979), con el fin evaluar la actividad sísmica previa a la erupción de 1982.

La actividad sísmica observada desde mediados de 1979, 1980 y 1981 sugieren que el proceso eruptivo se manifestó con anterioridad. Así mismo, el presente análisis demuestra una tendencia temporal en la profundidad de los hipocentros y la existencia de zonas de silencio bajo el edificio volcánico que podrían señalar la localización del reservorio magmático. Finalmente se discute la variación del mecanismo focal compuesto para eventos separados en profundidad y tiempo.

069.V.04

AVANCES RECIENTES EN EL ESTUDIO DE LOS DEPOSITOS PIROCLASTICOS DEL VOLCAN TACANA

*J.M.Espíndola, **J.L. Macías y **M.Sheridan

*Instituto de Geofísica, UNAM

Cd. Universitaria, México, D.F. 04510, D.F.

**Geology Department,
SUNY at Buffalo,
Buffalo, 14260 N.Y., E.U.A.

Presentamos los resultados más recientes del estudio sistemático que llevamos a cabo sobre los depósitos de las erupciones antiguas del Volcán Tacaná. Estos incluyen una descripción de los depósitos del flanco sur, sobre la carretera que comunica Tapachula con Unión Juárez, así como los datos de los estudios sedimentológicos.

Los depósitos encontrados en esta área consisten esencialmente en derrames de piroclásticos depósitos de oleadas (surges) húmedas y avalanchas. Muestras de carbón tomadas de algunos depósitos arrojan edades de 30,845 y 38,630 años.

Nuestros datos de campo indican que las foto-interpretaciones disponibles hasta la fecha no incorporan esta información que puede ser importante en la elaboración de mapas de peligro volcánico.

184.V.05

GEOQUIMICA DE LAS LAVAS DEL CAMPO VOLCANICO DE SAN QUINTIN B.C.

F. Medina
Instituto de Geofísica-UNAM
Apdo. Postal 2681, Ensenada, B.C.
G. Mora
CICESE, Apdo. Postal 2732
Ensenada, B.C.

El campo volcánico de San Quintín esta compuesto por una docena de conos cinerfíticos, los cuales han sido poco estudiados hasta la fecha. En este trabajo se reportan los resultados de la geoquímica y la petrología de las lavas basálticas del campo volcanico de San Quintín B.C. Los resultados del análisis de trazas indican que se trata de una zona volcánica originada por Basaltos de Isla Oceánica (OIB). La tectonica local no presenta, aparentemente, algun sistema de fallamiento principal por lo que su origen puede estar asociado a un hot spot local. Este aspecto ubicaría al campo como una posible zona con alto potencial geotermico pues reportes independiente hacen ver que el desarrollo del campo es, posiblemente, histórico.

LA TOBA DE AMEALCO Y SU CORRELACION CON LA FORMACION LAS AMERICAS A TRAVES DEL GRABEN DE ACAMBAY.

Gerardo J. Aguirre Díaz
Estación Regional del Centro del Instituto de
Geología-UNAM, Apdo. Postal 376,
Guanajuato, Gto. 3600
Fax: (473) 230-38

La Toba de Amealco es una secuencia piroclástica emitida hace 4.6 ± 0.1 Ma por la caldera de Amealco, estados de Querétaro y Michoacán. La secuencia consiste en tres ignimbritas piroconsolidadas llamadas, de la más antigua a la más joven, Amealco I, Amealco II, y Amealco III. Estas ignimbritas están interestratificadas con depósitos de lapilli de caída libre, nubes razantes, flujos de lodo, e ignimbritas de menor volumen y extensión no piroconsolidadas. Se observan varias discordancias dentro de la secuencia, por lo que la Toba de Amealco se formó por varias erupciones volcánicas separadas y no como un solo evento. La mineralogía en la Toba de Amealco es plagioclasa + hiperstena + augita + titanomagnetita + limenita $\pm$ olivino $\pm$ apatita. Un rasgo notable de las ignimbritas es la mezcla de vidrios (pómez, fiamme y espículas) con diferente composición. La composición química de los vidrios incluye andesita, traquiandesita, traquidacita, dacita y riolita, la composición predominante es traquiandesita, traquidacita.

La Toba de Amealco cubrió un área mayor a los 2800 km², actualmente cubre aprox. 1800 km². como mínimo. esta extensión está basada en la cartografía de las ignimbritas Amealco I, Amealco II, y Amealco III, las cuales son co-extensivas por al menos 30 km alrededor de la caldera.

La Toba de Amealco está ausente dentro del Graben de Acambay y del valle de Tepuxtepec: este último adyacente y al oeste del primero. La Toba de Amealco aflora afuera del graben y hacia el sur del poblado de Venta de Bravo y de la falla con el mismo nombre, aproximadamente a 30 km de la caldera de Amealco. Los afloramientos de la Toba de Amealco se extiende hacia el sur-suroeste desde la falla Venta de Bravo hasta una distancia de 45 km. de la caldera. Los afloramientos de la toba al sur de la Falla Venta de Bravo fueron denominados como Formación Las Américas por Fries y colaboradores desde 1965 (Boletín inst. Geol. UNAM, 1977), pero dichos autores no reconocieron a la caldera de Amealco como la fuente emisora de éstos. La Formación Las Américas es aquí interpretada como las facies distales hacia el sur de la Toba de Amealco.

Los afloramientos de la Toba de Amealco a uno y otro lado de Graben de Acambay se correlacionan como la

misma unidad, en base a lo siguiente: 1) Ambas secuencias contienen las tres ignimbritas Amealco I; Amealco II, y Amealco III; 2) Las ignimbritas presentan las mismas características físicas mineralógicas y químicas; y 3) Los fechamientos K-Ar en ambas secuencias son iguales dentro del error analítico: 4.71 ± 0.19 para la secuencia del sur, y entre 4.54 ± 28 y 4.71 ± 0.14 para la del norte. Entre los rasgos físicos, mineralógicos y químicos iguales entre ambas secuencias se incluyen los siguientes: mezcla de vidrios en los depósitos piroclásticos, con la misma variación de composición; misma mineralogía e incluso composición química de las diferentes fases (plagioclasa, hiperstena, augita, titanomagnetita, ilmenita); mismo rango en los parámetros físicos intensivos como fugacidad de oxígeno y temperatura; mismo aspecto físico de las ignimbritas en cuanto color, grado de soldamiento, espesor y contenido de pómez o fiamme.

009.T.02

VOLCANISM AND TECTONICS OF THE JALISCO BLOCK, WESTERN MEXICO

Ian S.E. Carmichael,
Department of Geology & Geophysics,
University of California, Berkeley, CA., 94720, USA

The Jalisco Block is bounded on the north by a series of grabens that contain the central volcanoes of the NW volcanic belt, and on the east by the Colima graben with the active Volcan Colima, and its massive extinct ancestors. Both graben structures also contain contemporary small cones of oceanic type lavas, which become more voluminous where the NW volcanic belt intersects the Gulf of California. Rifting in the Colima graben could have started before 5 Ma, but a thick pile (>600 m) of voluminous (>2000 km³) Miocene oceanic basalts (Moore et al 1993), now buried beneath the younger volcanic cover underlying Guadalajara, suggest that crustal rifting had already started by 10 Ma. Partially buried piles of older basalt are found all along the NW volcanic belt, suggesting that the Jalisco Block began to separate along a series of faulted bounded basins which filled with oceanic basalt. These basaltic lavas also have compositions that are typical of oceanic hotspots, and a mantle plume beneath the Guadalajara area may account for the active volcanic focus there.

Extensional rifting has also occurred within the Jalisco Block, and three grabens, only ~120 kms from the Middle America trench, contain a greater diversity of lava types than anywhere else on earth. Oceanic type shield volcanoes exist side by side with calc.alkaline volcanoes typical of a subducting continental margin, but also with alkaline types (e.g. minettes, absarokites) uniquely different from those of the central Mexican

volcanic belt. Faulting of young lavas shows that extension is still occurring at the margins and within the Jalisco Block, but near the Gulf of California, the trend of young faulting is associated with the continued opening of the Gulf of California (Richter et al 1993).

014.T.03

GRABEN DE CHAPALA: ESTRUCTURA Y ORIGEN

J. Rosas-Elguera* & J. Urrutia-Fucugauchi **

*Centro de Ciencias de la Tierra Univ. de
Guadalajara
Juan N. Cumplido No. 36, 44100
Guadalajara Jal. México

** Laboratorio de Paleomagnetismo y Geofísica
Nuclear
Instituto de Geofísica, UNAM,
D. Coyoacán 04510 D.F., México

La porción occidental de México está caracterizada por tres dispersiones tectónicas regionales que forman un punto triple que ha sido interpretado en términos de un rift continental activo, una tectónica transpresiva y, parcialmente por un desplazamiento lateral sinistral de una porción de SW de México (Urrutia-Fucugauchi y Rosas-Elguera, sometido). Una de estas depresiones es el Graben de Chapala donde afloran rocas volcánicas desde el Mioceno hasta el Pleistoceno. Al norte de la población de Chapala aflora una secuencia volcanosedimentaria (Formación Chapala). La Formación Chapala evidencia la contemporaneidad entre la actividad volcánica y la depositación de sedimentos, mientras que su actitud estructural manifiesta su relación con la actividad tectónica.

Las diferencias geológicas y los contrastes geomorfológicos entre la porción norte y la porción sur del graben de Chapala así como el basculamiento de la Formación Chapala, sugiere que esta estructura es un graben asimétrico. La formación de esta estructura ocurrió en el Mioceno-Plioceno a través de una fase tensional con una pequeña componente lateral izquierda. Esta actividad provocó la fragmentación de la corteza originando cuencas asimétricas cuyo basamento fué basculado hacia el norte. A medida que evolucionaba la depresión, el desnivel entre su parte central y su porción norte aumentó, en esta misma medida el basculamiento hacia el norte continuó, como es mostrado por la actitud de la secuencia volcanosedimentaria y la geología del graben. Esta interpretación sugiere que la actividad tectónica es más reciente en la porción sur de la estructura y que, en el área del actual Lago de Chapala, se está desvaneciendo constituyendo así un aulacógeno.

026.T.04

COMPRESSIONAL AND EXTENSIONAL STRUCTURES IN THE CERROS EL AMOL, ALTAR, NORTHWEST SONORA

* Juan Carlos García y Barragán
* José Luis Rodríguez Castañeda

*Instituto de Geología, UNAM
Estación Regional del Noroeste
Apdo. Postal 1039, Hermosillo, Sonora, 83000

Our study in the Altar región, northwest Sonora, presents new structural data of an area that can be critical in interpreting Cretaceous and Paleogene tectonic events in northwest Sonora. The Cerros El Amol are underlain by a 5 km thick sedimentary sequence which has been metamorphosed in its upper part. The stratigraphic sequence includes from the base, the Bisbee Group, The El Chanate Group and the Altar formation.

The major structure in the Cerros El Amol is a syncline whose southwest flank is overturned. The fold trends N65°W, is 8 km in length and the axis plunges northwestward. Before folding the rock units were foliated parallel to the bedding. The foliation is present in all units but is strongest developed in the middle and upper parts of the Altar formation. The foliation is incipient and not pervasive in the Bisbee and El Chanate groups. In the finer grained rocks of the older formations it is rather well developed but in the coarser grained rocks, the foliation is absent. The foliation is parallel or subparallel to the bedding, and shows at least two preferential groups of attitudes. One of these strikes NW-SE with dips that range from 10° to 80° northeast and mainly southwest. The second one strikes NE-SW with dips averaging 45° southeast. Foliation planes in the El Amol and El Recodo members of the Altar formation were plotted in an equal area projection. Metamorphism increases towards the top of the Altar formation which has greenschist metamorphism facies. The first tectonic phase resulted in vertical flattening associated to top-to-the-northeast tectonic transport (overturned syncline) and low-angle normal faulting, which excised the El Chanate Group. This phase is related to a middle Tertiary extensional event and is characterized by folding and low-angle faulting that juxtaposed part of the Bisbee Group above the El Amol member of the Altar formation in the Cerros Micro-onclas Altar.

036.T.05

EVOLUCION TECTONICA DE LA FRONTERA NORTE DEL BLOQUE JALISCO E IMPLICACIONES PARA SU DESPLAZAMIENTO ACTUAL

L. Ferrari and G. Pasquarè
(Dipartimento Scienze della Terra, Università di
Milano, via Mangiagalli 34, 20133 Milan, Italia)

S. Venegas and D. Castillo
(Comisión Federal de Electricidad, GPGE, Dept.
Exploración, Morelia, Mich, México)

F. Romero
(Comisión Federal de Electricidad,
Residencia El Ceboruco, Ahucatlán, Nay., México).

Los diferentes modelos presentados sobre la tectónica del bloque jalisco (JB) concuerdan en postular su desplazamiento hacia el Noroeste u Oeste. Estos modelos ubican la frontera norte del JB a lo largo del rift Tepic-Zacoalco (TZR) que sería entonces el producto de movimientos lateral derechos y normales de edad Plioceno y Cuaternario. Estudios geológicos y estructurales llevados a cabo recientemente en los estados de Nayarit y Jalisco han revelado que la estructura y la evolución de esta frontera son más complejas de lo que se ha planteado hasta la fecha.

La región estudiada sufrió deformaciones transcurrentes y plegamientos durante el Mioceno temprano y medio, como consecuencia de la subducción oblicua entre las placas Farallon y Norte América. Las estructuras principales del TZR son grabenes y semi-graben que se desarrollaron durante el Mioceno tardío y Plioceno temprano en conexión con el rifting de la península de Baja California. Una extensión Plioceno tardío y Cuaternario está ocurriendo al Sur del TZR, a lo largo de una franja arqueada que comprende el graben de Puerto Vallarta, el semigraben de Amatlán de Cañas y las fallas de Ameca y Zacoalco. Estas estructuras no forman una faja de deformación continua y además muestran una dirección de extensión de NE-SO a N-S, que es casi paralela a la dirección de convergencia entre las placas de Rivera y Norte América. Estas deformaciones no pueden ser explicadas por medio de un movimiento hacia el Noroeste u Oeste del JB pero más bien sugieren un desplazamiento hacia la trinchera del bloque mismo.

037.T.06

A WIDESPREAD BASIC VOLCANIC EVENT OF LATE MIOCENE AGE AT THE BASE OF THE MEXICAN VOLCANIC BELT BETWEEN GUADALAJARA AND QUERETARO

¹ L. Ferrai, ² V.H. Garduño, ³ F. Innocenti,
⁴ P. Mannetti, ¹ G. Pasquarè ⁵ G. Vaggelli

¹ Dipartimento Scienze della Terra
Via Mangiagalli 34, 20133 Milán, Italia

² Departamento de Geología, UMSNH
Morelia, Mich. Mexico

³ Dipartimento Scienze della Terra,
Via S. María 53, 56127, Pisa, Italia

⁴ Dipartimento Scienze della Terra,
Via La Piara 4, 50121, Firenze, Italia

⁵ Centro di Studio per la Mineralogenesi e la
Geochemica applicata
C.N.R., Via La Piara 4, 50121, Firenze, Italia

In central México, large basaltic plateaux mainly emplaced between 10 and 6 Ma. form the basal part of the volcanics of the Mexican Volcanic Belt (MVB). The estimated original extension of this volcanics is about 8500 km² in Guadalajara-Arandas area, where their volumen can be evaluated in about 3000 Km³. This figures give an output rate of 0.8 Km²/1000 years, identical to the one reported for the Quaternary Michoacan-Guanajuato volcanic field of the MVB, which has a comparable extension. In the Guadalajara and Queretaro areas the basic plateaux are separated by the late Oligocene-early Miocene Sierra Madre Occidental ignimbrites and andesites by a period of volcanic quiescence marked by various erosional deposits whereas in the areas surrounding the Chapala and Cuizteco lakes they overlain andesitic sequences of middle to late Miocene age.

The plateaux lavas are relatively primitive (Mg# 66-52), did not undergo a significant low P fractionation and display a clear calcalkaline affinity. They represent the first widespread and uniform volcanic event in the MVB history. Geologic and geochemical data suggest that these basalts were emplaced during the first extensional tectonic phase which accompanied the developing of the MVB.

070.T.07

REVISION DE LOS VALORES DE GRAVEDAD PARA EL PERIODO 1976-1992 EN EL PACIFICO MEXICANO

*M. Mena, *S. K. Singh, * G. Suárez
y ** M. Van Ruyambeke

*Instituto de Geofísica, UNAM, Cd. Universitaria
Coyoacán 04510, México, D.F.

**Observatoire Royal de Belgique,
Avenue Circulaire 3, 1180 Bruxelles.

La falta de cambios significativos observados en los periodos 1976-1985 y 1985-1992, en la red gravimétrica de primer orden de la Costa del Pacífico, implica que todas las estaciones se encuentran alrededor de un mismo nivel de deformación. la poca variación entre Iguala y Acapulco durante el mismo periodo, significa

que Acapulco se encuentra en un nodo de la curva de deformación o bien existe un error sistemático en las observaciones realizadas. En este trabajo se muestran los resultados de la revisión de los valores originales, así como la relación de éstos con los de la red actual. Por otro lado, se exponen los avances en la instalación de una estación de marea terrestre en la zona teóricamente de mayor deformación entre México y Acapulco.

077.T.08

GEOMORPHIC EVIDENCE FOR NEOTECTONIC ACTIVITY IN THE ACAMBAY GRABEN, MEXICAN VOLCANIC BELT

Ma. Teresa Ramírez Herrera
Department of Geography

University of Edinburgh EH8 9XP, United Kingdom

Detection and documentation of active tectonics through tectonic geomorphology is greatly aided by the application of remote sensing analysis. relevant geomorphic evidence indicative of neotectonic activity in the Acambay graben, a mayor structure in the Mexican Volcanic Belt, was derived from remote sensing analysis, employing digitally enhanced Landsat imagery and large-scale serial photos, topographic maps, in conjunction with detailed field mapping. Fault systems are identified: 1) the Acambay-Tizmadeje faults. 2) the Tepuxtépec faults on the northern flank of the graben, 3) the Pastores fault. 4) the Venta de Bravo faults on the southern flank of the graben, and 5) the Temascalcingo faults located in the centre of the graben. A range of geomorphological evidence indicates neotectonic activity in the Acambay graben. Prominent fault scarps and triangular facets show vertical displacement along the faults flanking the graben, while linear ridges, sag ponds, offset drainage, shutter and compression ridges confirm an important left-lateral shear along the MVB. The existence of such morphological features implies that these faults have been active since the Quaternary. Morphological evidence and the historical occurrence of seismic activity along the Venta de Bravo fault suggest that this is the most tectonic and potentially seismic activie faults systems in the Acambay graben.

078.T.09

NEOTECTONICS OF THE SAN MIGUEL FAULT, BAJA CALIFORNIA MEXICO

C. Kenji Hirabayashi and Thomas Rockwell
Dept. of Geological Sciences

San Diego State University, San Diego, CA 92182

Steve Wesnousky
Center for Neotectonic Studies
University of Nevada, Reno NV, 89557

Francisco Suárez Vidal
Div. de Ciencias de la Tierra
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)
Ensenada, B.C., Mexico

The San Miguel fault zone has been the most seismically active in peninsular Baja California this century, with six earthquakes over M6 in a sequence in 1954 and 1956. the 1956 mainshock (M6.8) resulted in a 20 km surface rupture with up to a meter of dextral slip. total slip across the fault zone, however, is less than 1 kilometer.

Paleoseismic studies along the San Miguel fault, in the southern portion of the San Miguel fault zone, have determined:

1) An erosional remnant or ridgeline is offset 22 ± 3 m. Soils developed in the ridge deposits indicate an age of 50-120 ka, thereby suggesting a long term slip rate of 0.2-0.5 mm/yr.

2) 3-dimensional trenching resolved that slip in the 1956 earthquake at this site was about 1.15 m, similar to observations taken shortly after the 1956 earthquake. Dividing the obseved slip by the long-term slip rate, a long term average recurrence interval of 2-5 ka is suggested.

3) The penultimate event, represented by fissure filling along a strand of the fault that did not break in 1956, occurred about 700 years ago, much more recently than would be predicted by dividing the 1956 slip into the long-term slip rate.

4) A trench across the fault in Pleistocene deposits yielded evidence for only the 1956 and penultimate events, and no other Holocene activity.

5) A Pleistocene channel is dextrally offset about 7.5m, with less than 1 m of vertical slip, indicating that the fault is principally strike-slip

These data lead to the conclusion that either the penultimate earthquake was smaller than the 1956 event or that there have been two closely spaced events (temporal clustering of seismic activity) with no prior Holocene surface rupture.

110.T.10

GEOMETRIA ESTRUCTURAL DEL FALLAMIENTO DEL CAMPO GEOTERMICO DE PATHE, ESTADOS DE QUERETARO E HIDALGO

Miguel Carrillo
Instituto de Geología, UNAM
Cd. Universitaria 04510, México D.F.

Se presenta la geometría estructural del Campo Geotérmico de Pathe y vecindades, región en la que afloran principalmente rocas volcánicas continentales miopliocénicas. La deformación consiste en dos grupos de fallas normales de dirección aproximada E-W y N-S de longitudes hectométricas a kilométricas, saltos observables próximos a la superficie variable entre 7 y 70 m y otros indeterminados. El fallamiento expuesto es recto y, al igual que el vector de deslizamiento, es de ángulo alto respecto a la horizontal. Sin embargo, los aloctonos de las fallas Pathé y La Mesa de dirección meridiana exhiben una rotación de 10-15° antitética a los planos de falla, lo que sugiere que estos sean de geometría listrica.

En el Arroyo de Bajhi, existe un enjambre de intrusiones en forma de diques de dirección sublatitudinal y cuerpos tabulares horizontales subconcordantes con los estratos tobáceos que les alojan. Estos últimos se ven cortados a ángulo recto y desplazado por los segmentos que ocupan los diques, lo que sugiere fallamiento normal; sin embargo, no se encontraron marcadores del deslizamiento. En el mismo arroyo de Bajhi, aflora una falla de dirección E-W, que desarrolló entre 40 a 1.50 m de anchura de brecha tectónica y yuxtapone a rocas volcánicas piroclásticas contra el aluvión semiconsolidado, dato muy sugerente de fallamiento activo.

Los basaltos involucrados en las fallas de Pathé y La Mesa tienen fechas K/Ar roca total variables entre 6.3 ± 0.2 y 6.5 ± 0.2 Ma, y un desplazamiento de 70m, lo que da una velocidad promedio mínima de 0.02 mm/año y si las tobas e ignimbritas de La Mesa de Bomaxhota se depositaron contemporáneamente a la Toba Don Guinyo (K/Ar roca total 4.3 ± 0.3 y 4.2 ± 0.3 Ma), y los desplazamientos son de 30m, resulta un movimiento anual promedio mínimo de 0.007 mm en fallas que son la extrapolación meridional de las Fallas La Mesa y Pathé.

123.T.11

DETERMINACION DE ESTRUCTURAS
TECTONICAS DISYUNTIVAS UTILIZANDO
TECNICAS DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE
IMAGENES Y DEL GRADIENTE TOTAL
NORMALIZADO A PARTIR DE DATOS
GRAVIMETRICOS DE CUBA CENTRAL

*José L. Cuevas y **Frank García Pérez

*Instituto de Geofísica y Astronomía

Academia de Ciencias de Cuba

Calle 212 No. 2906.e/29 y 31, La Lisa C. Habana
C.P.11600, Cuba

**Posgrado en Geofísica UACPy-CCH
Instituto de Geofísica, UNAM
Cd. Universitaria, México, D.F.

En el trabajo se emplea de forma combinada métodos propios del procesamiento de imágenes y del Gradiente Total Normalizado para la determinación de la direcciones y profundidades de las estructuras tectónicas disyuntivas a partir de la información gravimétrica. Entre las técnicas de procesamiento de imágenes se encuentra la detección de bordes y lineamientos y del registro de señales. Estos procedimientos resaltan los cambios abruptos en los valores de una imagen, en el caso de los primeros y en el segundo caso permite encontrar la ubicación de una señal determinada dentro de la propia imagen. El efecto gravitacional de las estructuras tectónicas de tipo falla y zonas de éstas, cumplen precisamente con las características que resaltan los procedimientos antes mencionados utilizando operadores especiales direccionales que permiten extraer de la información gravimétrica las diferentes estructuras tectónicas disyuntivas, completándose la información de las profundidades de éstas con el método de Gradiente Total Normalizado. Se presentan ejemplos de utilización en la determinación de estructuras tectónicas conocidas y otras propuestas en la región de Cuba Central, donde se detectaron fallas que cortan claramente el límite corteza-manto.

127.T.12

ESTRUCTURA DE LA LITOSFERA EN
EL GAP. DE GUERRERO, MEXICO

Núñez Cornú F.J., Córdoba D., González A., Nava
F.A y el Grupo de PSPM (RISICO)

Centro de Investigación Científica y Educación
Superior de Ensenada (CICESE) México
Univ. Complutense de Madrid; Univ. de Barcelona
Inst. Geográfico Nacional (España)
Inst. de Ingeniería UNAM
Inst. Oceanográfico de Manzanillo
Fac. de Geografía, Univ. A. del Edo. de México
Inst. de Geofísica UNAM, Inst. de Geología UNAM
Fac. de Ciencias, Univ. de Guadalajara
Fac. de Geografía, Univ. de Guadalajara, México

Un estudio mediante Perfiles Sísmicos Profundos se realizó en la región de Guerrero en 1992 como resultado de un proyecto conjunto entre instituciones Mexicanas y Españolas: Treinta explosiones submarinas fueron registradas a lo largo de tres líneas de refracción sísmica, una a lo largo de la costa y dos tierra adentro en una dirección casi perpendicular a la trinchera. Los primeros resultados de este experimento son los

relativos a la Costa de Guerrero y en particular al Gap del mismo nombre. Estos resultados indican cambios laterales en la corteza y en el grosor de las capas para la distribución de velocidades de onda-P. La estructura a lo largo de la costa en términos generales consiste de tres capas: Una superior con una velocidad de 5.9 km/s que desaparece bajo Ixtapa. La segunda tiene una velocidad de 6.3 km/s y un gradiente vertical de velocidad de 0.03 s⁻¹. La tercera capa tienen una velocidad de 6.9 km/s y un gradiente vertical de 0.009 s⁻¹. Uno de los principales resultados de este estudio es la determinación de una capa de baja velocidad (6.0 km/s) a una profundidad de 22 km la cual constituye la frontera entre la Placa de Norteamérica y la Placa de Cocos. Bajo esta zona de baja velocidad se encontró una capa con una velocidad de 7.4 km/s que se interpreta como la corteza oceánica de la subducente placa de Cocos.

128.T.13

ESTUDIOS TECTONICOS Y VULCANOLOGICOS
DE LA PROVINCIA VOLCANICA DE
PUERTECITOS, NE DE BAJA CALIFORNIA,
UTILIZANDO DATOS DE LANDSAT (MAPEADOR
TEMATICO)

Joann M. Stock
Caltech 252-21, Pasadena CA., 92125 USA
M. Meghan Miller,
Geology Dept. Central Washington Univ.
Ellensburg WA., USA
Claudia J. Lewiss

Caltech 252-21, Pasadena CA, 91125 USA
Arturo Martín B.

CICESE, Apdo. Postal. 2732, Ensenada, CP 22830

El análisis de imágenes de satélite constituye un método eficaz para distinguir litologías y fallas activas a escala regional utilizando áreas de control. Utilizamos datos de Landsat (Mapeador Temático, MT) y SPOT junto con fotos aéreas y cartografía detallada para estudiar fallas recientes y la estratigrafía volcánica regional en la zona de Valle de San Felipe-San Felipe-Puertecitos. El sur del área de estudio incluye parte de la Provincia Volcánica de Puertecitos (PVP) en donde se tienen zonas con cartografía geológica de detalle. Una clasificación supervisada utilizando los datos digitales de cada banda y los cocientes de bandas en un área de control en la parte nor-central de la PVP indica que las lavas intermedias son los más distintivas aunque con menos contraste. Dos unidades de tobas riolíticas, de 11 y 6 Ma de edad, que afloran regionalmente son más difíciles de distinguir utilizando únicamente los datos de reflectancia. La aplicación de estos resultados a la clasificación de las rocas volcánicas de las zonas colindantes a las áreas de control nos permite identificar

dentro de la PVP varias zonas de alteración, campos de domos riolíticos y volcanes de composición intermedia, que son objetivos para futuros estudios de campo. Para distinguir entre sí las tobas del Mioceno y para distinguir éstas de las tobas del Plioceno al este de la PVP se necesita más control de campo y/o datos espectrales en bandas más delgadas. Las características espectrales y los patrones de drenaje en depósitos superficiales cuaternarios al norte y al este de la PVP varían de acuerdo a su composición, el grado de desarrollo de suelo desértico y el grado de disección del terreno. Con base en estos datos, clasificamos los depósitos cuaternarios en 4 grupos de distintas edades, lo cual nos permite definir la historia de movimientos relativos de la fallas jóvenes y distinguir posibles movimientos transcurrentes. En el norte de la PVP hay escarpes de falla en fallas sinestras con rumbo NNE, y fallas normales con rumbo NNW a N. Localmente afloran coladas máficas jóvenes relacionadas a ambos grupos de fallas (una colada con menos de 1 Ma de edad): La morfología de los escarpes en otra falla en la parte nor-central de la PVP sugiere una ruptura mas reciente que en la Falla de San Pedro Mártir (posiblemente histórica). Un estudio detallado de fallas al norte de esta zona (Falla de San Pedro Mártir y Falla del Valle de San Felipe) [Grover et al., reunión nacional GSA, 1993] sugiere que las fallas con rumbo NNW tienen una componente de movimientos dextral. Al sur, dentro de nuestra área de estudio algunas fallas con rumbo NNW desplazan los drenajes dextralmente lo que puede indicar la continuación de este patrón de fallamiento a lo largo del escarpe del Golfo en esta región.

137.T.14

DIRECCION DE EXTENSION EN LA PROVINCIA
VOLCANICA DE PUERTECITOS AL INICIO DEL
RIFT DEL GOLFO DE CALIFORNIA; MIOCENO
TARDIO-PLIOCENO

Ramón Mendoza Borunda y Arturo M. Barajas
Depto. de Geología, CICESE, Apdo. Postal 2732
Ensenada, B.C., C.P. 22830

La Provincia Volcánica de Puertecitos (PVP) situada al NE de Baja California, está compuesta por una sucesión de rocas volcánicas del Mioceno-Plioceno afectadas por fallas normales. Al NE de la provincia, las fallas tienen una orientación preferencial al NNW y cortan a rocas volcánicas emplazadas durante dos períodos de vulcanismo, alrededor de 6 y 3 Ma, que incluyen flujos piroclásticos y domos riolíticos principalmente. El análisis de los datos cinemáticos de planos de fallas muestra, en términos de esfuerzos, una dirección de extensión (σ_3) ENE-WSW en esta zona para el período entre 6 y 3 Ma. Este análisis indica

que la dirección del σ_3 se mantuvo invariante durante el período mencionado; sin embargo, se registran cambios en el estilo de fallamiento, observándose familias de fallas normales (principalmente) y fallas laterales, que obedecen a la permutación de los esfuerzos de máxima compresión (σ_1) y de compresión intermedia (σ_2). La dirección del esfuerzo de mínima compresión (σ_3) obtenida, es consistente con la dirección de extensión reportada para la zona del escarpe al W del área de estudio (Stock y Hodges, 1990), para el intervalo entre los 11 y 6 Ma; y también, con la dirección de extensión encontrada en la región E Central de la península, para el mismo intervalo de tiempo (Angelier et al., 1981). En esta última región, también se registra una dirección de extensión WNW-ESE en unidades cuaternarias; lo que implica una rotación del esfuerzo de mínima compresión (σ_3), en sentido de las manecillas del reloj. Esta rotación no se documenta en el área de estudio, debido a que son pocos los depósitos cuaternarios que afloran en la misma. El análisis estructural de zonas adyacentes, actualmente en estudio, permitirá definir posibles cambios en el sistema de esfuerzos durante el Plio-Cuaternario. La PVP permite documentar el estilo de formación asociado a la etapa temprana del rift en esta latitud.

140.T.15

MAGNETOTELLURIC INTERPRETATION OF THE SUBDUCTING COCOS PLATE IN OAXACA'S CONTINENTAL MARGIN

Jorge A. Arzate* ++

Marianne Mareschal +

+ Génie Minéral, Ecole Polytechnique,
C.P. 6079, Succ. A, Montréal, Que., H3C
3A7, Canadá

*Instituto de Geofísica,
Universidad Nacional Autónoma de México
C.P. 04510, México, D.F.

Magnetotelluric (MT) measurements done along two profiles approximately perpendicular to the Oaxaca continental margin were carried out to study the interaction of the active subducting Cocos Plate with the continent in this region. The results reveal a highly conductive gently dipping structure which could be associated with the subducting slab. A rigorous selection of MT sites that are not influenced by 3-dimensional regional anomalies was performed in order to exclude sites which would not be characterized by a 2-D impedance tensor. The selection was performed based upon the following criteria applied at sufficiently long periods: a) exclusion of those sites whose Barner's distortion parameters indicated a 3-D regional struc-

ture; b) imposing constraints on the calculated 2-D strike using the vertical magnetic field component by observing the tipper response to galvanic (or channeling) effects versus induction.

The exclusion of 3-D sites insured a meaningful 2-D inversion that was performed with high weight on the phases and low weight on the resistivities because of the static shift that severely affected most of the MT measurements. However, we used the resistivity of a site which showed an undistorted 1-D behavior at high frequencies to constrain the shallow resistivity for each profile. This resulted in a robust estimation of a resistivity structure. The depth to the conductor is found to vary from 5 km at the coast to more than 30 km landwards. The geometry of the conducting anomaly suggests that it could be directly associated to the downgoing subducting slab. However, a correlation of the top of the conductor with the 300 - 400°C isotherm obtained from a simple 1-D thermal model of the region, prevents ruling out the possibility that the conductive zone is related to a layer of fluids produced by degassing and trapped at some level above the plate boundary. These two options will be discussed in relation with other geophysical information.

141.T.16

TECTONICA EXTENSIONAL ACTIVA DEL GRABEN DE ACAMBAY

Odranoel Quintero L.
Instituto de Geología

El graben de Acambay (GA) se encuentra localizado en la porción central de la Faja Volcánica Trans-mexicana. El GA está limitado al N por la Falla Acambay Tixmadejé y por la Falla Pastores Canchesdá de orientación E-W. Las fallas afectan a rocas volcánicas del Mioceno y Plioceno y sedimentarias lacustres del Cuaternario. Otras fallas normales cuya orientación es generalmente paralela a las anteriores se localizan en las cercanías de Temascalcingo.

El G.A. ha manifestado actividad sísmica reciente: 1912 (M=7.0) 1915 (M=?), 1916 (M=4.0), 1926 (M=4.0), 1931 (M=4.0), 1947 (M=4.0), 1953 (M=4.2), 1953 (M=4.0), 1961 (M=5.0) y 1964 (M=4.4). El sismo de 1912 provocó deformación co-sísmica en la forma de ruptura del terreno. Suelo y rocas fueron fracturados y la longitud total afectada por las fracturas fue 54 km aproximadamente, repartidas en las 4 fallas de este graben. Las fallas Acambay-Tixmadejé y Pastores-Canchesdá pierden continuidad hacia el occidente; otras fallas aparecen. En el lado septentrional el sistema de fallas que corta la falla Venta de Bravo se presenta desde Canchesdá hasta Maravatio y ha presentado actividad sísmica sin deformación superficial en 1735, 1854, 1979 (M=5.3). Hacia Los Azufres y Morelia

existen fallas normales que evidentemente están ligadas a los segmentos Pastores Canchesda y Venta de Bravo. Al conjunto de estos segmentos se le ha denominado Sistema Morelia-Acambay, (SMA).

Las determinaciones de esfuerzos se han basado en alineamientos de conos cineríticos, datos microtectónicos mecanismos focales. La extensión en el SMA NNW-SSE es predominante en el área y está acompañada por una pequeña componente de desplazamiento lateral izquierdo. Hacia la región de Pátzcuaro-Uruapan, el SMA se reúne con otros sistemas de fallas denominado Sistema Diagonal o sistema Michoacán-Querétaro cuya orientación general es NW-SE. Tanto este sistema de fallas como el descrito arriba, constituyen la Zona Extensional de la porción central de la Faja Volcánica Transmexicana (ZEFVT) y es responsable del control estructural del Campo Volcánico Michoacán Guanajuato.

161.T.17

MORPHOLOGY AND DEVELOPMENT HISTORY
OF THE RIDGE PROPAGATOR SYSTEM LO-
CATED AT 18°N, 106°W

W.L. Bandy
Instituto de Geofísica,
Univ. Nacional Autónoma de México
C.P. 04510 México, D.F.

T.W.C. Hilde
Geodynamics Research Institute, Texas A&M
Univ. College Station, Texas 77843

Analysis of marine geophysical and EQ data indicates that the ridge propagator system located at the northern terminus of the Pacific-Cocos spreading center (18°N, 106°W) consist of two active ridge segments; an eastern ridge segment which extends northward from its junction with the Orozco fracture zone to its northern terminus located south of the Rivera fracture zone (18°05'N, 105°35'W), and an eastern ridge segment which extends from its junction with the Rivera fracture zone (18°30'N, 106°15'W) to its southern terminus (17°44'N, 106°16'W). No transform fault linking these ridge segments is observed. Instead, the seafloor lying between the two ridge segments from 18°05'N to 17°44'N (the overlap zone) is being deformed by a right lateral shear couple. Block within this zone exhibit up to 800 meters of uplift and 25° of clockwise rotation.

These data record a continuous northward propagation of the eastern ridge segment from 5.5 Ma to 1.7 Ma; during which time it propagated northward from the Orozco fracture zone to a point located north of the present Rivera fracture zone (18°51'N, 105°34'W). From 1.7 Ma to 0.2 Ma the eastern ridge segment underwent an episodic, southward cessation of spread-

ing, leaving behind two relict ridge segments. Concurrent with this southward cessation of spreading along the eastern ridge segment, spreading was initiated at the Rivera fracture zone and propagated southward forming the western ridge segment. From 0.2 Ma to the present, the eastern ridge segment once again propagated northward. Presently, it overlaps the western ridge segment south of 18°05'N; the overlaps resulting in a cessation of spreading along the western ridge segment south of 18°05'N.

165.T.18

ORIGEN DE LA FAJA VOLCANICA TRANS-
MEXICANA HACE 8.3 Ma Y SUS MIGRACIONES
HACIA EL W, SW Y SSW DESDE HACE 5.3 Ma

H. Delgado*, P. Cervantes** y R. Molinero**

*Instituto de Geofísica, UNAM
Circuito Exterior, C.U. 04510, México, D.F.
**Facultad de Ingeniería, UNAM
Circuito Escolar, C.U. 04510 México, D.F.

Desde hace varios años, diversos autores han sugerido que la Faja Volcánica Trans-Mexicana (FVTM) ha migrado hacia el S ó SW, sin dar más detalles de tal migración. Por ello, con el fin de reconocer la evolución del arco volcánico mexicano, se hizo una compilación de edades radiométricas de rocas volcánicas de la parte central de México, reuniendo datos de K-Ar, ³⁹Ar-⁴⁰Ar, trazas de fisión y ¹⁴C. Los fechamientos con errores analíticos mayores al 10% se rechazaron, aunque algunos datos con errores mayores se utilizaron en zonas con poca densidad de datos. Con esta información se hizo una serie de mapas que muestran la distribución del volcanismo en la parte central de México en diferentes épocas. En estos mapas se observa que el frente volcánico estuvo localizado más cerca de la trinchera mesoamericana y fue posiblemente paralelo a ella durante el Eoceno, Oligoceno y la mayor parte del Mioceno. entre 11.2 y 8.3 Ma el frente volcánico permaneció en esa posición hasta hace 5.3 Ma, significando una estabilidad del frente volcánico de 3Ma. Después de este tiempo el frente volcánico migró hacia el W (en la parte W de la FVTM), SW (en la región del Campo Volcánico de Michoacán-Guanajuato) y SSW (parte central y oriental de la FVTM) con una tasa de migración cada vez mayor conforme el volcanismo es más joven, siendo a su vez, más rápida la migración en la porción oriental y central de la FVTM que en la porción occidental del arco. La FVTM definida por los datos recopilados migró en las direcciones mencionadas como un todo, es decir, no sólo se desplazó el frente volcánico sino que además la zona tras-arco también se desplazó en dirección hacia la trinchera. En conclusión, la época entre 11.2 y

8.3 Ma es una etapa de transición entre el volcanismo de la Sierra Madre Occidental y el emplazamiento de la FVTM sensu stricto hace 8.3 Ma. Se sugiere que la migración del volcanismo hacia el norte se debe al reordenamiento de placas en el Pacífico (rotación de la cresta del Pacífico Oriental (EPR) aproximadamente a lo 8 Ma, época en que nace la placa de Cocos) y que el desplazamiento de la FVTM hacia el W, SW y SSW después de los 5.3 Ma puede deberse a: i) un aumento en la inclinación del plano de Benioff, ii) una migración de la trinchera en dirección hacia el Pacífico, iii) cambios en la tasa de esparcimiento en la EPR, o iv) una combinación de todos o algunos de estos factores.

172.T.19

**FABRICA MAGNETICA, MODO DE
EMPLAZAMIENTO Y DIRECCIONES DE FLUJO
EN SECUENCIAS VOLCANICAS-GRABEN DE
ACAMBAY, MEXICO**

A.M. Soler-Arechalde & J. Urrutia-Facugauchi
Laboratorio de Paleomagnetismo y Geofísica Nuclear
Instituto de Geofísica, UNAM
Coyoacán 04510 México, D.F.

Propiedades magnéticas tales como la susceptibilidad y la adquisición de magnetización remanente térmica (TRM), anisotrópica (ARM) e isothermal (IRM) presentan una anisotropía que puede ser determinada con precisión suficiente como para resolver diferencias del orden de 1-3%. La anisotropía de susceptibilidad magnética (AMS) en las rocas ígneas se debe principalmente a la anisotropía de forma de los minerales ferrimagnéticos (titanomagnetitas). En los minerales de dominio múltiple (MD) los ejes de máxima, intermedia y mínima susceptibilidad corresponden a la 'forma' del mineral y en los minerales de dominio sencillo (SD) o pseudo-sencillo (PSD) estos están rotados 90 grados. La fábrica de los minerales magnéticos está relacionada a la fábrica de los minerales para- y dia-magnéticos y contiene información sobre los diversos procesos ocurridos durante la extrusión del magma, enfriamiento, alteraciones hidrotermales, intemperismo y deformación. El estado de esfuerzos presente durante el emplazamiento o durante eventos tectónicos es uno de los factores mayores en la AMS. La formación de sistemas de diaclasas (estructuras columnares o fracturamiento) guardan una relación directa con la AMS. Las ventajas que ofrecen los métodos magnéticos en relación con otros métodos de petrofábrica son principalmente: (a) rapidéz y simplicidad analítica, que permite medir una cantidad grande de muestras e investigar distribuciones estadísticas y (b) determinación de grados de anisotropía pequeños que no pueden resolverse con otros métodos.

En este trabajo se reportan mediciones de AMS para

muestras de 40 unidades volcánicas de la región Acambay-Morelia. Los sitios de muestreo incluyen escarpes de falla, prociones interiores y exteriores de flujos lávicos, ignimbritas, tobas con diferentes grados de piroconsolidación, etc. Los datos permiten evaluar e ilustrar la potencialidad del método en la estimación de direcciones de flujo e identificación de fuentes de emisión y en obtener relaciones con el estado de esfuerzos de carácter tectónico.

En la mayor parte de las unidades analizadas, el registro magnético es llevado por minerales de baja coercitividad de miembros de la serie de titanomagnetitas. En varias de las unidades estas corresponden a titanomagnetitas ricas en hierro y con comportamiento de dominio sencillo. Sin embargo, aún en estos casos se tienen minerales de dominio múltiple y la ocurrencia de productos de oxidación, lo que origina una fábrica compuesta.

173.T.20

**ALINEAMIENTOS VOLCANICOS Y ORIENTACION
DE ESFUERZOS EN LA REGION
DE ACAMBAY-MORELIA,
FAJA VOLCANICA TRANSMEXICANA**

A. M. Soler Arechalde & J. Urrutia Fucugauchi
Laboratorio de Paleomagnetismo
y Geofísica Nuclear
Instituto de Geofísica, UNAM
Coyoacán 04510 D.F. México

Nakamura (1977) propuso un método para la estimación de la orientación del máximo esfuerzo horizontal SH a partir de alineamientos de volcanes monogenéticos. El método asume que el magma asciende preferencialmente en los niveles superiores de la corteza a través de porosidad y fracturas o fracturamiento inducido normal al mínimo esfuerzo horizontal. En la faja Volcánica Transmexicana (FVTM) se tiene un abundante volcanismo monogenético (particularmente en los campos de Michoacán-Guanajuato, Chichinautzin y Puebla-Veracruz). En este trabajo se presentan resultados preliminares de un estudio sobre deformación neotectónica en la porción central de la FVTM, en el sector de Acambay-Morelia. Suter (1991) reporta estimaciones del campo de esfuerzos derivadas de diversos indicadores, incluyendo varias mediciones de SH a partir de alineamientos de conos cineríticos cuaternarios. En este trabajo se reportan estimaciones adicionales de SH, derivadas de la distribución de conos cineríticos. Se utilizan los mapas topográficos y geológicos de INEGI, escalas 1:250 000 y 1:50 000 e imágenes del Mapeador Temático Landsat. Los conos se representan por una latitud y una longitud media. La geometría de los alineamientos se determina por ajustes de rectas por mínimos cuadrados. Una medida simple

del ajuste se toma del coeficiente de regresión y del número de conos. La orientación preferencial del esfuerzo mínimo horizontal es aproximadamente NW-SE, para el sector Acambay y NNW-SSE para la región de Morelia. La orientación principal del fallamiento y la tendencia de estructuras mayores como el graben de Acambay es aproximadamente E-W. Estimaciones de SH a partir de mecanismos focales y de estrías de falla en la región de Acambay es NE-SW; estos datos indican un estado de esfuerzos de fallamiento normal con componente menor de desplazamiento lateral izquierdo (Suter, 1991; Suter et al., (1992).

174.T.21

EFFECTOS DE LA TECTONICA EXTENSIONAL EN LA PORCION NORDESTE DE LA CUENCA DE MEXICO; ESTADO DE HIDALGO

*Arturo Castro García
D.A Córdoba Méndes**

*Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra
Univ. Autónoma Hidalgo

**Instituto de Geología,
Univ. Nacional Autónoma de México

La interpretación de imágenes de satélite, de la región de Pachuca-Tulancingo-Sahagún, localizada en la porción nororiental de la Cuenca de México (Mooser, 1968), permitió identificar los principales lineamientos tectónicos y su distribución cuantitativa, así como las áreas de mayor densidad. Esta información fue auxiliada por medio del análisis de fotografías aéreas verticales a escala 1:50,000 (INEGI, 1976) y verificación de campo.

La sección litológica de la región esta constituida por rocas volcánicas extruidas durante el Mioceno-Holoceno, su composición es de basalto-andesita-riolita (Fries, 1962, Ledesma, 1987, Castro, 1991). La correlación de las unidades volcánicas con los principales lineamientos, permitió elaborar un mapa morfotectónico que muestra la distribución espacial de los principales edificios volcánicos de la región.

La información obtenida condujo a delimitar una zona sujeta a esfuerzos transtensivos (Nakamura, 1977), que generó un volcanismo de carácter basáltico-andesítico. La orientación del campo de esfuerzos en la región dió origen a tres tipos de lineamientos que se clasificaron de acuerdo a su densidad y longitud. Tipo I.- Corresponde a las megaestructuras de rumbo nordeste, que se extienden hacia el sur de la cuenca, hasta la Sierra de Chichinautzin; su expresión morfológica está definida por las fallas regionales Toluca-Pachuca y Tlaloc-apan, que estructuralmente definen pilares y fosas tectónicas con fracturamiento subparalelo, por lo cual esta región puede considerarse como una zona de transcurrancia (Mooser, 1972). La

presencia de lagos elongados (Lago de Tecocomulco) y pequeños valles que asemejan una cuenca pull-apart (Urrutia, 1984), y el control estructural de los principales edificios volcánicos del área, son algunos elementos fisiográficos que demuestran su ocurrencia.

Tipo II.- Son lineamientos de rumbo nordeste que tienen límites poco diferenciados. Las morfoestructuras mayores, como la Sierra de Pachuca del rumbo mencionado representa la frontera más septentrional de este sistema de fracturamiento, que de acuerdo con Mooser (op. cit), correspondería a una zona de fracturamiento simple.

Tipo III.- Son elementos locales de rumbo este-oeste que dislocan con fallas normales a los principales aparatos volcánicos.

180.T.22

EDADES ISOTOPICAS RB/SR DE ROCAS CRISTALINAS EN LAS COSTAS DE JALISCO, COLIMA Y GUERRERO IMPLICACIONES TECTONICAS

José C. Guerrero García
Instituto de Geología, UNAM
Cd. Universitaria 04510, México, D.F.

Determinaciones de edades isotópicas por el método Rb/Sr han sido efectuadas en rocas cristalinas de los complejos intrusivos situados en el margen Pacífico del suroeste de México. La composición de estas rocas tiene un amplio rango de variación desde gabro a tonalita, granodiorita y granito. En el complejo intrusivo de Puerto Vallarta en las cercanías de Tomatlán, una isócrona de roca entera de 4 muestras da una edad de emplazamiento de 109 ± 9 Ma y una relación inicial $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ de 0.7043, lo que señala al manto como origen de estos magmas. Las edades obtenidas de concentrados de biotita en muestras desde Puerto Vallarta hasta Manzanillo son sucesivamente de NW a SE: 80 ± 3 Ma; 75 ± 4 Ma; 77 ± 6 Ma; 67.6 ± 2 Ma y 70 ± 4 Ma. En el estado de Guerrero se obtuvieron igualmente de NW a SE y de concentrados de biotita: 43.7 ± 2 Ma la sur de La Unión: 42.6 ± 2 Ma en el aeropuerto de Zihuatanejo. 71 km al NW de Acapulco, en las cercanías de San Jerónimo: 40.5 ± 2 Ma. Una isócrona de roca entera (4 puntos) y un concentrado de biotita dan una edad de emplazamiento de 50 ± 0.5 Ma para el intrusivo de Acapulco.

Las edades minerales obtenidas para los intrusivos de El Ocotito y Xaltianguis son respectivamente: 38 ± 2 Ma y 32.7 ± 3 Ma. Una isócrona mineral de 3 puntos del Complejo de Xolapa señala una edad mínima de 33 ± 0.4 Ma. Las edades acotan la elevación progresiva de NW a SE de la costa desde hace 80 ± 3 Ma, al moverse sinistralmente el bloque Chortis por la subducción

oblicua de la placa Farallón. Así, la posición del límite Kila-Farallón debió estar al norte de Pto. Vallarta.

182.T.23

GEO LIMEX (GEOSECCION LITOSFERICA DE MEXICO): INTERPRETACION DE LOS DATOS DE LA TRAVERSA SISMICA CRUZANDO LOS ESTADOS DE OAXACA Y VERACRUZ

* M. Spranger y Geolimex working group

En mayo de 1992 un Grupo Multinacional de Geocientíficos de México, Estados Unidos y Alemania, realizó una Geotravesa en el Sur de México. Dicho geoteransecto, situado cerca del transecto geológico H-3 de Ortega (1990), constó de un perfil sísmico de refracción de mas de 500 km de longitud, cruzando los estados de Oaxaca y Veracruz. En general la calidad de los registros es buena, aunque no fue posible penetrar los sedimentos en el planicie del Golfo, de un espesor aproximado de 10 a 15 km, con cargas de dinamita que oscilaron entre 300 y 1300 kg. Se llevaron a cabo en total 13 puntos de tiro, 6 en tierra, 4 en el océano pacífico y 3 en el golfo de México.

En esta conferencia se presenta una interpretación de los datos obtenidos, y sus implicaciones para la evolución tectónica de esta región.

Los resultados más importantes son los siguientes:

- El ángulo de subducción de la placa de Cocos es aproximadamente 13° en esta región, de acuerdo con modelos gravimétricos (Urrutia, com. pers. 1993).
- La parte baja de la corteza parece separada en dos partes del perfil: en la parte suroeste, donde se tiene una velocidad alta (6.7-7.2 km/s) y en la parte noreste, donde se presenta una velocidad típica para corteza con edad de Paleozoico.
- La Falla Vista-Hermosa es interpretada como falla de mayor importancia, debido a las velocidades aparentes obtenidas, las cuales cambian fuertemente alrededor de la falla.
- Otras fallas, como la zona milonítica de Juchatengo, no es posible verlas claramente en las secciones sísmicas.

183.T.24

SEISMOTECTONICS OF THE ACAMBAY REGION

Luciana Astiz

Geophysic Program AK-50

University of Washington, Seattle, WA 98195

During this century a large earthquake ($M=7.0$) occurred on November 19, 1912 in central Mexico. This event caused severe damage to structures in towns along the valley of Acambay and El Oro in the state of Michoacán

and Mexico. This event has been the matter of some controversy. Urbina and Camacho using the Mexican Seismic Network determined a shallow focus for this event at 19.933°N , 100.104°W which is located nearest to the observed ground breakage and also within the area of largest intensity (X) near the town of Acambay. In Mexico City, it was felt with intensity V on the Modified Mercalli scale, however, in surrounding areas was only felt with intensity III. On the other hand, Richter insisted that this event occurred at 80 km depth at 19.0°N , 100.0°W . He mainly used global stations for this location and the fact that large events at about 100 km depth are common below the Mexican Volcanic Belt. A similar depth discrepancy was reported for the earthquake occurred on February 22, 1979 ($M=5.0$) in the Acambay region which was followed by several weeks of intense activity. A normal fault with a left lateral strike-slip component was determined from first motion data from WWSSN and Mexican stations. The preferred fault plane has a strike= 282° , dip= 66° and rake= 42° . The largest aftershock ($M=4.7$) occurred on March 1, 1979, from first motion data the preferred fault plane solution is strike= 313° , dip= 72.5° and rake= 88° . The direction of their tension axes being perpendicular to the Mexican Volcanic Belt. The association of the 1979 events with a particular fault is difficult. However, the strike of both faults is similar to the observed surface breakage after the 1912 Acambay Earthquake. In an effort to constrain both the depth and the fault plane solution of the 1912 Acambay earthquake seismograms from the Mexican stations were analysed. The P-wave first motion and S-wave polarization data are consistent with a normal fault in the direction of the observed surface rupture: strike= 115° , dip= 70° , rake= 90° . However, the data are so sparse that without the knowledge of the direction of the surface rupture no reliable solution could be firmly established. Synthetic seismograms of P-waves at regional distances (3° to 10°), however, are consistent with a normal fault event with a shallow source. Although the relative location of the 1912 and 1979 events is not certain, their respective focal mechanisms suggest that the large 1912 Acambay earthquake was associated with the northern fault, whereas the 1979 event may be associated with a minor fault near the southern limit of the Acambay graben.

002.EXG.01

INTEGRACION GEOQUIMICA Y GRAVIMETRICA DE LA FAJA VOLCANICA MEXICANA

M. en I. Jesús Hernán Flores Ruíz
Dr. Jaime Urrutia Fucugauchi

Los estudios geoquímicos realizados en distintas áreas de la Faja Volcánica Mexicana (FVM), la mayoría se ubican en las diferentes zonas geotérmicas desde el Pacífico hasta el Golfo de México prácticamente infiriéndose que el espesor cortical esta gobernando el grado de contaminación y viceversa.

Los valores residuales isostáticos procesados en general tienden a cero debido al efecto de la profundidad de la raíz causado por el relieve topográfico, salvo algunos máximos y mínimos locales que coinciden con el mapa de geotemperaturas y el de la zonas geotérmicas, esto implicaría una causa somera-(local) y no profunda, para demostrar esta idea, nos basamos en el mapa procesado de compensación isostática que es de orden 80%, concluyendo a que existe una mayor estabilidad en el balance isostático regional.

008.EXG.02

GEOFISICA ELECTRICA APLICADA AL ESTUDIO DE SUELOS

Randall-Roberts, John A.
Apdo. 160, C.P. 36000, Guanajuato, Gto.

El estudio de características físicas y físico-químicas en suelos se hace de manera semejante al estudio del subsuelo más profundo; solamente que el grosor por explorar es mucho menor, siendo unos 0.2 m hasta 5 m.

Para adquirir detalle adecuado, se reduce el S.E.V. en escala por un orden de magnitud; así dando secciones geoelectricas que permiten observar el contacto entre zonas A,B, y C del suelo; espesor del manto de riego, y capas de arcilla causantes de movimiento lateral del mismo riesgo.

Las mediciones son más generales o sea menos puntuales que perforaciones y obviamente más rápidas y baratas. Se usan sondeos RADIOHM (E.M.-V.L.F.) con un dispositivo de 10m, en mediciones rápidas de resistividad para estudiar el avance y efectividad del riego.

El método de potencial espontáneo (P.E.) es efectivo para la medición de efectividad en fertilizantes con un sensible aumento de electronegatividad con mayor cantidad de sales solubles aplicadas a una parcela.

010.EXG.03

PROLONGACION ANALITICA Y ROTACION AL POLO DE ANOMALIAS MAGNETICAS COMO UN PROBLEMA INVERSO; APLICACION AL YACIMIENTO DE HIERRO PEÑA COLORADA, COLIMA, MEXICO

Juan García Abdeslem¹ y Carlos Anaya Renovato²

¹CICESE, División de Ciencias de la Tierra

²Consejo de Recursos Minerales, Gerencia de Exploración Geofísica

Se formulan la prolongación analítica y la rotación al polo de anomalías magnéticas como un problema inverso. Se utiliza una colección de dipolos magnéticos distribuidos en los nodos de una malla regular para simular un estrato equivalente, a partir del cual se estima la distribución de magnetización del conjunto de dipolos que explica la anomalía magnética observada sobre una superficie arbitraria.

Conocido el momento del conjunto de dipolos, unicamente se requiere modificar la función de Green del problema: para efectuar la prolongación analítica (hacia arriba o hacia abajo) solamente se modifica la posición del observador; para realizar la rotación de la anomalía (al polo norte, sur o ecuador) se requiere modificar la dirección de magnetización y la dirección local del campo geomagnético. El método propuesto se aplica en el análisis del mapa aeromagnético del yacimiento Peña Colorada. Se discuten nuestros resultados en términos de su correlación con el yacimiento y con respecto a su utilidad para enfatizar anomalías magnéticas en áreas con potencial minero de importancia económica.

013.EXG.04

COMPILACION AEROMAGNETICA DEL OCCIDENTE DE LA REPUBLICA MEXICANA UN EJEMPLO DE APLICACION

Alejandro Cuevas Covarrubias
e Israel Hernández Pérez
Blvd. Felipe Angeles S/N km. 93.5
Col. Venta Prieta
C.P. 42080 Pachuca, Hgo.

Con la compilación automatizada de la información aeromagnética disponible en el Consejo de Recursos Minerales y su integración para la edición y publicación de Cartas Magnéticas escala 1:250 000 con formato cartográfico INEGI, se dispone de una herramienta muy útil para los investigadores de las ciencias de la tierra, así como para los profesionales dedicados a la exploración de los recursos del subsuelo.

La integración de esta información consistió en digitalizar

los mapas magnetométricos escala 1:50 000, procesados en forma analógica en años anteriores; referenciarlos a un mismo sistema de coordenadas, sustracción del IGRF, unión de los mapas que integran el compósito escala 1:250 000, generación de la rejilla y su despliegue gráfico.

Al tener la información integrada nos permitió realizar una interpretación cualitativa-cuantitativa a nivel regional. En la etapa de interpretación cualitativa se delimitaron rasgos como son intrusivos ocultos, naturaleza de la roca encajonante, lineamientos estructurales, etc., que se consideran condiciones de interés para el emplazamiento de yacimientos minerales. En la etapa de interpretación cuantitativa se analizaron varios perfiles en áreas de interés, seleccionando las más representativas en donde se determinó la profundidad y el comportamiento del basamento igneo, así como los espesores de las unidades volcánicas y sedimentarias sobreyacientes y los horizontes favorables para el emplazamiento de mineralización.

Para el alcance de este trabajo se presenta el mapa magnetométrico del estado de Sinaloa enfocándose el análisis en un área en particular como ejemplo.

Dado que la interpretación es de carácter regional y se enfoca a zonas poco estudiadas con la finalidad de encontrar nuevos yacimientos; se requiere como siguiente etapa la verificación geológica-geofísica de campo.

027.EXG.05

APLICACION DEL ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES A DATOS MAGNETOMETRICOS

Mario Manuel Lozada Zumaeta
Instituto Mexicano del Petróleo
Ticomán, 600
Instituto Politécnico Nacional

Como generalización y alternativa del Análisis espectral, el Análisis de Componentes Principales (ACP) o transformada de Karhunen-Loeve (TKL), efectúa algunos procesos comunes y otros de carácter especial al aplicarse a datos magnetométricos. En este marco, se analiza, evalúa e ilustra la aplicación del ACP en datos magnetométricos.

A partir de la matriz varianza-covarianza se determina sus respectivos autovalores y autovectores por el método de diagonalización de Jacobi y alternativamente por el de Descomposición de Valores Singulares, de los que se generan selectivamente ciertas autoimágenes (planos), que contienen discriminadamente información respectiva y característica implícitamente presente en el conjunto de datos originales. Los resultados prueban la factibilidad de la aplicación de la ACP, como herramienta alternativa, adecuada y complementaria en el procesamiento y evaluación de datos sísmicos de reflexión.

028.EXG.06

PARAMETROS PETROFISICOS A PARTIR DE DATOS SISMICOS REALES Y REGISTROS GEOFISICOS DE POZO

Gerardo Ronquillo Jarillo, Luis C. Ramírez Cruz
Instituto Mexicano del Petróleo
Subdirección de Tecnología de Exploración

Se presenta el análisis matemático, metodológico de procesado sísmico y resultados en la estimación de parámetros petrofísicos, módulos elásticos, acústicos, coeficientes de reflexión y transmisión de las ondas P y S en función de su ángulo de incidencia antes de apilar, así como algunos atributos sísmicos después de apilar, lo anterior se correlaciona con módulos sintéticos y registros geofísicos de pozo.

029.EXG.07

INTEGRACION E INTERPRETACION GEOLOGICA-GEOFISICA DE LA PORCION CENTRAL Y SUR DE LA REPUBLICA MEXICANA.

* Gerardo Ronquillo Jarillo
E.S.I.A. Ticoman
Instituto Politécnico Nacional

** Alberto Rocha Legorreta
Instituto Mexicano del Petróleo
Subdirección de Tecnología de Exploración

*** Gustavo López Gómez
Comisión Federal de Electricidad

Se analizan resultados de diferentes mapas (anomalías de Bouguer, efecto de Isostasia, regional y residual), así como esquemas morfotectónicos, Neotectónicos, de lineamiento y densidad de lineamientos en gran parte del Territorio Mexicano, lo anterior se integra y correlaciona con información existente geológico-geofísico, con el objetivo de obtener algunos modelos preliminares, que permitan su aplicación futura en la elaboración de una carta sismotectónica.

030.EXG.08

MODELADO ELECTROMAGNETICO BIDIMENSIONAL AL NORTE DEL ESTADO DE CHIHUAHUA

M. Manuel Lozada Zumaeta
Instituto Mexicano del Petróleo
E.S.I.A. Ticoman
Instituto Politécnico Nacional

Se presenta los resultados obtenidos del modelado electromagnético bidimensional de una sección geoelectrica inferida de dos perfiles gravimétricos/magnetométrico cronoestratigraficamente interpretados del norte del Estado de Chihuahua, que permiten evaluar la factibilidad de una eventual aplicación como herramienta de prospección del método magnetotelúrico o de algunas de sus modificaciones. La necesidad de estudiar la probable respuesta electromagnética de la secuencia sedimentaria de acuerdo a los principios físicos involucrados y marco geológico prevaleciente, motivó entre otras alternativas, asociar a las unidades inferidas de la interpretación e integración gravimétrica-magnetométrica, una sección geoelectrica, cuyas resistividades se determinaron por la naturaleza litológica y calibración a partir del registro de pozo de inducción eléctrica; de la cual se obtuvo por modelado a las frecuencias de 0.003, 1.0 y 300 Hz respectivamente, mediante el método de elemento finito desarrollado por Wannamaker, et. al., 1985, la respuesta magnetotelúrica correspondiente, modos TE-TM y de parámetros relacionados.

031.EXG.09

ESTUDIOS DE LOS FILTROS DIGITALES SAVITZKY-GOLAY APLICADOS A DATOS TOMOGRAFICOS SISMICOS REALES

Raúl del Valle García
Instituto Mexicano del Petróleo
Subdirección de Tecnología de Exploración

Se analizó la eficacia de remover ruido de alta frecuencia en datos sísmicos generados con fuentes artificiales, utilizando novedosos filtros del tipo Savitzky-Golay (S-G). Estos filtros se aplicaron primero en datos numéricos simulados añadiendo ruido aleatorio y después en datos reales. Se estudiaron los efectos surgidos en la forma de onda debidos al aplicar filtrado S-G en los datos, así como la relevancia en remover señal ruidosa sin distorsión de la señal útil.

Este trabajo se aplicó en datos sísmicos tomográficos de pozo a pozo para la obtención del tiempo del primer arribo y amplitud.

033.EXG.10

DISCUSION DE LA POSIBILIDAD DE EXISTENCIA DEL FENOMENO DE TUBIFICACION EN LA CIUDAD DE GUADALAJARA

R. Flores Maciel
Universidad de Guadalajara
Centro de Ciencias de la Tierra
Juan N. Cumplido 36,
44200, Guadalajara, Jal., México

El actual estudio sobre riesgos de la Ciudad de Guadalajara ha motivado a realizar diversos trabajos de campo en toda la metrópoli, algunos de estos se han concentrado tanto en zonas de asentamientos irregulares como en fraccionamientos nuevos que en fechas recientes se han inundado, durante las observaciones geológicas realizadas en estas localidades se observó que debido a diferencias de permeabilidad en el suelo, el agua represada (debido a las edificaciones construidas) y debido a modificaciones en la topografía natural (y consecuentemente la hidrografía), se provocó una infiltración prácticamente puntual en algunas zonas, lo que provocó un arrastre y erosión de finos por un conducto (similar a un tubo) que finalmente se formo debajo de algunas casas, al termino de la filtración, el peso de las estructuras provocó el fallamiento de las mismas con la consecuente necesidad de evacuar a sus moradores.

El fenómeno de tubificación normalmente asociado y estudiado durante la construcción y operación de presas, posiblemente se ha desarrollado en forma intensa en la parte occidental de Guadalajara debido a una infiltración forzada que se desarrolla en la parte oriental de la Caldera de la Primavera, cuyo borde sirve como presa a las aguas superficiales que se captan en la porción sur oriental del bosque de la primavera, dando como resultado una serie de profundas cañadas existentes unicamente al oriente de esta zona (porción norte del municipio de Zapopan). Esta zona de infiltración aparentemente sirve como fuente de recarga a importantes manantiales existentes en esta localidad, como podrían ser entre otros los manantiales de Los Colomos.

La presentación de esta información se realiza con el objetivo de discutir si es factible aplicar este término en la Ciudad de Guadalajara y el riesgo que representa este fenómeno en la misma localidad.

038.EXG.11

ANALISIS DE LOS MAPAS DE POTENCIAL MAGNETICO Y GRAVIMETRICO DEL SISTEMA GEOTERMICO CERRO PRIETO BAJA CALIFORNIA, MEXICO

Juan Manuel Espinosa Cardaña
Departamento de Geofísica Aplicada
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Apdo. Postal 2732, Ensenada, B.C.

De enero de 1984 a febrero de 1987, la Comisión Federal de Electricidad perforó nueve pozos exploratorios (> 4000 m) dentro de los terrenos que abarca el campo geotérmico Cerro Prieto, aportando información profunda de la cuenca extensional que alberga al sistema geotérmico así como de sus alrededores. por otra parte, los estudios de gravimetría y magnetometría terrestre se

ampliaron hasta cubrir el Valle de Mexicali. Con esta información disponible, se realizó una reinterpretación de los mapas de potencial gravimétrico y magnético del área de Cerro Prieto. La secuencia del análisis de datos que se siguió fue la siguiente: (1) Transformación de los mapas de anomalías gravimétricas y magnéticas de intensidad total mediante técnicas de ajustes de superficies polinomiales y filtrado lineal por convolución, efectuando los procesos de separación regional-residual, reducción al polo, segundas derivadas y continuación hacia abajo, (2) Modelado inverso 2 y $2\frac{1}{2}$ D con técnicas de optimización.

Con base en los resultados obtenidos y con la integración de información adicional de sismología de reflexión y refracción, sismicidad y geología regional, se elaboró un mapa de variaciones de las propiedades magnéticas y gravimétricas del basamento y sus discontinuidades (fallas y contactos geológicos) el cual muestra los siguientes rasgos interesantes: (1) Correlación de actividad geotérmica y rocas máficas con altos magnéticos-bajos gravimétricos, (2) Continuidad de la rama sur de la Falla Imperial, (3) Un lineamiento transversal que cruza por la actual zona de explotación hasta cortar a la Falla Imperial, (4) Presencia de un basamento anómalo (preoceánico?) limitado al oeste por una falla que corre paralela al trazo de la Falla Cerro Prieto, en relación con los puntos anteriormente señalados, se infiere que el sistema magmático hidrotermal y la cuenca extensional que lo alberga, se extienden más allá de los límites que marcan diferentes autores, lo que hace suponer que, representada por una serie de intrusiones que se han emplazado a diferente tiempo han estimado para esta región. Se concluye que dicha zona de magmatismo difuso indica aparente descubrimiento de piso oceánico, lo que nos hace suponer que el centro de dispersión propuesto en la región de Cerro Prieto es mayor y más complejo de lo que actualmente se propone.

040.EXG.12

ALGUNOS RESULTADOS DE LA EXPLORACION MAGNETOTELURICA EN LA LAGUNA SALADA, B.C.

R. Vázquez, R. Vega, A. López
Departamento de Geofísica Aplicada,
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Apdo. Postal 2732, Ensenada, B.C., México

Se ha utilizado el método magnetotelúrico para estudiar la distribución espacial y a profundidad de la resistividad eléctrica en el área de la Laguna Salada, B.C. Estos trabajos fueron realizados por personal del Departamento de Geofísica Aplicada del CICESE a solicitud de la Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos del CFE*.

La exploración magnetotelúrica se llevó a cabo en dos

campañas de medición con un total de 57 sondeos. el intervalo de frecuencias fue de 0.001 y 100 Hz y se utilizó la técnica de referencia remota con campos magnéticos. Se presentan mapas y secciones de resistividad aparente para los modos transversal eléctrico (TE) y transversal magnético (TM) y se discuten los resultados. Se analizan algunas implicaciones de anomalías en la magnitud de tipper, y se hace la correlación con el marco geológico del área.

041.EXG.13

ESTUDIO DE UN MEDIO HETEROGÉNEO CON REGISTROS GEOELÉCTRICOS-EL EJEMPLO DEL ANILLO DE CENOTES EN LA PENINSULA DE YUCATAN, MEXICO

¹Birgit Steinich, S. Tulaczyk ², E. Perry², L.E. Marín¹,
1Instituto de Geofísica, UNAM, México D.F.

² Dept. of Geology, Northern Illinois University,
DeKalb, IL, U.S.A.

La zona de cenotes en la Península de Yucatán se caracteriza por su alta permeabilidad respecto al medio circundante. Se supone que dicha zona, de forma circular, representa la proyección en la superficie de la estructura de impacto del Cráter de Chicxulub, cuya zona fronteriza subyace en el anillo de cenotes a una profundidad de aproximadamente 300 metros.

La alta permeabilidad se debe a un desarrollo muy elevado de la porosidad secundaria, así como a una fracturación del medio. Estos dos fenómenos causan un mayor grado de heterogeneidad y de anisotropía en el mismo. Con el fin de estudiar la respuesta geofísica frente a la heterogeneidad y la anisotropía, se realizaron registros geoelectricos en varios sitios: dentro, fuera y sobre el anillo de cenotes. Los métodos utilizados son del tipo Schlumberger y Wenner. Comparando líneas de registros de tipo Schlumberger localizadas en dirección paralela y perpendicular respecto a la línea del anillo, se observan las variaciones laterales de las características del medio. Así mismo, los registros de tipo Wenner dan información sobre la anisotropía en diferentes sitios de la zona estudiada.

042.EXG.14

DETERMINACION DE LA PALEOINTENSIDAD DEL CAMPO GEOMAGNETICO PARA EL PERIODO CUATERNARIO EN LA FAJA VOLCANICA MEXICANA (FVM)

Enrique Escobar Hernández, Juan J. Morales C.
Posgrado, Instituto de Geofísica, UNAM

Se presentan y se comparan los resultados de la determinación de la paleointensidad del campo

geomagnético del período cuaternario en rocas volcánicas de la FVM (Popocatepetl-Iztaccihuatl), empleando el método de Thellier y el método de Shaw. La investigación se centró en rocas volcánicas debido a la capacidad de éstas para mantener su magnetización termorremanente (MTR) invariable aún después de millones de años. Las paleointensidades obtenidas por ambos métodos concuerdan con las obtenidas por otros autores para regiones diferentes (para el mismo período).

044.EXG.15

DETERMINACION DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA DE LOS SUELOS DE LA REPUBLICA DE CUBA

Armando Pascual ¹, Omar Delgado ^{1,2} y Nelson Fuentes ¹

¹ Instituto de Geofísica y Astronomía
Academia de Ciencias de Cuba
Calle 212 No. 2906 % 29 y 31 La Lisa
La Habana Cuba

² Posgrado en Geofísica UACPyP-CCH
Instituto de Geofísica, UNAM
Cd. Universitaria, México, D.F

En este trabajo se muestran los resultados obtenidos de la elaboración del mapa de la conductividad eléctrica equivalente de la Republica de Cuba a escala 1:500 000, a partir del mapa preliminar confeccionado teniendo en cuenta las mediciones de cubrimiento de los transmisores de onda media, y una campaña de mediciones de la intensidad del campo realizada a lo largo de todo el país. Para la realización de las mediciones y la elaboración de las mismas se utilizó un método experimental simplificado, que permitió un uso óptimo de toda la información para la ejecución de la campaña de mediciones. Finalmente se realiza un análisis del mapa de acuerdo con los tipos de suelos y el relieve del terreno presente en cada provincia.

094.EXG.16

ANALISIS INTERACTIVO, INTEGRACION E INTERPRETACION DE DATOS POTENCIALES EN LA PORCION NORTE DE LA CUENCA DE VERACRUZ

Edilberto R. Hernández F.
Pemex (Región Norte)
M. en C. Juan M. Brandi Purata
DEPFI-UNAM

El análisis espectral de La Anomalía de Bouguer permitió diseñar dos filtros pasabanda de Butterworth. De su

aplicación se determinaron Las anomalías Cuauhtemoc, Pacho Viejo, Pacho Nuevo, San Andrés, Terreno, La Zapateña, Xoltepec, Trapiche, Chicuasén, Flor Blanca, Rancho Nuevo, Peñasco, Buenos Aires y Apartadero. El análisis espectral de la Anomalía de Intensidad Magnética Total permitió diseñar un filtro pasa-alta. De su aplicación se obtuvo un mapa de anomalías magnéticas residuales, el cual permite la asociación correcta de los dipolos presentes. Para atenuar el efecto magnético de las rocas extrusiva aflorantes se realizó la continuación analítica ascendente de la Anomalía de Intensidad Magnética total a 5000 m.s.n.m. De ella se realizó la reducción al polo, determinando un mapa donde se observa la distribución areal de cinco cuerpos magnetizados que al correlacionarlos con las Anomalías del mapa de pasa-banda sugieren la existencia de igneos intrusivos denominados Jalapa, La Laguna, Coyotes, Guarumbo y Actopan. El intrusivo Actopan interpretado en la sección sísmológica 1123 confirma la existencia de uno de ellos.

095.EXG.17

INTERPRETACION DE ANOMALIAS ELECTRICAS EMPLEANDO TECNICAS DE FILTRADO

*Tejero Andrade A. * Martínez Leal C
**Chavez Segura R. y Andrade Estrada O*

*Facultad de Ingeniería, UNAM
**Instituto de Geofísica, UNAM

Una anomalía eléctrica observada siempre está contaminada de señales no deseadas y que pueden enmascarar a la anomalía eléctrica útil; empleando técnicas de filtrado (Wiener, Matched, output energy), para aumentar la relación señal/ruido, se investiga si es posible aislar dicha anomalía.

El método se ha aplicado con éxito a las anomalías de perfilaje eléctrico, partiendo del hecho que se puede inferir o suponer la geometría posible del cuerpo.

103.EXG.18

PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO PARA LA CARACTERIZACION PETROFISICA DE YACIMIENTOS FRACTURADOS

Gustavo Mendoza Romero
ESIA-Unidad Ticoman
Tiencias de la Tierra, I.P.N.

Los yacimientos gigantes de hidrocarburos más importantes a nivel mundial son del tipo carbonatado fracturado. De ahí se obtiene la mayor producción de aceite. En este trabajo se describe un procedimiento práctico para la caracterización petrofísica de estos

sistemas mediante el uso de datos de laboratorio o a través de la información y análisis de registros geofísicos. Este método representa una nueva alternativa formal de interpretación que resulta ser más general y práctica que las técnicas en uso común.

Para facilitar la caracterización de los sistemas bajo estudio, se desarrollaron las gráficas " $\emptyset - \emptyset_f - m$ " que relacionan porosidad total, porosidad de flujo y exponente m . Una de las características más relevantes de estos nomogramas es que introducen el concepto de porosidad de flujo, el cual, además de ser un buen indicador de permeabilidad, confirma la distinción entre zonas preferentemente fracturadas o cavernosas y establece los valores que, físicamente, deben de tomar algunas de las variables petrofísicas de interés en el cálculo del índice de saturación de agua, de modo que siempre sean consistentes con su definición y con la realidad de los yacimientos.

La aplicación de la nueva técnica se llevó a cabo con datos que están reportados en la literatura y con información correspondiente a pozos del Area Reforma Chiapas y de la Sonda de Campeche, obteniéndose una buena correlación entre resultados teóricos y experimentales, así como un ahorro considerable de recursos humanos y de manejo de computadora.

104-EXG.19

RELEVANCIA DE LOS SISTEMAS DE INFORMACION EN ESTUDIOS AMBIENTALES

Dr. Tomás González Morán
CENAPRED

A pesar del creciente interés de la Sociedad por la conservación del Medio Ambiente que ha provocado la aplicación de soluciones técnicas, normas y políticas ecológicas en nuestro País, las características del desarrollo económico e industrialización han generado numerosos problemas ocasionando daños en el Ambiente. El constante incremento de volumen y diversidad de productos químicos que están siendo producidos, vendidos, usados y almacenados crea la probabilidad creciente y significativa de accidentes que involucra el escape de productos químicos potencialmente tóxicos.

El acelerado proceso de urbanización e industrialización experimentado por México, en las últimas décadas, no ha venido acompañado de las medidas necesarias para minimizar el creciente deterioro ambiental y su repercusión directa sobre la calidad de vida de la población.

El manejo de sustancias químicas en las plantas industriales y el transporte de las mismas, muchas veces a lugares distantes de donde se producen, aumenta la probabilidad de accidentes, cuyo origen puede deberse

a fallas humanas o fallas técnicas y/o mecánicas de los equipos de la planta o de sus vehículos durante el transporte. Ya que en estos casos, predomina el transporte terrestre los accidentes en carreteras se traducen en altos costos humanos, económicos y de alteración de los ecosistemas. Es por esto necesario realizar una planificación adecuada antes de que ocurran los accidentes, establecer zonas problemáticas y de mayor riesgo así como el desarrollo de acciones de emergencia y rehabilitación del área dañada.

Una forma de conocer o estimar los riesgos potenciales de una situación futura, puede realizarse utilizando y analizando información histórica con la finalidad de conocer sus consecuencias efectos y circunstancias en que ocurrieron con la facilidad de identificar procesos, circunstancias propensas a accidentes y prevenir ciertas situaciones en caso de accidentes químicos, y en muchos casos corregir errores.

115-EXG.20

TECNICAS DE INTERPRETACION EN METODOS POTENCIALES EN EL DOMINIO DEL NUMERO DE ONDA

Ricardo Días Navarro
Instituto Politécnico Nacional*
Instituto Mexicano del Petróleo
*Unidad Ticoman de Ciencias de la Tierra
Avenida Ticoman # 600, México, D.F.,
C.P. 07330

En este trabajo se realiza una revisión de algunas técnicas de interpretación en métodos potenciales basados en la aplicación de la Transformada rápida de Fourier.

La primera técnica presentada se basa en el método de B.K. Bhattacharyya para el cálculo de anomalías gravimétricas y magnéticas debida a cuerpos de forma arbitraria que se aproxima por varios cuerpos prismáticos de diferentes dimensiones que poseen una magnetización homogénea o densidad constante. Se presentan también, el método basado en la fórmula de Parker para el caso de gravimetría, en donde se aproxima el espectro de la anomalía por un desarrollo en serie de Taylor que involucra las transformadas de Fourier de potencias de la Topografía que define la estructura. El orden de estas potencias coincide con la de la Serie de Taylor. Se analizan los criterios de convergencia y la exactitud obtenida y se muestran algunos ejemplos teóricos.

Finalmente, se aplica la fórmula de Parker para obtener la inversión de anomalías gravimétricas en 2 y 3 dimensiones cuando se tiene un solo contraste de densidad.

116-EXG.21

ESTUDIOS GEOFISICOS EN LAS SUB-CUENCAS DE XOCHIMILCO-CHALCO

*O. Delgado, **P. Gómez, *O. Campos, y
*R.E. Chávez

*Instituto de Geofísica, UNAM
Cd. Universitaria 04510, México D.F.
DEPFI-UNAM, Cd. Universitaria, 04510, México, D.F.

Con una población de aproximadamente 20 millones de 20 millones de personas, la Cd. de México es una de las concentraciones demográficas más grandes del mundo. Esta se encuentra localizada en la Faja Volcánica Transmexicana (Centro de México) a una distancia aproximada de 300 Km de la Trinchera Mesoamericana, a una altura de 2250 m s.n.m. en el interior de una cuenca cerrada. La cuenca está rodeada por sistemas volcánicos (Sierra de las Cruces, Sierra de Chichinautzin, Sierra Nevada y sierra de Guadalupe). Su esquema geológico, orografía, distribución de asentamientos humanos y los efectos de la contaminación son problemas que se reflejan en la calidad de vida existente en esta región. Los estudios geofísicos que se llevan a cabo se han enfocado a estimar los riesgos geológicos y de contaminación inherentes a esta metrópoli. Uno de los problemas que enfrenta esta gran ciudad es el suministro y la calidad del agua que consume la población. Las sub-cuencas de Xochimilco-Chalco se localizan en la porción S de la Cuenca de México, y constituyen la reserva hidrogeológica de la ciudad. En este trabajo se presentan una serie de estudios geoelectrónicos, que incluyen sondeos de resistividad y MT, gravimétricos, magnéticos y de refracción sísmica somera; que se realizaron para establecer la estructura a profundidad e intentar caracterizar el sistema hidrogeológico. Los procesos de los datos de campo potencial incluyeron derivadas verticales, continuación descendente, modelación en 2-D y 3-D utilizando un algoritmo de inversión. Esto permitió inferir la geometría del basamento sedimentario. Los sondeos de resistividad y los perfiles de refracción hicieron posible caracterizar el relleno sedimentario en la región del volcán Xico, así como también el estudio magnético contribuyó a detallar la estructura de este aparato a profundidad, el cual marca la división entre las dos sub-cuencas. De acuerdo al modelo elaborado, ambas sub-cuencas están separadas por un alto estructural que corre en dirección N-S. El volcán Xico es una estructura de fisura, está emplazado en dicho alto.

118.EXG.22

REMOCION DE LA VEGETACION EN IMAGENES MULTIESPECTRALES EMPLEANDO DATOS CALIBRADOS.

J.C. Ortiz Alemán, R.M. Prol Ledesma

y J.R. Ruiz Armenta

Posgrado en Geofísica, UACPyP CCH
Instituto de Geofísica, UNAM

Se presenta una técnica para descomponer datos de imágenes multiespectrales en valores asociados con materiales superficiales individuales que conforman la imagen. Se asume que la reflectancia registrada en cada elemento del terreno o pixel es el resultado de una mezcla lineal de las reflectancias de las sustancias que le componen. Para calcular las proporciones de cada sustancia contenidas en la imagen, se utilizan como entrada espectros de campo y laboratorio. Se describe además la aplicación de esta y otras técnicas de uso común en la explotación minera en una imagen LANDSAT IM que cubre la región comprendida entre los paralelos 20°50' a 21°15' de latitud norte y los meridianos 104°20' a 104°40' de longitud oeste. El proceso de remoción de la vegetación permitió el mapeo de zonas potenciales de alteración mineral, con resultados que no es posible alcanzar con las técnicas tradicionales dada la abundante cobertura vegetal.

119.EXG.23

MODELACION DE LAS ANOMALIAS MAGNETICA Y GRAVIMETRICA DEL CRATER DE CHICXULUB

J. C. Ortiz Alemán, L. E. Marín
Posgrado en Geofísica, UACP y P CCH
Instituto de Geofísica, UNAM

El cráter de Chicxulub se encuentra en la parte noroeste de la península de Yucatán. Existe suficiente evidencia geofísica, estratigráfica y petrológica para suponer que fue producto de impacto. Dicho impacto probablemente provocó las extinciones masivas de la frontera cretácico/terciario y entender la estructura del cráter, ahora sepultado, proporcionará información valiosa acerca de los efectos letales del impacto.

La disponibilidad de datos gravimétricos y magnéticos, el alto grado de preservación del cráter y las características geológicas de la zona (una secuencia de rocas carbonatadas/evaporíticas por encima de un basamento cristalino), permiten la aplicación de técnicas de modelación geofísica para inferir la estructura del cráter. Modelando datos magnéticos y gravimétricos. Hildebrand et al., estimaron el diámetro del cráter en aproximadamente 180 km. Sin embargo, a partir de un análisis más detallado de la anomalía gravimétrica (Sharpton et al., 1993) se ha llegado a pensar que el diámetro del cráter puede llegar hasta 300 km. Se presentan algunos procesos aplicados a las anomalías de campo magnética y gravimétrica y se construye un modelo en dos dimensiones de la probable estructura interna del cráter de Chicxulub.

125.EXG.24

**ANALISIS GEOLOGICO-MINERO REGIONAL DEL
NOROESTE DE CHIHUAHUA**

Luis Enrique Ortiz H., Eduardo Cendejas C.,
Julio Vélez L., y Raulcel Pascacio T.

Consejo de Recursos Minerales
Blv. Felipe Angeles s/n Km 93.5
Col., Venta Prieta 42080 Pachuca Hdgo.

El análisis geológico regional de la imagen de satélite ERTS (J-1), escala 1: 1000000 y 1: 500000 en banda 7, que comprende una superficie de 33 300 km², en la porción nororiental del Estado de Chihuahua, permitió reconocer la existencia de 5 grandes curvilineamientos (30-60 kms de diámetro) y una decena de curvilineamientos menores (10-20 kms de diámetro), interpretados como calderas resurgentes formadas en el Oligoceno, entre los 34-30 m.a. Las calderas mayores reconocidas con sus diámetros promedio son: San Carlos (32 kms), Escobillas (40 kms), Trincheras (60 kms), Pico Duro (30 kms) y Las Mesteñas (50 kms). Estas calderas presentan un graben central orientado N35°W, paralelo a una falla regional de desplazamiento lateral dextro que desplaza hacia el SE la margen NE de la calderas Las Mesteñas, que circunda los yacimientos ferríferos de La Perlas y La Negra.

Algunos domos y diques dacíticos-riolíticos calcialcalinos ricos en potasio, y cuerpos intrusivos graníticos ocurren en las márgenes y en el interior de las calderas. Otros intrusivos no aflorantes emplazados a profundidades someras han sido reportados por aeromagnetometría. La región constituye una franja metalogénica epitermal polimetálica (Ag, Pb, Zn ± CaF₂ ± BaSO₄) ligada espacial y temporalmente al hidrotermalismo asociado a la resurgencia de las calderas, y al emplazamiento de cuerpos intrusivos. El potencial minero resulta más atractivo del hecho de la presencia de yacimiento de Fe, Mn, Au, y U.

130.EXG.25

**PROLONGACION ASCENDENTE DE CAMPO
MEDIANTE EL USO DE LA FORMULA GENERAL DE
LA TEORIA DEL POTENCIAL**

Jaime Herrera Barrientos
Depto. de Geofísica Aplicada
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Apdo. Postal 2732, Ensenada, B.C., México

Se plantea un método en el dominio del espacio y el número de onda para realizar la prolongación ascendente de las anomalías gravimétricas. En dichos esquemas es posible realizar la prolongación ascendente

de las diversas anomalías gravimétricas (por ejemplo, la de Bouguer) de una superficie irregular a otra superficie también irregular, o bien, a un plano horizontal (caso clásico en la prospección gravimétrica). Se expone la aplicación del método a diversas situaciones, tanto teóricas como de anomalías gravimétricas reales.

132.EXG.26

**EVALUACION DEL POTENCIAL GEOTERMICO EN LA
ZONA DEL AEROPUERTO DE MEXICALI, BAJA
CALIFORNIA, A PARTIR
DEL METODO GRAVIMETRICO**

Jaime Reyes L., Mario Vega A., Jorge Ramírez H.,
y Hector Campbell R.

Instituto de Ingeniería de la UABC
Blvd. Benito Juárez s/n
Edificio de Investigación y Posgrado
Mexicali, B.C.

En junio de 1991, se realizó un levantamiento gravimétrico en una zona cercana al aeropuerto de la Ciudad de Mexicali, denominada "Zona del Aeropuerto Oeste" (ZAO) la cual se ha considerado de interés geotérmico por observarse agua con temperaturas relativamente altas (35°C) en pozos someros. Los registros litológicos, los registros de temperatura y los diagramas de concentraciones químicas, aunado con la interpretación gravimétrica, permiten establecer que en la ZAO el fluido geotérmico de zonas más profundas y/o lejanas asciende a través de las fallas que controlan la estructura geológica y el sistema geotérmico, mezclándose con el agua contenida en estratos superiores (de temperatura menor) produciendo una anomalía térmica débil.

Una estimación aproximada del volumen del yacimiento es el cálculo del exceso de masa, considerando que existe una relación directa entre el máximo gravimétrico y la anomalía térmica. En este trabajo se hace una estimación del volumen por esta aproximación considerando que la anomalía térmica esta asociada con la gravimétrica. el exceso de masa obtenido para la ZAO es 9.8×10^{11} kg, por lo que el volumen del yacimiento es 4.9×10^9 m³, considerando un contraste en densidades de 0.2 g/cc. Si se supone un valor de porosidad del 12% y una densidad de 2.37 g/cm³ para las rocas sedimentarias en la ZAO y una temperatura del reservorio de 85°C, se estima una energía disponible en el reservorio de 8.9×10^{17} Joules.

134.EXG.27

**RIEGO GEOLOGICO REGIONAL Y ZONIFICACION
DE RIESGO EN TRES AREAS DE LA CIUDAD DE
TIJUANA BAJA CALIFORNIA**

Luis A. Delgado, Alejandro Hinojosa C., Manuel

Aragón A., Ramón Mendoza B. y Gerardo Chávez

División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Km. 107 Carr. Tijuana-Ensenada
Ensenada 22860, Baja California

La Ciudad de Tijuana se localiza en una zona tectónicamente activa influenciada principalmente por las fallas Vallecitos, Coronado Bank, Rose Canyon y la Nación, todas de desplazamiento lateral derecho y orientadas con dirección NW. La ciudad se asienta sobre sedimentos terciarios pobremente consolidados de las Fms. San Diego y Linda vista a las que subyacen rocas cristalinas del Cretácico que afloran hacia el sur y oriente.

El riesgo geológico en Tijuana depende de la asociación de rasgos estructurales (fallas y fracturas), litológicos, la pendiente del terreno y la sismicidad. En este trabajo se estimó la influencia de los tres primeros factores a escalas regional y local (respuesta de sitio). La estimación del riesgo regional (1:75,000) se basó en la fotointerpretación geológica, modelos digitales de elevación y la geología regional publicada. La información se maneja mediante un sistema de información geográfico. La evaluación de detalle se efectuó con base en la fotointerpretación a escala pequeña (1:15,000 y 1:30,000), medición de pendientes y cartografía geológica detallada (1:2,000).

De la evaluación regional se discriminaron sitios que, en su mayoría, coinciden con áreas donde se ha observado deslizamiento, o bien, existen evidencias de ruptura. Por su distribución geográfica, los sitios de mayor riesgo, definidos por pixeles de 80 x 80 metros, se localizan a lo largo de los taludes cercanos a los rompimientos de pendiente de la Mesa de Otay, en el norte de la ciudad, y en las laderas y zonas de fuerte pendiente de los lomeríos intensamente disectados por el drenaje de la porción suroeste de la ciudad. Las zonas de menor riesgo se localizan hacia el oriente, donde los depósitos terciarios son reducidos o bien afloran rocas cristalinas.

Se obtuvieron mapas de zonificación de riesgo en las áreas El Patejé, El Pato y Cañada Verde-Sánchez Taboada, lugares donde se produjeron deslizamientos que afectaron a la población. La zonificación se hizo a partir de Valores Empíricos de Riesgo los cuales resultan del producto aritmético del valor de pendiente por la densidad de fracturas y fallas por área, cuya validez ha sido probada durante dos años de observación. Una de las observaciones importantes con respecto a las estructuras se refiere a que, independientemente de la edad o actividad de éstas, las fallas o fracturas trabajarán como planos potenciales de deslizamiento en presencia de un "disparador" que puede ser el agua o la vibración. Las zonas trabajadas con detalle coinciden con las encontradas en el análisis regional.

El uso de los mapas de zonificación permiten discriminar

rápidamente aquellas zonas donde el desarrollo urbano es favorable, lo que finalmente facilita la planeación urbana.

159.EXG.28

MONITOREO DE LA SUBSIDENCIA EN EL VALLE DE MEXICO USANDO GPS.

Oswaldo Sánchez Z. y Gerardo Suárez R.
Instituto de Geofísica/UNAM

Con el objeto de observar el proceso de subsidencia en el Valle de México, se han establecido estratégicamente dentro del valle, 20 puntos donde se estarán haciendo mediciones geodésicas, durante por lo menos tres años, usando el Sistema Global de Posicionamiento. La red inicial de 20 puntos podrá ser densificada con el tiempo, lo cual permitirá que se optimice la localización de puntos críticos en las áreas de mayor subsidencia o en las zonas donde el tipo de terreno y construcciones requiere de un conocimiento más preciso del proceso de subsidencia que afecta la seguridad de dichas construcciones. La construcción de los monumentos geodésicos en donde se ubican los puntos de observación, es de varios tipos y éstos dependen de las características del terreno.

Usando el Sistema Global de Posicionamiento para monitorear la subsidencia, se cubre una área muy extensa del Valle de México en muy poco tiempo; lo cual permite que las mediciones se lleven a cabo con mayor frecuencia que con métodos convencionales. En este caso las observaciones se harán con lapsos de seis meses.

185.EXG.29

EVALUACION PRELIMINAR SOBRE EL AVANCE DE LA INTRUSION SALINA EN EL ACUIFERO COSTERO DEL VALLE DE MANEADERO

Fernando Herrera B., Jaime Herrera B.
Addier López Tiza, Joe Rufino G.

Departamento de Geofísica Aplicada
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Apdo Postal 2732, Ensenada, B.C. México

En el verano de 1993, se realizó una campaña geoelectrica mediante el método de resistividad en su arreglo Dipolo-Dipolo con objetivos "profundos". El propósito de dicha campaña fue evaluar el avance de la intrusión salina en el acuífero costero del Valle de Maneadero. La intrusión salina es acusada por el régimen existente de explotación de agua en el mencionado valle por la comunidad agrícola.

La respuesta resistiva del subsuelo del Valle de

Maneadero es analizada en el contexto de información proveniente de otros datos geofísicos (registro de pozos, campañas geofísica previas), químicos (química de aguas) y geológicos (columnas litológicas de algunos pozos).

190. EXG.30

MODELADO TRIDIMENSIONAL DE ANOMALIAS ELECTROMAGNETICAS EN EL LIMITE RESISTIVO

Sóstenes Méndez Delgado y Enrique Gómez T.
Centro de Investigación Científica y de
Educación Superior de Ensenada
Depto. de Geofísica Aplicada
Km. 107 Carr.Tijuana-Ensenada
Ensenada, B.C., 22800

Se presenta un algoritmo para modelar el campo electromagnético de dipolos magnéticos horizontales y verticales, cuando en la vecindad de los mismos se encuentran cuerpos tridimensionales con resistividad eléctrica diferente a la de un tierra plana y homogénea. El algoritmo de modelado se basa en el método de la ecuación integral, al cual se le hicieron modificaciones para adecuarlo al límite resistivo y convertirlo en un método eficiente. Los resultados de modelar cuerpos simples indican que las anomalías producidas por dipolos horizontales son mucho más sencillas de interpretar cualitativamente que las debidas a dipolos verticales. Además, se encontró que un cuerpo de dimensiones menores a la separación entre dipolos, puede producir anomalías de sentido opuesto al contraste del cuerpo que las origina. Lo anterior significa que muchas anomalías que han sido reportadas como debidas a conductores se deben en realidad a cuerpos resistivos, y viceversa. Esta es una de las razones por las que es muy conveniente contar con métodos automáticos de interpretación que implícitamente tomen en cuenta estos efectos. El presente trabajo sobre modelado fue precisamente motivado por la necesidad de validar un método aproximado de interpretación desarrollado con anterioridad en el CICESE.

193. EXG.31

SISTEMA PORTATIL PARA REGISTRO DEL CAMPO GEOELECTROMAGNETICO

José M. Romo J. y Jesús Brassea O.
Depto. de Geofísica Aplicada
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Ensenada, B.C.,

El sistema fue diseñado con objeto de registrar las variaciones de periodo largo de los campos eléctrico y magnético inducidos en la Tierra. La variación de las

tres componentes del campo geomagnético son detectadas por un magnetómetro fluxgate (EDA mod. FM-100B) con precisión del orden de 0.4 nT y respuesta instrumental plana entre 0 y 4 Hz. La variación de las dos componentes horizontales del campo eléctrico se registra mediante dipolos, formados con electrodos impolarizables. Se utilizan electrodos de plomo, con un electrolito de cloruro de plomo fraguado en una mezcla de yeso. La señal del campo eléctrico se filtra entre 10^{-5} y 10^{-2} Hz y se amplifica antes de muestrearse para su registro. El muestreo de las cinco señales se efectúa mediante un convertidor A/D con 14 bits de resolución, controlado por un microprocesador intel-80C88 que se encarga de almacenarlas en memoria de estado sólido. El sistema consume menos de 4 W y puede permanecer en operación continua durante varias semanas. El sistema se programa y se pone en marcha mediante una microcomputadora tipo laptop que se utiliza también para recuperar la información registrada la memoria de estado sólido. En la microcomputadora se tiene la programación necesaria para el monitoreo visual de las señales y para el control del sistema.

194. EXG.32

SOBRE EL EFECTO DE LA PERMEABILIDAD MAGNETICA Y DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA EN EL RADAR DE TERRENO

Octavio Lázaro Mancilla y Enrique Gómez Treviño
Depto. de Geofísica, CICESE
Km. 107 Carr. Tijuana-Ensenada
Ensenada, B.C., 22800

Se utiliza un modelo de capas horizontales para estudiar el efecto de la permeabilidad magnética y de la conductividad eléctrica en las señales de radar de terreno. La fuente se supone formada de ondas planas que inciden verticalmente sobre la superficie de la tierra. Aunque el modelo no considera la dispersión geométrica asociada con una fuente dipolar, tiene la ventaja que los demás aspectos de la propagación de las ondas electromagnéticas en la tierra se pueden modelar con mucha precisión, dado que no existe en la actualidad métodos confiables para evaluar las integrales involucradas en el caso dipolar. El modelo de ondas planas permite considerar el efecto de las tres propiedades electromagnéticas de los materiales del subsuelo, de una manera relativamente simple y sin recurrir a aproximaciones. El énfasis en la precisión se debe a que los efectos de la permeabilidad magnética y de la conductividad eléctrica son de segundo orden en las ondas de radar, las cuales responden principalmente a variaciones en la permitividad eléctrica. De hecho, el diseño del radar de terreno optimiza la respuesta de esta última propiedad, pero la frecuencia óptima de operación no excluye el efecto de las otras dos

propiedades. En el presente trabajose hace un análisis de las condiciones en las que aparecen, o pueden aparecer, reflexiones del subsuelo sin que existan variaciones en la permitividad eléctrica.

200 EXG.33

GRAVITY AND SEISMIC INTERPRETATION
OF CRUSTAL STRUCTURES AT THE PACIFIC
CONTINENTAL MARGIN FORM SOUTHWESTERN
MEXICO OF THE REGION 15° -16°N, 97°-99°W

Juan J. Ramírez Ruíz
Facultad de Ciencias de la Tierra
Universidad Autónoma de Nuevo León
67700 Linares, Nvo. León

The Pacific Continental Margin form Southwestern Mexico (PCMSM) is characterized by the process of subduction of the Cocos plate beneath the Northamerican and Caribbean plates. This dynamic process constructs a portrait of the geological structures in this region, which is characterized by a rugged coastal mountain range, a narrow continental shelf and a steep trench slop without forearc basin. It will be present here the gravity and seismic interpretation of the crustal structures of 2 profiles in this region. The Free-air anomaly data show that hte boundary of the Cocos plate and the Northamerican plate marked by the Middle America Trench and the accretionary Prism is typified by a large negative anomaly which may result from the displacement of crustal materials by sea water and sediments. The Seismic profile OM2N shows the subduction of theCocos plate in approximately 10° - 12° which is observed in the 2-D gravity modeling of this profile.

199.EXG.34

DETECCION DE CAVIDADES EN ZONAS URBANAS
EMPLEANDO METODOS GEOFISICOS

David R. Alatraste Vilchis y
Adolfo Agustin García García

Facultad de Ingeniería, UNAM
Div. de Ing. en Ciencias de la Tierra
Depto. de Geofísica, Cd.Universitaria
04510, México. D.F.

El objetivo de este trabajo es la detección de cavidades en el subsuelo, que son producto de la explotación de antiguas minas de arena que existieron en diferentes áreas de la Delegación Alvaro Obregón en el Distrito Federal. Es importante mencionar que los efectos que producen las cavidades no son exclusivos de este lugar, ya que problemas similares estan ocurriendo en Iztapala, D.F., Atizapán, Estado de México; Cuernavaca, Morelos

y algunas otras regiones del país.

Los lugares en donde existen tales oquedades se presentan como zonas de alto riesgo debido a que sobre ellas existe una gran cantidad de construcciones, muchas de las cuales presentan problemas para sus habitantes.

Para lograr la detección se esta realizando, entre otras actividades, una campaña de exploración geofísica, empleando los métodos geoeléctricos en sus modalidades de Sondeo Electrico Vertical y Perfilaje Eléctrico (con diferentes arreglos electródicos), además de los métodos gravimétrico, magnetométrico y sísmico de refracción. Se ha observado que los métodos eléctricos son los más resolutivos para las condiciones del problema en cuestión por lo cual se presentan, a manera de ejemplo, los resulsitados obtenidos en algunas áreas estudiadas de esta manera, considerando los resultados obtenidos con la aplicación de otros métodos geofísicos

045.CA.01

ON ASYMPTOTIC BEHAVIOR OF SOLUTIONS TO
THE BAROTROPIC ATMOSPHERE MODEL

Dr. Yuri N. Skiba

Institute of Computational Mathematics, Moscow
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Circuito Exterior, CU, México-04510, D.F.

Long-term behavior of the dissipative forced barotropic vorticity equation solutions on a sphere is analyzed. Bounded invariant set attracting all the solution trajectories is estimated depending on the linear drag, turbulence and spectral composition and smoothness of the forcing.

Further, to simplify the problem, the forcing was taken as a homogeneous spherical polynomial of degree n . In this case the solutions show quite different behavior in the non-dissipative fluid, in the presence of turbulence. In the first two cases there are four invariant sets of solutions. Almost all of them are no longer invariant in the turbulent fluid except for the subspace of spherical polynomials of degree n . In all dissipative cases this set is the basin of attraction of a solution which is a steady state, limit cycle or almost periodic solution providing the existence of the global attractor are also given. Simple example shows a bifurcation (change of such attractor) if the forcing consecutively approaches with time spherical polynomials of different degree n .

046.CA.02

SOBRE EL COMPORTAMIENTO ASINTOTICO DEL
MODELO TERMODINAMICO DE ADEM PARA
PREDICCION DE LA TEMPERATURA DE OCEANOS

T. Morales Acoltzi, J. Adem
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Circuito Exterior C.U. C.P. 04510 México, D.F.

En este trabajo, investigamos analíticamente el comportamiento asintótico del Modelo de Adem, como una función de: el forzamiento externo y el coeficiente de disipación. Probamos la existencia de un conjunto atrayente acotado en la vecindad del cero.

Mostramos que la solución de la anomalía de la temperatura de la superficie de los océanos tiende exponencialmente a cero, siendo éste el atractor.

La estructura del conjunto depende tanto del calentamiento total en la capa superior del océano como del coeficiente de intercambio turbulento.

047.CA.03

IMPACTO DEL CALENTAMIENTO GLOBAL SOBRE

LOS CICLONES TROPICALES QUE AFECTAN LOS
LITORALES DE MEXICO

E. Jáuregui

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Circuito Ext. Cd. Universitaria
04510, México, D.F.

Se intenta presentar un escenario que resultaría del aumento de las temperaturas del agua oceánica en ambos litorales del país. El escenario que prevén los modelos de circulación general es que si el aumento de temperatura será mayor en las regiones polares, el gradiente térmico polo/ecuador decrecerá al mismo tiempo que aumentaría la humedad en la tropósfera, lo que resultaría en una atmósfera tropical más estable, reduciéndose la actividad convectiva (Evans, 1990). Por otra parte, el aumento de la temperatura de las aguas superficiales oceánicas (TASO) por arriba del umbral crítico (de 26.5°C) ampliará las regiones de ciclogénesis, lo que aunado al aumento de humedad en los niveles medios troposféricos significa que las condiciones de ciclogénesis se cumplirían en amplias áreas oceánicas del trópico. Sin embargo, aun cuando se cumplieran las condiciones mencionadas, estas son insuficientes para que se inicie una actividad convectiva organizada según Evans. Se examinan mapas de la presión central mínima sostenible (preparados por Emanuel, 1987) suponiendo un aumento de la TASO según predicción de un modelo de circulación general para 5 agostos y su posible relación con los ciclones en ambas costas del país.

048.CA.04

THE INFLUENCE OF CALVIN HURRICANE ON WET
PRECIPITATION CHEMISTRY IN A WOODED AREA

A.P. Báez, H.G. Padilla and R.D. Belmont
Centro de Ciencias de la Atmósfera-UNAM
Circuito Exterior
Cd. Universitaria, C.P. 04510, México, D.F.

Extremely low ion concentration in wet precipitation was observed at Rancho Viejo, a site located 20 km away WSW from the Nevado de Toluca Volcano, state of Mexico, during the pass of the Calvin hurricane through the Republic of Mexico, from the 3th to 8th of July, 1993. On July 3th; three rain events were collected from 14 to 24 h. Almost no differences in ion concentration were found between these three rain events. However it is important to quote that although similar synoptic conditions prevailed on July 3th and 4th, the lowest ion concentration was found in precipitation collected at early morning on July 4th, when the Calvin hurricane center was reaching a maximum intensity, which produced stratiform clouds over Rancho Viejo.

The SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ and Cl^- concentrations were below

the detection limits, and the HPLC diagram was very similar to the diagram of dionized water, as they were compared. Other weather conditions that may favor the extremely low concentration found during these days, was the general well defined trajectory of wind flow from the SE, as it was observed in the satellite image, that passed through clean areas without important emission pollution sources.

049.CA.05

DESCRIPCION DE LA CONTAMINACION
ATMOSFERICA DEL VALLE DE MEXICO CON
CAMPOS DE CONCENTRACION DE
CONTAMINANTES Y DE PARAMETROS
METEOROLOGICOS

Alfonso Salas Cruz
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Sección de Climatología Física y Dinámica

Se utilizan datos concurrentes de varios contaminantes en 5 zonas de la ciudad de México para determinar con un modelo sencillo de difusión las concentraciones puntuales a partir de las concentraciones de fuentes múltiples. Se analizan también las condiciones de limpieza atmosférica natural por medio de las reacciones químicas y fotoquímicas a través de un período en que es más grave la contaminación atmosférica. Dichas condiciones de limpieza dependen principalmente del proceso de dilución durante la presencia de la radiación solar necesaria para las fotoreacciones que a su vez está en función de las condiciones termodinámicas y energéticas de la atmósfera.

050.CA.06

ANALISIS Y PRONOSTICO CON ECUACIONES
PRIMITIVAS

Enrique Azpra Romero
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Sección de Climatología Física y Dinámica

En el presente trabajo se desarrolla un modelo de ecuaciones primitivas para el pronóstico del tiempo en la República Mexicana. En este modelo se parte de los datos de altura geopotencial de la región IV meteorológica, se hace análisis objetivo de ellos. Posteriormente, por medio de una ecuación cúbica se calcula el viento (u, v) a partir de ese campo, también se realiza análisis objetivo de cada componente, con los datos reales de viento. A partir de estos últimos se resuelve la ecuación de balance estática y es entonces cuando se realiza el pronóstico por medio de las ecuaciones primitivas.

La malla utilizada es de 19x22 puntos y comprende a la

región IV, la distancia entre puntos es de aproximadamente 464 km, el paso de tiempo es de 10 minutos. Se utilizan diferencias finitas centradas y promedios tanto en x como en y , de todas las variables que intervienen en las ecuaciones. Con esto se pretende reducir el crecimiento de las ondas inerciales.

051.CA.07

RELAJACION RADIATIVA DE PERTURBACIONES DE
TEMPERATURA EN UNA ATMOSFERA CON UNA
MEZCLA DE GASES RADIATIVAMENTE ACTIVOS.
EL CASO EXTRATOSFERICO
(OZONO Y BIOXIDO DE CARBONO)

Carlos Gay y Cecilia Conde
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Circuito Exterior C.P. 04510
México, D.F.

La relajación radiativa de perturbaciones de temperatura en una atmósfera finita con un sólo gas radiativamente activo ha sido resuelto en términos de las funciones propias, que corresponden a perturbaciones elementales que decaen sin cambiar de forma.

En este trabajo se extiende el estudio anterior para incluir una mezcla de gases (ozono y bióxido de carbono) y se comparan los resultados con aquéllos que se obtuvieron para bióxido de carbono por un lado, y para ozono, por el otro.

052.CA.08

ESTUDIO MICROFISICO DE PRECIPITACION
EN TIERRA

F. García García y R. A. Montañez
Centro de Ciencias de la Atmósfera
Universidad Nacional Autónoma de México
Circuito Exterior, Ciudad Universitaria
04510, México, D.F.

Se llevaron a cabo mediciones de la distribución por tamaños de gotas de precipitación en eventos ocurridos en la Ciudad de México y en el Estado de Sonora, utilizando dos espectrómetros de arreglo óptico en plataformas fija y móvil. En este trabajo, los espectros de gotas obtenidos son analizados en función del proceso dominante de desarrollo de la precipitación (lluvia fría o lluvia caliente), atendiendo principalmente a la forma de la distribución observada. Asimismo, se comparan las características de cada una de las metodologías utilizadas para la obtención de los datos y se discute la importancia que reviste este tipo de estudios para la mejor comprensión de los mecanismos de desarrollo de precipitación, así como las aplicaciones prácticas a las que pudieren orientarse.

053.CA.09

**MEDICIONES MICROMETEOROLOGICAS DE
ESTABILIDAD Y BALANCE ENERGETICO EN UN
SITIO RURAL ALEDAÑO A LA CIUDAD DE MEXICO**

Ricardo Saldaña Flores
Instituto de Investigaciones Eléctricas
Cuernavaca, Mor.

Adalberto Tejeda Martínez
Especialidad en: Climatología de la UV. Xalapa, Ver.

Ernesto Jáuregui Ostos
Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM
México, D.F.

Se presentan resultados preliminares de una campaña de observaciones micrometeorológicas realizadas en el ex-lago de Texcoco durante diez días de septiembre de 1993. Se hicieron mediciones continuas de las componentes ortogonales de la velocidad del viento con un anemómetro triaxial y un anemómetro sónico, además de radiación solar global, radiación neta, almacenamiento calórico en el suelo, y se realizaron cinco sondeos atmosféricos diarios para obtener perfiles verticales de viento, temperatura y humedad. El objetivo es evaluar la estabilidad atmosférica vertical y el balance energético atmosférico, haciendo uso de instrumentación moderna.

054.CA.10

**PARAMETRIZACION ALTERNATIVA DE LA
NUBOSIDAD EN EL MODELO TERMODINAMICO**

René Garduño
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Circuito Exterior, CU, México, D.F. 04510

Con base en una parametrización de Adem (1976), desarrollamos una fórmula de balance entre la fracción horizontal de nubosidad y los perfiles verticales de humedad relativa y temperatura, bajo la hipótesis usual de que la humedad relativa de la atmósfera se conserva en un cambio climático (Garduño y Adem, 1988). De esta manera resulta una correlación negativa entre el incremento de nubosidad y el de temperatura. Hemos incorporado en el Modelo Termodinámico del Clima de Adem este mecanismo de retroalimentación positiva para calcular el cambio climático debido al aumento del CO₂ atmosférico, dando una amplificación del efecto de aproximadamente 50%.

055.CA.11

**UN MODELO DIVERGENTE APLICADO A LA
REPUBLICA MEXICANA**

Fco. Javier Villcaña Cruz
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Sección de Climatología Física y Dinámica

La aplicación de los modelos barotrópicos de ecuaciones primitivas a regiones tropicales, no solo encuentra los problemas de estos, sino además la escasez de datos es muy notable, los cuales se han evitado al considerar que el cambio de la fuerza de Coriolis siguiendo el movimiento, es cero, con lo cual se puede obtener los campos de componentes de viento horizontal a través de gradiente de geopotencial y el parámetro de Coriolis, así como la advección de éste.

060.CA.12

**MODELACION DE LA RADIACION SOLAR GLOBAL
EN UNA ATMOSFERA LIMPIA MEDIANTE UN
PROCEDIMIENTO SEMIEMPIRICO**

J.L. Bravo, A. Mujlia, A. Leyva
Observatorio de Radiación Solar
Instituto de Geofísica, UNAM

Se emplea el modelo de Kuznetsov modificado para masas ópticas mayores que 3 para simular el comportamiento de la radiación solar global en un área desértica. Los resultados de la modelación se comparan con mediciones realizadas en la Laguna del Rey, Coahuila, sitio, que presenta condiciones similares a las supuestas en la modelación. Se escogieron días excepcionalmente limpios. El modelo modificado se ajusta de manera que se estudia sus sensibilidad a la variación de tres parámetros: espesor óptico de la atmósfera, albedo de la superficie y albedo promedio simple de dispersión. El ajuste se consigue con un error máximo de 2%.

061.CA.13

**CLIMATOLOGIA DE LA TURBIEDAD DE LA
ATMOSFERA AL SUR DE LA CIUDAD DE MEXICO,
PROVOCADA POR PARTICULAS AEROSOLES.**

A. Mujlia, A. Leyva, J.L. Bravo
Observatorio de Radiación Solar
Instituto de Geofísica, UNAM

Se hace la estimación de la turbiedad de la atmósfera, provocada por partículas del aerosol atmosférico, usando mediciones de radiación solar directa en cuatro ventanas espectrales actinométricas, los datos empleados abarcan el periodo de 1969 a 1992, obtenidos

en Ciudad Universitaria, México, D.F. Se hace una comparación con estimaciones realizadas en dos periodos anteriores: 1911-1928 y 1957-1962; se observa cierto comportamiento persistente de la variación del promedio mensual de la concentración de partículas, a lo largo del año.

071.CA.14

**THE ESPECTRAL AND ANGULAR INFORMATIVE
RANGES OF THE CONTINENTAL AEROSOL OPTI-
CAL CHARACTERISTICS**

A. Leyva and O. B. Vasilyev
Instituto de Geofísica, UNAM
México, D.F.

The sensibility of optical characteristics to variations of the micro physical properties of a model of continental aerosol, is investigated in the wavelength interval from 300 to 1000 nm. The results show a maximum of sensibility to variations of numeric concentration of particles with diameters around a half of the wavelength and in the "small angles" scattering region. The sensibility to variations of the complex index of refraction shows higher values in case of variations of the real part than in the case of the imaginary part.

079.CA.15

**RECURRING MIDLATITUDE ANOMALIES FORCED
BY EQUATORIAL HEATING**

Gran Branstator
National Center for Atmospheric Research
Boulder, CO 80307

To isolate midlatitude flow anomalies that are preferentially excited by equatorial heating, a series of 24 GCM experiments is examined. In each experiment a local heating anomaly is placed in a different longitudinal position. The heating positions are separated by 15 degrees so that overall each sector is equally forced. EOFs of the 24 midlatitude circulations anomalies show that about two-thirds of their variance can be explained by just three patterns. These patterns are structurally similar to the most prominent low frequency patterns in controlruns of the GCM. Furthermore, analysis indicates that in many respects the patterns are dynamically maintained in the same fashion as internally generated recurring structures. They rely on interaction with the time mean waves as an energy source; they induce shifts in the stormtracks; flux anomalies. The results indicate that in nature equatorial heating anomalies may tend to excite just a few midlatitude patterns, not just because of a few preferred heating sites, but because the influence of equatorial heating anomalies on the midlatitude circulation is strongly modulated by the internal mechanisms

of midlatitude low-frequency flow.

097.CA.16

**EFFECTO DE ENSO SOBRE LA SEQUIA
INTRAESTIVAL DEL ESTADO DE
VERACRUZ, MEXICO**

Domitilo Pereyra Diaz
Quintillano Angulo Cordova
Beatriz Elena Palma Grayeb

Especialidad en Climatología
Universidad Veracruzana, A.P. # 136
Jalapa, Veracruz

En el presente trabajo se muestra el efecto de El Niño/ Oscilación del Sur (ENSO) sobre la sequía intraestival o canícula en el estado de Veracruz. Para realizar lo anterior se compararon las precipitaciones promedio mensual de los años de Niño con los de No Niño, de 51 estaciones climatológicas. El período de registro de cada estación varió entre 25 y 75 años. Los resultados muestran que durante los eventos de El Niño disminuye o desaparece la sequía intraestival, para casi todo el estado de Veracruz. Esto ocurre durante los meses de julio y agosto, con excepción de la región alta del centro del estado, que incluye Xalapa, Nautla y Orizaba, donde se incrementa la sequía. Finalmente, se aplicó la prueba de comparación de varianzas de Fisher para saber si la variación de la precipitación durante el evento El Niño era aleatoria o se debía al efecto El Niño. El análisis estadístico indica que la variación de la precipitación en el estado de Veracruz fue significativa, para algunas regiones, entre el 0.1% y 5%.

098.CA.17

**EFFECTO DE LAS BAJAS TEMPERATURAS EN
ALGUNOS FRUTALES DE LA ZONA TEMPLADA DEL
NOROESTE DEL COFRE DE PEROTE:
RESULTADOS PRELIMINARES.**

Beatriz E. Palma Grayeb
Domitilo Pereyra Díaz
Myrna Zamorano Nájera

Especialidad en Climatología
Universidad Veracruzana, A.P. # 136
Jalapa, Veracruz

Con este estudio se pretende encontrar los rangos de temperatura que dañan a nivel celular el tejido de los frutales, que se cultivan comunmente en la región templada del noroeste del Cofre de Perote. Se ha observado al microscopio yemas de ciruelo, que han sido sometidas a temperaturas entre 0 y -5 grados

centígrados, mostrando una fuerte deshidratación en su estructura celular. Las muestras han sido colocadas por separado en portaobjetos dentro de una cámara de refrigeración, la cual proporciona rangos de temperatura entre 0 y -10 grados centígrados; los intervalos de tiempo a que se han sometido las yemas varían entre 6 y 24 horas.

La deshidratación mostrada permite ver que los daños observados en las células, bajo las condiciones de temperatura simuladas en el laboratorio, reflejan los efectos que podrían sufrir las plantas en presencia de heladas.

105.CA.18

CHAOS AND PREDICTABILITY IN A TROPICAL MICROCLIMATE DATA SET

R.López, T. Morales*
H.Waelbroeck and F. Zertuche**

Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM
*Centro de la Atmósfera, UNAM
Circuito Exterior, C.U. A.P. 70-543
México, D.F.04510

Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas
y en Sistema, UNAM Sección Cuernavaca
A.P. 139-B
62191 Cuernavaca Morelos, México

General Circulation Models are generally good at predicting large scale, linearizable weather phenomena. They are less useful in predicting local, non-linear phenomena (such as tropical precipitation), because they are linear models and fail to take into account local features such as topography, vegetation, etc. Non-linear model, based on time series data, are in principle capable of representing chaotic behavior; they take into account all relevant information, such as topography and vegetation, as it is coded in the data. We examine a typical tropical micro climate data set to determine the predictability limits of non linear models. We find that the data lies on a attractor of dimension 11.5, which is too large to expect an accurate reconstruction of the attractor. Theoretical estimates give a predictability of 1.8 days for the chaotic data. We show that non-linear model has a self-averaging property which enables it to make trend predictions over longer times scales. In the example considered, cumulative precipitation over a 10 day period is predicted with a mean square error of 68% of variance, or 64% if the variance is corrected for seasonal fluctuations. For the onset of rain season the errors are 52% and 77%, respectively.

114.CA.19

POLVOS ATMOSFERICOS Y HONGOS SILVESTRES COMO INDICADORES DE RADIATIVIDAD AMBIENTAL

S. Salazar*, M.I. Gaso**, C. Alvarez*,
H.A. Silva*, I.Pérez***, N. Segovia**

*PNLV-CFE
Ap.Postal 53, Cd. Cardel, Ver.
**ININ

Ap. Postal 18-1027, 11801, México, D.f.
***CCA, UNAM
Cd. Universitaria, 04510 México, D.f.

El transporte atmosférico de materiales radiactivos tanto naturales como provenientes de centrales y artefactos nucleares representa una vía directa para la exposición de poblaciones. Las medidas sistemáticas de actividad en aire pueden indicar cambios en los niveles ambientales que requieran de una atención especial. Después del accidente de Chernobyl el 26 de abril de 1986, se observaron cantidades considerables de radionúclidos en alimentos en países europeos como consecuencia del depósito en tierra de la nube radiactiva. En particular, algunas especies de hongos silvestres mostraron una importante acumulación de radiocesio. En este trabajo se presentan resultados de actividad β total y concentraciones de emisores gamma en filtros de aire para monitoreo ambiental obtenidos en la Planta Nucleoeléctrica de Laguna Verde, que indicaron un aumento en mayo-junio de 1986. Las fechas de llegada de la nube a México se estimaron en base al patrón sinóptico meteorológico a gran escala que se observó en el hemisferio norte después del accidente de Chernobyl. Se presentan asimismo las concentraciones de 137 Cs en muestras compuestas de 20 especies de hongos que se recolectan anualmente en el Centro Nuclear de México y que mostraron también un incremento en 1986.

147.CA.20

APRENDIENDO ACERCA DE LA FORMACION DE OZONO BAJO CONDICIONES DE LA CIUDAD DE MEXICO

Ruiz Suárez L.G., B. Mar Morales y T. Castro
Centro de Ciencias de la Atmósfera
Universidad Nacional Autónoma de México
México, D.F. 04510 México.

El smog fotoquímico es un problema que concierne a los habitantes de muchas ciudades del mundo. Por lo que se ha estado aprendiendo ampliamente sobre la formación de ozono bajo las condiciones actuales de smog. Se han realizado estudios para un conjunto de

condiciones muy distintas a las que prevalecen en la Ciudad de México. El ozono, dióxido de nitrógeno, compuestos como el PAN y otros, son el resultado de un conjunto de reacciones en cadena iniciadas por la luz. La altitud (2240 metros sobre el nivel del mar) y la latitud (19°N) significan leves incrementos en la velocidad de fotólisis de los precursores de la cadena. Además, la altitud implica que las reacciones de terminación de cadena sean más lentas. El impacto de estas condiciones en el potencial de formación de ozono depende marcadamente de la reactividad estructural de los hidrocarburos precursores. Estos parámetros se estudiaron a través de la simulación por computadora de la fotooxidación de los hidrocarburos, utilizando mecanismos completamente detallados de hidrocarburos simples (parafinas, olefinas y aromáticos) y mezclas simples.

148.CA.21

EXPERIENCIAS DEL PRONOSTICO DE LA TRAYECTORIA DE LOS HURACANES

Enrique Buendía Carrera
Centro de la Atmósfera

Cd. Universitaria, Circuito Exterior C.P. 04510

Al aplicarse el modelo del C.C.A. que pronóstica la trayectoria de los huracanes en la región IV se han tenido resultados bastante halagadores que han estado confirmando la bondad del modelo, que consiste de las ecuaciones baroclínicas filtradas intergradadas en una malla de 76 x 88 puntos reticulares separados una distancia de 132 km. Se presentarán resultados obtenidos en tiempo real y avances del modelo.

149.CA.22

EVALUACION DEL MODELO BAROCLINICO DE DOS PARAMETROS

Rafael Patiño Mercado
Centro de Ciencias de la Atmósfera UNAM
Sección de Climatología Física y Dinámica

En el centro de Ciencias de la Atmósfera se ha estado corriendo semi-operativamente durante cerca de 5 años. El presente trabajo presenta su evaluación para el período de 1988-1991. En la evaluación de 24 hr en los niveles evaluados de 700 mb y 250 mb el modelo es mejor tanto para la raíz del error cuadrático (RECM), como para el coeficiente de correlación (cc). Su comportamiento para el verano no es tan bueno como para el resto del año. Se presentan evaluaciones para 48 y 72 hrs. Se presenta también una interpolación para el nivel de 500 mb.

150.CA.23

UN METODO ESTOCASTICO PARA LA DETERMINACION DE LA ESTABILIDAD DE LA PRESENCIA DE LA LLUVIA

Walter Ritter Ortiz
Centro de Ciencias de la Atmósfera
Sección Climatología Dinámica

Se desarrolla un modelo estocástico lineal de primer orden para la determinación de la presencia de lluvias acumulativas semanal simulado para condiciones medias por un modelo logístico.

Para el pronóstico de anomalías para cuando el sistema guarda memoria la predictabilidad se da en función de la duración normal de la temporada de lluvias, la varianza observada de la precipitación total anual, el coeficiente de autocorrelación y varianza, de la distribución semanal de la precipitación. Para cuando el sistema no guarda memoria se calculan las probabilidades de la precipitación en base a procedimientos de Focker-Plank.

151.CA.24

ANALISIS DE LAS PREDICCIONES DE 3 MODELOS DE CIRCULACION GENERAL Y LAS TEMPERATURAS OBSERVADAS PARA MEXICO

Cecilia Conde y Carlos GAY
Centro de Ciencias de la Atmósfera
Circuito Exterior, Ciudad Universitaria
C.P. 04510, México, D.F.

Las predicciones de los modelos de circulación general a nivel regional son sumamente debatidas. Presentamos aquí las estimaciones de los modelos GISS, UKMO, y GFDL para las temperaturas en condiciones del 1xCO₂ y 2xCO₂ para algunas regiones de la República Mexicana. También analizamos las predicciones de dichos modelos para la precipitación, en las mismas condiciones y en las mismas regiones.

Finalmente, comparamos los promedios anuales de datos observados contra los casos 1xCO₂ y considerando las diferencias encontradas, evaluamos las posibilidades de los cambios en la temperatura y precipitación para el caso de un doblamiento de bióxido de carbono.

152.CA.25

METODO DE PRONOSTICO DE SURGIMIENTO DE CICLONES TROPICALES, ANGEVEL (primera versión)

Dr. Angel R. Meulenert Peña *
Lic. Evelio García Valdés*
Lic. Lázaro E. Torres Betancourt **
Lic. Tania R. Rodríguez Mondejar **

*Instituto de Meteorología de la Academia de
Ciencias de Cuba
** Servicio Meteorológico de la DAAFA

A partir del análisis de más de 70 años de temporadas ciclónicas del Atlántico se determinaron las principales condiciones sinópticas y los valores umbrales de las magnitudes físicas y dinámicas que interviene en el surgimiento de los ciclones tropicales de esa región ciclogénica del planeta. Se clasificaron en seis tipos principales las condiciones meteorológicas de gran escala, que propician el desarrollo de alguna de las formas principales de ciclogénesis observadas en el Atlántico. Se diseñó un programa de cálculo para las magnitudes físicas y dinámicas más importantes que intervienen en el proceso de formación de un ciclón tropical.

153.CA.26

CONSECUENCIAS TERMODINAMICAS DEL MODELO ONDULATORIO DE LOS CICLONES TROPICALES

Dr. Eugenio Mojena *
Dr. Vladimir Sharov **

*Instituto de Meteorología,
Academia de Ciencias de Cuba
**Instituto de Meteorología e Hidrología de Bulgaria

Sobre la base de un detallado análisis de la marcha de la presión atmosférica al paso de los ciclones tropicales y de la estructura del campo de nubosidad, observada en las imágenes de satélite de espectro visible infrarrojo, se propone un modelo matemático para la circulación de los ciclones tropicales, que refleja la distribución ondulatoria de la presión y conjuntamente con ella la distribución del viento. El análisis de la circulación del ciclón tropical sobre la base del modelo ondulatorio muestra que los anillos casi concéntricos, brillantes y oscuros observados en las imágenes de satélite se corresponden con los máximos y mínimos del viento, así como con los mínimos y máximos de presión respectivamente, correspondiéndose dichas zonas de igual forma con zonas de máximos y mínimos de liberación de calor. Por lo que la liberación de energía térmica en el ciclón tropical también presenta una estructura ondulatoria.

154.CA.27

COMPOSITION OF CLOUD WATER AND PRECIPITATION AT A HIGH ALTITUDE SITE

* Padilla G.H., *Baez A.P., and *Belmont D.R.
Centro de Ciencias de la Atmósfera-UNAM
Circuito Exterior, Cd. Universitaria
C.P. 04510, México, D.F.

Deposition of cloud droplets to forest canopies at elevated sites has been estimated to contribute significantly to total pollution deposition in such environments. Forests are typically exposed to much higher ion concentration and higher acidities through cloud interception than through precipitation, as been pointed out by several authors. However, in this study, higher ion concentration was found in wet precipitation. Cloud water and precipitation were collected at a site half way (altitude 3800 masl) of the Popocatepetl volcano summit (5500 masl). The Tlamacas sampling site is in the upper limit of a mixed conifer forest surrounding the volcano. Cloud water and precipitation samples were collected in two sampling periods: September 9-11 and 29-30. The clouds from the first period were associated with the production of prographic clouds due to convective activity. During the second sampling period the clouds were associated to cold fronts approaching from the north-east. Great variability in ionic concentration was found in both cloud water and rain water, between cloud events and between individual samples. The literature indicates that, in other places, ion concentration in cloud water was always higher than ion concentration in rain water. However, the possible explanation for the higher concentration in rain water found in this study is based in the continuous fumarole emissions and in the fact that rain came from clouds above the crater summit. This study is preliminar and a more complete sampling including some meteorological measurements is under way.

202.CA.28

ANALISIS DE LA COLUMNA TOTAL DE OZONO EN LA CIUDAD DE MEXICO ENTRE 1974 Y 1989. CONTRIBUCION DEL OZONO TROPOSFERICO A LAS MEDICIONES REALIZADAS

*A. Juárez, C. Gay y J. L. Bravo
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
*Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, UAP
Apdo. Postal., 1152, Puebla 72000, Puebla, Pue.

En este trabajo presentamos las mediciones realizadas para la columna total de ozono a nivel de superficie en la Ciudad de México entre 1974 y 1989. Las mediciones se realizaron utilizando el espectrofotómetro DOBSON

del Laboratorio de Radiación Solar. Analizamos la variación estacional en la columna de ozono durante el periodo mencionado y discutimos la incidencia de fenómenos como erupciones volcánicas en las variaciones obtenidas en nuestros datos. La comparación de nuestros resultados con resultados obtenidos en latitudes similares a la de la Ciudad de México, nos permite conocer la contribución del ozono troposférico a los valores obtenidos para la columna total de ozono en la Ciudad de México.

PANORAMA DE LA FISICA DE PLASMA ESPACIALES

Jorge Pérez-Peraza
Instituto de Geofísica-UNAM
C.P. 04510-C.U., México, D.F.

La importancia de la Física de Plasmas Espaciales estriba en que aproximadamente un 99% de la materia en el Universo se encuentra en estado de muy alta ionización, lo que se designa como un plasma. La excepción, es la materia que constituye los planetas y sus interfases, de tal forma que las iniciativas espaciales del hombre tienen lugar en un medio ambiente de plasma. La Física de Plasmas Espaciales puede ser definida como el estudio de los fenómenos del plasma desde el interior del sol hasta el borde exterior de la Heliósfera. La Heliósfera es la cavidad destendida dentro del medio interestelar por el Viento Solar.

El objetivo de la Física de Plasmas Espaciales es el entendimiento de la Física del Sol, la Heliósfera, magnetósferas planetarias, así como estudio de los procesos interactivos de los fenómenos generados en el Sol, sus efectos en el Viento Solar y este a su vez en la vecindad terrestre.

En esta ponencia se da una revisión global del estatus actual de C/una de las disciplinas que conforman el estudio de la Física de Plasmas Espaciales. Las principales motivaciones del estudio intensivo de la Física de Plasmas Espaciales son: 1) su intrínseco interés intelectual por entender nuestro medio ambiente espacial; 2) su valor para otras disciplinas, puesto que los plasmas espaciales no sólo son parte del contexto astrofísico global, sino también provee una extensión de las condiciones disponibles a escala de laboratorio, jugando un papel importante en nuestro conocimiento de la Física fundamental de Plasmas; 3) su actual y futuro impacto en el hombre y en su tecnología, en particular en lo relativo a sus aplicaciones, como son por ejemplo, la predicción de los fenómenos solares que afectan la vecindad terrestre, como las comunicaciones, meteorología, etc.

072.EEP.02

PRIMEROS REGISTROS DE PULSACIONES
GEOMAGNETICAS EN EL OBSERVATORIO DE
TEOLOYUCAN

José A. López y S. Bravo
Instituto de Geofísica, UNAM
Ciudad Universitaria, Deleg. Coyoacán
Código 04510 México, D.F.

Desde febrero del año en curso está funcionando en Teoloyucan Edo. de México una estación de registro de

pulsaciones geomagnéticas. En este trabajo se presentan una serie de eventos registrados en este observatorio los cuales corresponden a pulsaciones en el rango de PC3, PC4 y PC5. También se muestran algunos detalles sobre la instalación y la calibración del equipo.

073.EEP.03

EL ORIGEN SOLAR DE LOS FRENTE DE CHOQUE
QUE VIAJAN EN EL MEDIO INTERPLANETARIO

Silvia Bravo
Depto. de Física Espacial, IGF, UNAM
Coyoacán 04510, D.F. México

En la última década, las ideas del origen solar de los grandes frentes de choque que viajan en el medio interplanetario han sufrido grandes cambios debido al cúmulo mayor de observaciones tanto del Sol como del viento solar de que ahora se dispone. En este trabajo se propone que la fuente de estos choques son aumentos repentinos en la extensión de los hoyos coronales los cuales llevan a un aumento súbito en la velocidad del viento solar que de ellos emerge y a la subsecuente formación de un frente de onda de choque que viaja hacia afuera del Sol. Se presentan evidencias teóricas y observacionales de esta posibilidad.

074.EEP.04

LA PRESENCIA DE UN CAMPO MAGNETICO FOSIL
EN EL SOL

Silvia Bravo y G. Stewart
Depto. de Física Espacial, IGF, UNAM
Coyoacán 04510, D.F. México

Recientemente, los modelos de campo potencial para calcular el campo magnético desde la superficie del Sol hasta el medio interplanetario han mostrado que el ecuador de la componente dipolar del campo pasa de ser casi coincidente con el ecuador solar durante el mínimo a una inclinación de 70° durante el máximo de actividad. Este comportamiento cíclico del ecuador magnético, unido a una variación cíclica de la intensidad del campo polar del Sol a lo largo del ciclo de 22 años nos lleva a proponer la presencia de un campo fósil en el Sol. En este trabajo se detallan las características de este campo fósil de acuerdo a las observaciones.

075.EEP.05

LAS MANCHAS SOLARES Y LOS HOYOS
CORONALES EN EL CICLO MAGNETICO DEL SOL

Silvia Bravo y G. Stewart

Depto. de Física Espacial, IGF, UNAM
Coyoacán 04510, D.F. México

Se estudió el comportamiento del número de Wolf de manchas solares y el área de los hoyos coronales polares durante los ciclos de actividad 21 y 22 (1965-1991) y se comparó con la evolución del campo general del Sol en el ciclo magnético de 22 años que comprende ambos ciclos de actividad. Los resultados indican que claramente los ciclos de actividad pares y nones son diferentes y que el tamaño de los hoyos polares está relacionado con la magnitud del campo polar en cada ciclo.

117:EEP.06

ANÁLISIS DINAMICO DEL ESPECTRO DE POTENCIAS DE LA RADIACION SOLAR DE MICROONDAS

Alejandro Lara Sánchez
Posgrado en Geofísica
Departamento de Estudios Espaciales
Instituto de Geofísica UNAM
Ciudad Universitaria
México, D.F. 04510

La radiación electromagnética es una excelente herramienta para sondear el estado físico de los plasmas. En particular la radiación de microondas proveniente de la corona solar proporciona información del plasma y el campo magnético en una región que resulta inaccesible para observaciones directas. En el presente trabajo se hace un análisis del comportamiento temporal del espectro de potencias de la radiación solar de microondas. Para el análisis se utilizan las observaciones hechas con un radiointerferómetro solar de base pequeña, en días en los que se registró una ráfaga solar.

USO DEL ARGON Y DEL NITROGENO ATMOSFERICOS COMO TRAZADORES NATURALES EN SISTEMAS GEOTERMICOS FRACTURADOS

Mario César Suárez Arriaga
A.P.31-C. 58290 Morelia Mich.

Una técnica útil para el estudio experimental del comportamiento de yacimientos fracturados, consiste en inyectar directamente en el reservorio, sustancias trazadoras de características fisicoquímicas diferentes a las del fluido in situ. Desafortunadamente, su uso en grandes volúmenes alcanza rápidamente costos prohibitivos. Desde 192, de manera incidental, se ha estado inyectando casi continuamente aire atmosférico, junto con el líquido sobrante de la extracción, en el campo geotérmico de Los Azufres, Mich. Varias evidencias geoquímicas y termodinámicas observadas en el campo, demuestran que la entrada masiva y el transporte de aire en este sistema hidrotermal fracturado, es equivalente al efecto de una prueba de trazador natural efectuada a largo plazo. Ello se debe a que el nitrógeno y al argón se separan de la mezcla gaseosa original y migran, bajo el efecto combinado de la dispersión y del gradiente inducido por la inyección / extracción, desde los pozos reinyectores hasta las zonas de producción, siguiendo caminos referenciales de alta permeabilidad.

El tensor de permeabilidades y la trayectoria promedio seguida por estos gases, pueden detectarse analizando la evolución de la solubilidad del nitrógeno y del argón de los pozos productores. La naturaleza anisotrópica de la roca volcánica fracturada formando a estos sistemas, requeriría de cantidades considerables de trazador artificial para que éste pudiera ser detectado en los pozos productores, especialmente cuando la extracción es baja. Esto podría explicar la nula recuperación de trazadores artificiales durante pruebas desarrolladas hace algunos años. En este documento se describen y analizan tales experiencias.

057.GEOT.02

COMPOSICION ($\delta^{34}\text{S}$) DE SULFUROS Y SULFATOS Y SU UTILIDAD EN LA DESCRIPCION DE LA EVOLUCION DEL SISTEMA GEOTERMICO DE LOS HUMEROS, PUEBLA

Raymundo G. Martínez S.
Instituto de Geofísica, UNAM
Circuito Exterior Ciudad Universitaria
C.P. 04510, México, D.F.

Se determinó la composición $\delta^{34}\text{S}$ de más de 150 muestras de pirita, presentes a diferentes profundidades

en cinco pozos del campo geotérmico de los Humeros, y de más de 30 muestras de sulfatos y sulfuros presentes en los fluidos geotérmicos actuales. Los $\delta^{34}\text{S}$ de las piritas y de los sulfuros disueltos en la fase vapor (H_2S) son muy similares y poco variables (de -4.5 a + 4.5%, promedio de + 0.02%), mientras que la composición $\delta^{34}\text{S}$ de los sulfatos presentes en el líquido es muy variable y no muestra ninguna relación con la ubicación de cada pozo. La composición isotópica global ($\delta^{34}\text{S}_{\text{cs}}$) calculada para los sulfatos y sulfuros actuales es de -1%. Por lo tanto, se considera que dichos compuestos de azufre fueron derivados de una fuente de tipo magnética, lo cual es compatible con los $\delta^{34}\text{S}$ determinados en las piritas. La construcción de diversos diagramas $\text{pH-fO}_2\text{-(fS}_2\text{)}$, a partir de los datos geoquímicos de los fluidos actuales, no se encuentran en equilibrio químico con la asociación pirita-pirrotita-magnetita observada en las zonas profundas de los pozos. De la misma manera, a través de diversos cálculos isotópicos se determinó la ausencia de equilibrio isotópico entre dichas fases de azufre, a 300°C. En un estudio similar realizado por Arnold y Gonzalez-P. (1987), sobre el mismo sistema, se determinó la existencia de equilibrio químico e isotópico entre sulfatos y sulfuros. Por lo tanto, se puede afirmar que las condiciones termodinámicas de los fluidos hidrotermales actuales han cambiado rápidamente debido a una explotación intensa del sistema geotérmico.

Por otra parte, los $\delta^{34}\text{S}$ de los sulfatos son el resultado de fenómenos de oxidación de H_2S en aguas someras (reacciones cinéticas). Mientras que la composición isotópica de las piritas con respecto a la profundidad, evidencia la existencia de fenómenos de fraccionamiento isotópico tales como ebullición, condensación o mezcla de fluidos.

080.GEOT.03

SISTEMAS CEMENTANTES PARA CONTROLAR PERDIDAS DE CIRCULACION EN POZOS GEOTERMICOS

José Manuel Morales R., Sócrates S. Gutiérrez
y Andrés Pérez Martínez

Instituto de Investigaciones Eléctricas
Apdo. Postal, 475 Cuernavaca Mor.

En el presente trabajo se describe el desarrollo de sistemas cementantes y técnicos de colocación para controlar aquellas formaciones donde se pierden grandes cantidades de fluido de perforación y no se pueden controlar con obturantes orgánicos.

Dichos sistemas cementantes se evaluaron con diferentes concentraciones de aditivos aceleradores (NaCl , CaO y CaSO). Así mismo se desarrollaron lechadas especiales que son fluidas mientras se bombean o

agitan y se endurecen al permanecer en reposo por más de 5 minutos (fenómenos de tixotropía).

Los mejores sistemas fueron seleccionados y aplicados con éxito en los pozos PR-8, PR-10, PR-11, PR-12 desde la superficie hasta los 600 m, en los pozos de La Primavera, Jal. (formación Toba Tala).

081.GEOT.04

DESARROLLO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA EXPERIMENTAL DE LABORATORIO PARA MEDIR LA RESISTIVIDAD Y OTRAS CARACTERISTICAS ELECTRICAS EN MUESTRAS DE ROCA

Enrique Contreras López
Departamento de Geotermia
Instituto de Investigaciones Eléctricas
Apdo. Postal 475, Cuernavaca, Mor. C.P. 2600, Mexico

La resistividad y otras propiedades eléctricas relacionadas de las rocas porosas saturadas con fluidos son susceptibles de afectación por una diversidad de factores, muchos de los cuales constituyen precisamente la información que se busca como objetivo de las actividades de exploración y evaluación de los yacimientos geotérmicos, petroleros y minerales. Estos factores incluyen la porosidad, la temperatura, el grado de saturación, la salinidad del fluido de poro, el estado de esfuerzos, el tipo litológico de la roca, la mineralogía primaria y los productos de alteración, y las características geométricas de la red de poros. En consecuencia, es evidente que la interpretación de la resistividad eléctrica en términos de estos factores requiere de fuentes de información adicionales como discriminantes que permitan reducir el número de variables intervinientes. Uno de los recursos más importantes a los que se puede recurrir con esta finalidad consiste en medir bajo condiciones controladas de laboratorio la resistividad eléctrica de muestras de roca bien caracterizadas y representativas de las formaciones sometidas a evaluación. En este contexto en el Departamento de Geotermia del Instituto de Investigaciones Eléctricas se ha desarrollado, implementado y puesto en operación un sistema experimental para medir la resistividad y otras propiedades eléctricas relacionadas, en muestras de roca sometidas a condiciones simuladas del subsuelo. Las variables experimentales que pueden manejarse incluyen el grado de saturación (0 a 100%), la salinidad del fluido saturante (cualquier valor de interés práctico), la presión de confinamiento (0 a 600 bares), la temperatura (25 a 200°C), y la amplitud (0 a 30 volts) y la muestra. Una de las características más relevantes de este sistema es que permite cantidad compleja, y obtener sus componentes resistiva y reactiva. Esto es un aspecto importante ya que el análisis espectral de estas

cantidades en el dominio de la frecuencia puede revelar información valiosa sobre la composición mineralógica de las rocas.

085.GEOT.05

MODELADO DE FLUJO EN POZOS GEOTERMICOS

* A. García, * V. Valenzuela y ** H. Gutiérrez

* Instituto de Inv. Eléctricas, Depto. de Geotermia
A.P. 475, Cuernavaca, Mor.

** CFE-GPG-Oficina de Yacimientos
A. Volta 655; Col. Electricistas; Morelia Mich.

Un simulador de flujo de fluidos y calor en pozos geotérmicos puede, con la suficiente generalidad, convertirse en una herramienta de suma utilidad para el ingeniero de yacimientos que diariamente está involucrado con los fenómenos de flujo que ocurren en los pozos. En este trabajo se describe un simulador, GEOPOZO V4.0, desarrollado y aplicado a problemas de campo, en forma conjunta por la CFE y el IIE. Se describen, además, aplicaciones a pozos geotérmicos de los campos nacionales que incluyen fenómenos de muy diversa índole, lo cual ejemplifica la generalidad del simulador desarrollado. Entre las aplicaciones descritas, se incluye: la determinación de perfiles de presión en pozos inclinados; determinación de índices de productividad a partir de desarrollos experimentales y la explicación sobre el cese repentino del flujo en un pozo profundo.

89.GEOT.06

RESULTADOS DE LOS TRABAJOS DE MODELADO MATEMATICO DE LA ZONA NORTE (SECTOR MARITARO) DEL CAMPO GEOTERMICO DE LOS AZUFRES MICHOACAN

Fernando Ascencio Cendejas
Gerencia de Proyectos Geotermoeléctrico
Alejandro Volta 655, Morelia Mich.

En este artículo se presentan los resultados del modelado matemático de la zona Norte (Sector Marítimo) del campo geotérmico de Los Azufres Michoacán. El esquema de explotación considerado en el proceso de simulación fue de 80 MWe a partir de cuatro unidades turbogeneradora a contrapresión de 20 MWe. La calibración del modelo se realizó a partir del campo con una generación aproximada de 25 MWe. Se presentan las características del modelo conceptual, condiciones iniciales del yacimiento y propiedades de la roca. El modelado matemático se realizó a partir del uso del código TETRAD (un grupo de cuatro: thermal, geothermal, black oil, multicomponent) desarrollado por Ks Vinzome. TETRAD es un simulador en diferencias finitas, tridimensional, multifásico y multicomponente.

METODOLOGIA PARA CALIBRACION DE SENSORES DE POZOS GEOTERMICOS

Alfonso Aragon Aguilar y Arturo Baca Arenas

Instituto de Investigaciones Eléctricas
Depto. de Geotermia

Apdo. Postal 475, Cuernavaca, Mor., C.P. 6200

Los instrumentos de medición de condiciones de fondo de pozos constituyen una herramienta de investigación directa de las condiciones del yacimiento, a través de correlaciones puntuales provenientes de los pozos medidos. Los datos de estos instrumentos conforman la base para analizar el comportamiento del yacimiento y ajustarlo a modelos matemáticos para estimar su capacidad.

La confiabilidad de los datos obtenidos, depende en gran medida de la resolución de los instrumentos empleados, para lo cual, es necesario confirmar su grado de exactitud periódicamente mediante chequeos de las respuestas que ellos proporcionan a estímulos de presión, temperatura y flujo previamente establecidos. En el Instituto de Investigación Eléctricas se tiene un sistema de mediciones en tiempo real, el cual posee como parte central, unos instrumentos contruidos a partir de sondas de presión, temperatura y flujo, acondicionados para operar en ambientes geotérmicos, por intervalos de tiempo suficiente para obtener una medición estabilizada. La metodología para la calibración de estas sondas incluye el empleo de hornos de alta temperatura y calibradores de pesos muertos, con rangos de hasta 400(°C) y 160(kg/cm²) respectivamente.

DETERMINATION OF FLOW DIRECTION, IN THE RING OF CENOTES, IN THE YUCATAN STATE, MEXICO

*E. Perry, **G. Velázquez

*Dep. of Geology, Northern Illinois University
DeKalb IL, USA

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

We have investigated the possibility that groundwater with high concentrations of sulfate and chloride from "deep" wells of municipalities located on a line immediately north of the Sierrita de Ticul, Yucatan can be used to trace behavior of water movement in and around a semicircular regional zone of high permeability, the Ring of Cenotes. The model we tested is that high-SO₄-Cl ground water, its ionic composition controlled by solution of evaporites of the Sierrita, moves north to the Ring of Cenotes where it is captured. According to this model, ground water north of the Ring should have lower ion content and a SO₄/Cl ratio much lower than that found southwest of the Ring and perhaps values approaching those of seawater. (Our model assumes that mixing of water from the regional fresh water lens with an underlying salt water intrusion is the major source of noncarbonate anions in the fresh water lens. Such water would have a SO₄/Cl ratio of 0.14). Results indicate that water of highest conductivity, highest SO₄ and Cl concentrations, and highest SO₄/Cl ratios do occur south-southwest of the Ring. However, relatively high values are found in some localities immediately north of the Ring.

East of Tekit, low sulfate values occur south of the Ring. The change from low sulfate to high sulfate values between Tekit and Mama is consistent with a divide near here between ground water flowing northwestward toward Celestun and ground water moving northeastward toward Bocas de Dzilam. In all cases, sulfate-to-chloride ratios decrease crossing the Ring from south to north.

056.GEOH.02

TRANSFERENCIA DE CALOR Y DE FLUIDOS EN UNA CUENCA SEDIMENTARIA

E. Leticia Flores Márquez

Instituto de Geofísica, UNAM

Circuito Exterior C.P. 04510, México, D.F.

Este trabajo presenta la modelación de procesos de transferencia de calor y de masa en medios porosos desde un punto de vista teórico y aplicado. La parte teórica es la resolución numérica de las ecuaciones de calor y de Darcy.

Dicho método se aplicó a mediana y gran escala para

poner en evidencia los fenómenos de conducción-convección existentes en los estratos porosos del Graben del Rhin y en particular en el sitio geotérmico de Soultz. Soultz es un prototipo de explotación de energía geotérmica a baja entalpía. Este sitio fue elegido para su explotación por la intensa anomalía de flujo térmico que presenta en superficie, superior a 150 mW/m², dos veces más intenso que el valor promedio de flujo térmico en Francia (70 mW/m²). Sin embargo el gradiente térmico observado en los pozos de exploración no es constante y disminuye de 83°C/km, en la cubierta sedimentaria, a 28°C/km en el basamento granítico. Este hecho es considerado como evidencia de la existencia de fenómenos de convección.

Finalmente se realizaron modelos numéricos de la transferencia de calor por conducción-convección en los estratos sedimentarios y asimétricos del Graben del Rhin. Haciendo uso de la síntesis de los datos geológicos y geofísicos de la zona y de medidas directas de conductividad y de flujo térmico en pozos. Estos modelos muestran que la anomalía de flujo térmico observada en superficie es debida a la circulación de agua hidrotermal en los estratos Keuper, Muschelkalk, Buntsandstein y en la parte fracturada del basamento granítico. Los valores predichos de temperatura observada a dicha profundidad es de 172°C, esta temperatura fue medida en diciembre de 1992 cuando la perforación alcanzó los 3500 m.

065.GEOH.03

GENERACION DE CHOQUES EN YACIMIENTOS PETROLEROS CON PUNTO DE BURBUJA VARIABLE

Lucia Chargoy

Instituto de Geofísica, UNAM

C.P. 04510, México, D.F.

En este trabajo se lleva a cabo una identificación de los tipos de choque que pueden ocurrir cuando los modelos de Petróleo-negro se aplican a problemas en los que el punto de burbuja varía y se establecen las condiciones bajo las que se generan. Se identifican tres clases de choques, una de ellas corresponde al tipo de choque que se estudia en la teoría de Buckley-Leverett. Excepto para los choques que pertenecen a esta clase, los demás pueden ocurrir en presencia de fuerzas capilares.

066.GEOH.04

PERSPECTIVAS DE LA GEOFISICA EN LA EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL POR PROCESOS DE CONTAMINACION ACUIFERA

Ramiro Rodríguez Castillo

Depto. de Recursos Naturales, IGF-UNAM

La evaluación de los efectos adversos que sobre algún

elemento del Medio Ambiente (Medio Físico) tiene un proceso de contaminación acuífera requieren de la intervención de métodos y técnicas geofísica (Geofísica Ambiental) para la definición del medio físico, el entendimiento de la hidrodinámica del flujo afectado, la caracterización del proceso de contaminación (fuente, mecanismos de migración, rutas de exposición), la retroalimentación de procesos de modelación de solutos y la proposición de alternativas de remediación y rehabilitación acuífera viables en países con economías como la de México.

El papel de la Geofísica no se limita a los métodos de exploración, sino al desarrollo de metodologías específicas como la Reflectometría en el Dominio del Tiempo que proporcionan información sobre el grado de saturación o la instalación de sistemas multipiezométricos. En nuestro medio se requiere desarrollar instrumentación específica tanto geofísica como hidrogeológica, revizar el diseño curricular de licenciaturas y posgrados para cubrir temas geoambientales. Un análisis del estado actual y de las perspectivas de desarrollo es presentado.

067.GEOH.05

MODELO DE FLUJO CON APORTE DE UNA ARCILLA

Guillermo Hernández G., Norberto Vera Guzmán
e Ismael Herrera R.
Instituto de Geofísica, UNAM

Con base en la incorporación de consolidación no lineal de la arcilla en un modelo tridimensional, se incorpora el caudal del suelo al acuífero y el hundimiento correspondiente. Para poder incluir el fenómeno, se incluye un módulo adicional en el programa MODFLOW por medio de una subrutina en la forma que otros módulos lo hacen. La forma como se acopla este módulo en el programa es descrita. Para la simulación del comportamiento no lineal del acuífero en el modelo se requiere considerar el cálculo de parámetros no lineales, tales como el almacenamiento específico S_s , conductividad hidráulica K , así como la relación de vacíos e que caracterizan el acuífero. A su vez la rutina calcula el aporte correspondiente a cada celda y lo incorpora como caudal a las celdas de frontera en contacto con la arcilla.

Este modelo matemático computacional permite saber la distribución de hundimientos en la superficie de un acuífero, así como el aporte proveniente de la capa de arcilla al acuífero en contacto con ella y así cuantificar y prever la explotación óptima.

068.GEOH.06

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE EXPLOTACIÓN EN EL SISTEMA ACUÍFERO DE LA CUENCA DE MÉXICO

R. Medina y I. Herrera
Instituto de Geofísica, UNAM
Circuito Exterior, C.U. 04510, México, D.F.

La implementación de un modelo computacional de flujo y hundimiento para la cuenca de México, se realizó considerando un modelo geológico de 4 capas que hidráulicamente interactúan entre sí. De los efectos indeseables inducidos por el régimen de extracción a que se ha sometido al acuífero, se simula numéricamente la evaluación del descenso en los niveles piezométricos y el hundimiento de la superficie topográfica.

Las predicciones de la evaluación futura del sistema, están basadas en la calibración del modelo con respecto a los datos históricos observados. Las condiciones iniciales para régimen transitorio, se dedujeron mediante simulaciones para estado estacionario.

088.GEOH.07

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA E HIDROGEOQUÍMICA DEL ACUÍFERO DEL VALLE DEL YAQUI, SONORA

Rodrigo González E. y Gustavo Córdova B.
Instituto Tecnológico de Sonora
5 de Febrero 818 Sur.
Cd. Obregón Sonora

Se delimitaron 5 zonas con características hidrogeoquímicas y estratigráficas diferentes.

- 1) Norte: Semiconfinado, Capa superior constituida por arena-arcilla-limo, somera en su parte alta y de gran espesor en la baja. Bajo la capa superior hay gravas-conglomerados-cantos rodados. El nivel freático oscila de 5-20 m y el agua es de baja salinidad con predominancia de Na y SO_4 .
- 2) Sur: Semiconfinado, cubierto de capa superior con arcilla y grava < 2 m, le sigue arcilla, arena, grava y lutita hasta 150 m y al final roca cristalina. El nivel freático varía de 1.5-3 m y el agua es de alta salinidad predominando Na y Cl.
- 3) Este: Libre. Capa superior de conglomerado y grava. En capas inferiores hay de canto rodado hasta roca cristalina con áreas de arena y arcilla. Manto freático heterogéneo, en partes > 30 m y en otras < 10 m, el agua es de baja salinidad predominando Na y HCO_3 .
- 4) Oeste: No confinado. Capa superior profunda de arena-grava, le sigue arcilla-grava en parte alta y en parte baja arcilla somera < 20 m. Siguen capas con arena-grava-boleo hasta 150 m, y mas abajo boleo con lutita y

roca. el nivel freático oscila de $< 1.5-2$ m, la salinidad del agua es de media y mixta en iones.

5) Central: Semiconfinado. Capa superior (14 m) compuesta por arcilla y limo y en algunas partes con arena. En capas inferiores hay varias de arcilla-arena y arcilla-grava-conglomerado, que se repiten hasta 150 m para proseguir mas abajo con boleo y canto rodado. El nivel freático oscila entre 1.5-3 m, la salinidad del agua es alta con predominio de Na y Cl.

109.GEOH.08

LA HIDROLOGIA EN MEXICO

Rafael Hiuzar Alvarez
Instituto de Geología, UNAM
Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, D.F.

Los mapas hidrogeológicos y los censos de agua han sido para varios países un documento de gran apoyo en la evaluación planeación y manejo del recurso hídrico subterráneo. En otros países como pasa en México, no se disponen de estos mapas, la información contenida no es satisfactoria y/o sólo se preocupan por la planeación de aprovechamientos, perdiendo su valor de utilidad para toda propuesta particular. El mapa hidrogeológico debe mostrar de la mejor manera posible las características hidrogeológicas de un área, no sólo para los especialistas en hidrogeología, sino para los ingenieros, economistas y especialistas en planeación, interesados en el desarrollo de una región. Considerando los criterios de Struckmeier y Krampe (1992), los mapas hidrogeológicos se pueden clasificar con base al nivel de la información y al uso posible del mapa en:

NIVEL DE INFORMACION	BAJO	AVANZADO	ALTO
USO POSIBLE	DIFERENTE ORIGEN DE LOS DATOS, HETEROGÉNEOS	DATOS MAS REALES INV SISTEMÁTICA PROGRAMADA	ANÁLISIS HIDROGEOLÓGICO SISTEMÁTICO Y MACROFOLIOS MATEMÁTICOS
RECONOCIMIENTO Y EXPLORACIÓN	MAPA HIDROGEOLÓGICO GENERAL	MAPAS DE PARÁMETROS HIDROGEOLÓGICOS, GRUPOS DE MAPAS	MAPAS SISTEMÁTICOS REGIONALES MODELO CONCEPTUAL REPRESENTATIVO
PLANEACIÓN Y APROVECHAMIENTO	MAPAS DE RECURSOS POTENCIALES DE AGUA SUBTERRÁNEA	MAPA HIDROGEOLÓGICO ESPECIALIZADO	REPRESENTACIÓN GRÁFICA DERIVADA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA SECCIONES, PRESPECTIVA, DIAGRAMAS ESCENARIOS
MANEJO Y PROTECCIÓN	MAPA DE VULNERABILIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA	MAPAS DE PLANEACIÓN	
POSIBLE USO	ESTÁTICO	DEPENDIENDO DEL TIEMPO	DINÁMICO
PARÁMETROS DE REPRESENTACIÓN	BAJO RAJO GRANDE PEQUEÑA	EXACTITUD PRECISO * UNIDAD REPRESENTADA ÁREA REPRESENTADA ESCALA	ALTA ALTO PEQUEÑA GRANDE

La eficiencia de estos mapas depende de la densidad y de la veracidad de la información utilizada en su elaboración. En México es notoria la falta de mapas a nivel de planeación, de manejo y protección, pues los

estudios realizados, únicamente permiten elaborar mapas generales de áreas pequeñas. Por esto la aplicación de modelos matemáticos en acuíferos cuya geología se desconoce, proporciona soluciones lejanas a la realidad. La principal dificultad para elaborar estudios hidrogeológicos detallados es la ausencia o deficiencia de las bases de datos hidrogeológicas, producto de la negligencia para obtener en forma eficiente esta información durante las actividades de exploración y explotación de agua subterránea. Pues no obstante, la innumerable cantidad de aprovechamientos de agua subterránea en todo el País, la densidad y confiabilidad de la información hidrogeológica son pequeñas.

Otro factor a considerar, es la deficiencia de la infraestructura hidrogeológica integrada por la red de estaciones climatológicas, hidrométricas y de pozos de observación, estos últimos para el monitoreo del nivel del agua y de la calidad de esta entre otros. Esta información sirve para realizar mapas de agua subterránea o para actualizar los ya existentes.

Como conclusión, la cartografía hidrogeológica a diferente escala es un documento básico en las acciones de planeación y desarrollo en todos los países. En los mapas hidrogeológicos para la enseñanza profesional, la transferencia de información debe ser total. Por esto, se deben realizar usando el léxico convencional facilitando el manejo y la preparación del mapa. Es necesario crear mas conciencia para formar verdaderos profesionistas en hidrogeología y comprometer a todos los sectores relacionados de una u otra forma con el recurso agua, para que se genere y se difunda la tan importante información hidrogeológica.

113.GEOH.09

DETERMINACIÓN DE RADIONUCLIDOS EN POZOS DE AGUA POTABLE

*E. Tamez, *P. Peña, *J.L. Iturbe, **J. Carrillo,
*E. Acosta y N. Segovia

*ININ, A.P. 18-1027, 11801 México, D.F.

**IGF-UNAM, Cd. Universitaria, 04510 México, D.F.

El registro de los niveles de radiactividad ambiental permite tener un control de la dosis a la que está expuesta la población. Así mismo, la presencia de isótopos como el ^{222}Rn o el ^{226}Ra en agua subterránea puede relacionarse con la geología local, las características del acuífero así como ser indicadores de zonas fracturadas. Se realizó un estudio, utilizando el método de centelleo líquido, del contenido de ^{222}Rn en agua de diez pozos que surten de agua potable a la ciudad de Toluca, llevándose un seguimiento de un año. Los niveles de radón se encontraron en un rango entre 0.8 y 7.8 kBq/m³. El estudio geoquímico del agua mostró que se trata de aguas sulfatadas magnésicas.

sódicas y sulfatadas sódico magnésicas con origen meteórico de reciente infiltración. Se discuten los resultados en función del contenido de radio y de las características particulares de cada pozo.

121.GEOH:10

ESTUDIO PRELIMINAR PARA LA DETERMINACION DE COMPUESTOS DE NITROGENO EN EL VALLE DE MEXICO

María del Carmen Hernández Rendón
Posgrado en Geofísica, UACPy P-CCH, UNAM
Circuito Exterior, C.U. 04510, México, D.F.

En el agua subterránea, los compuestos inorgánicos de nitrógeno comúnmente encontrados son N_2 , NO_2^- , NO_3^- y NH_4^+ , estos dos últimos cuando sobrepasan concentraciones límite que ya han sido establecidas constituyen un riesgo para la salud. El incremento en la concentración de cada una de las especies antes mencionadas puede deberse a factores naturales y/o antropogénicos, razón por la cual muchas veces es difícil identificar con precisión cual es la causante de contaminación.

En la parte sur del Valle de México, se han encontrado concentraciones anormales elevadas de amoniaco (NH_4^+) y nitratos (NO_3^-) en el agua subterránea, lo cual ha sido reportado en diversos estudios, en algunos casos, estos sitios han sido identificados como zonas de recarga.

En este trabajo se presentan:

1.- La identificación en la parte sur del Valle de México de las fuentes naturales y antropogénica que pueden contribuir a la formación de compuestos inorgánicos de nitrógeno y la evaluación del riesgo de contaminación en función de las características hidrogeológicas del área.

2.- Los diagramas de predominio de especies para diferentes valores de potencial de óxido-reducción. Este punto es importante debido a que la formación de compuestos inorgánicos de nitrógeno depende en buena medida de condiciones óxido-reductoras, por ello, estos diagramas constituyen una herramienta valiosa para predecir reacciones en el subsuelo.

135.GEOH.11

UN MODELO DE LAS RELACIONES GEOHIDROLOGICAS DE LOS FLUIDOS GEOTERMICOS CON EL AGUA SUBTERRANEA EN EL CAMPO GEOTERMICO DE CERRO PRIETO

*Jorge Ramírez Hernández y **Antonio Sastre Merlin

*Instituto de Ingeniería, UABC
Mexicali, B.C., C.P. 21280

**Depto. de Geología
Universidad de Alcalá de Henares

Dentro del Valle de Mexicali en el área del Volcán Cerro Prieto se encuentran manifestaciones hidrotermales superficiales en forma de volcancillos de barro y fumarolas. Estas manifestaciones son producto del escape de fluido geotérmico de grandes profundidades (1500m) a través de fallas y discontinuidades de la capa sello, que separa el yacimiento geotérmico del acuífero superior, hasta alcanzar la superficie de manera natural. La composición química de dicho fluido es marcadamente diferente a la del acuífero superior, presentando concentraciones de hasta 15000 ppm de sólidos totales disueltos (STD). Por otro lado, la explotación del yacimiento, en el Campo Geotérmico de Cerro Prieto (CGCP), ha traído como consecuencia la producción de grandes cantidades de salmueras residuales i.e. 90×10^6 ton. totales de fluido geotérmico en 1988-que se han depositado en una laguna de 16 km² de superficie construida con la finalidad de evaporar dicha salmuera, cuya concentración de STD alcanza valores de 20000 ppm. La cual podría estar infiltrando al acuífero superior causando la consecuente degradación de la calidad del agua más somera.

En este trabajo se analiza hidrodinámica del acuífero superior, su relación, tanto con las manifestaciones hidrotermales en superficie, como con el yacimiento geotérmico antes y durante la explotación, así como, su relación actual con la laguna de evaporación. Se considera el modelo propuesto por Lippmann y colaboradores (1983) de recarga superficial, al Oeste del CGCP, inducida por la deficiencia de masa por la explotación del yacimiento. En base a este modelo y considerando la hidrogeología regional se postula una hipótesis de infiltración de salmuera al acuífero.

145.GEOH.12

DIFERENCIAS FINITAS DE ALTA EXACTITUD

M. en C. Abel Camacho Galván,
Dr. Ismael Herrera Revilla
Instituto de Geofísica, UNAM
Circuito Institutos, Cd. Universitaria

En el presente trabajo se presenta un programa computacional, elaborado en lenguaje FORTRAN 77, donde se instrumenta la Teoría Algebraica de Herrera para el análisis numérico de las ecuaciones diferenciales ordinarias; el algoritmo utiliza diferencias finitas. Para tal fin, se construyen soluciones aproximadas en cada subintervalo de la malla. Cuando "n" es el número de puntos de colocación ubicados en cada uno de dichos subintervalos, se utilizan polinomios de orden $G=n+1$ para aproximar localmente la solución, obteniéndose un grado de aproximación de orden $O(h^{2n-1})$.

APLICACION DE LA POLAROGRAFIA IMPULSIONAL PARA EL ANALISIS DE CROMO Y ARSENICO EN ESTUDIOS DE CONTAMINACION DE AGUAS SUBTERRANEAS

A. Aguayo R., M.A. Armienta H.
Laboratorio de Química Analítica
Instituto de Geofísica, UNAM, Coyoacán, 04510
México, D.F.

La selección de técnicas analíticas que proporcionen gran exactitud, precisión y bajos niveles de detección es de primordial importancia en estudios de contaminación de aguas subterráneas. Existen elementos como Cromo y Arsénico que son sumamente tóxicos en un cierto estado de oxidación. La polarografía es una técnica de análisis electroquímico que permite cuantificar elementos en un grado de oxidación específico, mediante la obtención de curvas intensidad-potencial denominadas polarogramas. La polarografía de pulso diferencial se basa en los mismos principios básicos de la polarografía clásica, pero añade la aplicación de una serie de pulsos de amplitud establecida, lo que permite eliminar oscilaciones y obtener picos bien definidos. Este procedimiento posibilita aumentar la resolución, la sensibilidad y disminuir en varios órdenes de magnitud la cantidad mínima detectable. El polarograma de Cr(VI) se puede obtener empleando NaOH IM como electrolito soporte con las siguientes condiciones: voltaje inicial -0.600V, voltaje final -1.2 V; el pico de reducción de Cr(VI) a Cr(III) se presenta aproximadamente a -0.844 V vs ESC. Para el polarograma de Cr(III) se emplea como electrolito soporte una solución 0.2 M de tiocianato de Sodio en 0.2 M de ácido acético a pH 3.2. Las condiciones de trabajo son: voltaje inicial -0.500 V, voltaje final -0.900V; la onda a cuantificar se presenta aproximadamente a -0.692 V. El arsénico (III) se puede determinar a niveles de trazas por polarografía de pulso diferencial empleando HCl 1 M como electrolito soporte, los voltajes de trabajo son: inicial -0.250 V, final -1.000V, y los picos de reducción se encuentran a -0.400V y -0.850 V. La cuantificación se hace con el primer pico leyendo las intensidades de corriente y correlacionando estos valores con una curva de calibración obtenida previamente con soluciones de concentración conocidas.

REVISION DEL MODELO CONCEPTUAL DEL ORIGEN Y FUNCIONAMIENTO DE LOS MANANTIALES EN ZONAS MONTAÑOSAS

Marco Antonio Jacobo
Univ. Autónoma Metropolitana-Iztapalapa

División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Depto. I.P.H.
Av. Michoacán y La Purísima s/n
Col. Vicentina, C.P. 09340, México, D.F.

Se utilizaron elementos hidrológicos y geohidrológicos para mostrar que, en ciertos casos, no es adecuado el modelo conceptual del origen y funcionamiento de los manantiales perenes, localizados en zonas montañosas, presentado en algunos textos de geohidrología; es decir, los manantiales se consideran como un punto de descarga de un acuífero localizado en un medio fracturado, cuyo almacenamiento es abastecido, principalmente a través del agua de lluvia.

CORRELACIONES ESPECTRALES PARA LA PREDICCION DE N.E. EN POROSIDAD FRACTURA

Eloy Cornejo Pérez
Comisión Nacional del Agua
Nvo. León 210, Col. Hip. Condesa, C.P. 06170
México, D.F.

Este trabajo se presenta como una alternativa para estudiar al comportamiento hidráulico de los acuíferos karstificados o fracturados. El objetivo principal es la predicción de los niveles estáticos (N.E.) en medios con flujo turbulento.

En un método estocástico para predecir los N.E., en base a la descomposición de espectros en ondas senoidales, las cuales son correlacionadas junto con las variables que influyen para generar el comportamiento hidráulico del agua subterránea. El estudio consiste en analizar con transformadas de Fourier (series de tiempo) los N.E. del agua subterránea, junto con las variables como: precipitación, evapotranspiración, bombeo, descargas superficiales, etc. Aprovechando las propiedades matemáticas de las transformadas de Fourier, se hacen regresiones y correlaciones lineales múltiples, se agrupan las ondas senoidales de cada variable de acuerdo a su frecuencia, se correlacionan y se obtienen para cada grupo de ondas senoidales una ecuación de la forma:

$$Y = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + \dots + B_n X_n$$

valuada en el intervalo de t_0 a t_1 .

En base a una serie finita de estas ecuaciones se calibra el modelo en el mismo intervalo de t_0 a t_1 . Posterior a la calibración se puede hacer la estimación del N.E. cuando se sustituyan los valores a las X_i en un intervalo de tiempo t_1 a t_2 .

Este método es válido aun en medios karstificados o fracturados, en donde el flujo es turbulento y la Ley de Darcy ya no tiene aplicabilidad (porque) se limita a flujos

de tipo laminar, en donde el número de Reynolds es menor a 10).

Con este estudio se obtiene el hidrógrafo del pozo analizado, se puede extender hasta un número de pozos tal que sea convincente para el trazo de curvas equipotenciales, si así se desea.

La información que se puede obtener de un hidrógrafo es muy valiosa, del hidrógrafo se puede interpretar el ritmo de abatimiento, los periodos de recuperación, etc. También es posible correlacionar el hidrógrafo con la cantidad de agua explotable.

011.S.01

COMPATIBILIDAD DE ESTIMACIONES DE
ATENUACION DEL MOVIMIENTO DEL TERRENO
USANDO ONDAS DIRECTAS Y DE CODA

Raúl Castro Escamilla
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Apdo. Postal, No. 2732, C.P. 22830
Ensenada, B.C.

La mayoría de los métodos comunmente usados para estimar la atenuación del movimiento del terreno parametriza ésta por medio del factor de calidad Q , cuando se adopta un modelo paramétrico es necesario usar métodos que cancelan el efecto de la fuente o asumir un modelo de fuente específico como referencia. En general, la selección del método usado para caracterizar la atenuación de una región depende en gran medida de los datos disponibles. Aunque es deseable poder determinar el decaimiento espacial de las amplitudes directamente de los datos, en muy pocas ocasiones la distribución espacial de estos lo permite. En regiones poco instrumentadas, por ejemplo, es posible usar ondas de coda para determinar la atenuación promedio de la corteza dentro de un volumen centrado en la estación de registro. El objetivo de este trabajo es comparar estimaciones de atenuación para una misma región y juego de datos cuando se usan diferentes metodologías.

Para analizar la consistencia de las estimaciones de atenuación determinadas de ondas directas y de coda, seleccionamos un juego arbitrario de datos con distribución hipocentral amplio ($20 < r < 120$ km). Determinamos funciones de atenuación para las ondas directas (ondas S) usando un método no paramétrico para un rango de frecuencias de 1 a 30 Hz. También determinamos el coeficiente de decaimiento espectral κ usando el espectro de aceleración de las ondas S . Estos resultados los comparamos con estimaciones de coda Q determinadas por los métodos de Aki y Choquet (1975) y Sato (1977). Asumiendo que la atenuación total estimada consiste de la suma de un término dependiente de la frecuencia, el cual está relacionado con la dispersión de las ondas y un término independiente de la frecuencia controlado por la atenuación intrínseca del medio, encontramos que los valores de coda Q son similares al primer término y el valor de Q asociado con κ un factor de solo 1.5 menor al término independiente de la frecuencia.

012.S.02

ESTIMACIONES DE Q DE CODA EN EL NORTE DE
BAJA CALIFORNIA VARIACIONES CON EL AZIMUT.

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

Estudios anteriores de Q_c en la zona de la falla de San Miguel han mostrado una dependencia de Q con la frecuencia de la forma $Q_c = 37F^{0.87}$ para eventos registrados a distancias menores de 30 km (Rebollar et al, 1985). Para este estudio, extendemos nuestras observaciones usando una base de datos que cubre 40 años de registro de red sísmológica del norte de Baja California (RESNOR). Esta red consiste de 10 estaciones de 3 componentes que registran en forma digital a 40 muestras por segundo y tienen una repuesta plana en velocidad de 0.37 a 13 Hz. Los eventos usados, corresponden a 4 áreas con características tectónicas diferentes y donde existen acumulaciones de eventos sísmicos relacionados con la actividad tectónica de cada región. Los objetivos de este estudio son: por un lado caracterizar Q_c en las diferentes regiones y por otro observar la variación de Q_c para tiempos largos de recorrido.

Los resultados preliminares para los eventos analizados (magnitudes en el rango $2 \leq M \leq 4$ y profundidades hasta de 16 km) se muestran en la tabla y pueden resumirse de la siguiente forma:

Con base en la relación simple de dependencia de Q con la frecuencia de la forma $Q = Q_0 * f^\alpha$, se encontraron diferentes α y Q_0 para las diferentes zonas.

Los valores de Q obtenidos, permiten hacer suposiciones acerca de la relación de Q con la actividad tectónica. Los valores máximos se obtuvieron para las zonas II y IV (falla San Miguel y borde continental respectivamente) mientras que los mínimos fueron los calculados en la zona I (La Mesa). Comparando los valores de Q_0 calculados en las estaciones CBX y ENX con los obtenidos en ENX o CPBX para eventos localizados en la zona II, podemos suponer que el gradiente de Q_0 sea mayor en la dirección perpendicular a la traza de la falla San Miguel que en la dirección paralela. Por otra parte, los valores obtenidos para el lado oeste son mayores que aquellos calculados para el lado este de dicha estructura.

Dado que las estimaciones de Q_0 pueden tener importantes aplicaciones como por ejemplo en riesgo sísmico o predicción de distribuciones de intensidades, es nuestra intención obtener una regionalización de Q para Baja California.

039.S.03

TOMOGRAFIA CONDICIONADA Y MIGRACION
(MGR); UN METODO AUTOMATICO PARA LA
ESTIMACION EN EL ACOPLAMIENTO
VELOCIDAD-PROFUNDIDAD A PARTIR DE
MEDICIONES SISMICAS

J. C.V. Traslosheros H.
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
A.P. 2732 Ensenada, B.C., México

En este trabajo, se estudia el acoplamiento existente al estimar la profundidad de una discontinuidad y las velocidades dentro y sobre el refractor. El modelado sinético se realiza usando tiempos de recorrido y rayos provenientes de una triplicación; es decir, usando ondas directas, reflejadas y refractadas. Esta información contiene rayos que viajan casi horizontalmente (refracciones críticas), rayos casi verticales (reflexiones casi críticas), y la onda directa. De estos datos se obtienen modelos iniciales, y gracias a un condicionamiento del problema inverso, se lleva a cabo la estimación independiente de la velocidad y de la profundidad. Varios experimentos simulan situaciones reales, como son, el caso sencillo de un modelo de dos capas con un gradiente constante de velocidad, separadas por una discontinuidad buzante; para después trabajar un modelo más complicado en que se incluye una zona de baja velocidad.

El esquema de inversión utilizado resulta de aplicar la descomposición en valores singulares (DVS) sobre un estimador mínimo cuadrático regularizado. En este trabajo se imponen condiciones al sistema lineal. El condicionamiento consiste en agregar ecuaciones de compatibilidad al sistema a resolver, estas ecuaciones resultan de aplicar criterios físicos de continuidad y de discontinuidad entre parámetros vecinos, así como condiciones de soldadura para parámetros en ambos lados de una discontinuidad. Los beneficios de este esquema son: que el esquema DVS permite hacer un análisis de las características de información y resolución del problema de estimación. El condicionamiento produce un aumento en la resolución de parámetros antes pobremente estimados, soluciones más suaves, una reducción de números de iteraciones y robustece el esquema de inversión mínimo-cuadrático.

El esquema de inversión condicionada se compra con el método recíproco generalizado (MRG) para la migración de datos de refracción. Los dos métodos son compatibles y complementarios. Esto prueba la efectividad de nuestro procedimiento para acondicionar el problema inverso. No obstante que la aplicación del método de inversión es más general, se propone un esquema automático para la estimación desacoplada, que implica migración y tomografía condicionada.

058.S.04

EFFECTOS DE SITIO EN LA ZONA DE TERRENO FIRME DEL VALLE DE MEXICO

S.K. Singh, R. Quaas, M. Ordaz, D. Almora
M. Torres y R. Vázquez

Instituto de Geofísica-UNAM (SKS)
Instituto de Ingeniería, UNAM (SKS, RQ, MO, DA,
MT, RV)

Centro de Prevención de Desastres (RQ, MO, DA, RV).

Para intentar explicar las amplificaciones reportadas en sitios de terreno firme del Valle de México se instalaron tres acelerógrafos digitales de alta sensibilidad en sitios selectos. Se esperaba que dos de estos sitios (MADI y TEXTC) estuvieran libres de amplificación por efectos locales. El análisis de los datos registrados en estas y otras estaciones durante el temblor del 15 de mayo de 1993 confirman la validez de leyes de atenuación previamente reportadas para la aceleración máxima del terreno y las ordenadas del espectro de Fourier. Sin embargo, los mismos datos muestran que existen amplificaciones en los sitios MADI y TEXTC. Al parecer todo el valle de México está situado sobre rocas sedimentaria relativamente blanda que provocan tales amplificaciones en la llamada zona firme. En vista de que se dispone de tiempos absolutos en estaciones clave, se excluye la posibilidad de que la resonancia de la zona del lago sea la causa de amplificación al menos para las estaciones Cuernavaca y Teacalco.

082.S.05

DEPENDENCIAS AZIMUTAL DE RESONANCIAS CARACTERISTICAS DE ONDAS ELASTICAS EN ROCAS DEBILITADAS POR GRIETAS

Federico J. Sabina

Instituto de Investigaciones en Matemáticas
Aplicadas y en Sistemas
A.P. 20-726

Del. Alvaro Obregón 01000, México, D.F.

Se estudia la propagación de ondas elásticas en materiales inhomogéneos aleatoriamente que se componen de un medio elástico con grietas circulares ya sea vacías o llenas de un fluido. Se analizan dos casos de rocas; un compuesto de una población de grietas paralelas y otro, que además de la población anterior, contiene otra población de microgrietas orientadas al azar. Las curvas de dispersión y atenuación de la ondas que se propagan en tales medios muestran resonancias características que dependen de la dirección de incidencia de la onda. Se piensa que estos resultados de interés en el estudio de la anisotropía sísmica no se han reportado anteriormente.

084.S.06

OBTENCION DE CORRECCIONES DE ESTACION PARA LAS REDES SISMOLOGICAS RESCO (U. DE COLIMA) Y RESNOM (CICESE)

Rosalía García A. y F. Alejandro Nava
CICESE, A.P. 2732, Ensenada, B.C.

La redes sismológicas que realizan localizaciones con programas que suponen modelos de velocidades lateralmente homogéneos, particularmente aquellas situadas en regiones de topografía accidentada, requieren de correcciones de estación para la obtención de localizaciones precisas. En este trabajo se presenta un método para la obtención de correcciones de estación para redes locales, basado en una determinación preliminar a partir de tiempos de arribo de señales telesísmicas, modificada mediante ajustes a partir de localizaciones de sismos locales.

El método se aplica a la obtención de correcciones de estación para dos redes: La Red Sismológica de Colima (RESCO) que registra la actividad sísmica asociada con el Volcán de Fuego; la red del Noroeste de México (RESNOM) que monitorea el sistema de fallas del noroeste de Baja California y Sonora. Las correcciones correspondiente a RESCO tienen valores de -0.200 s a $+0.360$ s. Las correcciones para RESNOM van de -0.394 s a $+0.232$ s. En ambas redes, la aplicación de las correcciones reduce los errores totales promedio en la determinación de las hipocentros, y de tiempos origen, y aumenta considerablemente la estabilidad y robustez de las localizaciones.

O90.S.07

REPRESENTACION DE LA ESTRATIGRAFIA SOMERA EN EL LAGO DE TEXCOCO A PARTIR DE LA INVERSION DE ONDAS SUPERFICIALES

J.M. Gómez González, E. Romero Jiménez
y Ramón Martínez

Centro de Investigación Sísmica, AC, FJBS, AC
Carretera al Ajusco 203
Col. Héroes de Padierna, Tlalpan 14200
México, D.F.

Se determinan las características dinámicas de los estratos someros en la zona virgen del Lago de Texcoco, la cual consiste de arcillas con un alto contenido de agua. Estas arcillas comparten el mismo origen geológico que aquellas de la zona de lago en la ciudad de México, donde se han registrado importantes amplificaciones e inusitadas duraciones del movimiento del terreno durante la ocurrencia de fuertes sismos. Por lo tanto, la determinación de las características dinámicas en esta zona adquiere gran importancia en la evaluación de los efectos de sitio en la ciudad de México, los cuales han sido causantes de la dramática distribución de daños observada en los terremotos recientes. Para la determinación de estas características, se aplicó la inversión de ondas superficiales a partir de registros de

refracción sísmica. Los sensores utilizados fueron geófonos de baja frecuencia (4.5 Hz). Para la generación de ondas de Rayleigh y de Love se utilizó como fuente, dinamita y martillo de tendidos de 230 m y 48 m de longitud, respectivamente. Se obtuvieron velocidades de onda S para los dos primeros estratos de 35 y 80 m/s con espesores de 18 y 45 m, respectivamente. Los resultados se comparan con los obtenidos a partir de las mediciones de inclinación del terreno y los proporcionados por la interpretación de registros de cono eléctrico en la misma zona.

O91.S.08

SEPARACIÓN DE ONDAS DE LOVE Y RAYLEIGH EN MEDIOS SEDIMENTARIOS A PARTIR DE DATOS DE UNA RED ACELEROMETRICA

Luis Eduardo Pérez Rocha, Francisco J. Sánchez
Sesma y Fernando Flores Cruz

Centro de investigación Sísmica AC
Fundación Javier Barros Sierra
Carretera al Ajusco 203, Héroes de Padierna
Tlalpan 14200
México DF

Instituto de Ingeniería, UNAM, Cd Universitaria
Coyoacán 04510
México DF

Se presenta un método para separar los componentes de ondas de Love (SH) y Rayleigh (P-SV) en un medio sedimentario a partir de los registros de aceleración de un temblor y de los tiempos absolutos de los registros. Se trata de un filtro en el dominio frecuencia-número de onda ($f-k$) que toma en cuenta las propiedades cinemática de la propagación de estos tipos de onda.

Este esquema se aplicó a la colección de más de 60 registros del temblor de Guerrero del 25 de abril de 1989 ($M_s = 6.9$), captados en el valle de México. Para cinco estaciones se cuenta con los tiempos absolutos. Sin embargo, la escala de tiempo común para todos los registros se obtuvo a partir de la correlación de una fase de Rayleigh que aparece claramente en todos los registros del componente vertical de desplazamientos. En comparación, este mismo enfoque se empleó para analizar la respuesta de un valle aluvial tridimensional axisimétrico embebido en un semiespacio elástico.

Se presentan resultados numéricos que permiten señalar fenómenos de la propagación sísmica como la dispersión, el multitrajecto del campo incidente y la generación local de ondas superficiales.

O92.S.09

RESPUESTA SÍSMICA TRIDIMENSIONAL DE DEPÓSITOS ALUVIALES SOMEROS DE FORMA ARBITRARIA UTILIZANDO MODELOS SIMPLIFICADOS

J L Rodríguez Acuña y F J Sánchez Sesma

Centro de investigación Sísmica A. C.
Carretera al Ajusco 203 Colonia Héroes de Padierna
Tlalpan 1400
México, D.F.

Instituto de Ingeniería UNAM; Cd Universitaria
Apdo 70-472; Coyoacán 04510 D. F.
México

Se presenta un método simplificado para la obtención de la respuesta sísmica tridimensional de depósitos aluviales someros de forma arbitraria. El método hace uso de la solución exacta para una configuración simple, formada por un depósito rectangular sobre una base rígida móvil. Esta solución se usa como marco de referencia para construir algunas aproximaciones, en especial la firma espectral de las ondas superficiales generadas localmente es explícita, por lo cual permanece intacta. Lo anterior permite construir expresiones aproximadas que incluyen, de manera separada, la respuesta unidimensional y los efectos laterales, estos últimos se expresan en términos de una suma de modos normales de ondas superficiales. Los cálculos aquí presentados corresponden al modo fundamental, es decir, al término de orden cero de la suma. Los resultados se presentan en los dominios de la frecuencia y del tiempo para desplazamiento bi y tridimensionales en la superficie de los modelos estudiados. Se presentan comparaciones con soluciones más rigurosas: para el caso 2D se comparan los sismogramas sintéticos aquí obtenidos con los calculados por Kawase y Aki (1989) usando un método de frontera de número de onda discreto; en el caso 3D las comparaciones se llevan a cabo con los resultados de Pérez-Rocha et al. (1991), quien utiliza expansiones de funciones cilíndricas de onda. Las fórmulas aquí mostradas permiten el cálculo rápido de la respuesta sísmica tridimensional de depósitos aluviales someros.

093.S.10

DETERMINACION DE PARAMETROS ELÁSTICOS EN ESTRATIGRAFIAS SOMERAS EMPLEANDO MEDICIONES IN SITU DE LA INCLINACION INDUCIDA EN EL TERRENO

*J.L. Rodríguez Zúñiga, **R. Gaulon, **P.A. Blum
y ***F.J. Sánchez Sesma

*Centro de Investigación Sísmica A.C.
Carretera al Ajusco 203
Colonia Héroes de Padierna, Tlalpan 1400
México, D.F.

**Laboratoire de Sismologie, Institut de Physique
du Globe de Paris

4 place Jussieu F. 75252 Paris Cedex 05

***Instituto de Ingeniería, UNAM

Cd. Universitaria, Apdo. Postal 70-472

Coyoacán, 04510, D.F. México

Se describe la adquisición, procesamiento e interpretación de mediciones de alta resolución de la inclinación inducida en el terreno. Esto permite estimar algunas propiedades elásticas de suelos estratificados someros. El problema directo para la solución de los desplazamientos radial y vertical, en el caso de una carga puntual en un semiespacio elástico, se ilustra mediante el problema de Boussinesq. Para configuraciones más realistas, que consideren medios estratificados, se utiliza el método de matrices de rigidez propuesto por Kausel y Roesset (1981) para el caso de frecuencia cero ($f=0$) y número de onda mayor que cero ($k>0$). Para dar validez al método propuesto, se realizaron una serie de perfiles de inclinación, en función de la carga y de la distancia, en la zona virgen del Lago de Texcoco cuya estratigrafía es probablemente representativa de algunos sitios en la Ciudad de México. Se muestran los resultados obtenidos para las velocidades de ondas de corte y profundidad de los estratos someros, mediante los ajustes entre las curvas inclinación-distancia teóricas y observadas. Las comparaciones con los resultados obtenidos a partir de experimentos de refracción sísmica y de registros de cono eléctrico muestran un excelente acuerdo permitiendo establecer que el análisis de las inclinaciones inducidas en el terreno es de gran resolución en la descripción de estratigrafías someras.

107.S.11

MICROZONIFICACION EN LA CIUDAD DE PUEBLA, ANÁLISIS DE DATOS DE MOVIMIENTOS FUERTES Y DE VIBRACION AMBIENTAL

*Javier Lermo S, *F. Chávez García, ** Arturo Aguilar
** Jorge Rivera y *** Hugo Hernández

*Instituto de Ingeniería, UNAM
Ciudad Universitaria, A.P. 70-472
Coyoacán, 04510, México, D.F.

**Escuela de Ingeniería Civil Ingeniería Topográfica
UAP, Ciudad Universitaria, Puebla Pue.

El objetivo de este trabajo es proponer una microzonificación sísmica preliminar para la ciudad de

Puebla. Hemos recopilado información muy completa de: (1) geología superficial, hidrología, información geotécnica, información estratigráfica de pozos. (2) registro de temblores en cuatro estaciones acelerográficas ubicadas en la zona urbana; (3) información de daños de todos los temblores que han afectado las construcciones de la ciudad de Puebla; (4) mediciones de vibración ambiental en 25 puntos de la zona urbana.

Al integrar información proveniente de fuentes diversas encontramos una buena concordancia entre la geología superficial, valores de período dominante y amplificación relativa y distribución de daños en temblores históricos. Ello nos ha permitido utilizar con confianza la información de mediciones de vibración ambiental (la cual permite una mejor cobertura de la zona urbana) para proponer una microzonificación sísmica preliminar para la ciudad de Puebla.

108.S.12

LEYES DE ATENUACION DE LA ENERGIA SISMICA ENTRE LAS COSTAS DE GUERRERO Y EL DISTRITO FEDERAL. DIFERENCIAS ENTRE ATENUACION A LO LARGO Y PERPENDICULAR A LA COSTA

^{1,2} M. Cárdenas S., ²J. Lermo, ² F.J. Chávez García y ³F. NúñezCornú

¹UACPyP-CCH, UNAM; ²Instituto de Ingeniería, UNAM
³Depto. de Sismología, CICESE

Varios autores han señalado diferencias en la forma en que se atenúan las ondas sísmicas en función de su dirección de propagación en México. Singh et al. (1988), por ejemplo, encontraron una propagación eficiente perpendicularmente a la costa, y una atenuación más rápida paralelamente a la misma para los sismos de septiembre de 1985. Ordaz y Singh (1992), por otra parte, observaron una amplificación regional del movimiento sísmico en el centro del país. Durante el período del 24 de marzo al 10 de abril de 1992 se realizó una serie de tiros en el mar con objeto de investigar la estructura de la corteza a lo largo y perpendicularmente a la zona de subducción. Este proyecto contó con la participación del CICESE, la Universidad Complutense de Madrid y el Instituto de Ingeniería. En este trabajo presentamos los resultados obtenidos con los datos de la refracción sísmica mencionada y datos del sismo ocurrido el 14 de mayo de 1993. ($M_s = 6.0$). Los resultados obtenidos hasta este momento permiten confirmar las observaciones de Singh et al. (1988). Encontramos que la atenuación de la energía sísmica es menor hacia el continente que a lo largo de la costa independientemente de la información utilizada. Estos resultados nos permiten proponer nuevas leyes de atenuación entre las costas de Guerrero y el Distrito Federal.

111.S.13

MICROZONIFICACION EN LA CIUDAD DE MEXICO UNA REVALUACION CON PERIODOS DOMINANTES

Javier Lermo S., F. Chávez García y H. Mijares

Instituto de Ingeniería UNAM
Ciudad Universitaria, A.P. 70-472
Coyoacán, 04510 México, D.F.

El objetivo de este trabajo es discutir la microzonificación actual del Distrito Federal. En particular se analizan diferentes propuestas recientes sobre modificaciones a esta zonificación. Los datos que hemos utilizado incluyen una recopilación de información de movimientos fuertes y de mediciones de vibración ambiental realizadas por diferentes grupos. Estos datos han sido procesados de manera estándar con objeto de obtener estimaciones confiables de período dominante y valor de amplificación máxima en el mayor número de sitios.

Los datos obtenidos permiten la elaboración de un mapa de períodos dominantes del D.F. con un detalle que no había sido alcanzado. Este mapa permite evaluar las propuestas de algunos investigadores respecto a la extensión de la zona del lago al NW de la ciudad. Adicionalmente, nuestros resultados indican que no hay diferencias significativas entre las zonas al W y al E del Cerro de la Estrella, en lo que concierne al período dominante y amplificación relativa máxima. Finalmente, cabe señalar que nuestros resultados indican que no existen dos zonas de lago al este y oeste del Peñón como propone Mateos et al. (1993), con lo que el modelo de estos autores deberá revisarse.

120.S.14

GEOMETRIA DE LA SUBDUCCION DE LAS PLACAS DE RIVERA Y COCOS BAJO EL SUR DE MEXICO: IMPLICACIONES SISMICAS Y TECTONICAS

*Mario Pardo y Gerardo Suárez

Instituto de Geofísica, Posgrado en Geofísica, UNAM
04510, México D.F.

*Depto. de Geofísica
U. de Chile, Casilla 2777, Santiago de Chile

La subducción de las placas oceánicas Rivera y Cocos bajo la placa de Norte América caracterizan la sismicidad y la tectónica en la región del sur de México. Los rasgos tectónicos más destacados de estas placas en subducción son la variación lateral del ángulo de inclinación de la placa de Cocos y el aumento hacia el sureste de la edad y velocidad de convergencia relativa a Norte América de ambas placas. Sobre la placa

continental, el rasgo principal lo constituye la existencia de la faja volcánica transmexicana, cuya orientación no paralela a la trinchera ($\sim 16^\circ$) ha dado origen a hipótesis controversiales sobre su génesis, desde las que favorecen una asociación directa entre la subducción y el vulcanismo a las que sugieren que no existe relación con la subducción, sino con antiguas zonas de debilidad en la corteza del sur de México provenientes de antiguos episodios de deformación.

El conocer con detalle la geometría de la subducción es crucial para refinar los modelos de sismicidad y tectónica asociados al proceso de subducción. Estudios en diversas zonas de subducción a nivel mundial, han demostrado que la subducción de rasgos batimétricos importantes, como dorsales y zonas de fracturas, afectan la geometría de la subducción. En el sur de México, existen al menos cuatro de estos rasgos en subducción a lo largo de la trinchera mesoamericana: las zonas de fracturas de Rivera, Orozco y O'Gorman y la dorsal de Tehuantepec, limitada por las expresiones hacia el NE de las zonas de fractura de Cliperton y Siqueiros.

Varios trabajos anteriores han planteado modelos de la geometría de la subducción en el sur de México y del campo de esfuerzos asociado. Algunos de ellos han postulado una posible segmentación de la región del sur de México en función de sus características tectónicas, asociadas a cambios de inclinación en la litosfera subducida. Sin embargo, en la mayoría de ellos la resolución es pobre debido al nivel bajo de sismicidad de profundidad intermedia ($h > 40$ km) y a la escasez de estaciones sismológicas locales en el sur de México. En este estudio se presenta un modelo integral de la geometría de la subducción en el sur de México (NW de 94° W) basado en localizaciones confiables de hypocentros de sismos ocurridos en la región. Estos hypocentros fueron obtenidos mediante el proceso de datos registrados por estaciones sismológicas locales de las redes permanentes existentes (SSN-UNAM; Guerrero, IGF-UNAM; II-UNAM; Colima; CFE) y estaciones temporales instaladas inmediatamente después de terremotos importantes en la zona, o en experimentos locales. Además, se relocalizaron los sismos con magnitud $m_b > 4.5$ en la región con lectura de fases reportadas por el ISC y utilizando la técnica de JHD. Para un subconjunto de estos últimos eventos ($m_b \geq 5.0$), los parámetros de la fuente sísmica, profundidad y mecanismo focal, se obtuvieron mediante una inversión formal de formas de ondas P, Sv y SH registradas a distancias telesísmicas en instrumentos de período largo.

El modelo obtenido indica que la geometría de la subducción es relativamente homogénea a lo largo del contacto interplaca, siendo prácticamente independiente de la edad y velocidad de convergencia de las placas. La profundidad media de desacoplamiento interplaca en la región es de 30-35 km, la cual es alcanzada por la litósfera oceánica a distancias (Dt) entre 120-125 km de

la trinchera. Los cambios en la geometría de la subducción comienzan a ser importantes luego que las placas se desacoplan, a partir de donde la edad y la velocidad de convergencia son componentes preponderantes en las fuerzas que actúan sobre la placa de subducción.

La placa de Rivera subduce bajo Norte América (ó el Bloque de Jalisco) con un ángulo de inclinación inicial de $\sim 10^\circ$, aumentando gradualmente hasta un ángulo relativamente constante de $\sim 50^\circ$ y alcanzando los 100 km de profundidad a distancias Dt ~ 180 km. La profundidad máxima de los sismos observada en esta zona es de ~ 130 km. Esta geometría se asemeja a la observada en Centro América y es diferente de la obtenida inmediatamente hacia el este para la placa de Cocos (Michoacán), donde la inclinación de la placa es más suave y los 100 km de profundidad se alcanzan a Dt ~ 230 km, con una profundidad máxima observada para sismos en la zona de ~ 100 km. Siguiendo hacia el este (Guerrero), la placa de Cocos sigue una trayectoria más subhorizontal, con profundidad máxima de ~ 70 km para sismos en la zona y una estimación de Dt ~ 350 . En Oaxaca ($\sim 97^\circ$ W) la inclinación de la placa de Cocos y la profundidad máxima de los sismos comienza a aumentar en forma continua, decreciendo la distancia Dt para 100 km de profundidad, hasta alcanzar nuevamente un ángulo de inclinación relativamente constante ($\sim 55^\circ$ - 66°) alrededor de los 92° W en Centro América, donde la cadena de volcanes es paralela y cercana a la trinchera.

Las variaciones laterales observadas en el ángulo de inclinación de la placa en subducción están correlacionados con la subducción de los rasgos batimétricos importantes en la región. Físicamente, esta correlación es con la variación de la edad de la litósfera oceánica y la velocidad de convergencia relativa a la litósfera continental a lo largo de la trinchera mesoamericana. La edad en la placa oceánica es discontinua entre ambos lados de los rasgos batimétricos y la velocidad de convergencia varía fuertemente debido a la cercanía de los polos de rotación de las placas de Rivera y de Cocos.

La estimación de la curva de isoprofundidad de 100 km en toda la región se correlaciona bien con la geometría observada en superficie del Eje Volcánico Transmexicano, indicando una asociación directa de la subducción en la región con el vulcanismo calci-alcalino. La correlación observada es muy buena con el límite sur, más cercano a la trinchera de la faja volcánica, donde se encuentra la actividad volcánica reciente. Esto indicaría migración hacia la trinchera del vulcanismo en el sur de México en función del tiempo, lo cual ha sido planteado por diversos autores. La sismicidad variable observada a lo largo de la trinchera con los grandes eventos de subducción (compresionales) ocurridos en la región, no depende de la geometría del contacto interplaca, la cual de acuerdo al modelo presentado es homogénea a lo largo de toda la región. La sismicidad dependería de

otros parámetros, como la velocidad de convergencia y las inhomogeneidades en la composición y estructura de las rocas existentes en el contacto intepalaca, los cuales son parámetros importantes en la generación y acumulación de esfuerzos que dan origen a los terremotos.

Los mecanismos de foco obtenidos mediante inversión de ondas de cuerpo, junto a los mecanismos reportados en la literatura, indican un campo de esfuerzos regional compatible con el modelo de la geometría de la subducción presentado.

122.S.15

CARACTERISTICAS DE LA SISMICIDAD EN LA ZONA DE LAGUNA VERDE PARA EL PERIODO 1991-1992

^{1,2} Eugenio Polanco Rivera
^{1,2} Juan Payero y ³ David Novelo

¹ Instituto Sismológico Universitario
Universidad Aut. de Santo Domingo
Cd. Universitaria Santo Domingo
Rep. Dominicana

² Posgrado en Geofísica, UACP y CCH
Instituto de Geofísica, UNAM
Cd. Universitaria, México, D.F.

³ Instituto de Geofísica, UNAM
Cd. Universitaria, México, D.F.

Los eventos de la zona responden a diferentes fenómenos los más someros (menores de 15 kms de profundidad) se asocian a volcanes, los que se producen dentro de la corteza (15-30 kms) se asocian a fallas y los más profundos a la subducción. Las magnitudes están en un rango de 2.5 a 3.6. Los mecanismos obtenidos sugieren un plano de falla normal. El factor de Coda Q a determinada frecuencia permite entender mejor las variaciones mecánicas cerca de la fuente. Se utilizaron los eventos registrados por la Red Local Telemétrica de Laguna Verde. Estado de Veracruz entre 1991 y 1992. Los cálculos se realizaron con una ventana fija de tiempo entre los cinco y 15 seg. después de la llegada de S. para frecuencias entre 1.5 y 2.4 Hz. Qc fue estimado utilizando los métodos de Aki-Chouet. Sato y Phillips-Aki. Las diferentes técnicas son bastantes consistentes. Se encontró que el factor Qc tiene una fuerte dependencia tanto en espacio como frecuencia.

Para complementar este estudio se han realizado análisis espectrales del ruido y la señal, cuyos resultados serán discutidos durante la presentación.

124.S.16

ESTUDIOS DE LA CORTEZA EN LA COSTA DE GUERRERO, UTILIZANDO ONDAS CONVERTIDAS

* Marco Antonio Torres V. y ** Gerardo Suárez
* Posgrado en Geofísica UACP y P CCH, IGH, UNAM
** Instituto de Geofísica, UNAM

En la zona de Guerrero la placa de Cocos subduce bajo la placa Norteamericana con un ángulo de inclinación bajo, que aumenta progresivamente hasta los 12° a los 25 km de profundidad. Bajo esta profundidad, la placa subducente se dobla hacia arriba siguiendo una trayectoria casi horizontal por al menos 150 km. El Instituto de Geofísica de la UNAM instaló una red sísmica, que se localiza, aproximadamente entre los 100° y los 101.5° de longitud oeste y 17° y los 17.5° de latitud norte, esto es entre Acapulco y Zihuatanejo, en el estado de Guerrero. En algunos registros de esta red se aprecian fases convertidas, entre éstas destaca una fase que aparece entre el arribo de la fase primaria (P) y la fase secundaria (S); esta fase convertida se puede utilizar para realizar un estudio de la corteza y/o las placas que están en contacto. Mediante un análisis de tiempos de arribo, diferencias de tiempo, polarización y localización de los eventos. Con esta información se puede llegar a conocer la estructura local.

Después de aplicar varias técnicas a los datos, con base en la polarización se observó que la fase es una conversión PS. Posteriormente realizando inversión de los sismogramas se concluyó que esta fase es el resultado de la conversión de P a S en una interfase de 40 km de profundidad. Esta interfase corresponde al contacto entre las placas de Cocos y Norteamérica. Con un análisis más detallado, de los sismogramas, se propone un modelo de la corteza en la costa de Guerrero.

Con base en este análisis se puede conocer la geometría, la profundidad y el ángulo de inclinación del contacto entre las placas en el área de Guerrero. En este modelo se proponen capas planas más el contacto entre la placa subducente, Cocos, y la placa cabalgante, Norteamérica. En este contacto que tiene una profundidad de entre 35 y 40 km es donde se lleva a cabo la conversión que se estudia. Esta conversión es una evidencia directa del contacto intraplacas.

126.S.17

VOLCAN DE COLIMA: ESTUDIO DE LOS MECANISMOS FOCALES DURANTE EL PROCESO ERUPTIVO DE 1991

^{1,2} C. Sánchez y ¹ F.J. Núñez Cornú

¹ Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE)

² Fac. de Geografía, Univ. de Guadalajara

Durante 1991 el Volcán de Colima presentó un proceso eruptivo, durante el cual, y gracias al funcionamiento de RESCO, por primera vez se pudo registrar una sismicidad significativa asociada al volcán. Estos datos sismológicos han contribuido al mejor conocimiento del volcán. Un primer análisis de la sismicidad y su relación con el proceso eruptivo ha sido presentado por Núñez Cornú et al. (1993). En este trabajo presentamos los resultados obtenidos al analizar estos datos utilizando el método de mecanismo focal conjunto, siendo esta la primera vez que se realiza este tipo de análisis en México. Las principales conclusiones son:

- Los patrones de esfuerzos obtenidos no pudieron ser asociados a estructuras o fallas locales sobre el volcán.
- Los mecanismos focales parecen estar más correlacionados con los patrones tectónicos regionales.
- Los eventos con profundidad > 7km, tienen mecanismo focal de falla normal congruente con un mecanismo de Rifting y están alineados N-S misma orientación del Graben de Colima y del Complejo volcánico El Cántaro-Nevado-Volcán de Colima.
- Las cinco soluciones de mecanismos focales obtenidas para la actividad eruptiva muestran que el mecanismo de salida de magma fue un proceso no continuo.
- Los resultados de este trabajo, por ser la primera vez que se obtienen este tipo de información para el Volcán de Colima no pueden ser utilizados o en marcados dentro de los modelos de ciclos eruptivos propuestos por diversos autores. Esencialmente esta actividad fue similar a la de 1976 y 1982 excepto que en esta ocasión presentó una sismicidad significativa.

129.S.18

ANÁLISIS DEL TREN-P EN SISMOGRAMAS REGIONALES Y TELESÍSMICOS DEL NORTE DE BAJA CALIFORNIA

José F. rez C.

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Ensenada, B.C.

Se analizan sismogramas regionales y telesísmicos de estaciones de ambas Californias (USGS/CALTECH y RESNOM) en las cercanías de la frontera internacional con énfasis en sus primeros 60 s (tren de ondas P). El objetivo del estudio es identificar algunos arribos prominentes que aparecen sistemáticamente en los registros y determinar la influencia de la fuerte heterogeneidad lateral de la región en cuanto a desvaicones en acimut de llegada y de la polarización de las componentes del movimiento en estos y otros arribos. El interés final es la interpretación de los resultados anteriores en términos de estructuras sísmicas y de la tectónica regional.

La aplicación de técnicas espectrales y el estudio de las características de polarización de las tres componentes de las trazas sísmicas, así como la simulación por sismogramas sintéticos y trazados de rayos, ha permitido determinar principalmente el efecto en el paso de las ondas sísmicas por la tectónicamente activa región de la Depresión Salton/Golfo de California. Este efecto se manifiesta en cambios del acimut de llegada y en el carácter aleatorio de la polarización del movimiento sísmico para algunos de los arribos secundarios y en la coda. La amplitud de la coda de las componentes horizontales se incrementa relativamente después de pasar por la región ya mencionada. Existe un claro adelanto en los tiempos de arribos de las estaciones mexicanas con respecto a las situadas en Alta California. Se discute las implicaciones de éstos y otros resultados en nuestro conocimiento de la estructura y tectónica regional.

133.S.19

MODELO PRELIMINAR DE VELOCIDADES SÍSMICAS EN LOS ANDES VENEZOLANOS

*María Morandi T. y **Juan A. Madrid

*Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias
Mérida, Venezuela

**Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE) B.C., México

La región noroccidental de la placa Suramericana es aún tema de controversia en cuanto a una definición clara del límite con la placa del Caribe. En particular, el sistema de fallas Boconó-Morón-El Pilar parece constituir ese límite. La presencia de una red sismológica que monitorea la sismicidad a lo largo de la zona de fallas de Boconó es importante, no sólo para el control y estudio de la sismicidad local y regional sino porque proporciona datos interesantes para la estimación de desplazamientos relativos y campos de esfuerzos en las placas.

Un buen modelo de velocidades sísmicas es indispensable para la localización de los eventos sísmicos. El objetivo de este estudio es proponer un modelo adecuado. A partir de registros digitales de sismos provenientes del foco de Bucaramanga que fueron recopilados entre febrero y julio de 1992 por la red sismológica de los Andes venezolanos (REDSAV) y simultáneamente por estaciones colombianas pertenecientes a la red mundial (WWSSN) se determina una estructura lateralmente heterogénea de velocidades de propagación de ondas sísmicas, así como espesor de la corteza para un perfil que corre a través de los Andes venezolanos.

La metodología se basa en la identificación de fases convertidas y no convertidas en la corteza y el manto superior, ppp, pps, psp, pss, etc. Para la identificación

de esas fases se analiza el contenido de energía total de la señal sísmica (energigrama) junto con el sismograma. A partir de los datos digitales registrados en las estaciones, que se encuentran prácticamente alineadas sobre la estructura que nos interesa, se estiman las curvas de camino-tiempo para un modelo inicial.

142.S.20

EL SISTEMA DE COMPUTO DE ADQUISICION Y PROCESAMIENTO PARA LA RED NACIONAL DE OBSERVATORIOS SISMOLOGICOS

Jesús A. Pérez Santana, Tan Li Yi
Instituto de Geofísica, UNAM
Delegación Coyoacán, C.P. 04510, México, D.F.

Las 30 o 40 estaciones sismológicas que se instalarán en los próximos tres años para la Red Nacional de Observatorios Sismológicos, se generan una enorme cantidad de datos de alta calidad. Cada estación conecta un simómetro STS-2 y un acelerómetro FBA-23 controlado por procesador Quanterra Q 680. Los datos se procesan en distintos muestreos y se los transmite vía satélite a la estación central. La adquisición, alineamiento y procesamiento oportuno de estos datos se requiere un sistema especial de cómputo.

El presente trabajo presenta el planeamiento y el diseño del sistema de cómputo para la Red Nacional de Observatorios Sismológicos.

a) Sistema de adquisición y monitoreo adquisición en tiempo real de los datos enviados por todas las estaciones remotas, verificación y monitoreo de las líneas de transmisión y estado de las estaciones remotas.

b) Sistema de procesamiento, clasificación y consulta de los datos y reporte de los parámetros importantes de los sismos detectados.

c) Sistema de almacenamiento tipo Juke Box con una capacidad entre 150 Gb a 300 Gb, capaz de almacenar en línea los datos generados por 30 y 40 estaciones en un día a un año bajo condiciones normales de operación de la Red.

d) Sistema de respaldo.

143.S.21

DETERMINACION DE LA ESTRUCTURA DE VELOCIDAD EN LA LITOSFERA, UTILIZANDO SISMICIDAD LOCAL, EN GUERRERO

* ** Jaime Domínguez, * Gerardo Suárez

* Instituto de Geofísica, UNAM
** UACPyP-CCH, UNAM

El objetivo de este trabajo es determinar la estructura tridimensional de velocidades para P y S, usando los

tiempos de llegada de ambas ondas, registradas por la REd Telemétrica de la Costa Grande de Guerrero. Primero, el área se parametrizó con una malla de pequeños cubos que cubría toda la región de estudio, un volumen de $90 \times 70 \times 50 \text{ km}^3$, abarcando una área poco más grande de donde se encuentra la red. Posteriormente se integraron varios de estos cubos en franjas paralelas a la costa, ya que se observó que los cubos no tenían variación de velocidad a lo largo de la trinchera. Estas bandas de velocidad nos permitieron diseñar una estructura de megabloques, de acuerdo a la similitud de velocidades que presentaban las bandas que integraron cada uno de los megabloques fue necesario ejecutar más de 30 veces las rutinas de inversión tomográfica que determinan el valor de las velocidades de cada bloque. Por último, se cambió el valor del parámetro de amortiguamiento (θ) del proceso de inversión hasta encontrar el valor óptimo que estableció la mejor interrelación entre la resolución y el error para cada uno de los megabloques. Los resultados indican intervalos de velocidades para P y S de 6.62-8.48 y 3.57-4.85, respectivamente, e intervalos de resoluciones y errores, para P de 0.21-0.83, 0.12-0.34, y para S de 0.11-0.56, 0.05-0.12. El ángulo de buzamiento de la placa de Cocos bajo la placa de Norteamérica es de 26° . El Moho se encontró a una profundidad de 32.5 km; bajo este existe una parte de manto superior (7.79 km/s, en forma de cuña). La placa de Cocos está constituida por tres megabloques (7.45-7.87 km/s de onda P) sostenidos un bloque de alta velocidad (corteza oceánica, 8.48 km/s). Estos resultados se confirmaron con la generación de datos sintéticos.

144.S.22

DISTRIBUCION DEL ESTADO DE ESFUERZO Y GEOMETRIA DE LA PLACA DE NAZCA EN EL NORTE DE CHILE UTILIZANDO EVENTOS REGISTRADOS TELESISMICAMENTE

^{1,2} Diana Comte y ¹ Gerardo Suárez

Posgrado en Geofísica, Instituto de Geofísica, UNAM
04510, México, D.F.

¹ Depto. de Geofísica, U. de Chile

² Casilla 2777, Santiago de Chile

Se analiza la distribución del estado de esfuerzo a lo largo de la placa de Nazca que subduce bajo la placa Sudamericana en el norte de Chile (18° - 26° S) utilizando los mecanismos focales obtenidos de la inversión de las formas de ondas P, SV y SH registradas telesísmicamente en instrumentos de período largo de 15 eventos ($m_b < 5.7$) y los mecanismos focales de eventos ocurridos entre 1977 y 1987 publicados en la literatura (Harvard Centroid Moment Tensor). Se realizó una relocalización hipocentral conjunta de todos los eventos analizados,

donde el control en profundidad se obtuvo a partir de eventos de calibración registrados por una red local en la zona de estudio. La elipse de error asociada a la relocalización presenta una variación epicentro y en profundidad del orden de 12 km, en una dirección preferencial de N80°E. Se observa un cambio en la parte superior de la placa en subducción, de un campo de esfuerzo compresional a uno tensional, situado a unos 250 km de distancia desde la fosa alcanzando una profundidad aproximada de 70 km. Este cambio es asociado con la transición de la parte donde comienza el desacoplamiento entre la placa de Nazca y la de Sudamérica y coincide además con la profundidad máxima de la corteza oceánica en subducción estimada con estudios de tomografía de ondas P realizados en esa zona. La profundidad máxima de los eventos inversos de bajo ángulo, típicos de subducción, es de aproximadamente 50 km, y no presenta variaciones a lo largo de la zona de estudio. Sin embargo, se observan algunos eventos de fallamiento tensional localizados a uno 100 km de distancia desde la fosa y con profundidades generalmente mayores que las observadas en los eventos compresionales asociados al contacto sismogénico. La presencia de dichos eventos tensionales podría sugerir que los efectos asociados al jalón gravitacional de la placa, pueden tener una expresión importante bajo la zona del contacto sismogénico interplaca. No se observan cambios en el ángulo de penetración de la zona de Wadati-Benioff hasta distancias de unos 250 km desde la fosa, a profundidades de unos 70 km. Desde este punto, el ángulo de la placa de Nazca en el norte de Chile presenta una disminución gradual hacia el sur, desde unos 30° en la zona de los 20°S hasta alcanzar unos 18° en los 26°S. es interesante destacar una ausencia de sismicidad en el contacto interplaca de eventos $m_b < 6.0$, la que es observada entre los 19° y 23°S, zona que correspondería a la parte central del área de ruptura del último terremoto que ha afectado al norte de Chile ocurrido a fines del siglo pasado (1877).

156.S.23

SISMICIDAD CERCANA A LA PRESA DE EL CARACOL (1983-1992)

Elías Lomas Delgado

Oficina de Ingeniería Sísmica, C.F.E.
Agusto Rodín No.265
Nochebuena, C.P. 03720

Tomando en cuenta la frecuencia de 31.2 sismos por año con que ocurren y la magnitud característica sismicidad ($3.3 < M_c < 5.0$) a lo largo del río Balsas, se consideró importante estudiar el comportamiento de la actividad sísmica en una área con radio menor a 30 km con respecto a la Central Hidroeléctrica de El Caracol,

Guerrero de C.F.E. en diez años (1983-1992) de registro no interrumpido.

A través de la red de El Caracol fueron ubicados de manera preliminar a 96 sismos dentro del área con $M_c > 3.0$. Además en los últimos cinco años el Servicio Sismológico Nacional ubicó dentro del área a 19 epicentros: 12 en el intervalo de $4 < M_c < 5$ y los siete restantes en el intervalo de $3 < M_c < 4$. Por lo que se procedió a relocalizar los epicentros haciendo relecturas de cada registro con tiempos absolutos y relativos cuando existía incertidumbre en la sincronía de los sísmógrafos; así como lecturas de otras redes sismológicas. En la relocalización fueron solamente ubicados 25 epicentros dentro del área con magnitudes de $3.0 < M_c < 3.72$. De la relación de Gutenberg y Richter se determinó el valor del coeficiente b tomando todos los epicentros ($0.5 < M_c < 3.7$) ubicados dentro de la misma área. El valor de b se relaciona con los esfuerzos y fracturamientos de las rocas. Se encontró que en el período de 1985-88 se el valor bajo de aproximadamente 0.55 a partir del segundo semestre de 1989 el valor de b se incrementó promediando 0.8 hasta 1992, probablemente este cambio en b sea debido a la influencia del sismo que ocurrió el 12 de agosto de 1989 a 100 km de la presa, el cual haya modificado el régimen de esfuerzos existentes en la región.

162.S.24

DETERMINACION DE MAGNITUDES PARA EVENTOS MEXICANOS

Javier Francisco Pacheco
Instituto de Geofísica UNAM

Shri Krishna Singh
Instituto de Geofísica

UNAM, Cd. Universitaria, 04510 México, D.F.

En este trabajo se exploran dos alternativas para determinar, en tiempo quasi real, la magnitud de sismos ocurridos en el territorio Mexicano y registrados en la Ciudad Universitaria (CU), México, D.F. La primera alternativa se basa en el cálculo de la amplitud de las trazas de velocidad, filtradas con un paso de banda (entre 15 y 30 seg). La amplitud se toma como la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de la máxima amplitud de las componentes NS, EW y Z. Se utilizaron las amplitudes medidas de eventos con momento sísmico conocido, y predicciones teóricas, para construir una curva de atenuación estándar que permite la estimación del momento sísmico y la magnitud de momento, M_w . Esta alternativa es viable para eventos superficiales, con magnitud $M \leq 7.0$, sin embargo sufre de saturación para eventos mayores. La segunda alternativa se basa en el cómputo, a partir de los registros en CU, de la energía radiada, E_s . La relación entre E_s y M_w para CU está basada en los registros de

sismos para los cuales se conoce el momento sísmico. Esta relación permite estimar la magnitud de eventos moderados a grandes, sin importar la profundidad del evento.- El pobre conocimiento de la función de atenuación $Q(f)$ con el azimut es una fuente de error en la determinación de magnitudes, al igual que las limitaciones en el muestreo, aunque ésta parcialmente se compensa por la amplificación de ondas en el Valle de México. Variaciones en Q con el azimut y variaciones en la caída de esfuerzos pueden generar diferencias en la magnitud determinada por los dos métodos que aquí se presentan. Recomendamos, entonces, el uso de ambos métodos, cuando sea posible, para el cálculo y reporte rutinario de magnitudes de eventos mayores a 4.5

167.S.25

¿DESLIZAMIENTO DE ARCILLAS EN MEXICO, D.F.?

Jaime Durazo

Instituto de Geofísica, UNAM
Cd. Universitaria 04510, México, D.F.

Se presenta una regularidad zonal que se manifiesta en la obstrucción de la columna flexible de ciertos pozos de observación, los piezómetros de la ciudad de México. Días después del sismo del 19 de septiembre de 1985, se visitaron y examinaron 56 estaciones múltiples, cada una con cinco o más piezómetros, localizadas en diferentes sitios dentro y fuera de la ciudad. Los piezómetros están desarrollados principalmente en los primeros 100 m de profundidad. Las estaciones resultaron de tres tipos: "OIP", donde todos los piezómetros de la estación presentaron obstrucción esporádica; y "NO", donde ningún piezómetro estaba obstruido. Hubo aproximadamente 19 estaciones de cada tipo. Las OIP se localizaron en zona arcillosa lacustre, las NO fuera. Además, en las OIP la profundidad de la obstrucción fue mas somera, 0 (m), hacia áreas de daño sísmico. Sin embargo, hay indicios de que esta regularidad podría relacionarse con pequeños deslizamientos, 0 (mm), entre estratos arcillosos. Se somete a discusión esta interpretación.

175.S.26

DIEZ AÑOS DE MONITOREO SISMICO EN LA ZONA DE LA C.H. CHICOASEN

Emilio Nava A., Miguel Rodriguez G
y Javier Casto C.

Instituto de Ingeniería, UNAM
Coyoacán 04510, México, D.F.

Chicoasén es una de las nueve centrales hidroeléctricas

que opera la Comisión Federal de Electricidad en Chiapas, y una de las más importantes del país. El Instituto de Ingeniería ha realizado el monitoreo sísmico desde 1975 con la instalación de un sismógrafo en el poblado de Chicoasén. A mediados de 1979 se instalaron dos sismógrafos más y para mediados del siguiente año se inició el registro con seis estaciones telemétricas, con algunas variaciones, fué esta la red que operó hasta fines de 1990 en que se retiró la red de monitoreo sísmico. El análisis se basa en la actividad ocurrida entre 1980 y 1990, en un radio de 30 km del cuerpo medio del embalse y con una localización hipocentral de alta calidad, se presenta la relación de la sismicidad con el nivel del agua y su variación en tiempo, la estadística entre el número acumulado de eventos y su magnitud, también se presenta el análisis del estado de esfuerzo en la región utilizando primeros arribos.

186.S.27

PRIMEROS ARRIBOS PARA MEDIOS CON DISTRIBUCION ARBITRARIA DE VELOCIDADES SIN RAYOS

J.A. Madrid

División Ciencias de la Tierra, Depto. de Sismología
CICESE, A.P. 2332, C.P. 28830, Ensenada, B.C.

En un problema de potencial, lo usual es construir un potencial a partir de una distribución de fuentes y de ahí, derivar el campo por medio de operaciones analíticas. En el problema del tiempo de recorrido entre dos puntos para una onda en un medio de velocidad $v = v(x, z)$, el procedimiento es al revés: primero se determina el campo, y de éste se obtiene el potencial. el campo está representado por la lentitud.

$$\underline{p} = \nabla t = (p, q)$$

y el potencial por el tiempo. Entonces la ecuación

$$\oint dt = 0$$

val. Este hecho nos permite usar integrales de trayectoria para resolver el problema general de las reflexiones y refracciones analíticamente. El campo queda completamente determinado al especificar $v(x, z)$ y una fuente puntual o distribuída. Dados éstos, los rayos del campo (rayos de Fermat) están completamente definidos. Cualquier otra trayectoria diferente a los rayos del campo es un rayo virtual. este concepto es usado en la obtención del potencial. Se examina el problema de primeros arribos en un medio, con una distribución arbitraria de velocidad, usando una partición en regiones triangulares de velocidad $v - z$.

187.S.28

**ACTIVIDAD DE ENJAMBRE DE SISMOS DURANTE
1993 EN LA CERCANIA DEL VOLCAN DE
CERRO PRIETO EN MEXICALI, B.C.**

+ Javier González, Ignacio Méndez, Francisco Farfán,
Luis Mendoza, Luis Orozco, Oscar Gálvez
Luis Inzunza, Julia Sánchez, Hubert Fabriol
y * Francisco Noriga

RESNOM, Depto. de Sismología, CICESE
Apdo. Postal 2732
Ensenada, B.C. 22830 México

+ BRGM/Institut Mixte de Recherches Geothermiques
Avenue de Cony, B.P. 6009-45060
Orleans Cedy 2, France

*Voluntario, bomberos y Protección Civil
Estación No. 18 Ejido Sansón Flores
km. 19 Carr. Mexicali, San Felipe
Mexicali, B.C.

La actividad de enjambre de sismos en la cercanía del volcán de Cerro Prieto en el Valle de Mexicali, es una situación común. Esto se debe al patrón geológico de la zona deominado por la influencia de las fallas: Imperial, Cerro Prieto y Laguna Salada. Durante 1993, tres enjambres ocurrieron en esta zona: abril ($m \sim 3.7$), junio ($m \sim 3.5, 3.8$) y septiembre ($m \sim 3.8, 4.1$). Durante la ocurrencia de los dos últimos, intentamos ubicar estaciones (analógicas y digitales) en la cercanía de epicentro ($\delta < 10$ km), para lograr una mejor determinación de la profundidad focal. En junio no lo logramos, en septiembre tuvimos éxito. Logramos ubicar 5 MEQ-800-Ranger a menos de 10 km de la zona epicentral y 5 registradores digitales a lo largo de un perfil de 20 km iniciando, precisamente arriba de los epicentros. Durante un período de registro de 64 horas logramos registrar cinco eventos ($m > 2.5$). Ellos nos sirven para calibrar correcciones de estación para las redes permanentes RESNOM y CALTECH. En el caso del enjambre de septiembre, la actividad sísmica muestra un lineamiento SW-NE entre la falla Cucapah y el llamado Lineamiento Tulicheck, cubriendo una zona inmediatamente al noroeste del área cubierta por las réplicas del temblor de 6 de febrero de 1987 ($M \sim 5.4$) en la zona del volcán de Cerro Prieto.

188.S.29

**VSEC UN METODO SEMI-GRAFICO
DE LOCALIZACION HIPOCENTRAL BASADO EN
DIFERENCIAS DE TIEMPOS DE ARRIBO**

+ Alejandro Nava y ** J.A. Peña

*Ciencias de la Tierra, CICESE

A.P. 2732, Ensenada, B.C. México

**Instituto Andaluz de Geofísica y Prevención
de Desastres Sísmicos

A.P. 2145, 18080 Granada, España

El uso de diferencias de tiempo de arribo entre estaciones de una red sísmológica local o regional, permite obtener locaciones hipocentrales confiables y robustas, y con buena estimación de los posibles errores. La mayor ventaja sobre otros métodos es la posibilidad de obtener localizaciones confiables de hipocentros situados fuera de la red, con base únicamente en arribos de ondas P directas. El método se ha implementado en el programa para PC VSEC.

189.S.30

**IDENTIFICACION AUTOMATICA DE ENJAMBRES
SISMICOS Y OTROS AGRUPAMIENTOS
ESPACIO TEMPORALES A PARTIR DE CATALOGOS**

Ewa Glowacka y F. Alejandro Nava
Ciencias de la Tierra, CICESE
A.P. 2732, Ensenada, B.C. México

En análisis estadístico de los catálogos sísmicos requiere usualmente de la identificación de enjambres y secuencias de premonitores-evento principal-réplicas-una tarea tediosa y tardada. SW a RMSHoW, un simple pero versátil programa para PC, despliega gráficamente en pantalla la actividad epicentral de catálogos, con distribución temporal opcional. Identifica agrupamientos espacio-temporales de hipocentros (SwrSeq), que pueden ser enjambres o secuencias de premonitores-evento principal-réplicas, y discrimina entre éstos. Despliega las locaciones y límites de los SwrSeqs y les asigna magnitudes equivalentes, correspondientes a las de un sólo evento que liberara energía igual a la de toda la secuencia. SW a RMSHoW tiene salida opcional a disco detallada que permite la fácil aplicación de los resultados. El despliegue gráfico incluye mapas o dibujos opcionales. La operación puede ser completamente automática o interactiva. Los parámetros de operación pueden ser reasignados en cualquier momento durante la operación.

Aparte de identificación de enjambres y secuencias, el modelo que hace este programa de la sismicidad, escalada tanto en distancia como en tiempo, es útil para estudiar varios aspectos de la sismicidad espacio-temporal, tales como activación de fallas, migración de la actividad, quietud, etc.

191.S.31

ESTUDIOS DE ATENUACION DE ONDAS LG

EN EL CENTRO Y SUR-ESTE DE MEXICO

Tonatiuh Domínguez, Cecilio Rebollar
Martín López* y Roberto Gómez R.*

División Ciencias de la Tierra, CICESE

Apartado Postal # 2332, C.P. 28830, Ensenada, B. C.

*Comisión Federal de Electricidad

Gerencia de Centrales Nucleoeléctricas

Subgerencia de Ingeniería Disciplinaria de
Física Aplicada

En la realización de este estudio utilizamos datos registrados en la red sismológica de Laguna Verde, Veracruz. Esta red entró en operación en 1990 y consta de 14 estaciones de período corto; once de una componente vertical y dos con tres componentes. Cada estación registra a una razón de 100 metros por segundo. En enero de 1993 se instaló una estación digital de banda ancha en la unidad habitacional del Farallón (sismómetro GURALP CMG-3ESP acoplado a una grabadora digital Kinometrics SSR-1). Los datos registrados en esta estación complementan los obtenidos por la red de Laguna Verde a bajas frecuencias. Esta red ha registrado principalmente actividad sísmica de la trinchera Mesoamericana. La gran cantidad de sismos registrados sin saturación en el rango de magnitudes locales entre 3 y 4.5 nos ha permitido estudiar la atenuación de las ondas L_g . Separamos las trayectorias sísmicas en dos grupos; uno al oeste del Istmo de Tehuantepec (grupo uno) y el otro al este del Istmo de Tehuantepec (grupo dos). Las distancias hypocentrales varían entre 160 y 920 km. En el cálculo de la atenuación de las ondas L_g seguimos el método de Hasegawa, 1985. Resultados preliminares, indican una atenuación relativamente grande para las trayectorias sísmicas de los temblores que ocurren en la zona de subducción de Michoacán, Guerrero y Oaxaca (zona uno), comparada con las trayectorias sísmicas de los temblores originados en Chiapas y Guatemala (zona dos). Para la zona uno el coeficiente de atenuación elástica y promedio es:

$$\gamma = 0.00125f^{1.25} \text{ km}^{-1} \text{ para las frecuencias de 1,2,3 y 4 Hz}$$

Para otro lado para la zona dos el coeficiente de atenuación elástica y promedio es:

$$\gamma = 0.00053f^{1.25} \text{ km}^{-1} \text{ para las frecuencias de 2,3 y 4 Hz}$$

192.S.32

ANÁLISIS PRELIMINAR DE LA SISMICIDAD REGISTRADA EN LA REGIÓN DEL CANAL DE BALLENAS Y CUENCA SALSIPUEDES DEL GOLFO DE BAJA CALIFORNIA

J. Castillo Roman, Cecilio Rebollar y Antonio Uribe*

División de Ciencia de la Tierra, CICESE

A.P. 2332, C.P. 28830, Ensenada, B.C

*Comisión Federal de Electricidad

Gerencia de Ingeniería Civil

Oklahoma No. 85, Col. Napoles, C.P. 03810,

México, D.F.

A fin de estudiar la actividad sísmica en las cuencas oceánicas Delfin y Salsipuedes y la falla transformada del canal de Ballenas que las une, instalamos dos acelerógrafos; uno en Bahía de Los Angeles y otro en la Isla Angel de la Guarda. La estación de Bahía de Los Angeles entró en operación en junio de 1991; hasta la fecha hemos registrado 30 sismos, de los cuales tres de ellos tiene magnitudes mayores que 4.0. En las localizaciones y análisis espectral de los sismos incluimos además los datos registrados en la estación analógica de Puerto Libertad Sonora, y la de la Red Sismológica del Noroeste de México (RESNOM). El cinco de marzo de 1993, se registró una serie de sismos localizados en la cuenca Salsipuedes.

Las máximas aceleraciones de los sismos grandes son las siguientes:

TIEMPO DE REGISTRO	$A_{MAX}(NS)$ (m/sec ²)	$A_{MAX}(VER)$	$A_{MAX}(EW)$	DIS (Km)	MAG
9108140634	4.33	4.37	3.99	62.2	4.7
9303050814	65.28	46.19	-	36.6	4.9
9303050821	101.33	97.22	-	31.0	5.6

Hasta la fecha la actividad sísmica se encuentra en la falla transformada del Canal de Ballenas y en la cuenca Salsipuedes.

40

PAGINA

Diaz N.R.	93-115-EXG -20	40	Guerrero J.C.	93-180- T -22	33
Dominguez R.T.	93-012- S -02	65	Guerrero J.C.	93-181- OF -21	06
Dominguez T.	93-191- S -31	77	Gutierrez H.	93-085-GEOT-05	57
Dominguez J.	93-143- S -21	73	Herquera J.C.	93-197- OF -23	07
Durazo J.	93-167- S -25	75	Hernandez F.E.	93-094-EXG -16	39
Elliot A.J.	93-136- OF -20	06	Hernandez G.G.	93-067-GEOT-05	60
Enciso de la V.S.	93-101-GEOL-06	11	Hernandez H.	93-107- S -11	68
Enciso de la V.S.	93-102-GEOL-07	11	Hernandez P.I.	93-013-EXG -04	35
Escobar H.E.	93-042-EXG -14	38	Hernandez R.M.C.	93-121-GEOT-10	62
Espindola J.M.	93-064- V -03	22	Herrera B.F.	93-185-EXG -29	43
Espindola J.M.	93-069- V -04	23	Herrera B.J.	93-130-EXG -25	42
Espindola J.M.	93-196-GEOL-20	17	Herrera B.J.	93-185-EXG -29	43
Espinosa C.J.M.	93-038-EXG -11	37	Herrera R.I.	93-067-GEOT-05	60
Fabrial H.	93-187- S -28	76	Herrera R.I.	93-068-GEOT-06	60
Farfán F.	93-187- S -28	76	Herrera R.I.	93-145-GEOT-12	62
Feraud G.	93-138-GEQ -03	19	Herrera C.H.	93-007- OF -04	02
Fernandez L.A.	93-157-GEQ -05	20	Hilde T.W.C.	93-161- T -17	31
Ferrari L.	93-036- T -05	26	Hinojosa C.A.	94-134-EXG -27	42
Ferrari L.	93-037- T -06	26	Hirabayashi C.K.	93-078- T -09	27
Flores C.F.	93-091- S -08	67	Hirabayashi C.K.	93-109-GEOT-08	61
Flores M.L.	93-056-GEOT-02	59	Huizar A.R.	93-037- T -06	26
Flores Ruiz J.H.	93-002-EXG -01	35	Innocenti F.	93-187- S -28	76
Frez C.J.	93-129- S -18	72	Inzunza L.	93-113-GEOT-09	61
Fuentes N.	93-044-EXG -15	39	Iturbe J.L.	93-176-GEOT-14	63
Galvez O.	93-187- S -28	76	Jacobo M.A.	93-047- CA -03	46
Gamboa J.	93-166-GEOL-14	14	Jauregui E.	93-053- CA -09	48
Gamper M.A.	93-076-GEOT-02	08	Jauregui E.	93-175- S -25	75
Garcia A.	93-085-GEOT-05	57	Javier Castro C.	93-064- V -03	22
Garcia A.J.	93-010-EXG -03	35	Jimenez Z.	93-202- CA -28	52
Garcia A.R.	93-084- S -06	67	Juarez A.	93-062-GEQ -02	19
Garcia B.J.C.	93-026- T -04	25	Juarez F.	93-170-GEQ -07	21
Garcia G.A.A.	93-199-EXG -34	45	Juarez F.	93-025- OF -14	04
Garcia G.F.	93-052- CA -08	47	Kosro P.M.	93-117-EEP -06	55
Garcia P.P.	93-123- T -11	28	Lara A.	93-023- OF -12	03
Garcia S.R.	93-021- OF -10	03	Lavin M.F.	93-086- OF -17	05
Garcia V.E.	93-152- CA -25	52	Lazarro M.O.	93-194-EXG -32	44
Guarduño R.	93-054- CA -10	48	Lermo S.J.	93-107- S -11	68
Guarduño V.H.	93-037- T -06	26	Lermo S.J.	93-108- S -12	69
Gaulon R.	93-114- CA -19	50	Lermo S.J.	93-111- S -13	69
Gasol M.I.	93-093- S -10	68	Lewis J.C.	93-128- T -13	29
Gaviño H.J.	93-083- OF -16	05	Leyva A.	93-060- CA -12	48
Gay G.C.	93-051- CA -07	47	Leyva A.	93-061- CA -13	48
Gay G.C.	93-151- CA -24	51	Leyva A.	93-071- CA -14	49
Glowska E.	93-202- CA -28	52	Li Yi T.	93-142- S -20	73
Gomez G.J.M.	93-189- S -30	76	Lomas D.E.	93-156- S -23	74
Gomez P.	93-090- S -07	67	Longoria J.F.	93-076-GEOL-02	08
Gomez R.R.	93-116-EXG -21	41	Lopez A.	93-040-EXG -12	38
Gomez T.E.	93-191- S -31	77	Lopez J.A.	93-072-EEP -02	54
Gomez T.E.	93-190-EXG -30	44	Lopez G.G.	93-029-EXG -07	36
Gonzalez A.	93-194-EXG -32	44	Lopez M.	93-131- OF -19	05
Gonzalez E.R.	93-127- T -12	28	Lopez M.	93-191- S -31	77
Gonzalez G.J.	93-088-GEOT-07	60	Lopez M.M.	93-138-GEQ -03	19
Gonzalez M.T.	93-187- S -28	76	Lopez R.	93-105- CA -18	50
	93-104-EXG -19	40	Lopez T.A.	93-185-EXG -29	43

Lozada Z.M.M.
 Lozada Z.M.M.
 Macias J.L.
 Maciel F.R.
 Maciel F.R.
 Madrid A.J.
 Madrid A.J.
 Maillol J.M.
 Manetti P.
 Mascarenhas A.
 Mar M.B.
 Mareschal M.
 Marin L.E.
 Marin L.E.
 Marin L.E.
 Marin L.E.
 Martin B.A.
 Martin B.A.
 Martinez J.D.
 Martinez L.B.
 Martinez L.C.
 Martinez R.
 Martinez S.R.
 McClain J.
 McGibbon D.H.
 Medina F.
 Medina R.
 Mejia T.A.
 Mena M.
 Mendez D.S.
 Mendez I.
 Mendoza B.R.
 Mendoza B.R.
 Mendoza L.
 Mendoza R.G.
 Meulenert P.A.
 Mijares H.
 Miller M.M.
 Mojena E.
 Molinero R.
 Montañez R.A.
 Mora G.
 Morales A.T.
 Morales T.
 Morales C.J.
 Morales R.J.M.
 Morandi M.T.
 Muhlia A.
 Muhlia A.
 Nava A.E.
 Nava P.A.
 Nava P.A.
 Nava P.A.

93-027-EXG -05
 93-030-EXG -08
 93-069- V -04
 93-033-EXG -10
 93-034-GEQ -01
 93-133- S -19
 93-186- S -27
 93-160-GEOL-12
 93-037- T -06
 93-195- OF -22
 93-147- CA -20
 93-140- T -15
 93-041-EXG -13
 93-119-EXG -23
 93-146-GEQ -04
 93-171-GEOL-17
 93-201-GEOL-21
 93-128- T -13
 93-137- T -14
 93-112-GEOL-09
 93-198- OF -24
 93-095-EXG -17
 93-090- S -07
 93-057-GEOL-02
 93-166-GEOL-14
 93-102-GEOL-07
 93-184- V -05
 93-068-GEOL-06
 93-136- OF -20
 93-070- T -07
 93-190-EXG -30
 93-187- S -28
 93-134-EXG -27
 93-137- T -14
 93-187- S -28
 93-103-EXG -18
 93-152- CA -25
 93-111- S -13
 93-128- T -13
 93-153- CA -26
 93-165- T -18
 93-052- CA -08
 93-184- V -05
 93-046- CA -02
 93-105- CA -18
 93-042-EXG -14
 93-080-GEOL-03
 93-133- S -19
 93-060- CA -12
 93-061- CA -13
 93-175- S -25
 93-084- S -06
 93-127- T -12
 93-188- S -29

36
 36
 23
 37
 19
 72
 75
 13
 26
 07
 50
 38
 30
 41
 20
 16
 18
 29
 29
 12
 07
 39
 67
 56
 14
 11
 23
 60
 06
 26
 44
 76
 29
 76
 39
 52
 69
 29
 52
 31
 47
 23
 46
 50
 38
 56
 72
 48
 48
 75
 67
 28
 76

Nava P.A.
 Navarro L.F.
 Nolasco Ch. H.
 Noriega F.
 Novelo D.
 Nuñez C.F.
 Nuñez C.F.
 Nuñez C.F.
 Nuñez C.F.
 Ochoa J.L.
 Ochoa J.L.
 Ochoa J.L.
 Ordaz M.
 Orozco L.
 Ortega R.J.
 Ortiz A.J.C.
 Ortiz A.J.C.
 Ortiz H. L.E.
 Osate M.L.
 Osuna P.
 Osuna P.
 Pacheco J.F.
 Padilla H.G.
 Padilla H.G.
 Palma G.B.
 Palma G.B.
 Pardo M.
 Pares S.A.
 Pares A.
 Pares A.
 Pares S.A.
 Pascacio T.R.
 Pascual A.
 Pasquare G.
 Pasquare G.
 Patiño M.R.
 Pavia E.
 Pavia E.
 Payero J.
 Peña G.P.
 Peña J.
 Peña P.
 Pereyra D.D.
 Pereyra D.D.
 Perez Peraza J.
 Perez I.
 Perez M.A.
 Perez R.L.E.
 Perez S.J.
 Perry E.
 Perry E.
 Perry E.
 Polanco E.
 Prol L.R.M.

93-189- S -30
 93-195- OF -22
 93-063- V -02
 93-187- S -28
 93-122- S -15
 93-108- S -12
 93-126- S -17
 93-127- T -12
 93-017- OF -06
 93-018- OF -07
 93-021- OF -10
 93-058- S -04
 93-187- S -28
 93-164-GEOL-13
 93-118-EXG -22
 93-119-EXG -23
 93-125-EXG -24
 93-169-GEOL-16
 93-019- OF -08
 93-020- OF -09
 93-162- S -24
 93-048- CA -04
 93-154- CA -27
 93-097- CA -16
 93-098- CA -17
 93-120- S -14
 93-007- OF -04
 93-017- OF -06
 93-018- OF -07
 93-198- OF -24
 93-125-EXG -24
 93-044-EXG -15
 93-036- T -05
 93-037- T -06
 93-149- CA -22
 93-019- OF -08
 93-020- OF -09
 93-122- S -15
 93-034-GEQ -01
 93-188- S -29
 93-113-GEOL-09
 93-097- CA -16
 93-098- CA -17
 93-003-EEP -01
 93-114- CA -19
 93-080-GEOL-03
 93-091- S -08
 93-142- S -20
 93-041-EXG -13
 93-043-GEOL-01
 93-163-GEQ -06
 93-166-GEOL-14
 93-122- S -15
 93-118-EXG -22

76
 07
 22
 76
 71
 69
 71
 28
 02
 02
 03
 66
 76
 14
 41
 41
 42
 15
 03
 03
 74
 46
 52
 49
 49
 69
 02
 02
 07
 42
 39
 26
 26
 51
 03
 03
 71
 19
 76
 61
 49
 49
 54
 50
 56
 67
 73
 38
 59
 20
 14
 71
 41

Quaas R.	93-058- S -04	66	Sastre M.A.	93-135-GEOL-11	62
Quintero O.	93-141- T -16	30	Segovia N.	93-034-GEQ -01	19
Ramirez C.L.	93-028-EXG -06	36	Segovia N.	93-113-GEOL-09	61
Ramirez H.J.	93-132-EXG -26	42	Segovia N.	93-114- CA -19	50
Ramirez H.J.	93-135-GEOL-11	62	Schuraytz B.C.	93-106-GEOL-08	12
Ramirez H.M.T.	93-077- T -08	27	Sharov V.	93-153- CA -26	52
Ramirez R.J.J.	93-200-EXG -33	45	Sharpton V.L.	93-106-GEOL-08	12
Ramos J.E.	93-063- V -02	22	Sharpton V.L.	93-171-GEOL-17	16
Ramos M.J.	93-090- S -07	67	Sharpton V.L.	93-178-GEOL-18	16
Randall R.J.	93-008-EXG -02	35	Sheinbaum J.	93-022- OF -11	03
Reaser F.D.	93-102-GEOL-07	11	Sheinbaum J.	93-024- OF -13	04
Rebollar C.	93-012- S -02	65	Sheridan M.	93-069- V -04	23
Rebollar C.J.	93-191- S -31	77	Sigurdsson H.	93-196-GEOL-20	17
Rebollar C.J.	93-192- S -32	77	Silva H.A.	93-114- CA -19	50
Reyes L.J.	93-132-EXG -26	42	Singh S.K.	93-058- S -04	66
Reyes C.S.	93-198- OF -24	07	Singh S.K.	93-070- T -07	26
Ripa P.	93-022- OF -11	03	Singh S.K.	93-162- S -24	74
Ripa P.	93-023- OF -12	03	Skiba Y.	93-045- CA -01	46
Ritter O.W.	93-150- CA -23	51	Smith R.L.	93-025- OF -14	04
Rivera J.	93-107- S -11	69	Smith S.	93-196-GEOL-20	17
Rocha L.A.	93-029-EXG -07	36	Soler-A. A.M.	93-172- T -19	32
Rockwell Th.	93-078- T -09	27	Soler-A. A.M.	93-173- T -20	32
Rodriguez C.J.L.	93-026- T -04	25	Spranger M.	93-182- T -23	34
Rodriguez C.R.	93-066-GEOL-04	59	Steinich B.	93-041-EXG -13	38
Rodriguez G.M.	93-175- S -25	75	Steinich B.	93-146-GEQ -04	20
Rodriguez M.T.	93-152- CA -25	52	Steinich B.	93-163-GEQ -06	20
Rodriguez R.	93-062-GEQ -02	19	Stewart G.	93-074-EEP -04	54
Rodriguez Z.J.	93-092- S -09	68	Stewart G.	93-075-EEP -05	54
Rodriguez Z.J.	93-093- S -10	68	Stock M.J.	93-128- T -13	29
Romero C.R.	93-016- OF -05	02	Suarez A.M.C.	93-032-GEOT-01	56
Romero F.	93-036- T -05	26	Suarez G.	93-070- T -07	26
Romero J.E.	93-090- S -07	67	Suarez G.	93-120- S -14	69
Romo J.J.M.	93-193-EXG -31	44	Suarez G.	93-124- S -16	71
Ronquillo J.G.	93-028-EXG -06	36	Suarez G.	93-143- S -21	73
Ronquillo J.G.	93-020-EXG -07	36	Suarez G.	93-144- S -22	73
Rosas-E. J.	93-014- T -03	25	Suarez G.	93-159-EXG -28	43
Rosas-E. J.	93-034-GEQ -01	19	Suarez V.F.	93-078- T -09	27
Rosas E.J.	93-155-GEOL-11	13	Sundermann J.	93-004- OF -02	01
Rosas E.J.	93-160-GEOL-12	13	Tamez E.	93-034-GEQ -01	19
Ruiz A. J.M.	93-118-EXG -22	41	Tejeda M.A.	93-113-GEOL-09	61
Ruiz-S. L.G.	93-147- CA -20	50	Torres B.L.	93-053- CA -09	48
Rufino G.J.	93-185-EXG -29	43	Torres B.L.	93-152- CA -25	52
Sabina F.	93-081- S -05	66	Torres M.	93-058- S -04	66
Salas C.A.	93-049- CA -05	47	Torres V. M.A.	93-124- S -16	71
Salazar S.	93-114- CA -19	50	Traslosheros H.J.	93-039- S -03	66
Saldana F.R.	93-053- CA -09	48	Trasviña A.	93-025- OF -14	04
Sanchez C.	93-126- S -17	71	Trujillo O.D.	93-155-GEOL-11	13
Sanchez D.A.	93-195- OF -22	07	Tulaczkyk S.	93-041-EXG -13	38
Sanchez J.	93-187- S -28	76	Tulaczkyk S.	93-163-GEQ -06	20
Sanchez Sesma F.	93-091- S -08	67	Uribe A.	93-192- S -32	77
Sanchez Sesma F.	93-092- S -09	68	Urrutia F. J.	93-002-EXG -01	35
Sanchez Sesma F.	93-093- S -10	68	Urrutia F.J.	93-014- T -03	25
Sanchez Z.O.	93-159-EXG -28	43	Urrutia F.J.	93-155-GEOL-11	13
Santoyo G.S.	93-080-GEOT-03	56	Urrutia F.J.	93-164-GEOL-13	14

Urrutia F.J.	93-168-GEOL-15	15
Urrutia F.J.	93-169-GEOL-16	15
Urrutia F.J.	93-171-GEOL-17	16
Urrutia F.J.	93-172- T -19	32
Urrutia F.J.	93-173- T -20	32
Vaggelli G.	93-037- T -06	26
Valenzuela V.	93-085-GEOT-05	57
Van Ruymbeke M.	93-070- T -07	26
Vasilyev O.B.	93-071- CA -14	49
Vazquez R.	93-040-EXG -12	38
Vazquez R.	93-058- S -04	66
Vega A.M.	93-132-EXG -26	42
Vega R.	93-040-EXG -12	38
Velazquez G.	93-043-GEOH-01	59
Velez H.S.	93-025- OF -14	04
Velez L.J.	93-125-EXG -24	42
Venegas S.	93-036- T -05	26
Vera G.N.	93-067-GEOH-05	60
Vera S.P.	93-106-GEOL-08	12
Villaseñor G.	93-062-GEQ -02	19
Villicaña C.F.	93-055- CA -11	48
Waelbroeck H.	93-105- CA -18	50
Webber L.K.	93-157-GEQ -05	20
Wesnousky S.	93-078- T -09	27
Xia Z.	93-004- OF -02	01
Zamorano N.M.	93-098- CA -17	49
Zamudio L.	93-131- OF -19	05
Zarate del V.P.	93-015-GEOL-01	08
Zavala J.	93-017- OF -06	02
Zavala J.	93-018- OF -07	02
Zertuche F.	93-105- CA -18	50

ATLAS NACIONAL DE MEXICO

Obra en tres tomos que presenta la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO, donde la labor de más de 300 especialistas quedará reunida en una colección de 160 cartas (alrededor de 600 mapas) editados a todo color por el Instituto de Geografía.

Volumen I

I. Mapas Generales

- 1.- Mapas generales
- 2.- Desarrollo histórico de la expresión cartográfica.
- 3.- Desarrollo histórico del levantamiento cartográfico.

II. Historia

- 1.- Epoca prehispánica,
- 2.- Epoca colonial
- 3.- Siglo XIX
- 4.- Movimientos armados
- 5.- Historia de las divisiones político-administrativas

III. Sociedad

- 1.- Distribución de las poblaciones y características demográficas
- 2.- Migraciones
- 3.- Sistema urbano
- 4.- Vivienda
- 5.- Educación
- 6.- Cultura
- 7.- Salud
- 8.- Tipología sociodemográfica

Volumen II

IV. Naturaleza

- 1.- Geología
- 2.- Tectónica
- 3.- Relieve
- 4.- Clima
- 5.- Agroclimatología
- 6.- Hidrogeografía
- 7.- Edafología
- 8.- Biogeografía
- 9.- Oceanografía
- 10.- Regionalización física

V. Medio ambiente

- 1.- Influencia del hombre en el medio ambiente
- 2.- Estado de los componentes naturales del medio ambiente
- 3.- La población y el medio ambiente
- 4.- Evaluación del patrimonio natural y cultural
- 5.- Síntesis del medio ambiente

Volumen III

VI. Economía

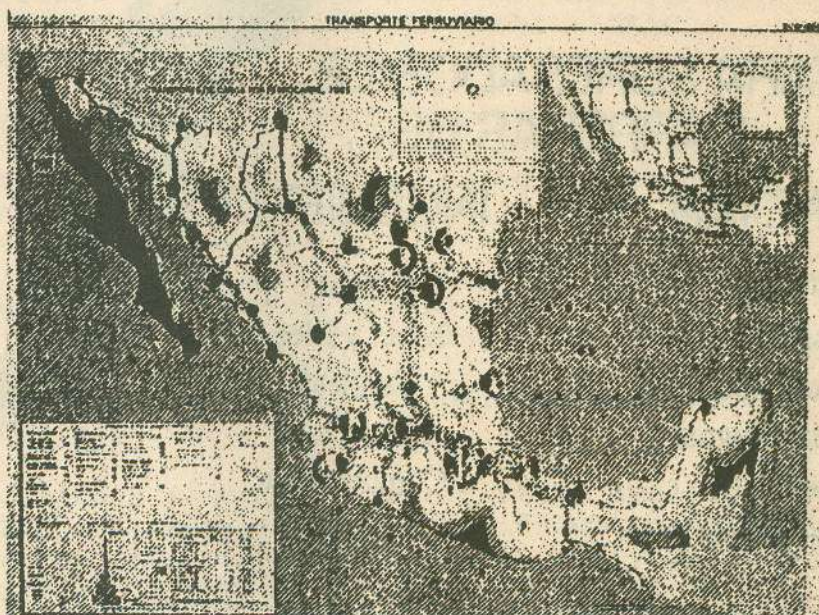
- 1.- Energía, agua y suelo, bases de la actividad económica
- 2.- Agricultura
- 3.- ganadería
- 4.- Actividad forestal
- 5.- Pesca
- 6.- Energía Eléctrica
- 7.- Economía petrolera
- 8.- Minería
- 9.- Industria
- 10.- Transporte y comunicación
- 11.- Turismo
- 12.- Comercio y servicios
- 13.- Asimilación económica del territorio
- 14.- Regionalización económica

VII México en el mundo

1. Relaciones Internacionales
- 2.- Comercio Internacional
- 3.- México en el mundo

Informes y ventas:

Instituto de Geografía,
UNAM
Circuito Exterior
Ciudad Universitaria
Apartado Postal 20-850
México, 01000, D.F.
Tel.: 548-97-79
Fax.: 548-40-86



POSGRADO



CICESE

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA

SISMOLOGÍA

Peligro y Riesgo Sísmico
Propagación de Ondas
Simulación Numérica
Problemas Inversos
Fuentes Sísmicas
Sismotectónica

GEOFÍSICA APLICADA

Exploración Geofísica
Simulación Numérica
Problemas Inversos
Electromagnetismo
Geofísica Marina
Geohidrología

GEOLOGÍA

Geología Estructural
Geología Marina
Geocronología
Vulcanología
Petrología
Tectónica

PARA EGRESADOS DE
CARRERAS DE
CIENCIAS E INGENIERÍA:

Físicos
Químicos
Matemáticos
Oceanólogos
Geólogos
Geofísicos

Civil
Mec. y Elec.
Geodesia
Electrónica
Computación
Sistemas

Pide tu folleto informativo:
CICESE

Dirección de Estudios de Posgrado
Apartado Postal 2732
km 107 Carretera Tij. - Eda.
Ensenada, Baja California
C.P. 22800 México
Tel. (667) 4-50-50 ext. 2050
Fax. (667) 4-48-80

TRAMITAMOS TU BECA

CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE ENSENADA

Recordamos a todos los miembros de la Unión que la cuota para 1993 es de N\$ 60.00 (SESENTA NUEVOS PESOS 00/100 M.N.), la cual dá derecho a recibir las revistas Geofísica Internacional y el Boletín GEOS.

Favor de hacer llegar su cuota a:

F. Medina
Instituto de Geofísica UNAM
Apdo. Postal 2681
Ensenada, B.C., 22800

ó

Ana Pereda
Instituto de Geofísica UNAM
Cd. Universitaria
México, D.F., 04510

Con un cordial saludo.

M.C. René Garduño
Secretario General

GEOS, boletín Trimestral informativo de la Unión Geofísica Mexicana. El boletín publica noticias, notas de investigación, comentarios, opiniones, anuncios y aspectos relevantes para la vinculación y difusión de la actividad científica y docente del área de Ciencias de la Tierra en México.

Los trabajos de investigación enviados para publicación no deben de exceder de seis cuartillas más cuatro figuras. Las figuras deben ser originales a blanco y negro y de buena calidad. En el caso de noticias, comentarios u otro tipo de escritos, estos no deben de exceder de cuatro cuartillas. Todos los trabajos enviados serán revisados por el comité editorial de la revista.

GEOS, revista a la venta en:

Instituto de Geofísica-UNAM
Sección Editorial,
At'n: Ana Pereda

ó

CICESE
División de Ciencias de la Tierra
At'n: Guadalupe González

Costo del ejemplar N\$ 12.00

