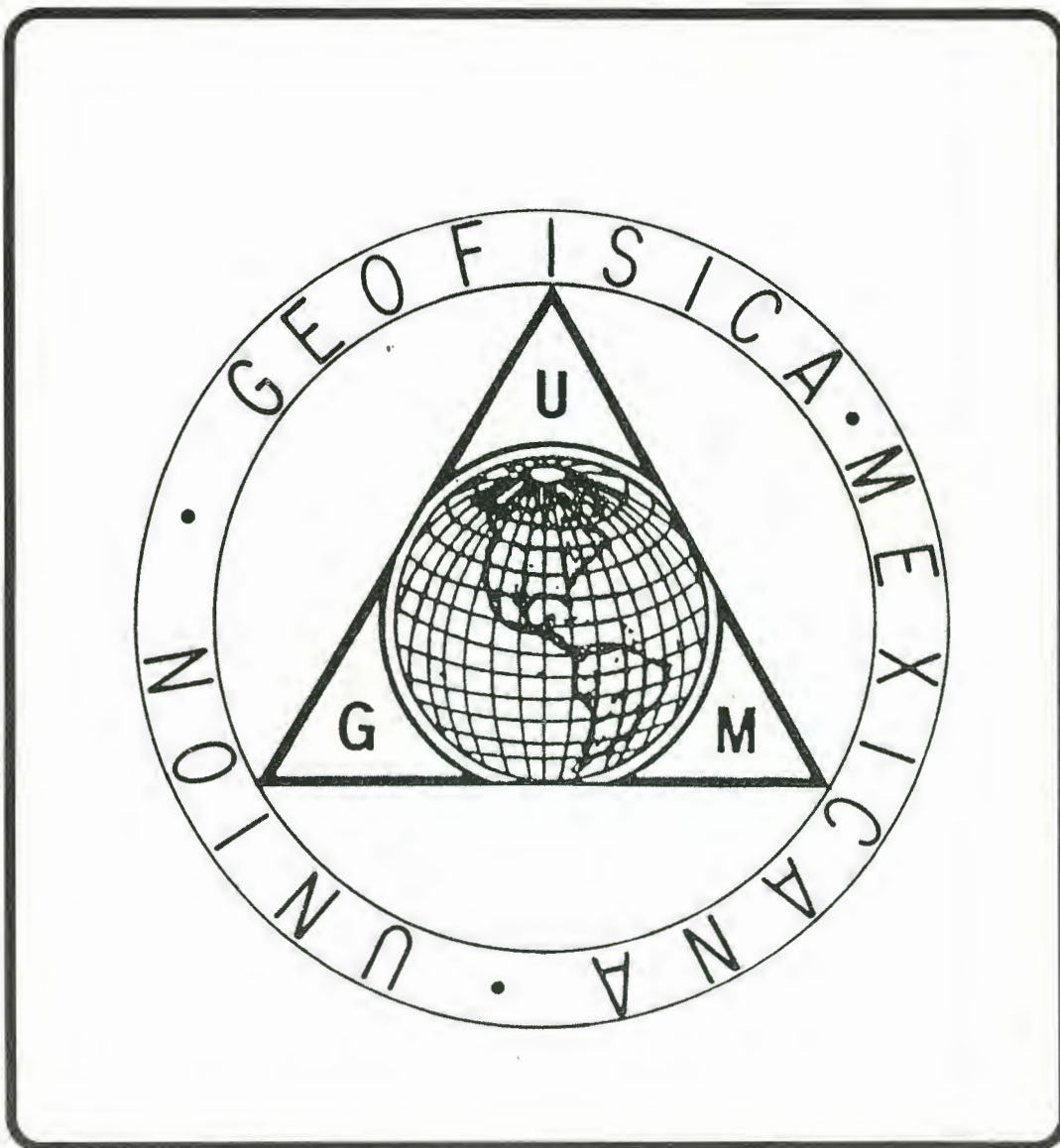


GEOOS

UNION GEOFISICA MEXICANA

BOLETIN INFORMATIVO

EPOCA II



Volúmen 14

No. 5

Noviembre de 1994

GEOS

Organo 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 Limnol. UNAM, Inst. Invest. Electricas CFE, INEGI y Consejo Rec. Minerales. Agradecemos al Lab. IFUNAM-Ensenada las facilidades que nos brindan.

EDITORES: Francisco Medina y Silvia Bravo

COMITE EDITORIAL: Juan M. Espíndola Castro, (IGF-UNAM), Luis Delgado, (CICESE), Silvia Bravo (IGF-UNAM), Miguel Lavin, (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 Vázquez y Mara Arroyo

Toda correspondencia dirigirla a: Inst. Geofísica UNAM
At'n.: Francisco Medina
A. Postal 2681, Ensenada, B.C. C.P. 22830
FAX: 91-617-446-03 Tel.: 91-617-446-02

UNION GEOFISICA MEXICANA*

Presidente:	Dr. Enrique Gómez T.	(CICESE)
Vicepresidente:	Dr. Juan M. Espíndola	(IGF-UNAM)
Srio. General:	M.C. Luis Delgado	(CICESE)
Tesorero:	M.C. Francisco Medina	(IGF-UNAM)
Srio. Investigación:	M.C. Luis G. Suárez	(CCA-UNAM)
Srio. Difusión:	Dra. Silvia Bravo	(IGF-UNAM)
Srios Educación:	Dra. Rosa M. Prol.	(IGF-UNAM)
	Dr. Raúl Castro	(CICESE)

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

RESUMENES REUNION 1994

EDITORIAL

La reunión 1994 de la Unión Geofísica Mexicana reúne a mas de 300 especialistas en las diferentes áreas de las Ciencias de la Tierra. Cada año nuestra asociación cuenta con mayor número de participantes en su congreso anual y socios activos. Así también, nuestra asociación ha diversificado y aumentado sus actividades de apoyo al desarrollo académico, científico y tecnológico en México.

Quizá no todos se han dado cuenta, pero a partir de septiembre de 1994, los nuevos programas de Geografía que se imparten en la enseñanza media y media superior en el país, contienen amplio material sobre Ciencias de la Tierra. Esta innovación representa, parcialmente, la respuesta de la SEP a nuestra solicitud por incluir mayor cantidad de temas relacionados con estas ciencias, utilizando material actualizado para la enseñanza media. Así también, estamos integrando un comité para organizar la Primera Olimpiada en Ciencias de la Tierra en México.

Desde luego que a mayor cantidad de actividades, mayor cantidad de participantes en las mismas. Por ello la mesa directiva desea agradecer al gran número de socios que están trabajando activamente en todas ellas. Hugo Delgado y Gerardo Carrasco contribuyeron en la organización del Simposio de Tectónica y Volcanismo Cenozoico en México, Fernando Ortega en el Simposio sobre Fallas Activas de México, Ana Luisa Carreño y Marisol Montellano en la sesión acerca del Cráter Chicxulub, Pedro Zárate y Manuel Aragón en la sesión de Riesgo Geológico y Gerardo Hiriart LeBert, J.M. Quijano y Mario C. Suárez en la sesión de Geotermia.

Agradecemos también a los miembros de la Unión que colaboraron en la organización de la presente reunión: Héctor Romero y José Frez, así como el apoyo secretarial de Guadalupe González, Ana Pereda, Norma Vázquez, María Eugenia García, Martha Elba Barrera y Elena Enríquez.

Para llevar a cabo la presente reunión se contó con el patrocinio del Instituto de Geofísica, UNAM, Coordinación de Investigación Científica de la UNAM, Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada y el Laboratorio del Instituto de Física de la UNAM - Ensenada.

EDITORES

Luis A. Delgado A., Juan García, Francisco Medina, Enrique Gómez y Juan M. Espíndola

DR. JULIAN ADEM CHAIN GANADOR DE LA MEDALLA "MARIANO
BARCENA" VERSION 1994

Cita.- El Dr. Julián Adem Chain, originario del Estado de Veracruz, es el científico mexicano con mayor reconocimiento mundial en el área de Ciencias de la Atmósfera. Desde hace más de 35 años ha trabajado para generar el Modelo Termodinámico del Clima, el cual permite estudiar variaciones climáticas a escala mundial. Este modelo es uno de los que se están usando actualmente para analizar el problema de Cambio Global en diversas partes del mundo.

Su alto nivel académico le ha hecho acreedor de incontables premios científicos, como el Nacional de Ciencias y el Premio Universidad Nacional, entre otros. También es miembro del Colegio Nacional e Investigador Nacional nivel III. El Dr. Adem fue un pionero de la investigación geofísica en México, fue fundador de la Unión Geofísica Mexicana y su primer presidente. La Unión lo reconoce como presidente vitalicio.

La Unión Geofísica Mexicana le otorga en este año la Medalla "Mariano Barcena", como reconocimiento a su labor de maestro emérito por el desarrollo de la Geofísica en México.

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

INSTITUCION	PAIS
BRGM-Orleans-Francia	FRA
CALTECH - Dept. Geol. Sci.	EUA
Centro Int. Invest. Des. Int. Reg. - IPN - Oaxaca	MEX
Centro Ciencias de la Tierra - Univ. Guadalajara	MEX
C.F.E. - Depto Geofisica D.F.	MEX
C.F.E. Zona Pacifico - Guadalajara	MEX
C.F.E. Centro Nuclear Laguna Verde - Veracruz	MEX
Centro C. de la Atmosfera - UNAM	MEX
Centro Univ. Ciencias de la Tierra - Univ. Colima	MEX
Centro Invest. Sismica FJBS	MEX
CENAPRED	MEX
Centro Univ. Invest. Oceanol. - Univ. de Colima	MEX
Centro C. de la Tierra - Univ. Guadalajara	MEX
CICIMAR-COFAA- BDA	MEX
CICESE - Baja California	MEX
CINVESTAV - Merida	MEX
Consejo Estatal Prevencion Desastres - Jalisco	MEX
Dept. Geol. Sci. Queen's University - Ontario	CAN
Dept. Geol. Sci. Univ. Utah	EUA
Dir. Gral. Ocean. Naval - Mex.	MEX
Dept. EUA Geology & Geophys. - Univ. New Orleans	EUA
Dept. Earth Sci. Washington University	EUA
Dept. Geol. - Labal University	CAN
Dept. Geol. - Arizona State University	EUA
Deot. Geologia Univ. Sonora	MEX
DOWA Mining Co.	MEX
Dip. Sci. della Terra - Univ. Milan	ITA
Esc. Sup. Ing. Arq. - IPN	MEX
Esc. Ing. Minas Met. Geol. Univ. Zacatecas	MEX
Fac. Ciencias Basicas Univ. Guadalajara	MEX
Fac. Ing. Civil - Univ. Aut. Puebla	MEX
Fac. Ciencias Forestales - Univ. Aut. Nuevo Leon	MEX
Fac. Fisica - Univ. Veracruz - Jalapa	MEX
Fac. Geografia Univ. Guadalajara	MEX
Fac. Ciencias Fisico Matematicas - Univ. Aut. Puebla	MEX
Fac. Ciencia - Univ. Santiago - Chile	CHL
Fac. Ciencias Marinas - UABC	MEX
Fac. Ingenieria UNAM	MEX
Florida Int. University - Miami	EUA
Fac. Ciencias Marinas Univ. Baja California	MEX
Faculty of Sciences - Tohoku Univ.	JAP
Gerencia Proy. Geoterm. C.F.E. - Morelia	MEX
Geol. Dept. New York State Univ - Buffalo	EUA
Geol. Survey Canada - Vancouver	CAN
Geol. Survey Japan	JAP
Geol. Survey Canada - Ontario	CAN
Hydrometcentre - Rusia	RUS
Inst. Geologia Univ. Aut. San Luis Potosi	MEX
Inst. fuer Meereskunde - Univ. Hamburgo	ALM

Inst. Astronomia - UNAM	MEX
Ind. Minera Indio	MEX
Inst. Int. Vulcanologia Catania - Italia	ITA
Inst. Mexicano del Petroleo	MEX
Inst. Geophysik - Univ. Hamburgo	ALM
Inst. Ingenieria - UABC	MEX
Inst. Ciencias Agricolas - Univ. Guanajuato	MEX
Inst. Geofisica - UNAM	MEX
Inst. Volcanol. Geol. Geochem - Rusia	RUS
Inst. Invest. Mat. Aplicadas y Sistemas UNAM	MEX
Inst. Invest. Electricas C.F.E - Cuernavaca	MEX
Inst. Invest. Metalurgicas Univ. Michoacan	MEX
Inst. Geofis. Astronomia - Cuba	CUB
Inst. Invest. para la Ingenieria A.C. - Guadalajara	MEX
Inst. Ingenieria UNAM	MEX
Inst. Comput. Mat. Acad. Sci. - Rusia	RUS
Inst. Geol. ERNO - Hermosillo Sonora	MEX
Inst. Mex. Tecnol. Agua - Cuernavaca	MEX
Inst. Nicaraguense Estudios Territoriales	NIC
Inst. Invest. Materiales UNAM	MEX
Inst. Invest. Oceanologicas Univ. Aut. Baja California	MEX
Inst. Nal. Invest. Nucleares	MEX
Inst. Physique Globe	FRA
Inst. Nacional de Pediatria	MEX
Inst. Ciencias Mar y Limnol. - UNAM	MEX
Inst. Geografia UNAM	MEX
Inst. Geodynamique INSU-CNRS-UNSA	FRA
Inst. Tecnol. Est. Sup. - Monterrey	MEX
Inst. Inv. C. de la Tierra - Univ. Edo. Hidalgo	MEX
INEGI	MEX
IFREMER	
Jet Propulsion Lab. - Caltech	EUA
Lab. Tectonique Univ. P. & M. Curie	FRA
Lab Hydrogeologie USTL-CNRS	FRA
Lab. Tectonique URA-CNRS	FRA
Lab. Geomagnetisme CNRS - Univ. Paris VI	FRA
Naval Research Lab. - USA	EUA
National Ocean. & Atmosph. Admin.	EUA
PEMEX - Exploracion	MEX
Polar Geophys. Inst - Rusia	RUS
Scripps Inst. Oceanography UCSD	EUA
Smithsonian Institution - Washington	EUA
School Ocean Sci. - Univ. Wales	GBR
School Earth & Ocean Sci. - Univ. Victoria	CAN
Univ. Guatemala	GUA
Univ. Michoacana S,N,H, - Morelia	MEX
Univ. Alberta	CAN
Univ. Aut. Baja California Sur	MEX
Univ. Colorado - Boulder	EUA
UPIICSA - IPN - Oaxaca	MEX
Univ. Utrech - Holanda	HOL
Univ. Guanajuato	MEX
Univ. Paris -Sud URA-CNRS - Orsay	FRA
Uni. Hawaii	EUA

ÍNDICE DE TEMAS

Debido a múltiples causas el presente índice de temas contiene errores. Hay trabajos que se encuentran en capítulos que no les corresponden, rogamos tomarlo en cuenta.

	Página
Oceanografía Física.....	1
Cráter Chicxulub.....	11
Geoquímica.....	15
Riesgo Geológico.....	17
Geotermia.....	26
Tectónica.....	38
Ciencias de la Atmósfera y Estudios Espaciales.....	42
Exploración Geofísica.....	54
Tectónica y Volcanismo.....	69
Sismología.....	101

16:00 - 20:00 HORAS

8:30 - 13:00 HORAS

UNION GEOFISICA MEXICANA REUNION 1994
PROGRAMA GENERAL

LUNES 7			MARTES 8			MIÉRCOLES 9			JUEVES 10			VIERNES 11		
A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
SIMPOSIO TECTONICA Y VOLCANISMO DEL CENOZOICO			SIMPOSIO TECTONICA Y VOLCANISMO DEL CENOZOICO			CRATER CHICXULUB			EXPLORACION GEOFISICA I			PETROLOGIA - TECTONICA		
OCEANOGRAFIA FISICA II			CIENCIAS DE LA ATMOSFERA I			CIENCIAS DE LA ATMOSFERA III			GEOMORFOLOGIA METALURGIA VOLCANISMO Y OTRO					
RIESGO GEOLOGICO			GEOTERMIA I			SISMOLOGIA I			SISMOLOGIA II			SISMOLOGIA III		
SIMPOSIO TECTONICA Y VOLCANISMO DEL CENOZOICO														
CIENCIAS DE LA ATMOSFERA II														
GEOTERMIA II														
ASAMBLEA														
CENA														

ACERCA DE UN METODO DE DETERMINAR
LA VELOCIDAD ORBITAL DE LAS ONDAS INTERNAS
DE CORTO PERIODO DE GRAN AMPLITUD

A. Filonov

Depto. de Física, Div. de Ciencias. Básica
Universidad de Guadalajara
A.P. 4.079 C.P. 44221

La ondas internas de corto periodo y de gran amplitud frecuentemente se generan bajo la desintegración no lineal de la marea ascendente interna en la plataforma continental o sobre elevaciones del fondo en mar abierto. Ellas se propagan en forma de grupos (paquetes) de olas y se manifiestan bien en la superficie en forma de franjas alternadas de superficie rizada y lisa, las cuales generalmente son registradas desde el espacio, aviones y radares de embarcaciones. En este trabajo se expone un método de determinación del componente horizontal de la velocidad orbital de esas ondas con ayuda de la corredera de la embarcación (medidor de velocidad del barco). La esencia del método consiste en que el barco, el cual va con una velocidad constante perpendicular al frente del paquete de ondas (por ejemplo, en dirección de su propagación), a causa del autotraslado en las olas, va a aumentar su velocidad con respecto a la tierra cuando se encuentre sobre las crestas y a disminuir cuando se encuentre sobre sus valles. Sin embargo, su velocidad total no será la simple suma de las velocidades respecto al agua y a las corrientes orbitales, ya que la embarcación posee una masa significativa y se deja llevar por las corrientes no instantáneamente, sino con un desplazamiento por fase, esto es, con cierta inercia. Por consecuencia, si las propiedades inerciales de la embarcación son conocidas, entonces, midiendo la oscilación de la velocidad de la corredera del barco (o cualquier otro medidor de velocidad), se puede determinar la amplitud de la velocidad orbital y los periodos de las ondas internas observadas.

El método por primera vez fue utilizado para la medición de las velocidades orbitales durante las mediciones de la expedición desde la borda del buque de investigación científica "Académico N. Andreev" en el Océano Indico en la región de los bancos de Nazaret y Saia-de Maria, donde las ondas internas de periodo corto alcanzaron amplitudes de 50-80 m, tuvieron longitudes de cerca de 1000 m periodos de 15-20 min. y componentes horizontales de las velocidades orbitales hasta de 1 nudo. En la ponencia se discuten los resultados de las mediciones "In Situ" y se analizan las posibilidades de utilización del método para la determinación de las velocidades orbitales en ondas de diferentes perfiles.

ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE GENERACION
DE LAS ONDAS INTERNAS DE MAREA
ASCENDENTE EN LA PLATAFORMA CONTINENTAL
DE LA COSTA OCCIDENTAL DE MEXICO

A. Filonov, C. Monzón, I. Tereschchenko
Depto. de Física, División de Ciencias Básicas
Universidad de Guadalajara
A.P. 4-079 C.P. 44421

Es conocido que la generación más intensa de marea interna ascendente en el océano, se lleva a cabo sobre el talud continental adyacente a la plataforma y varía significativamente de lugar en lugar, en dependencia de la inclinación del fondo α y de la estratificación de la densidad del agua, la cual determina la pendiente γ de la trayectoria del flujo de energía de la marea ascendente interior: $\alpha = dz / dx = \pm \{ (w^2 - f^2) / N^2(z) - w^2 \}^{1/2}$ donde w, f y $N(z)$, son la frecuencia de la marea, inercial y de Brunt-Väisälä; z y x son las coordenadas espaciales (perpendicularmente a la plataforma continental) vertical y horizontal (Bains, 1982). En el trabajo se presentan resultados del estudio de las condiciones de generación de ondas internas semidiurnas en la plataforma continental de Jalisco, en dependencia de la energía de la marea barotrópica, de la pendiente del fondo y de la distribución espacio-temporal de la frecuencia de flotabilidad. Se muestra que en la región investigada casi siempre se cumple la condición $\alpha / \gamma < 1$, esto es, se tienen buenas condiciones para la generación y propagación de las ondas internas de marea ascendente en la plataforma continental con dirección a la costa con su subsecuente transformación y transmisión de energía a las oscilaciones de mas altas frecuencias (Graig, 1987). Por datos del modelo numérico de las ondas internas lineales, se calcula la correlación de dispersión, la longitud y velocidad de fase de las posibles ondas semidiurnas y de periodo corto.

ACERCA DE LA ESTRUCTURA TERMICA
SUPERFICIAL EN UNA REGION DEL ORIENTE
DEL PACIFICO CENTRAL MEXICANO

Monzón César O.
Depto. de Física, Div. de Ciencias Básicas
Universidad de Guadalajara
A.P. 4.079 C.P. 4421

Se obtienen características de la estructura térmica de la capa superior de 200m para una región cercana a la costa del pacífico oriental tropical mexicano. Los datos fueron obtenidos durante 3 cruceros oceanográficos

para el verano, otoño 1990 y primavera a bordo del buque oceanográfico "Altair" de la Secretaría de Marina de México. En el trabajo se presentan transectos verticales de temperatura (en donde es notoria la variabilidad de la capa isotérmica superficial) y se analiza la capa de la termoclina principal. Debido a que el contenido de calor es un indicador acerca de la estructura térmica en el océano, aquí se calcula para toda la capa de 0 a 200 m. Así como para cada nivel estándar de medición.

020.OF.04

ALGUNOS ASPECTOS DE MODELACION HIDRODINAMICA NUMERICA TRIDIMENSIONAL DE LA BAHIA DE MANZANILLO

Marco A. Galicia Pérez

Centro Universitario
de Investigaciones Oceanológicas
Universidad de Colima
A.P. No. 275, 28200, Manzanillo, Col.

Se aplicó un modelo hidrodinámico numérico de tipo barotrópico tridimensional semi-implícito, resuelto bajo el esquema de diferencias finitas en la Bahía de Manzanillo, Colima. Se utilizaron dos mallas espaciales de diferentes tamaño, de 500 x 500 m y 250 x 250 m, así como, una y tres fronteras abiertas. En la malla vertical se escogieron 8 capas: 0-10 m, 10-20 m, 20-30 m, 30-40 m, 40-50 m, 50-60 m, 60-70 m, y de 70-86 m. El modelo permitió estudiar la circulación marina inducida por:

1) la acción de la fuerza del viento aislado, con una magnitud de 15 m/s, uniforme en toda la bahía. Las simulaciones fueron efectuadas, hasta alcanzar el estado estacionario, para cuatro direcciones diferentes del viento, soplando en forma longitudinal y transversal a la bahía; 2) la propagación de la componente de marea M^2 , así como, la propagación de una marea hipotética de período idéntico al de la componente M^2 ; 3) el efecto superpuesto de la marea y el viento con una velocidad de 15 m/s

024.OF.05

SOBRE LA MODELACION DE LA MAREA S_2 EN EL OCEANO MUNDIAL

Juan Gaviño y Dirk Gawunder
Centro de Investigaciones Oceanológicas
Univ. de Colima
Institut fuer Meereskunde der Univesitaet Hamburg

La modelación numérica clásica de la componente de marea S_2 en el océano mundial muestra que los patrones hidrodinámicos del pacífico son muy sensibles a aspectos

de parametrización de la fricción en los modelos, por lo que se necesitan técnicas de asimilación de datos para obtener buena concordancia con las observaciones. Se presentan algunos resultados que se obtienen con estas técnicas y se da una interpretación en términos de modos de resonancia del océano mundial.

042.OF.06

LA INTERACCION DE MOVIMIENTO DE DIFERENTES ESCALAS EN LA BOCA DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Armando Trasviña Castro
CICESE, Oceanografía Física
Km. 107 Carr. Tijuana-Ensenada,
A.P. 2732, Ensenada, 22800, B.C.

En este trabajo se muestra el impacto de las estructuras de mesoescala en la dinámica superficial de un océano tropical. La Boca del Golfo de California ilustra el caso de un océano donde la influencia de fenómenos estacionales intensos, como los eventos de surgencia de la costa occidental de Baja California, no son importantes por lo tanto es conveniente entender la interacción entre escalas de movimiento tan dispares como los remolinos de mesoescala, cuya vida media es inferior a un mes y los sistemas de corrientes de gran escala cuya variabilidad es, típicamente, estacional. De la base histórica de datos de satélite se calculó una "climatología" que intenta reproducir la variabilidad estacional de la temperatura en la capa superficial de la Boca del Golfo de California y la cual refleja, entre otras cosas, la variabilidad estacional de los sistemas de corrientes. Una secuencia de la desviación estándar mensual de la temperatura revela regiones de alta variabilidad, de manera consistente con la existencia de actividad de mesoescala en escalas de tiempo muy inferior a la estacional. En las zonas donde la variabilidad es persistente a través del año el ciclo estacional de temperatura es modificado de manera importante. Las imágenes instantáneas de satélite revelan como origen de esta variabilidad a frentes y remolinos de corta duración, los cuales son característicos de esta región transicional del Pacífico Tropical Mexicano la mayor parte del año. Algunos perfiles de temperatura y salinidad ilustran su efecto en la estructura de la capa superficial.

062.OF.07

MONITOREO DE LA CONTAMINACION MARINA EN LA BAHIA DE TODS SANTOS B.C

Guillermo Mariano Martínez García
Secretaría de Marina- D.G.O.N

Con el propósito de evaluar la contaminación provocada por el vertimiento de materia orgánica en la bahía de Todos Santos, B.C., se efectuaron muestreos mensuales durante el año de 1993 y el primer semestre de 1994. Las variables analizadas fueron la temperatura "in situ", el oxígeno disuelto, la demanda bioquímica de oxígeno y las bacterias coliformes fecales. Los métodos de análisis fueron los recomendados por la American Public Health Association (A.P.H.A., 1975). La distribución espacial y temporal de los valores obtenidos, indicó un alto nivel de contaminación en la zona adyacente a la localidad donde son descargadas las aguas residuales al mar, con una tendencia hacia la disminución conforme se aleja de este punto.

El mayor grado de contaminación se encontró en la descarga industrial, que superó en varios órdenes de magnitud los límites ambientales permitidos por la legislación ambiental mexicana. La planta de tratamiento de aguas negras de la ciudad presentó fluctuaciones en el acondicionamiento de éstas, notándose una disminución en la eficiencia a través del año.

Se concluye que la contaminación es una condición constante en la bahía y que mantiene afectada una zona restringida a 2 kilómetros cuadrados aproximadamente.

084.OF.08

REGISTRO DE CORRIENTES EN LA BOCA DE
BAHIA CONCEPCION, B.C.S.
MEXICO, DURANTE FEBRERO DE 1994

M.C. Maclovio Obeso Nieblas
COFAA-BDA-CICIMAR
M.C. Angel R. Jiménez I.
COFAA-BDA-CICIMAR

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas IPN

En febrero 22-25 de 1994 se colocaron cuatro corrientómetros en dos arreglos en la boca de Bahía Concepción, B.C.S., en cada arreglo se instalaron dos corrientómetros. El primer arreglo se colocó en la costa oeste de la Bahía frente Tiburones con corrientómetros a 8 y 16 metros de profundidad. El segundo arreglo se colocó en la costa este de la Bahía frente a Punta San Domingo con corrientómetros a 11 y 22 metros de profundidad. De los datos registrados en el arreglo colocado en la costa oeste de la Bahía se puede observar un comportamiento de canal con flujo y reflujo bien definidos, la magnitud del reflujo es mayor en los dos niveles, sin embargo se puede apreciar que la magnitud de las corrientes del instrumento colocado a 8 metros de profundidad es menor a la del corrientómetro colocado a 16 metros de profundidad. Esto se puede explicar por

el efecto del viento que soplaba del noroeste durante el registro. En el arreglo colocado en la costa este de la Bahía se observa también un comportamiento de canal con flujo y reflujo bien marcados, pero en estos registros se puede apreciar una diferencia en las magnitudes de las corrientes: en el corrientómetro que se colocó a 11 metros de profundidad el flujo es un poco mayor que el reflujo, esto se puede deber al efecto del viento, que durante este período soplaba del noroeste. En el corrientómetro que se colocó a 22 metros de profundidad el reflujo fue mayor durante este intervalo de tiempo. De los registros se observó que las corrientes fueron mayores en el canal de la costa oeste de la boca de la Bahía y el factor predominante en la dinámica de esta parte de la Bahía durante este muestreo fue la marea, como se puede observar en los datos del flujo y el reflujo.

085.OF.09

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

Angel R. Jiménez Illéscas

Maclovio Obeso Nieblas
COFAA-BDA

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas
CICIMAR-IPN

Se simularon las corrientes producidas por marea y viento reinante en el complejo lagunar Topolobampo-Ohuira, por medio de un modelo barotrópico bidimensional integrado en diferencias finitas, programado en FORTRAN, desarrollado en CICIMAR y ejecutado vía satélite a través de la REDIPN en la supercomputadora IBM 9021 del IPN, en Zacatenco, México, D.F. A partir del portulano y cartas náuticas anteriores al dragado, se digitalizó la batimetría para simular las condiciones previas y con información del diseño del canal se construyó la segunda malla de integración. Los resultados de corrientes se obtienen a partir de dos matrices de componentes ($U(i,j)$, $V(i,j)$) y se grafican con programas en POWER BASIC elaborados ex-profeso por el autor. La intensidad de las corrientes disminuyó con el dragado, lo que disminuye la capacidad de autdragado y disminuye un poco la estabilidad del sistema y aunque el canal se mantiene profundo, el prisma de marea se mantiene constante. La sección transversal de la bocana se conservó por medio de un crecimiento de los bajos cercanos a las puntas. Las corrientes más intensas en ambos casos se observan frente al Puerto de Topolobampo, en los estrechamientos del canal, las cuales disminuyen de intensidad gradualmente y en forma de abanico al entrar a la Bahía Ohuira, sin embargo, es interesante hacer notar que frente a los muelles, las velocidades de las corrientes de

marea son muy intensas. Las corrientes medidas para calibrar el modelo fueron registradas con un corrientómetro Inter Ocean S4 frente al muelle de PEMEX antes del dragado y coinciden con las corrientes simuladas. El máximo en corrientes de sicigia alcanza 1.5 m/s. Se recomienda no disminuir el prisma de mareas en la laguna Ohuira para mantener la estabilidad del sistema y evitar en lo posible derrames de hidrocarburos y de contaminantes en la zona de muelles y canales, ya que las corrientes de marea pueden ocasionar una gran dispersión de los contaminantes y afectar a un gran porcentaje del sistema lagunar.

203.OF.11

LA INTERACCION DE MOVIMIENTO DE DIFERENTES ESCALAS EN LA BOCA DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Armando Trasviña Castro
CICESE, Oceanografía Física Km. 107
Carr. Tijuana-Ensenada A.P. 2732
Ensenada, B.C.

En este trabajo se muestra el impacto de las estructuras de mesoescala en la dinámica superficial de un océano tropical. La Boca del Golfo de California ilustra el caso de un océano donde la influencia de fenómenos estacionales intensos, como los eventos de surgencia de la costa occidental de Baja California, no son importantes por lo tanto es conveniente entender la interacción entre escalas de movimiento tan dispares como los remolinos de mesoescala, cuya vida media es inferior a un mes y los sistemas de corrientes de gran escala cuya variabilidad es, típicamente, estacional. De la base histórica de datos de satélite se calculó una "climatología" que intenta reproducir la variabilidad estacional de la temperatura en la capa superficial de la Boca del Golfo de California y la cual refleja, entre otras cosas, la variabilidad estacional de los sistemas de corrientes. Una secuencia de la desviación estándar mensual de la temperatura revela regiones de alta variabilidad, de manera consistente con la existencia de actividad de mesoescala en escalas de tiempo muy inferior a la estacional. En las zonas donde la variabilidad es persistente a través del año el ciclo estacional de temperatura es modificado de manera importante. Las imágenes instantáneas de satélite revelan como origen de esta variabilidad a frentes y remolinos de corta duración, los cuales son característicos de esta región transicional del Pacífico Tropical Mexicano la mayor parte del año. Algunos perfiles de temperatura y salinidad ilustran su efecto en la estructura de la capa superficial.

204.OF.12

UNICIDAD DE SOLUCIONES Y LEYES DE CONSERVACION EN EL MODELO CUASI-GEOSTROFICO

Federico Graef
CICESE
y
Peter Muller
University of Hawaii

Se estudian las condiciones que garantizan unicidad en las soluciones del modelo cuasi-geostrófico (CG) barotrópico con superficie libre, y cuál es la relación entre estas condiciones y las leyes de conservación de masa, vorticidad y energía. Se investiga unicidad y leyes de conservación en una cuenca cerrada sin islas, que es un dominio simplemente conexo, y una cuenca cerrada con una isla, que es un dominio doblemente conexo. Un canal periódico puede ser visto como una región anular, representando un área con una isla.

Para el dominio doblemente conexo se encuentra un modelo distinto al encontrado por McWilliams (1977). El modelo es consistente y sus soluciones satisfacen las leyes de conservación. En ambos modelos se cumple la condición de flujo normal cero en la costa exterior e interior (isla). Las condiciones adicionales a la de flujo normal cero en las costas en nuestro modelo son: i) la suma de las (dos) circulaciones en ambas costas es independiente del tiempo, y ii) el valor de la función corriente CG es el mismo en ambas costas, lo que físicamente significa que el transporte neto de masa alrededor de la isla es nulo. En el modelo de McWilliams (1977), las condiciones adicionales son que la circulación en cada una de las costas sea independiente del tiempo.

Referencia:

McWilliam, J.C., 1977: A note on a consistent quasigeostrophic model in a multiply connected domain. Dyn. Atmos. Oceans, 1, 427-441.

205.OF.13

SENSIBILIDAD DEL MODELO WAM A LA VARIABILIDAD DEL VIENTO

Sonia Ponce de León Alvarez y
Francisco J. Ocampo Torres.
CICESE, Km. 107, Carr. Tijuana-Ensenada
Ensenada, B.C. México

Se analiza cualitativamente la sensibilidad del modelo WAM ante la variabilidad del viento mediante el estudio de espectros direccionales, obtenidos como resultado de una simulación donde el intervalo de tiempo de suministro del viento (Δt) al modelo es $\Delta t = 5$ min., y se comparan con los resultados de otra simulación con

$Dt = 6$ hrs. Los resultados de las simulaciones muestran que con campos de viento de menor variabilidad y al aumentar el Dt los espectros direccionales de oleaje se modifican mediante la reducción de la estructura direccional y la ausencia de picos secundarios de magnitudes similares al principal. Se analiza un ejercicio numérico en el que se cuantifica el ruido impuesto a los campos de viento y se establece que el caso con variabilidad porcentual de 50% si afecta al campo promedio de las alturas significantes. Se demuestra que cierta variabilidad espacial implícita en los campos de viento sintéticos se refleja en la variabilidad espacial del campo de oleaje.

206.OF.14

LA AUTO-INTERACCION ALINEAL DE UN MODO NORMAL DE ROSSBY EN UN OCEANO RECTANGULAR

Serrano Hernández David, Graef Ziehl Federico
y Parés Sierra Alejandro
CICESE, Carr. Tijuana-Ensenada, Km. 107, C.P.22860
Ensenada, B.C.

Se estudia la auto-interacción de un modo normal de Rossby en una cuenca rectangular por medio de un modelo analítico y uno numérico. La auto-interacción a primer orden produce un forzamiento transitorio con el doble de la frecuencia del modo y un forzamiento estacionario. el forzamiento estacionario tiene como respuesta la presencia de dos giros: uno anticiclónico en la parte norte de la cuenca y el otro ciclónico en la parte sur. La respuesta directa al forzamiento transitorio no satisface la condición a la frontera de flujo normal en las paredes meridionales. El fluido se ajusta generando ondas de Rossby, de tal forma que la suma de la función corriente de estas ondas (solución homogénea) y al función corriente forzada resulte nula en las paredes. Entre las componentes de la solución perturbativa a primer orden, la que tiene mayor importancia es la solución estacionaria. Los términos advectivos juegan un papel decisivo en la circulación de la cuenca si ésta es relativamente pequeña; por el contrario, para cuencas grandes los términos alineales tienen poco peso. En los resultados del modelo numérico se aprecia un desfase en la función corriente respecto a la solución analítica, presumiblemente por el efecto de la discretización en el modelo numérico. La solución numérica alineal difiere apreciablemente de la solución analítica a primer orden conforme la amplitud de la condición inicial se incrementa, indicándonos que la solución analítica es válida para números de β -Rossby pequeños.

207.OF.15

EL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA CON ALTA DESCARGA DEL RIO COLORADO M.F. Lavín, y Salvador Sánchez CICESE, Carr. Tijuana-Ensenada C.P. 22800, Ensenada, B.C. México

Con la destrucción de presas en los EEUU, 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 desconocido. Durante los eventos de El Niño mas recientes, se ha observado un gran incremento en la cantidad de lluvia en California y Baja California. La captación de la cuenca del río Colorado en invierno 92-93 fue la más grande en los últimos 200 años, y las presas en los EEUU 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 1993, durante la cual se observaron condiciones estuarinas, extendiéndose casi hasta la línea San Felipe-Puerto Peñasco, principalmente en la costa de Baja California.

208.OF.16

VARIABILIDAD ESPACIAL DE LA SURGENCIA EN LA ZONA ADYACENTE A BAHIA SEBASTIAN VIZCAINO, BAJA CALIFORNIA.

Maria Luisa Argote y Alberto Amador
Depto. de Oceanografía Física-CICESE
Km. 107 Carr. Tijuana-Ensenada
Ensenada, B.C.

En este trabajo se analiza la variación espacial de la surgencia en la zona adyacente a Bahía Sebastián Vizcaino, a partir de imágenes infrarojas de satélite observaciones hidrográficas, de corrientes y de parámetros meteorológicos, obtenidas en septiembre de 1992. La presencia de una pluma de agua de baja temperatura la cual se proyecta de Punta Canoas hacia el sur, a lo largo del borde de la plataforma continental, pone de manifiesto la marcada intensificación de las surgencias en esta zona. En contraste frente a la costa oeste de Punta Eugenia, la cual presenta la misma orientación que la costa de Punta Canoas, no hubo indicaciones de surgencia. Se establece que el efecto combinado de la variación de la orientación media de la costa y la presencia de marcados gradientes espaciales en el campo de viento son los responsables de la variabilidad en la respuesta de los campos hidrográficos.

209.OF.17

ESTELA DE VON KARMAN EN LAS ISLAS
SAN BENITO B.C.,
DETECTADA POR MEDIO DE IMAGENES
DE SATELITE

Alberto Amador, Ma. Luisa Argote y Manuel Figueroa
CICESE-Km 107 Carr.Tijuana-Ensenada
Ensenada, B.C.

Se observa por medio de imágenes de satélite, la presencia de una estela que concuerda con la estructura de una estela de von Kármán. Esta se proyecta hacia el sur este de las islas San Benito localizadas a 50 km al oeste de Bahía Sebastián Vizcaino. Esta estela tiene una longitud de 75 km. en la superficie, y en la zona cercana a las islas se puede detectar la presencia de varios giros ciclónicos. A partir de las imágenes y de datos locales, se estimó que la longitud de la onda generada por las islas es de 3.5 km, el período de 5.4 hs y la velocidad de la estela de 18cm/s. Los resultados de este trabajo concuerdan con los obtenidos en experimentos de laboratorio y la comparación con otras zonas del océano y la atmósfera donde se han detectado este tipo de fenómenos nos presenta parámetros similares.

210.OF.18

HIDROGRAFIA DE LA BAHIA
DE TODOS SANTOS, B.C.

J. M. Robles¹, J. García¹, C.F. Flores¹ y O.E. Delgado²
¹CICESE y

² Instituto de Investigaciones Oceanológicas UABC
Ensenada, B.C.

Se presentan observaciones hidrográficas realizadas durante invierno y verano de 1994 en la bahía de Todos Santos, B.C., y sobre el talúd continental frente a la bahía. Durante invierno la temperatura superficial fué de ~16°C y la estratificación fué débil. En verano la temperatura superficial aumenta hasta ~22°C y se observa un aumento en la estratificación. Tales rasgos están asociados al calentamiento superficial estacional y a la mezcla vertical, siendo esta última más fuerte en invierno cuando los vientos dominantes del noroeste son más fuertes y persistentes. Las observaciones son consistentes con el ingreso tanto de aguas de origen subpolar como de origen ecuatorial. Las primeras son aguas superficiales frías y de baja salinidad acarreadas al sur por la corriente de California durante invierno o verano. Las segundas son más tibias y salinas y se encuentran asociadas con el flujo hacia el norte de la subcorriente de California, que tiene su núcleo a ~200 m de profundidad. Ingresan a la bahía por el cañón de Punta Banda (~400 m). La intrusión de agua ecuatorial

puede implicar un aporte importante de nutrientes vegetales y contribuir así a la productividad biológica de la Bahía.

211.OF.19

COMPUTACION PARALELA EN EL MODELADO
DE LA GENERACION DE FRENTEROS COSTEROS

José Gómez-Valdés
CICESE,
A.P. 2732, Ensenada, B.C.

Frentes agudos y robustos separan diferentes masas de agua en el océano costero para determinar el intercambio de material en suspensión en la columna de agua, i.e. larvas de peces, entre la plataforma y el talúd continentales, se requiere entender la circulación a través de los frentes. Wang (JMR, 51, 497-513, 1993), encontró que, en un canal periódico de 60 km de largo, 80 km de ancho y 200m. de profundidad, la zona frontal está caracterizada por una alta vorticidad ciclónica y una intensa succión (50-100 m / día) de aguas superficiales. En este estudio discutimos la simulación numérica de la generación de frentes costeros en la computadora paralela Intel Paragon de 400 procesadores para un canal con fronteras abiertas de 600 km. de largo, 80 km de ancho y 200 m de profundidad, del modelo tridimensional de las ecuaciones primitivas de Wang (JMR, 51, 497-513, 1993). La salida del modelo se compara con las observaciones del programa de la Zona de Transición Costera (CTZ, por sus siglas en inglés) frente a California.

213.OF.20

SOLUCIONES EXACTAS DE REMOLINOS
ELIPTICOS INHOMOGÉNEOS Y EVIDENCIA
NUMERICA SOBRE SUS
PROPIEDADES DE ESTABILIDAD

José Ochoa, Edgar Pavía y Julio Sheinbaum
CICESE, A.P. 2732, Ensenada, B.C., México

En los últimos años se han desarrollado modelos hidrostáticos de capas inhomogéneas en densidad. Para el caso más burdo de estos y en la situación de una sola capa activa, es posible construir soluciones inhomogéneas a partir de soluciones exactas homogéneas que sean de flujo no divergente. Esta generalización permite, con sencillas modificaciones, utilizar la herramienta numérica del caso homogéneo. Se observa en comparación con el caso homogéneo hay más posibilidades de inestabilidad. Se muestran ejemplos de remolinos homogéneos estables que con ligera inhomogeneidad son inestables.

INTERACCIONES FISICO-BIOLOGICO EN LA CORRIENTE DE CALIFORNIA

Alejandro Parés Sierra
CICESE, A.P. 2732, Ensenada, B.C. México

Se investigan en el sistema de la corriente algunas de las interacciones físico-biológicas de la Corriente de California. Para este fin se acopló a un modelo de circulación oceánica uno de dinámica poblacional. El modelo de la circulación es capaz de reproducir en forma estadística las principales características físicas y termodinámicas del sistema (circulación medias zonas de surgencias, giros, etc.) y sus variaciones temporales. El modelo biológico implementa y acopla al de circulación la ecuación de difusión-advección-reacción con estructura de edades. El acoplamiento se hace a través de los mecanismos de advección y difusión. Se analizan la co-ocurrencia de áreas de baja energía cinética en el modelo de circulación y áreas de alta densidad de algunas poblaciones de pelágicos menores (ej. al Sur de Punta Concepción y al Norte de Punta Eugenia). Se reportan resultados preliminares.

215.OF.22

SOBRE LA ESTABILIDAD DEL GRADIENTE TERMICO Y BIOGEOQUIMICO EN EL PACIFICO ECUATORIAL EN UN PLANETA MAS FRIO: UN EJEMPLO DE LA ULTIMA GLACIACION

Juan Carlos Herguera
CICESE. División de Oceanología
Ensenada, B.C. México

La reconstrucción de la variabilidad biogeoquímica y térmica del Pacífico ecuatorial contiene claves importantes para entender la importancia de algunos de los procesos causales y de retroalimentación para el sistema climático. Uno de los mecanismos más controvertidos para entender el ciclo global del carbono es la importancia de la bomba biológica en el océano ecuatorial, cuya función primordial consiste en la capacitación de carbono de origen atmosférico u oceánico y su exportación al océano profundo. La eficiencia de esta bomba como secuestradora de carbono a lo largo del tiempo puede ayudarnos a entender el papel que esta importante región oceánica tiene para el ciclo de carbono y sus implicaciones para el sistema climático. Entender cuáles son los controles de su variabilidad durante períodos más fríos y/o más cálidos que el actual nos pueden ayudar a un mejor entendimiento de su importancia para el sistema climático, lo que a su vez contribuiría aún más mejor pronóstico de la posible respuesta de esta región ante

un anticipado calentamiento global. La productividad biológica en el océano superficial está controlada por los nutrientes y la luz. Parte de esta producción se recicla y otra parte se escapa al océano profundo. Este carbono orgánico que se transfiere al océano profundo se le ha denominado producción nueva, concepto que implica una inyección equivalente de nutrientes a la zona fótica, o también con el concepto análogo de producción exportada que se refiere al carbono que escapa de la capa de mezcla superficial. Tradicionalmente se han utilizado la acumulación de materia orgánica y/o el ópalo biogénico como índices de la paleocoproductividad oceánica, sin embargo ambos métodos tienen importantes limitaciones y problemas para este tipo de reconstrucción. Nosotros sugerimos la utilización de un índice adicional, la acumulación de foraminíferos béticos en los sedimentos, quienes muestran una estrecha relación con el flujo de materia orgánica al fondo oceánico. En esta presentación mostraremos una nueva calibración con la adición de muestras del océano Atlántico y extenderemos la reconstrucción de la paleoproductividad oceánica a lo largo del Pacífico ecuatorial con el objetivo de reconstruir el gradiente biogeoquímico de esta región, y de probar su estabilidad durante períodos climáticos más fríos que el actual como es el último período Glacial, hace 18 mil años.

216.OF.23

CAMPOS SINOPTICOS DE CORRIENTES EN DOS FRENTE DE MAREA INFERIDOS A PARTIR DE MEDICIONES CON PERFILADOR ACUSTICO DE CORRIENTES (ADCP)

Reginaldo Durazo
Universidad Autónoma de Baja California
Fac. de Ciencias Marinas
A.P. 453, Ensenada, B.C.

Se usan mediciones cuasi-sinópticas de corrientes, obtenidas mediante un perfilador acústico de 150kHz, para obtener el campo espacial de las corrientes de marea (M_2 y K_1) y de los flujos residuales en dos zonas de frentes de marea, una en el Mar del Norte y otra en el Mar de Irlanda. Se obtuvieron perfiles verticales de corrientes espaciados en tiempo y espacio. Cada perfil individual fue promediado verticalmente y se efectuó una expansión polinomial de las corrientes promediadas. La expansión permite la inclusión de la variación tanto espacial como temporal de las corrientes (Candela et al., 1992, JGR, 97, 769-788). Para cada región de muestreo se obtuvo la magnitud y fase de la corriente de las componentes M_2 y K_1 , así como una estimación de los flujos residuales. En el primer caso las elipses de marea fueron comparadas con resultados de modelos numéricos barotrópicos. Se encontró que la expansión

con funciones polinomiales reproduce adecuadamente las características de las corrientes. En el segundo caso, los flujos residuales fueron comparados con ediciones Lagrangianas y Eulerianas de corrientes, así como el campo geotrópico de corrientes. Los flujos residuales obtenidos por la expansión con funciones polinomiales, mostraron consistencia con las mediciones realizadas con boyas de deriva y correntímetros, así como con las derivaciones geostroficas en el sentido de que mostraron importancia de la circulación baroclínica asociada a los frentes. En el frente térmico del Mar del Norte se logró reproducir la existencia de una corriente de chorro paralela al frente. En el frente térmico del Mar de Irlanda, los flujos residuales confirmaron la existencia de un giro ciclónico alrededor de un domo profundo de agua de mayor densidad.

217.OF.24

RECONSTRUCCION DEL CAMPO DE TEMPERATURA MEDIANTE DATOS DE TOMOGRAFIA ACUSTICA Y DATOS PUNTUALES USANDO ASIMILACIÓN VARIACIONAL UN ESTUDIO COMPARATIVO

Julio Sheinbaum
Departamento de Oceanografía Física, CICESE
A.P. 2732, Ensenada, B.C. México

La tomografía acústica proporciona datos que pueden considerarse como una medida promedio del "contenido de calor" del océano. Estos datos, pero se, son extremadamente valiosos; sin embargo, sigue siendo motivo de discusión si la tomografía acústica puede ser tan útil como datos locales del campo mismo para la reconstrucción global del campo de temperatura. Se utiliza un modelo de advección-difusión para generar datos sintéticos de tomografía acústica y datos puntuales de temperatura los cuales son asimilados por el modelo. Para simular más adecuadamente un problema real, el modelo que genera los datos no es exactamente compatible con el modelo que los asimila. Dos métodos de asimilación cuatridimensional son utilizados para la asimilación: uno basado en la llamada ecuación adjunta y el otro secuencial. Los resultados muestran que la tomografía acústica puede ser tan buena, e inclusive preferible, a datos puntuales para la reconstrucción del campo particularmente en el caso en que existen inconsistencias entre modelo y observaciones.

219.OF.25

CALCULO ANALITICO DEL FLUJO TRIDIMENSIONAL DE MAREAS EN CUENCAS SEMI-CERRADAS

Noel Carbajal
Institute for Marine

and Atmospheric Research Utrecht
Utrecht Univ. P.O. Box. 80005
3508 TA Utrecht, Holanda

El flujo tridimensional de mareas en una cuenca rectangular de fondo plano, semi-cerrado y homogénea fue calculado analíticamente. El método de solución consiste en combinar las teorías desarrolladas separadamente para flujos horizontales y verticales. La amplitud y fase de la elevación del mar fue calculada. Así mismo, información fue obtenida sobre la estructura horizontal y vertical de la amplitud y fase del vector velocidad, elípticidad, eje mayor de la elipse e inclinación de la elipse. Las diferencias del valor de algunos parámetros entre la superficie y el fondo también fueron calculadas. Aplicaciones fueron hechas al Mar del Norte, Canal de la Mancha y Mar Adriático.

294.OF.30

DESCRIPCION DE LA CAPA MEZCLADA SUPERFICIAL EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

Margarita Martínez Sepúlveda
y M. F. Lavín
Depto. de Oceanografía Física-CICESE
Km. 107 Carr. Tijuana-Ensenada

Se hace una descripción de la profundidad de la capa mezclada superficial (PCM) en el Golfo de California usando perfiles de temperatura obtenidos en cruceros oceanográficos desde 1939 hasta 1990. La profundidad de la capa se estima directamente de los perfiles de temperatura, se observan características de su distribución espacial mediante gráficas de contornos de algunos cruceros, se forman gráficas compuestas para cada mes del año realizando con ellas estadísticas básicas y se ajusta por mínimos cuadrados una curva sinusoidal anual a los promedios diarios de la PCM en cada zona del Golfo. Los patrones de distribución espacial muestran un giro bien definido sobre la cuenca del Golfo Norte y otro sobre la cuenca de Guaymas; ambos aparecen desde octubre a marzo. Entre las islas los patrones son menos claros y con fuertes gradientes horizontales. Desde el otoño hasta principios de la primavera existe en el Golfo Sur un gradiente transversal de la PCM con valores mayores en la costa peninsular que varían desde 70 metros en febrero hasta 10 m en el verano contra un máximo en la costa oriental de 30 m en febrero y un mínimo de 10 m en verano. El promedio anual de la PCM es de 31 m en el Golfo Norte y entre las islas, y 21 m en el Golfo Sur. La PCM en el Golfo tiene una clara señal anual con amplitudes de 22 m en el Golfo Norte, 19 m en la zona entre las islas y 14 m en el Golfo Sur. La época de mayor variabilidad de la PCM ocurre desde finales de invierno hasta mediados de la primavera. Existe un desfase de dos a tres semanas

entre las señales anuales de las tres zonas del Golfo ocurriendo el máximo en los primeros días del año en el Golfo Sur, luego en el Norte y mas tarde entre las islas.

299.OF.31

BALANCE ANUAL DE CALOR EN EL
GOLFO DE CALIFORNIA:
OBSERVACIONES Y MODELAJE

Pedro Ripa

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

y

School for Earth and Ocean Sciences
University of Victoria. Mail Stop 4015;
GHC, SEOS; Victoria, B.C. Canadá V8W 2Y2

Se calcula la componente anual del flujo horizontal de calor F_H , mediante la advección de temperatura producida por la velocidad geostrofica. Esta estimación de F_H muestra una notable coincidencia, en amplitud y fase y como función de la distancia x a la cabeza, con la obtenida directamente integrando el desbalance entre el flujo de calor a través de la superficie Q y el calentamiento local, es decir, de $\partial F_H / \partial x = Q - \partial H / \partial t$, donde H indica el contenido de calor.

Las variaciones del nivel del mar η estan muy bien correlacionadas con las de H , mientras que la velocidad superficial U_{sup} (la cual puede ser calculada por la diferencia de η entre ambas costas) lo está con F_H . Los coeficientes de proporcionalidad entre (η, H) y entre (U_{sup}, F_H) corresponden muy bien a lo que se espera para el primer modo baroclínico, a pesar de las fuertes inhomogeneidades en la topografía del golfo. Este resultado puede tener consecuencias importantes para el monitoreo del estado termodinámico del golfo, el cual puede ser ingrediente importante para el modelaje de las variaciones locales del clima.

Un modelo lineal, unidimensional (o sea, transversalmente integrado) y con dos capas es suficiente para reproducir las observaciones de (η, H, U_{sup}, F_H) en la frecuencia anual. La mayor parte de la dinámica, y termodinámica está controlada por el Océano Pacífico, que excita una onda baroclínica en la boca del golfo. El arrastre del viento provoca una ligera pendiente longitudinal de η mientras que Q produce un calentamiento local de la capa superior; ambos forzamientos superficiales tienen un efecto pequeño sobre U_{sup} y F_H . No es aventurado imaginar que en un futuro se podrá tener un modelaje casi en "tiempo real" de la dinámica y termodinámica del Golfo de California, alimentado por observaciones continuas de la estructura térmica en la boca y del nivel de mar a lo largo de la costa.

300.OF.32

FLUJOS BAROCLINICOS ANUALES EN EL GOLFO
DE CALIFORNIA CALCULADOS
CON UN MODELO NUMERICO

E. Beier y P. Ripa
CICESE

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

Se ha escrito un modelo numérico de circulación oceánica en ecuaciones primitivas. El modelo es lineal, de dos capas homogéneas, incluye efectos topográficos, fricción de fondo y difusión lateral. Se ha realizado un experimento numérico forzando en la boca del Golfo con un flujo baroclínico de período anual representado por una onda de Kelvin que ingresa al Golfo atrapada a la pared Este. La velocidad de fase de la onda incidente es 1.6 m/s y la capa superficial de 70 m. Luego de 3 años se alcanza el equilibrio dado por una onda interna estacionaria, formada por la superposición de dos ondas de Kelvin que viajan en sentido opuesto, mantenidas por la acción del océano Pacífico y amortiguadas por la fricción con el fondo. Las amplitudes y fases obtenidas tiene un comportamiento similar al observado en el análisis de registros mareográficos costeros. La onda baroclínica se amplifica por efectos topográficos hacia la cabeza del Golfo y se amortigua por fricción. Las máximas amplitudes de la interface y la superficie libre se dan en la margen continental, aumentando hacia la cabeza del Golfo y disminuyendo hacia la boca sobre la margen de la península. Hay una diferencia de fase de 22 días cuando la onda regresa del Golfo.

Se calcularon los flujos de calor producidos por la onda baroclínica, los mismos siguen la oscilación anual disminuyendo hacia la cabeza del Golfo. Los flujos de calor producidos podrán ser importantes para explicar el balance de calor en el Golfo de California.

093.OF.33

BATIMETRIA Y SEDIMENTOLOGIA DEL CAÑON
SUBMARINO DE LA BAHIA DE TODOS SANTOS, B.C.

Arturo Cruz Falcón y Mario Jiménez Pérez

Estación de Investigación Oceanográfica
de Ensenada

Secretaría de Marina, V. Guerrero No. 133
Fracc. Bahía, Ensenada, B.C.

Se realizó levantamiento batimétrico en un área de 100 m², y un dragado de sedimentos en 33 estaciones, durante el mes de agosto de 1993, sobre una parte del cañón submarino de la Bahía de Todos Santos B.C. Se obtuvieron los contornos batimétricos. Se estimó el %

de materia orgánica y carbonatos utilizando el método de calcinación. Se determinó el tamaño de los sedimentos en el rango de 0 a 80, por tamizado y velocidad de asentamiento. La materia orgánica se distribuye a mayores porcentajes en las zonas profundas con menos gradientes. Los valores altos de carbonatos se ubican en zonas con poca profundidad, o más profundidad pero con mayor gradiente. Los sedimentos presentan una distribución normal, es decir más finos a mayor profundidad y donde las condiciones son más estables. La batimetría muestra poco gradiente al inicio del cañón dentro de la bahía; al SSW de Isla Todos Santos el gradiente es más marcado, denotándose la presencia y continuación al NW de la Falla de Agua Blanca. Se observan algunas depresiones y elevaciones en el fondo, lo cual se puede atribuir a fracturaciones o fallamientos en esta zona.

EL LIMITE CRETACICO/TERCIARIO Y LA ESTRUCTURA DE CHICXULUB

José Manuel Grajales Nishimura
Instituto Mexicano del Petróleo
Eje Lázaro Cárdenas No. 152

La teoría propuesta en 1980 por Luis Alvarez y colegas de Berkeley, de que un evento catastrófico a consecuencias del impacto de un meteorito en la Tierra y no un evento evolutivo gradual, era el causante de la extinción de los dinosaurios y otras especies hace 65 Ma, suscitó gran controversia en la comunidad científica. Las evidencias para el impacto en el límite Cretácico-Terciario (K-T) son, entre otras, las siguientes:

a) la presencia de un cráter de impacto en Yucatán de ± 180 km de diámetro y con una edad de 65 Ma en las rocas fundidas, idéntica a las edades de los tectitas de Haití y del Norte de México; b) cantidades anómalas de iridio en el límite K-T, elemento raro en la corteza terrestre, pero abundante en materiales extraterrestres; c) esférulas de vidrio parcialmente alteradas o microtectitas, análogas a gotitas de material fundido en eventos conocidos de impacto; d) cuarzo y otros minerales con características de choque por impacto; e) la presencia, en rocas del límite K-T de Norteamérica y Haití, de circones de choque con evidencias de pérdida parcial de plomo hace 65 Ma y con edades del basamento que son compatibles con la estratigrafía de Yucatán; f) la presencia en afloramientos del K-T de México, NA y el Caribe de una capa clástica "anómala" de 1-20 metros de espesor debida probablemente a tsunamis y ondas sísmicas formadas a consecuencia del impacto. Esta capa contiene las esferulitas, el cuarzo de choque y la anomalía de iridio. En resumen, la teoría del impacto está fuertemente sostenida por hallazgos de evidencias físicas y prácticamente está aceptada por la mayor parte de los investigadores en este tema, sin embargo las consecuencias o efectos del mismo en la comunidad biótica de aquel tiempo, sobre todo su influencia en las especies extinguidas está todavía en discusión. En esta presentación se hace una revisión sobre algunos aspectos sobresalientes actuales de la Teoría Alvarez del impacto y sobre algunas interpretaciones que se han dado a datos paleontológicos, mineralógicos y sedimentológicos de afloramientos del K-T en México y de la estructura del impacto de Chicxulub, Yucatán.

THE CHIXULUB ASTEROID IMPACT AND THE K/T TRANSFORMATION OF PLANKTICS

José F. Longoria, Martha A. Gamper
F.I.U.-Geology; University Park, PC344 Miami Fl. 33188

The idea that the Chixulub circular structure is the result of an asteroid impact, coupled with the 65.0 my age of the tektites from El Mimbral has set up the appropriate scenario to investigate the influence of this catastrophic event to planktonic foraminifera. We found a discernible succession of consecutive foraminiferal faunas: 1) The mayaroensis fauna, 2) the aegyptica fauna, 3) the relict fauna (small globigerinas), and 4) the cancellate fauna. The origin of these faunas is interpreted as a biologic (heterochronic) transformation of large mature Hedbergellacea ending with the substitution of these gerontic forms by the relict (vestigial) forms known as "small globigerinas". The stratigraphic position of the mayaroensis and aegyptica faunas immediately below impact related physical features (tsunami beds), and of the relict and cancellate faunas immediately above the chemical anomaly (Iridium peak) indicates that the foraminiferal transformation may be related to catastrophic environmental changes produced by the arrival of the asteroid. Although the cause-effect relation between the asteroid impact and the biological change is not clear at present, the timing of the asteroid impact has to be in the latest Maastrichtian. These consecutive events are noted: 1) Abundant, diversified planktics of the mayaroensis fauna; 2) First indication of size reduction within the mayaroensis fauna; 3) A 15% reduction in diversity including the mayaroensis-LAD; 4) A heterochronic process size reduction of large Hedbergellacea and ontogenetic recapitulation of ancestral morphologies in the relict fauna; 5) The development of the cancellate wall texture of planktics. Thus, the tempo and mode of evolution of planktics across the K/T boundary in the Mexican succession define a transformation pattern more complex than simply catastrophic or gradual extinction.

243.CHIC.03

CHUBASCOS COMETARIOS Y ASTEROIDES

Arcadio Poveda
Instituto de Astronomía, UNAM
Programa Universitario de Investigación
y Desarrollo Espacial, UNAM

La existencia en nuestros días, de cometas de largo período, es una prueba fehaciente de la existencia de un gran reservorio de cometas primigenios y dinámicamente ligados al Sol. Los encuentros casuales del sistema

solar con las estrellas en el plano de la galaxia, modifican constantemente los elementos orbitales de dichos cometas, haciendo que algunos adquieran excentricidades muy cercanas a la unidad y con esto, distancias perihélicas menores que la unidad astronómica. Ocasionalmente los encuentros con las estrellas vecinas son muy cercanos, produciéndose en estos casos, chubascos cometarios del orden de cientos de millones de cometas con distancias perihélicas comparables al radio de la órbita de la Tierra; en estas condiciones la posibilidad de colisiones cometarias múltiples con la Tierra, durante el chubasco, es prácticamente uno, y ciertamente mayor que la de un choque con un asteroide de tamaño equivalente. Muy probablemente el cráter de Chicxulub no se único y corresponda a la colisión con un cometa de un chubasco cometario ocurrido hace 65 millones de años.

244.CHIC.04

PATRONES DE EXTINCION (Y RADIACION) EN INVERTEBRADOS A TRAVES DEL LIMITE CRETACICO-TERCIARIO

Francisco J. Vega y María del Carmen Perrilliat

Instituto de Geología, UNAM
C.U., Coyoacán, México, D.F. 04510

El evento extincional del Cretácico-Terciario ha sido caracterizado por la desaparición aparentemente abrupta de un gran número de especies y otros niveles taxonómicos que fueron dominantes durante el Mesozoico (nanoplancton, foraminíferos, plantas, corales, rudistas, griféidos, amonites y dinosaurios). Sin embargo, el estudio detallado de la distribución estratigráfica de estos grupos hacia la parte terminal del Cretácico sugiere un patrón de desaparición gradual, más que catastrófica, ya que el número de especies disminuye paulatinamente, teniéndose la extinción total de ciertos grupos (amonites y dinosaurios) algunos metros por debajo del límite K/T. Por otra parte, debemos considerar aquellos grupos de organismos que convivieron en el Cretácico con los extintos, y que por alguna razón no fueron afectados por el evento K/T, aún teniendo características ecológicas similares a las de los que si fueron afectados (nautiloideos, corales, tortugas, crinoideos, braquiópodos, equinoideos, etc.). Finalmente, contamos con el registro de grupos que, lejos de haber sido afectados por el evento extincional, evidencian una radiación adaptativa que trasciende hasta la parte superior del Terciario, corresponden a grupos que son diversos en la actualidad. Tal es el caso de los gasterópodos marinos que fueron dominantes en el Terciario, y que tienen representantes actuales, tuvieron su origen durante el Campaniano-Maastrichtiano en la Provincia del Tethys, indicando

una radiación adaptativa que no fue afectada por el evento extincional. Se hace necesario completar este tipo de estudios y reforzarlos con el registro de grupos que tuvieron su origen en el Cretácico Tardío (familias de bivalvos y crustáceos), ya que es importante tomar en consideración una perspectiva alternativa del evento K/T, en la que se incluya el significado de los grupos que desaparecieron gradualmente, así como de los que comenzaron un evento de diversificación.

245.CHIC.05

EL REGISTO FOSIL DE ALGUNOS VERTEBRADOS EN EL LIMITE K/T

Luis Espinosa Arrubarrena
Instituto de Geología-UNAM
C.U. Delegación, Coyoacán, 04510, D.F.

La controversia que las hipótesis catastróficas de extinciones súbitas y masivas de origen extraterrestre en el límite K/T, en contraposición a los modelos que proponen cambios graduales en las paleobiotas producidos por procesos geológicos de origen terrestre han despertado un gran interés por estudiar grupos tales como: rudistas, belemnites, amonites, microfósiles etc. y principalmente a los dinosaurios, cuyos procesos de extinción parecen apoyar la desaparición global e instantánea de los organismos en el K/T, como se señala en las teorías de origen catastrófico.

Sin embargo, poco se ha comentado de otros grupos de plantas, y vertebrados (no dinosaurios), cuya información paleontológica merece ser considerada en las discusiones que apoyen o refuten la naturaleza (catastrófica o gradual) de los procesos de extinción. Como un ejemplo de algunos de estos grupos taxonómicos, en lo que a vertebrados se refiere, en este trabajo se discutirá información derivada de anfibios, reptiles, mamíferos y sobre todo se analizará el registro fósil de los elasmobranchios en el límite K/T, cuya respuesta en lo que a patrones de extinción se refiere, parece ser gradual y tardía a cualquier impacto o crisis ecológica que haya ocurrido a finales del Cretácico.

246.CHIC.06

NATURALEZA DE LOS PROCESOS DE EXTINCION Y SU RELACION CON ASPECTOS GEOLOGICOS

Marisol Montellano Ballesteros y
Ana Luisa Carreño
Instituto de Geología, UNAM
C.U., Delegación Coyoacán, México

Al revisar el registro fósil a través de la columna geológica, dos eventos llaman la atención, la súbita aparición de una o más especies biológicas y su igualmente súbita

desaparición. Varios factores contribuyen para lograr este efecto de instantaneidad; un registro fósil a su posición, limitaciones sobre el conocimiento de estos grupos en cuanto a su posición, relaciones y distribución y las posibilidades del muestreo para cada grupo. A pesar de que ambos eventos son muy llamativos una especie de instinto de conservación ha llevado a poner más atención en las extinciones masivas. Las interpretaciones de como se dieron las extinciones pueden agruparse en dos corrientes; gradualista y catastrofista. La primera, se da en lapsos largos (10^2 - 10^7 años) y está basadas en coincidencias aparentes entre grandes cambios bióticos de gran escala y varios procesos geológicos: i.e. cambios de clima, regresiones. En cambio el catastrofismo, se da en lapsos muy breves (de una generación a 10^3 años) suponiendo como causal de la extinción escenarios en los que intervienen factores extraterrestres: i.e. ondas de radiación cósmica, bólidos, cambios en el campo geomagnético. Cinco eventos importantes de extinción masiva han sido detectados en la historia de la vida, habiéndose prestado más atención a la ocurrencia en el límite K-T. Es a partir de la publicación de Alvarez y colaboradores de la evidencia geoquímica del impacto y su relación con las extinciones, que se genera una cascada de datos observacionales y experimentales, que por un lado, tratan de explicar el modo y tiempo de la extinción independientemente de la causal, y por el otro, demostrar una relación directa entre el meteorito y la extinción misma. Los obstáculos potenciales en el estudio de las extinciones se pueden agrupar en:

- criterios diferentes en las compilaciones realizadas por los autores, el nivel taxonómico empleado, y el efecto Lázaro.

- la distribución geográfica incompleta de los taxa

- la prevención, muestreo, lo completo de las secuencias, el reconocimiento de los hiatus, su duración y la tasa sedimentaria.

- correlación y sucesión entre secciones.

El conocimiento actual de la extinción en el registro fósil ha sido recogida de los animales marinos. Estudios recientes en plantas y tetrápodos terrestres muestran patrones de extinción que contradicen, en parte, aquellos de animales marinos, lo que sugiere que toda la vida en la tierra no ha "danzado" de la misma manera.

247.CHIC.07

PLANTAS FOSILES Y CLIMA EN EL CRETACICO Terciario

Sergio R.S. Cevallos Ferríz
Instituto de Geología UNAM
C.U. Circuito de la Investigación Científica
Delg. Coyoacán 04510 México, D.F.

Estudios comparativos de la fisonomía de las hojas

y/o la ecología de las maderas de plantas fósiles y actuales han permitido dilucidar tendencias paralelas en la estructura de la vegetación y la deducción del clima a través del tiempo. Sin embargo, la interpretación de los datos referentes a la vegetación obtenidos de los fósiles de plantas respecto a los sucesos en el límite Cretácico/Terciario ha resultado en ideas opuestas. En ocasiones se han postulado grandes cambios en la vegetación, mientras que otras veces éstos parecen menos importantes. La capacidad de resolución de la parte de la planta con que se trabaja ha tenido mucho que ver con esto. Recientemente se ha documentado que aunque las tendencias paralelas de respuesta de las plantas al clima a través del tiempo son aplicables con bastante confianza en el Terciario, su equivalencia en el Cretácico requiere de calibración. Se cree, sin embargo, que las plantas con flor que dominaban en la parte final del Cretácico sufrieron una muerte masiva, lo que no implica una extinción masiva. Es también interesante que en el Cretácico las plantas deciduas vivían en lugares disturbados o en ambientes polares, en donde aunque pudieron ser el elemento dominante su diversidad era baja. En contraste, en el Paleoceno las plantas deciduas están ampliamente distribuidas y diversificadas. La fisonomía de las hojas sugiere que en el Paleoceno a lo largo del año existían periodos de baja precipitación y alta temperatura y/o baja temperatura sin importar la precipitación, que contrastan con el clima aparentemente uniforme y cálido del Cretácico tardío. La ausencia de anillos de crecimiento en las maderas cretácicas apoya esta idea, sin embargo, las pocas maderas paleocenas conocidas no son suficientes para apoyar estos cambios. Esta situación sugiere que si bien es indudable que en el límite Cretácico/Terciario hubo un cambio drástico en las condiciones ambientales, hubo también un cambio severo en la biología de las plantas y de las comunidades. En la Cuenca Raton de Nuevo México y Colorado y el Domo Teapot de Wyoming, las plantas sugieren que si bien en el límite Cretácico/Terciario hubo varios impactos, el efecto que éstos tuvieron sobre el ambiente no fue tan drástico como se postula pues la baja temperatura y obscuridad duró unos cuantos meses. Se sugiere que el cambio en la composición florística y vegetación del Cretácico/Terciario podría explicarse mejor como un proceso de cuasisucesión a nivel de comunidades y radiación a nivel de taxa inferiores.

248.CHIC.08

EL CRATER DE CHICXULUB: TAMAÑO Y ESTRUCTURA

C. Ortiz Alemán UACPy-CCH
C.U. Del Coyoacán, CP. 04510, México, D.F.
A.R. Hildebrand y M. Pilkington

Geological Survey of Canada 1 Observatory Crescent
Ottawa, Ontario, Canadá K1A 0Y3)
R.E.Chávez
Instituto de Geofísica, UNAM
C.U., Deleg. Coyoacán, CP. 04510, México, D.F.
M. Connors
Departamento de Física
Universidad de Alberta, Edmonton,
Alberta, Canadá T6G 2E1

La geofísica ha jugado un papel muy importante en el estudio y reconocimiento inicial del cráter de Chicxulub. La disponibilidad de datos magnéticos y gravimétricos detallados, algunos datos de pozos y perfiles sísmicos de reflexión, permiten la aplicación de técnicas de modelado geofísico para explorar el cráter. La firma gravimétrica de Chicxulub muestra los rasgos esperados para un cráter complejo y puede ser bien modelada empleando parámetros morfométricos derivados de otras estructuras de impacto. El diámetro estimado para Chicxulub es de 170 km, ligeramente menor a la estimación original de 180 km. Los tres principales elementos estructurales son un levantamiento central ~40 km de diámetro, una cavidad de transición con diámetro de ~90 km y una zona circundante de bloques fallados que se extiende hasta los 170 km de diámetro. La principales incógnitas asociadas con la estructura de Chicxulub son el espesor de la capa de rocas fundidas y la dimensión del desplazamiento vertical asociado con el levantamiento central. Con la intención de dilucidar estas incógnitas se aplica un método recientemente desarrollado para la interpretación de datos magnéticos, basado en la generalización del concepto de señal analítica en 3D. La amplitud de la señal analítica produce máximos sobre los contrastes de magnetización. Las localizaciones de estos máximos determinan los límites de las fuentes magnéticas principales. Las profundidades de dichas fuentes pueden también ser estimadas a partir de la distancia entre los puntos de inflexión de las anomalías de la señal analítica. La interpretación de la localización de los máximos y la distribución de profundidades indica que la capa de rocas fundidas tiene un diámetro promedio de ~90 km y que el levantamiento central tiene forma irregular y se encuentra a una profundidad mayor de 3 km.

**CLAIM III: UN MODELO SIMULADO EN PC DE UN
DISTRITO MINERO CON COBRE SEDIMENTARIO
APLICADO EN LA ENSEÑANZA DE LA
PROSPECCION MINERA**

Pedro F. Zárate del Valle

Univ. de Guadalajara
Centro de Ciencias de la Tierra
Blvd. M. García B. esq. Cza. Olímpica
C.P. 44460 Guadalajara, Jal.

Desde 1965 la Universidad de Lausanne, Suiza y la Escuela de Minas de París, Francia han desarrollado en forma conjunta programas de computación para generar la simulación de modelos de yacimientos minerales encaminada a la enseñanza de la exploración minera. El último modelo desarrollado se denomina CLAIM III, está escrito en lenguaje C y requiere una PC (MS-DOS) para su uso. Este nuevo método de enseñanza permite obtener respuestas muy rápidas, así como la comparación inmediata de los resultados de los estudiantes con el modelo ofreciendo, además, grandes posibilidades gráficas. CLAIM III simula, en base a un banco de datos real, un distrito imaginario mineralizado con yacimientos estratiformes de cobre-cobalto el cual abarca una superficie de 800 km², depositados en una secuencia sedimentaria intensamente plegada y fallada cuyo basamento es cristalino. En este distrito existen varios cuerpos mineralizados de Cu-Co y los estudiantes, en equipos de tres integrantes, tienen que desarrollar una estrategia de exploración óptima para descubrirlos aplicando, inicialmente, métodos de exploración convencionales (historia minera, cartografía geológica superficial, secciones estructurales, muestreo geoquímico de suelos) y posteriormente, diversos métodos de barrenación, respetando en todo momento el calendario de actividades así como el presupuesto otorgado. La concepción de CLAIM III permite pensar en el desarrollo de nuevos modelos en geología económica, geoquímica y en otros campos de las ciencias de la Tierra.

120.GEOQ.02

**MEDIDA DEL INDICE DE CRISTALINIDAD (IC) EN
ROCAS VOLCANO SEDIMENTARIAS
DEL CENTRO-ESTE DE LA SIERRA
MADRE ORIENTAL**

P. Altuzar-Coello*, L. Baños López**, M. Carrillo*
M. Reyes Salas*

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

**Instituto de Investigación de Materiales, UNAM

El índice de cristalinidad de la illita (IC) es una medida empírica, que se lleva a cabo por Difracción de rayos X, del grado de pureza en la química y estructura cristalina del grupo mineral illita-muscovita. Es un reflejo a su vez, de las condiciones de presión, temperatura-litología de la roca, cristalografía del mineral, mineralogía y tiempo de cristalización. El IC resulta ser, por tanto, un sensible indicador de eventos diagenéticos/metamórficos de bajo grado.

En este trabajo se presentan resultados del índice de cristalinidad (IC), realizados en agregados arcillosos de rocas volcánicas sedimentarias de la Sierra Madre Oriental, en el centro-este de México (Estados de Querétaro, Hidalgo, y San Luis Potosí). La mineralogía en los agregados arcillosos consiste principalmente de Fe-clorita, illita-muscovita, corrensita (clorita/smectita) y trazas de cuarzo, calcita y feldespatos. La paragénesis mineral y los valores de IC obtenidos revelan anquimetamorfismo, indicando que las rocas estuvieron expuestas durante la deformación tectónica a temperaturas al menos de 200°C.

186.GEOQ.03

**EVIDENCIAS DEL ORIGEN METASEDIMENTARIO
DEL AUGENESQUISTO DEL COMPLEJO ACATLAN**

Mario Ruíz Castellanos
Facultad de Ingeniería, UNAM
Circuito Exterior, Edif. A 3er. piso

El augenesquisto del Complejo Acatlán es uno de los tipos litológicos de este complejo que han despertado mayor interés entre los estudiosos de las rocas metamórficas del sur de México. Las primeras menciones acerca de su naturaleza fueron hechas por Ordóñez en 1906. Posteriormente, con fundamento inicial en un reconocimiento de campo realizado por Carl Fires Jr. en que apareció su naturaleza supuestamente intrusiva ha sido considerado como el tipo litológico principal de rocas metamórficas cataclásticas originalmente graníticas. En la actualidad se posee sólo un poco más de información de campo publicada, pero existe importante información geoquímica. Se han practicado diferentes análisis químicos de roca total así como análisis isotópicos de roca total y separados minerales. Entre los análisis isotópicos se encuentran de Rb - Sr en roca total y en separados minerales; de Sm - Nd en roca total y separados minerales y de U-Pb en zircones. Un estudio de la información publicada disponible así como resultados geoquímicos y de trabajo de campo realizados por el autor muestran que la denominada Formación Esperanza y en particular el augenesquisto son rocas fundamentalmente metasedimentarias como el resto del Complejo Acatlán, que han sufrido los procesos de cataclasis sobreimpuestos en una época posterior a la del metamorfismo principal del Complejo y que por

ello corta en ocasiones a la estructura del resto. La interpretación propuesta basada en resultados analíticos y en estudios de campo, es más simple y congruente con los datos existentes, no forza los resultados geoquímicos e isotópicos de los zircons ni ningún otro como lo hace la interpretación anterior y explica adecuadamente el ideomorfismo en muchos minerales como resultado de recristalización en condiciones de disponibilidad de abundante energía superficial por trituración lo que no ha sido considerado hasta ahora.

189-GEOQ.04

HIDROQUIMICA DE LOS ACUIFEROS DE LA CUENCA DEL RIO LAS AVENIDAS, PACHUCA, HGO. MEXICO

Rafael Huizar Alvarez
Instituto de Geología, UNAM
Cd. Universitaria, Coyoacán, 04510, D.F.

Uno de los principales problemas relacionados con los recursos hídricos es la contaminación del agua subterránea, y considerando que este tipo de agua es la principal fuente de abastecimiento para uso urbano y agrícola, entre otros, es importante conocer su calidad química en razón del uso del suelo y su naturaleza geológica. Para este trabajo se realizó un muestreo trimestral, durante un año (1990-1991), en 42 pozos; donde la profundidad al nivel del agua, oscila entre 60 y 90 m, en 9 manantiales superficiales, y en 4 minas, en 100m de profundidad con el fin de caracterizar químicamente el agua. El agua subterránea de la cuenca del Río de las Avenidas corresponde a las facies hidroquímicas bicarbonatada sódica y bicarbonatada cálcica, que son resultado de la mineralización del agua a través de rocas alcalinas (andesitas) predominantes en la cuenca. Sin embargo, la presencia de altas concentraciones de Na^{++} y K^{+} indica que existe aporte externo de estos elementos: los valores promedio registrados son de 94.3 y 19.0 ppm, respectivamente, destacando las zonas de Téllez y Tizayuca donde alcanzan hasta 142 ppm.

Respecto a la concentración de cationes solubles en el agua, en orden decreciente, fue: Na^{+} , Ca^{++} , Mg^{++} , K^{+} ; en el mismo orden, los aniones HCO_3^{-} , Cl^{-} , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , los cuales se encuentran formando las sales NaHCO_3 , NaCl , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, MgSO_4 y KCl .

La presencia de coliformes, P, y sustancias surfactantes en el agua subterránea indica su posible contaminación por agua residual. Además se han detectado cantidades considerables de Pb, B, Zn, Fe, Mn, Cr, Co, Dc, y aunque Fe, Pb, Zn, B y Mn están estrechamente relacionados con la litología de la zona, las altas concentraciones de estos elementos, más la presencia de Co, Cr, Cd y Ni confirman la paulatina degradación del agua subterránea de esta cuenca. Principalmente en las zonas de Téllez, y de

Tizayuca, donde los contenidos de plomo, boro, manganeso superan la norma para agua potable. La mineralización y la temperatura del agua manifiestan la existencia de procesos termales en esta cuenca. Lo cual es más evidente en las minas y en los pozos Téllez, en el resto de pozos, el agua presenta un ligero calentamiento. Este termalismo está asociado a los cuerpos subvolcánicos de esta zona y según la clasificación de (Schoeller, 1962 y Castany, 1971) son: aguas hipotermales y aguas mesotermales.

192.GEOQ.05

LA QUIMICA ANALITICA EN LA EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL

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

A raíz de la detección de cromo y arsénico en altas concentraciones en los mantos acuíferos de las zonas del Valle de León, Guanajuato, y Zimapan, Hidalgo, respectivamente, los estudios de contaminación de las aguas subterráneas han sido ampliados con investigaciones multidisciplinarias acerca del impacto de los contaminantes sobre sistemas ecológicos.

Para ayudar a evaluar la manera en que el medio ambiente y la salud de los individuos involucrados en el campo de estudio están siendo afectados por la incorporación no natural de un elemento, se han mejorado las tendencias sistemáticas de análisis de suelos y se han establecido nuevos métodos analíticos utilizando, para tal efecto, muestras biológicas tales como orina y cabello. Se plantean los métodos generales para dichas determinaciones.

ESTUDIOS GEOMORFOLOGICOS APLICADOS A RIESGOS EN LA CUENCA DE MEXICO Y ZONAS CONTIGUAS

Juan Zamorano, José Lugo, Ma. Teresa García,
Artruro García, Oscar Salas, Araceli Salinas,
y Azucena Pérez

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

En la cuenca de México y en Metztitlán, Hgo., se han hecho estudios sobre procesos peligrosos actuales, como caída de rocas, deslizamientos de tierras, formación de grietas e inundaciones. Todos los casos estudiados tienen su origen en la combinación de factores geológicos, fisicogeográficos y antrópicos. Estos últimos son fundamentalmente porque la actividad humana ha sido la que crea, favorece o acelera en el tiempo los riesgos, en aumento en los últimos años en la zona estudiada, por el crecimiento urbano y sus consecuencias: tala, sobreexplotación de aguas subterráneas, transformación del relieve, extracción de material, etc. Problemas como estos se están presentando en muchas partes del país por el crecimiento explosivo y anárquico de muchas poblaciones. El hombre es totalmente ajeno a procesos endógenos como los volcanes, los sismos o las fallas activas, pero en otros, como los que se consideran en este trabajo, juega un papel fundamental: no sólo los desencadena, sino que posteriormente toma las medidas para reducirlos y aniquilarlos. Lo recomendable es evitarlos, aunque no siempre es posible.

029.RG.02

RIESGOS NATURALES EN EL AREA METROPOLITANA DE GUADALAJARA, MEXICO

Carlos Suárez Plascencia*
Luis Valdivia Ornelas*

*Investigadores de la Facultad de Geografía y
Ordenación Territorial
de la Univ. de Guadalajara
Mariano Bárcena y Av. de los Maestros
Guadalajara, Jal.

El Area Metropolitana de Guadalajara (A.M.G.), se significa como la segunda urbe del país, con más de tres millones de habitantes, sólo superada por la Ciudad de México y de igual importancia económica que la Ciudad de Monterrey. Se encuentra ubicada en el occidente de territorio nacional, entre las coordenadas 20°45' norte y

103° 25' oeste. El estudio se limita a lo que tradicionalmente se conoce como el "Valle de Atemajac", en el cual queda totalmente incluido el municipio de Guadalajara, y parcialmente Zapopan, Tlaquepaque y Tonalá. La metodología utilizada para la identificación y evaluación de los riesgos naturales constó primeramente del levantamiento geológico semidetallado del A.M.G., posteriormente se reconstruyeron de los elementos primarios del relieve del "Valle de Atemajac", mediante la consulta de la cartografía antigua de la ciudad realizada en los siglos XVIII, XIX y principios del XX; de fotomosaicos de 1940 a la fecha a escalas 1:50,000 y de la fotointerpretación de fotografías aéreas de 1992, escala 1:37,000, complementándolo con trabajo de campo, todo esto se plasmó principalmente en tres mapas, el primero con las unidades del relieve y el segundo con la red hidrológica que existía en la ciudad hasta principios de los años cuarentas, fecha en que comenzó su alteración y mayor transformación por el crecimiento anárquico de retícula urbana de Guadalajara, y el tercero escala 1:15,000, que muestra las zonas expuestas a los peligros naturales identificados.

Los peligros que se han identificados y cartografiado corresponden básicamente a:

- a) Inundaciones
- b) Hundimientos
- 3) Traslación y deslizamientos de Tierras

Así tenemos que el fenómeno de las inundaciones se encuentran determinados fundamentalmente por la alteración de la red hidrológica del "valle de Atemajac" durante el proceso histórico de urbanización del A.M.G. Los hundimientos, se deben generalmente a: 1) La urbanización de zonas con barrancas a través de rellenos con escombros mal compactados. 2) Modificación de parteaguas y ampliación del lechos de los arroyos en forma de terraplén para su urbanización; estos factores se conjugan íntimamente con dos fenómenos como son la sofocación y las fugas de agua debidas al mal estado de la red hidrosanitaria del A.M.G, lo que ocasiona el lavado de los materiales finos del paquete pumítico sobre el que se asienta la ciudad, provocando posteriormente la compactación del subsuelo con el consiguiente asentamiento y hundimiento de las calles o viviendas; la zona mayormente afectada por este fenómeno corresponde principalmente a las colonias del norte y noroeste. El problema de Traslación y deslizamiento de tierras se produce fundamentalmente sobre las laderas en proceso de urbanización, localizadas principalmente el sur y oeste de la ciudad.

044.RG.03

LACUSTRINE PELEOSEISMOLOGY: THE CASE OF THE RECONSTRUCTION OF PALEOEARTHQUAKES IN THE IXTLAHUACA HORST, CENTRAL MEXICO

J.C. Moya
Cooperative Institute for Research in Environmental
Sciences (CIRES)
Univ. of Colorado at Boulder.Box 216,
Boulder Co.80309-0216
M.O.- Ortíz and J.J. Zamorano
Instituto de Geografía UNAM
Cd. Universitaria, Coyoacán, México,D.F.

The interpretation of deformed late Quaternary lake deposits has been realized to reconstruct earthquakes in central Mexico. Lacustrine deposits consisting of soft layers of peat, sand, clay and diatomitic layers, horizontally laminated, then deformed and disrupted by seismic shaking and by the pass of seismic waves in the Ixtlahuaca Horst. The Ixtlahuaca Horst is located some kilometers southward of the tectonically active Acambay Graben and is limited to the north by the active Perales Fault. Folding and disrupted bedding structures were formed between the deposition of two pumice, possibly associated to the Toluca Volcano, deposited between 24 and 11 ka (Bloomfield and Valastro, 1974). These structures were formed after a pumice emission when the lake had a shallow depth, and later were covered by lacustrine deposits and by the most recent emission of the pumice. We have assumed that the two pumice layers correspond to the emissions cited mainly because we didn't find other late Pleistocene-Holocene sources of pumice near to the zone. These features have allowed the reconstruction of an earthquake of perhaps moderate magnitude. In case of Central Mexico, the presence of Quaternary lacustrine deposits is extended from Jalisco to Puebla covering more than 700 km. The volcanic and tectonic activity during this time associated to the Trans-Mexican Volcanic Belts influenced the deformation of the lacustrine deposits in these zones because others similar structures have been observed in other zones. These evidences have opened a great field of possibilities in the study of the paleoseismology in central Mexico, mainly because from the Late Pliocene to the Holocene, the formation of lakes in Mexico was very extended i.e.: Oriental, Puebla-Tlaxcala, México Basin, Toluca, Valle del Mezquital, Acambay, Cuitzeo, Pátzcuaro, Chapala, Sayula, etc., were this kind of interpretation could also be done to help to define the seismic hazard of these zones.

047.RG.04

MOVIMIENTO EN FALLAS TRANSVERSALES, SILAO Y ABASOLO, GUANAJUATO

Randall Roberts, John A.
A.P. 168, CP. 36000, Guanajuato, Gto.

Un movimiento leve, pero continuo es presente en dos áreas de fallamiento poco documentado en la parte

central del Estado de Guanajuato. Atravesando la ciudad de Silao está una falla de rumbo noroeste con su bloque sureste hundido actualmente alrededor de uno a uno y medio metros. La estructura sigue al poniente hacia Romita a una distancia desconocida; sin embargo, al noreste, desplaza a la Falla del Bajío (Martínez-Reyes, 1987) continúa hasta la Veta Madre del Distrito Minero Guanajuato. En el tramo através de la Falla de Bajío y al N.E., la estructura coincide con la Falla de Aldana, aunque ésta actualmente no muestra movimiento (Randall y Randall, 1990). La longitud cartografiada del sistema Silao-Aldana es 25 km. La geología observada a lo largo de la falla confirma que el movimiento actual, en los rellenos de la Ciudad de Silao, coincide con una falla importante del grupo noroeste.

En la Ciudad de Abasolo, ha habido el desarrollo de un grupo de fallas de rumbo noreste, con subbloque noroeste hundida; su movimiento, en la estructura original, es mayor de un metro. Las fallas han propagado hacia el norponiente en una serie de cinco o más estructuras hasta alcanzar a la plaza central de la Ciudad formando una franja de 300mts. de ancho que llegó a descomponer al pozo de agua potable en dicha plaza. De hecho, un pozo de agua potable al sur de la ciudad, en los flancos de la Sierra de Huanímaro, fué localizado sobre una falla en riolita, paralelo en rumbo y echado a las fallas del centro de la Ciudad. La estructura principal ha sido estudiada por geofísica eléctrica con el dispositivo dipolo-dipolo que en seudo-sección da una inversión del echado a profundidad abriendo la posibilidad que las estructuras tiene un componente inverso. Estas dos fallas del grupo transversal a las fallas longitudinales (como la del Bajío y las fallas documentados de Celaya), obviamente tienen un componente joven en su movimiento. Este concuerda con su mineralización aurífera, posterior a las vetas de plata en la Sierra de Guanajuato.

070.RG.05

INFLUENCIA DE LA ESTRUCTURA GEOLOGICA EN EL USO DEL SUELO, EJEMPLO: CD. GUZMAN, JALISCO, MEXICO

J. Rosas Elguera, Barrera D., Zárate P., Maciel R.

Centro de Ciencias de la Tierra
Universidad de Guadalajara
Blvd. Marcelino García Barragán
Esq. Calzada Olímpica, Guadalajara, Jal.

Ciudad Guzmán es una de las principales poblaciones del Estado de Jalisco que, a través del tiempo, se ha visto afectada por diferentes fenómenos naturales (por ejemplo sismos e inundaciones). En gran medida las afectaciones ocurren debido al desconocimiento del ambiente geológico desde el punto de vista del uso del suelo. Se presentan los resultados del análisis geológico

estructural relacionado con la grieta que se abrió en el mes de agosto de 1993 en la porción norte de Ciudad Guzmán. Los resultados del análisis sugieren que la grieta se encuentra dentro de una zona de dirección NE-SW de aproximadamente 400 m de ancho. Este patrón está asociado a fallas normales provocadas por una extensión de dirección NW-SE. Las fallas controlan el drenaje que descarga hacia el valle de Zapotlán el cual está relleno por productos piroclásticos y sedimentarios lacustres probremene consolidados. Es muy posible que un incremento en el grado de saturación de fluidos en este relleno haya ocasionado un incremento de la presión de poro lo que repercutió grandemente en su comportamiento ingenieril.

Ante esta perspectiva es necesario que en lo sucesivo, sea un requerimiento indispensable la elaboración de un análisis geológico previo a cualquier desarrollo urbanístico. Ello permitirá, orientar el crecimiento de la Ciudad y optimizar el uso del suelo.

071.RG.06

ESTUDIO ESTRATIGRAFICO DE LA PARTE CENTRAL DE LA CD. DE GUADALAJARA

David Hernández Barrera, Roberto Flores Maciel
Univ. de Guadalajara
Centro de Ciencias de la Tierra
Juan. N. Cumplido No. 36 S.H.
Guadalajara, Jal. C.P. 44100

Guadalajara, una de las ciudades más antiguas de México y con un crecimiento demográfico acelerado cuando menos en los últimos cinco décadas, se encuentra unido con los municipios de Zapopan, Tlaquepaque y Tonalá, cubriendo cerros, lomeríos, ríos, arroyos, manantiales y estructuras geológicas importantes. Este crecimiento es la causa principal de que los suelos han sido cubiertos por carpetas asfálticas que impiden actividades como: la agricultura, ganadería, provocando con esto que la recarga a los mantos acuíferos sea mínima.

En este trabajo se realizaron correlaciones estratigráficas con localidades adyacentes a la ciudad de Guadalajara como lo es la Sierra de la Primavera y el Río Grande de Santiago. Las rocas expuestas en este río, así como en el Cañón del Río Verde fueron originados por un vulcanismo Plio-Cuaternario, ya que la Ignimbrita San Gaspar prácticamente aflora en toda la secuencia volcánica de estas cañadas localizándose también en la base del lecho del Río San Juan de Dios, a este tipo de roca se le asigna una edad de 4 m.a. aproximadamente. En la región de estudio la unidad más reciente que aflora en el área, corresponde a la llamada "Toba Tala" material emitido por el Complejo Volcánico Cuaternario de la "Primavera". Este material es del tipo peralcalino (Mahood, 1980), y muy común en estructuras caldéricas.

Este Complejo Volcánico denominado "La Primavera" inició su actividad hace aproximadamente 120,000 años, siendo los últimos eventos la formación de los domos del "Colli" y el "Tajo" con edades de 25,000 y 30,000 respectivamente. Durante este evento se produjeron una serie de erupciones explosivas constituidas por flujos Piroclásticos que cubrieron un área de 700km² aproximadamente que incluye toda el área donde se asienta la ciudad de Guadalajara.

072.RG.07

LA APLICACION DE LA GEOLOGIA EN LA MITIGACION DE LAS AMENAZAS NATURALES

Pedro F. Zárate del Valle
Univ. de Guadalajara
Centro de Ciencias de la Tierra
Blvd. M. García B. Esq. Cza. Olímpica
C.P. 44460, Guadalajara, Jal.

En su evolución, la Tierra ha modificado su faz construyéndola y destruyéndola continuamente a lo largo de más de 4,500 millones de años; el Hombre a sido testigo de lo anterior sólo desde hace poco menos de tres millones de años. El Hombre por habitar en la Tierra, mantiene una relación constante con la Naturaleza desarrollándose por este hecho la interface Hombre-Naturaleza. En la Naturaleza casi todos los fenómenos son cíclicos; por ello es fundamental por un lado definirlos y conocerlos y por otro, saber en que etapa de su evolución se encuentra la región en estudio. Es indispensable el conocimiento geológico de un sitio con fines urbanos, industriales y/o de infraestructura (carreteras, presas, puentes) y para ello, debe de desarrollarse un estudio de geología ambiental el cual debe de incluir el análisis de:

- 1) la geología física (cartografía, sismicidad, vulcanología, etc.)
 - 2) la riqueza natural existente (minería, hidrología, bosques, etc.)
 - 3) la Geología histórica reciente (2 ó 3 últimos millones de años al reciente): evolución geomorfológica del relieve, paleoclimas, alteración natural del curso de ríos, deslizamientos de laderas, fallas activas o no, etc.
- Lo anterior es necesario ya que los rasgos naturales de una región son la herencia de su pasado geológico y, por ello, están predeterminados en forma natural durante su evolución geológica.

073.RG.08

LOS VOLCANES Y LA SALUD DE LA POBLACION EN RIESGO

Roberto Rubio Mercado
Consejo Estatal para la Prevención de Accidentes

Se ha demostrado claramente que el arma más efectiva para combatir a los desastres y sus consecuencias, con el menor costo en daños humanos y materiales, es la preparación previa en base a situaciones de emergencia. En este sentido los programas técnicos y la organización de talleres y cursos sobre temas tales como preparativos en salud para desastres y tratamiento de víctimas en mas, saneamiento en situaciones de emergencia y administración de programas de socorros interinstitucionales o intersectoriales son indispensables en la prevención, atención, seguimiento e investigación de los problemas en la salud de la población afectada por estos eventos. En ésta área, las erupciones volcánicas se presentan como un tema en especial por la rareza relativa de éstas como causa de desastres y por que son pocas las afirmaciones útiles que se pueden hacer en lo que respecta a sus efectos en la salud ya que casi todos los esfuerzos científicos en este terreno se han orientado al desarrollo de métodos de aviso y predicción de las erupciones a efecto de evacuar a tiempo a las poblaciones en peligro, no existiendo una coordinación suficiente en los métodos destinados a aminorar los daños en la salud con los técnicos y científicos que estudian estos fenómenos naturales. De acuerdo a experiencias hay dos formas que la actividad volcánica tiene efectos en la salud: los efectos directos a través de la corriente de lava, domos, tefra, avalanchas, cenizas, lahares y gases; y los efectos indirectos: a través de desplazamientos poblacionales, impactos en la agricultura y ganadería y la generación de otros eventos como los tsunamis. Lo anterior depende de las características geológicas y químicas de los volcanes por lo que los criterios para la elaboración de programas preventivos y de atención a la salud dependen de las evaluaciones realizadas por geólogos, geofísicos y vulcanólogos, por lo que considero de transcendencia en la complementación de estos programas, la difusión de la información de los efectos de las erupciones volcánicas en la salud de las poblaciones hacia estos profesionales a fin de unificar criterios que nos permiten mejorar las condiciones de atención y control interinstitucional e interdisciplinariamente.

074.RG.09

LOS ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL EN LA PREVENCIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES

Geol. Roberto Maciel Flores
Biol. Alma Guadalupe Cruz-Hernández

Coordinación General de Ecología
y Educación Ambiental de la Univ. de Guadalajara
Emerson 73, S.J. 44140 Guadalajara, Jal. México

Actualmente una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), es considerada por algunos constructores como un trámite más que incrementa los costos y tiene como objetivo cubrir un trámite administrativo más, otras corporaciones con una actitud más responsable y profesional cubren este requerimiento aprovechando los resultados que brindan los mismos. Una MIA (general, intermedia o específica) exige por ley cubrir un mínimo de estudios del medio físico (que deben de realizarse en forma multidisciplinaria), entre los cuales se incluye la geología, uno de los beneficios que brinda una MIA es el de conocer de antemano las amenazas naturales existentes en la zona, lo cual ha servido para planificar medidas de mitigación acordes a estas amenazas, lo cual ha disminuido la vulnerabilidad de sus construcciones y el riesgo por este concepto, disminuyendo consecuentemente los costos por imprevistos. La experiencia de desastres en grandes obras de ingeniería civil, cuya causa está relacionada con la falta de conocimiento del medio físico de la región, muestra la importancia que adquiere el conocimiento de éste, así como de las propiedades ingenieriles de las rocas para la seguridad, diseño y construcción de las obras. Si bien una MIA general no condiciona la realización de estudios con gran detalle, por lo menos si previene la investigación de algunas de las amenazas que pueden existir en cualquier localidad entre las cuales destacan: Sismicidad; Deslizamientos; Derrumbes; Otros movimientos de tierra o roca y Posible actividad volcánica. Además requiere estudiar el aspecto hidrológico en un rango de 10 a 15 km., con la cual es posible cubrir el aspecto de contaminación natural de las aguas y de inundaciones.

Un factor más a investigar es la estimación del volumen de escorrentia por unidad de tiempo (antes de la construcción, durante la misma y en la operación del proyecto), lo cual implica la participación de, al menos un edafólogo, un biólogo, un meteorólogo y un geólogo. Se presentan un estudio de caso de Ciudad Guzmán, donde la participación del área de geología y geofísica permitieron comprobar la existencia de fallas en el subsuelo con pobre reflejo superficial en una zona donde se proyectaba construir un fraccionamiento habitacional.

075.RG.10

ESTABILIZACIÓN DE TALUDES CON MEDIDAS BIO-MECANICAS

Biol. Alma Guadalupe Cruz-Hernández
Geol. Roberto Maciel Flores

Coordinación General de Ecología
y Educación Ambiental de la Univ. de Guadalajara
Emerson 73, S.J. 44140 Guadalajara, Jal. México

El aspecto ambiental y la seguridad de las nuevas obras civiles que se realizan en el país, exigen considerar la estabilización de taludes naturales o artificiales, tomando en cuenta el aspecto ecológico, en las áreas que son inestables o que se desestabilizan por la modificación de la morfología durante la construcción de infraestructuras, como son caminos, campos de golf, edificios, etc. Lo cual es posible en base a una combinación de algunas metodologías y diversas disciplinas, entre las que se pueden incluir a: biología, geología, edafología y geotecnia las cuales pueden participar para desarrollar una protección y estabilización adecuada de los taludes a fin de prevenir futuros deslizamientos, usando elementos: a) biológico-vegetal y b) mecánico-estructural. Las soluciones exclusivamente mecánico-estructurales se considerarán como una última opción. Para lograr un máximo efecto, ambos deben planificarse integralmente antes de acometer la construcción del camino o del corte o modificación de un talud.

Con esta óptica, las soluciones estarán enfocadas desde tres puntos de vista: 1) para evitar el deslizamiento de los taludes, 2) que la acción erosiva disminuya su poder destructivo y 3) rehabilitar la zona desde el punto de vista ecológico.

La morfología de los taludes es de gran importancia por lo cual es necesario considerar algunos de los factores que inciden directamente en la estabilidad de los taludes como son:

- a) Gradiente de la pendiente; b) Posición Topográfica
- c) Forma de la Pendiente

Además de lo anterior es necesario considerar la geología, el tipo de suelo y la cobertura vegetal ya que estos factores inciden directamente en la estabilidad de taludes, aún cuando también depende de las condiciones locales en cuanto a la profundidad del suelo, pendiente y tipo de vegetación. Para estabilizar los taludes tradicionalmente se recurrirá a la utilización de anclas, concreto lanzado y malla, actualmente se procura una serie de inducciones biogeomorfológicas que se le hacen a las pendientes para disminuir la velocidad y concentración del agua y, en esta medida inhibir su poder erosivo. Esto último se está dando por la importancia que a la ecología se le ha dado en el mundo y en especial en nuestro país, en este documento se hace especial énfasis en el último aspecto y se presenta la aplicación de los mismos (estudio de caso) en la costa de Jalisco, donde se han realizado algunos de ellos para poder evitar deslizamientos y erosión acelerada en taludes y vialidades.

086-RG-11

OBSERVACIONES HIDROGEOLOGICAS SOBRE EL
SITIO DE EMPLAZAMIENTO DE LA PLANTA
ALMACENADORA DE HIDROCARBUROS EN EL

MUNICIPIO DE EL SALTO, JALISCO

Gerardo Pérez R., David Barrera H.
y Juan Medina Rodríguez

Univ. de Guadalajara
Centro de Ciencias de la Tierra
Juan N. Cumplido No. 36 S.H. Guadalajara Jal.
C.P. 44100

A nivel regional el sitio se localiza en la porción centro de la cuenca Río Santiago-Guadalajara que pertenece a la región hidrológica No. 12 Lerma Santiago. Partiendo del análisis del drenaje, el área se dividió en microcuencas, tomando en consideración la influencia que podría existir con las zonas adyacentes; se considera esta división como la más adecuada para el estudio del impacto hidrogeológico que pudiera tener la planta almacenadora en este sitio. La microcuenca donde se localiza se le denominó para los fines de este estudio como San Martín-La Cruz, por estar rodeada por los aparatos volcánicos que llevan los mismos nombres. El sistema de drenaje que existe es del tipo radial y dendrítico subparalelo influenciado, el primero por los aparatos volcánicos monogenéticos (Cerros San Martín, San Bartolo y Escondido entre otros) y el segundo por las fracturas o fallas normales. Las corrientes superficiales son de régimen intermitente (sólo llevan agua en tiempo de lluvias) y drenan hacia el Río Grande de Santiago, este último de régimen permanente. Existen cuatro unidades geohidrológicas, entendiendo como unidad geohidrología a uno o más tipos de roca con suelos que presentan similar funcionamiento hidrológico, y se agruparon en:

- A).- Material consolidado con rendimiento bajo probado
- B).- Material inconsolidado con rendimiento bajo probado.
- C).- Material inconsolidado con rendimiento medio probado.
- D).- Material inconsolidado con probabilidad baja.

176.RG.12

EL METAMORFISMO CATACLASTICO DE LA SECUENCIA LITOESTRATIGRAFICA DE LA SIERRA DE JUAREZ, OAXACA: UN EVENTO TECTONICO DEL NEOGENO

Sergio D. Bazán Perkins

Industria Minera Indio, S.A.

Estudios litoestratigráficos de la secuencia precámbrica y del Fanerozoico expuesta en la Sierra de Juárez, Oaxaca, define para el Neógeno Temprano la extensa milonitización cataclástica que afectó la sucesión rocosa, durante un evento dinamometamórfico presente

en progresivas fallas inversas. Los reconocimientos que involucren toda la sierra, establecen que no solamente la secuencia precámbrica está afectada por la cataclasis sino también las rocas paleozoicas, mesozoicas y del Cenozoico Temprano correspondiente al Paleógeno, en mayor o menor grado. Una peculiaridad de esta unidad geomorfológica de 170 km de largo y unos 55 km de ancho, se relaciona con el hecho de que hacia el occidente está limitada por la Falla de Oaxaca-Tehuacán, de desplazamiento oblicuo y normal, que implica su propio levantamiento a partir del Mioceno Inferior. Otro importante rasgo cronoestratigráfico radica en que su parte basal, aflora la sucesión de rocas más antiguas identificadas en el territorio de México, compuesta por la secuencia de más de 6000 m del Supergrupo Pápalo con edad interpretativa de + 2600 m.a. asignado al Arqueano, seguido del Supergrupo Zimatlán (2400-1800 m.a.) donde aflora toda la secuencia del Grupo El Trapiche y el Valdeflores erosionado con espesor de 1500 m. En esta localidad El Arqueano y el Proterozoico están separados por una superficie de erosión que exhibe un conglomerado basal seguido por varves para definir una conspicua discordancia reconocida a nivel global bien expuesta en el Río San Agustín, del área de Vista Hermosa que reúne la localidad tipo para esta secuencia basal.

La ultramilonización se asentúa hacia la parte central y media; disminuye su intensidad hacia las partes altas y laterales, tendiendo a desaparecer hacia las partes bajas y profundas de la sierra. Es notable la variable inclinación de los planos de granulación y aún opuesta a poca distancia, debida a las pulsaciones inherentes al levantamiento, predominando las de dirección SW hacia el frente occidental y al NE en el flanco oriental de la Cuenca de Veracruz. Hacia el extremo sur se observan planos de deslizamiento casi verticales; en cambio, hacia la cima los planos aparecen con inclinaciones de 5 a 12° con llamativos "birds eye" de cuarzo o feldespato. Por tanto, se define una estructura dómica regional que tiene como límite la propia Falla de Tehuacán que corta toda la secuencia litoestratigráfica. En efecto, la milonización y cataclasis disminuye hasta desaparecer al poniente de la referida falla. Así por ejemplo, el Supergrupo Pápalo que constituye el núcleo de la secuencia litoestratigráfica, al serpentinizarse por hidratación aumentó su volumen, originando el levantamiento dómico con intrusiones diapíricas que afectan rocas Volcánicas Terciarias. Las pulsaciones del levantamiento regional dieron lugar a la acumulación de potentes secciones de conglomerados (Conglomerados Cuicatlán) que aparece a largo de La Cañada Oaxaqueña; infiriendo que el levantamiento, la falla y el conglomerado son parasincrónicos con el evento de milonización de la secuencia expuesta en la Sierra de Juárez; es decir, hacia el Mioceno Temprano según las relaciones de campo. Por consecuencia, el levantamiento de la sierra y efecto de milonización

parasincrónico, fue causado por el evento de suducción en dirección poniente del Macizo de Los Tuxtlas, Ver. y bajo la discutida Sierra de Juárez, para originar sucesivos deslizamientos inversos con cuña clástica de las propias sucesiones sedimentarias mesozoicas y terciarias en dirección oriente, hacia la cuenca de Veracruz. Este mismo evento de acreción se repite en mayor o menor intensidad a lo largo de Sierra Madre Oriental, donde se manifiestan las rocas basales del Supergrupo Pápalo del escudo arqueano (Mexican Shield) del oriente de México.

Como conclusión, es importante considerar que el evento de dinamometamorfismo no borra las características de las diversas sucesiones litoestratigráficas que aparecen en la sierra, diferenciándose cada una de ellas por su clase química; ultramáfica, máfica, cuarzo-feldespática, pelítica, calcárea, dolomítica y ferruginosa; sobre todo cuando existe una deformación precursora en facies de anfibolita y de esquistos verdes relacionada con la Orogenia Oaxaqueña $\pm$ 1000 m.a. que prevalece en toda la secuencia al referido evento de milonización de alta presión y baja temperatura, sin que altere el carácter químico de las formaciones. Por ejemplo, hacia la región de Xayacatlán, una intrusión tonalítica que afecta a toda la secuencia de los supergrupos Pápalo y Zimatlán y asignado al Paleozoico, su grado de cataclasis oscila de protomilonita a ultramilonítica, pero afectando con mayor intensidad al Supergrupo Zimatlán por su carácter cuarzo-feldespático y anfibolítico. Por otra parte, las secuencias calcáreas del Cretácico del área de Guelatao, exhibe una cataclasis que se intensifica hacia la profundidad y disminuye hacia la superficie hasta desaparecer. Finalmente sobre la carretera que se dirige a Valle Nacional, Oax. aparece con aspecto de pizarrosidad protomilonítica y como producto de los deslizamientos progresivos durante el levantamiento.

177.RG.13

LOS KLIPPERS DE LA NAPPA ALVIIG, DURANTE LA FASE POST-OROGENIA MEXICANA LARAMIDE

Sergio Bazán Barrón

Industria Minera Indio, S.A.

La Nappa ALVIIG, asignada así por su exposición mecánicamente visible en sus localidades tipo de Aldama, Chih; Vizarrón, Qro. e Iguala, Gro., identificada por Bazán (1978) como una de las principales morfoestructuras posterior a la Orogenia Mexicana Laramide, al cubrir la parte centro occidental del territorio. Esta estructura alóctona, regionalmente exhibe una posición longitudinal NNW-SSE; truncada y desplazada al poniente por la Faja Neovolcánica Transmexicana. La cobertura de la nappa se extiende entre 60 a 120 km

de ancho y ha sido reconocida en los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Hidalgo, Guere taro, Edo. de México, Morelos, Puebla, Guerrero y Oaxaca, la que se define por su aloctonía de carácter "interno" en dirección regional al noreste. Su nivel de "decollement" se identifica por el contraste de estilo estructural y litoestratigráfico, donde una secuencia más antigua competente y escasamente deformada, suprayace en un plano subhorizontal a otra más joven, deformada y plegada generalmente menos competente. Esta expresión estructural no es fácil distinguirla en el campo, por la intensa erosión Plio-Cuaternaria que así, enmascara. No obstante en sus localidades tipo, se definen sus relaciones estructurales donde destacan colosales kippers que aparecen como remanentes de la erosión, hacia su parte más "externa" y como elementos distintivos de su recubrimiento alóctono, estimado en más de 200 km. La Nappa ALVIIG en la región de Aldama, Chih. está mecánicamente expuesta en un frente alóctono de 80 km, donde una pequeña ventana de 6 km de calizas, arsenicas y lutitas del Cretácico Superior y Paleoceno, muy plegado y con recumbencias al Noreste, constituye el bloque autoctono, espuesto en la parte norte-oriental de la Sierra de Peña Blanca. La aloctonía se define por una potente secuencia cabalgante que se inicia con los depósitos flysch de la Formación Aldama (Rara) del Paleozoico, que corresponden a la trinchera del evento de subducción de la placa de Nuxiño del Sistema Cordillerano, durante el Péermo-Carbonífero. La sucesión continua con las formaciones: Cuchillo, Glen Rose, Walnut y Edwards de Cretácico Inferior, no deformadas y debilmente plegadas, que además sobrellevan conglomerados, brechas tobas y derrames de ignimbritas de naturaleza riolítica. Por lo tanto, el Klippe de Santa Eulalia se define por la prolongación de la misma secuencia alóctona, con una longitud de 30 km de largo y 10 de ancho en sus extremos y que sin duda alguna reposa sobre la misma secuencia plegada del Cretácico Superior. Es evidente que los emplazamientos hidrotermales de Pb,Zn,Ag, Au, Cu, Mn Y Zn, así como los de U, Mo, Ti y V que se encuentran emplazados en la secuencia alóctona, fueron inyectados antes o durante su cobertura alóctona. Hacia la región de Vizarrón, Gro. la Nappa ALVIIG exhibe su aloctonía en condiciones mecánicamente visibles, en el propio Arroyo Encinillas y camino carretero que se dirige a San Joaquín, Gro; al oriente del propio poblado de Vizarrón de Montes y a unos 3 km al Norte de este poblado. Aquí el Klipper El Doctor, integrado por potentes bancos de calizas arrecifales de la Formación El Doctor del Cretácico Inferior y no deformadas, suprayacen en franca aloctonía sobre una alternancia de lutitas, margas y limonitas cerradamente plegadas de la Formación Soyatal-Méndes del Cretácico Superior. El plano de "decollement" sensiblemente horizontal puede ser observado desde unos 2 km de la carretera que viene de Tolinán; habiéndose reconocido una longitud de 40 km

y hasta 10 km de ancho. Por la presencia de depósitos de U,Ti, Mo, V emplazados en las calizas de la Formación El Doctor, se piensa que su desprendimiento "interno", sea de más de 200 km pues corresponden a removilizaciones hidrotermales del Jurásico Continental, ubicados muy al oeste de su posición actual. Con respecto a la región de Iguala Gro. la interpretación alóctona en dirección al NNE es un tanto compleja por la cubierta aluvial, aún así se reconocen varias localidades de un frente de más de 200 km definido por varios klippes, como el de Chilacachapa, el propio y más extenso de Coaxcatlán, el de Cacahuamilpa y así mismo hasta Tlaucingo-Jolalpan del Edo. de Puebla, donde la erosión también hizo aflorar las unidades estructurales infrayacentes através de "ventanas". La aloctonía de la Nappa ALVIIG se define por la anhidrita y yesos de la base de la potente secuencia de los bancos de dolomita y calizas arrecifales de la Formación Morelos del Cretácico Inferior, donde un nivel décollement cuasi-horizontal, suprayace a la Formación Mezcala y en grupo Balsas del Cretácico Superior y terciario, respectivamente. En el campo el recubrimiento alóctono se evidencia por la simple disarmonía estructural de la sucesión litoestratigráfica en el Klippe de Coaxcatlán, en el área tipo de Iguala donde sería difícil explicar el orden secuencial de la formación Mezcala y el Grupo Balsas con potencia de más de 2500 m, sobre pasados así con los más de 600 m que tiene la Formación Morelos, si no fuera por una falla inversa de cabalgadura al Noroeste. En efecto, un rasgo peculiar que prueba este hecho se evidencia por la inyección de cuerpos de caolín de alta pureza alojados en las cabernas karsticas de la base, expuestas a unos 3 km al poniente de la Cd. de Iguala que pudieran provenir de tobas volcánicas del Grupo Balsas; o bien, del Miembro Superior de la Formación Mezcala que pueden ser reconocidas en la región, que así fueron alojadas durante su arrastre de aloctonía. Podemos concluir que la gran aloctonía por más de 200 km para la Nappa ALVIIG, se reduce al viajar de una parte "interna" no plegada, hasta una parte "externa" altamente deformada y muy plegada representada por el autoctono. Se infiere que su desprendimiento se haya iniciado durante el Oigoceno y progresivamente hasta el Mioceno, ayudado por la gravedad de un plano inclinado por el levantamiento de occidente. Es evidente que el acortamiento del zócalo o basamento regional para explicar la aloctonía, se debe al efecto de subducción y colisión continental de la secuencia precámbrica del Golfo de México, en dirección poniente y justo, bajo los pliegues frontales de la Sierra Madre Oriental, donde está íntegramente implicada también la Sierra de Juárez. Este evento de acreción continental se debe al mecanismo de colisión del escudo arqueano del oriente (Mexican Shield), iniciado desde el Cretácico Superior y que conjuga la fase de Suducción hacia el poniente a lo largo del frente orogénico Iaramide.

GEOLOGY AND MINERALIZATION OF THE
CANTERA MOTHER LODE (MIDDLE PART)
ZACATECAS MINING DISTRICT, MEXICO

Salvador Enciso de la Vega
Instituto de Geología, UNAM, México, M.F.
Fumio Wada
Dowa Mining Co. México, D.F.

The Cantera mother lode is a fault vein structure with a general strike average N 75°W dipping between 30° and 40° to the south. This fault vein consists of two main segments, developed over 6.0 kilometers each one. The middle part of the cantera vein presents at least two different stages of hypogene mineralization of gold silver, lead and zinc. The upper part of the associated ore bodies are rich in pyrite and chalcocite. The lower part increase in galena and sphalerite content. Older rocks in this mining district are triassic metasediment intruded by Cretaceous diorite. The rest of the stratigraphic section includes Tertiary rhyolitic dike flows, polymictic conglomerate and brecciated rocks. The final metamorphic event dated by Ranson (1975) belongs to the Laramide orogeny 73.2 ± 1.5 million years. Mineral process and hydrothermal alteration includes chlorite, silica, epidote and kaolin. Structural vein trend as well as the horizontality of tertiary volcanic rocks do not support a caldera type of volcanic events.

235.RG.16

CONTROLES GEOLOGICOS DE MOVIMIENTOS DE
LADERA Y EVALUACION DE PELIGRO POR
DESPLAZAMIENTO EN EL AREA
METROPOLITANA DE TIJUANA, B.C.

Manuel Aragón A. y Luis A. Delgado-Argote
División de Ciencias de la Tierra-CICESE
Km. 107 Carr. Tijuana.-Ensenada
Ensenada, B.C.

La ciudad de Tijuana se localiza en un área tectónicamente activa caracterizada por su baja sismicidad ($M < 3$). Las fallas Rose Canyon y Vallecitos-San Miguel, ambas de desplazamiento lateral derecho, aparentemente convergen en la zona metropolitana. La mancha urbana se desarrolla principalmente sobre una secuencia pobremente consolidada compuesta por arenisca, conglomerado e intercalaciones de lutita pertenecientes a la Fm. San Diego, de edad Pliopleistocénica. Esta unidad se divide en un miembro inferior dominado por arenas y otro superior dominado por conglomerados. Infrayaciendo a esta secuencia se encuentra la Fm. Rosarito Beach de edad Mioceno, compuesta por intercalaciones de derrames basálticos,

tobas y sedimentos volcánoclasticos. El basamento regional lo constituyen la Fm. Alisito y Batolito Peninsular. En el área se definen 3 dominios geomorfológicos caracterizados por diferentes patrones estructurales del Océano Pacífico al río Tijuana, el área está dominada por fallas laterales y normales orientadas NW y fallas normales NE, ambos sistemas son responsables de los lomeríos alargados cortados por cañones profundos. El valle del río Tijuana forma el dominio central el cual está estructuralmente controlado por fallas normales NW. Entre el basamento cristalino del oriente y el río Tijuana, se encuentra el tercer dominio formado por mesas disectadas por fallas normales y laterales de rumbo NW y fallas normales perpendiculares que definen un régimen transtensivo. Los tipos de movimientos de ladera más comunes son fluencias de detritos, deslizamientos rotacionales y caída de bloques. La mayor densidad de accidentes se observa en el primer dominio como consecuencia de la intensidad del fracturamiento y fallamiento, son frecuentes las fluencias y poco comunes los movimientos en el bloque; en el tercer dominio ocurren los deslizamientos más grandes (El Patejé con 200,000 m³), y la densidad de estos es menor, ocurren tanto fluencias como movimiento en bloque. La presencia de accidentes de ladera muestran un excelente correlación con: a) los contactos estratigráficos, principalmente entre los miembros inferior y superior de la Fm. San Diego y entre la Fm. Rosarito Beach y la Fm. San Diego; b) la presencia de fallas y fracturas, los deslizamientos rotacionales son comunes cerca de intersección de estructuras, mientras que las fluencias siguen la traza de las estructuras; c) la pendiente, la cual es crítica en la ocurrencia de fluencias y caída de bloques pero no es un factor determinante en la ocurrencia de movimientos rotacionales. A nivel regional, el agua y la sismicidad han jugado el papel de disparadores de deslizamientos; a nivel local la modificación del talud por actividad humana es un agente importante. Las pruebas de vibración ambiental en, y cercana a zonas de deslizamientos indican un aumento drástico en los modos fundamentales del terreno a baja frecuencia (hasta de 0.15 Hz en 30 m), indicando la pérdida de rigidez en la masa rocosa debido al fracturamiento. En zonas de falla o fracturamiento, la respuesta en frecuencias es similar. Hemos observado amplificación bajo condiciones de vibración inducida de hasta 15 ó 20 veces más alta en zonas de falla que en las rocas encajonantes no deformadas. Los deslizamientos se han identificado en un amplio rango de tiempo, sin embargo, en los últimos años, los asentamientos humanos han invadido zonas propensas a moverse.

EVALUACION PRELIMINAR DE ESTABILIDAD DE
TALUDES EN LA ZONA CONURBADA
ZACATECAS-GUADALUPE
ESTADO DE ZACATECAS, MEXICO
USANDO EL SISTEMA DE
INFORMACION GEOGRAFICA

Felipe de Jesús Escalona Alcázar¹
Manuel Aragón Arreola², Gerardo Chávez Velazco²
y José de Jesús Parga Pérez¹

¹ Escuela de Ingeniería de Minas, Metalurgia y
Geología

Universidad Autónoma de Zacatecas

² Departamento de Geología,
Centro de Investigación Científica y de Educación
Superior de Ensenada

A partir de los deslizamientos de terreno ocurridos en la Ciudad de Tijuana en 1992 y 1993, miembros del Departamento de Geología del CICESE emplearon un método para evaluar la estabilidad de taludes que consiste en sobreponer información estructural, topográfica, litográfica, litológica y geomorfológica, la combinación de estos factores se logró manejando los datos en formato digital mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG) usando una condición no aditiva que permite establecer zonas propensas a deslizarse. En este trabajo evaluamos, la estabilidad de taludes en la Ciudad de Zacatecas usando el método empleado en Tijuana, al mismo tiempo analizamos su efectividad en un terreno geológico distinto, no contamos con la cantidad y calidad de los datos con los que se desarrolló la metodología, no obstante este trabajo constituye la primera aproximación que puede servir de base para trabajos posteriores en los que se incluya trabajo de campo. La Ciudad de Zacatecas se asienta sobre lomeríos y laderas de valles aluviales de pendientes variables. El subsuelo está compuesto por esquisto, filita, pizarra, andesita, riolita y depósitos pobremente consolidados de conglomerado y toba. El registro presenta fallamiento, fracturamiento, plegamiento y mineralización. El rasgo morfológico principal lo forma la Sierra de Zacatecas, formada por cerros pequeños y alargados en dirección NW-SE, N-S y NE-SW; los arroyos más largos corren paralelos a estos cerros, siendo sus tributarios cortos. Estos cauces son intermitentes estacionales. Se analizó un área de 255 km² de la que se obtuvo el Modelo Digital del Terreno (MDT) utilizando el mapa topográfico digitalizado escala 1:50 000. El tamaño de la celda (pixel) es de 50 por 50 m. Partiendo del MDT se calculó el modelo digital de pendientes al que se le integró la geología estructural y litología en formato digital usando un SIG para combinar estos datos. El resultado de ellos es un mapa donde se

muestran los sitios que conjugan pendiente alta, fractura, falla o veta y litología; que al ser verificados en el campo representan zonas completamente estables debido a la silificación de la roca y a la abundante vegetación.

ESTADO ACTUAL DE LA EXPLORACION GEOFISICA
EN EL PROYECTO GEOTERMICO
EL CEBOROUCO, NAY.

J.Jesús Arredondo Fragoso
C.F.E. Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos
Morelia, Mich. México

La ubicación del proyecto está delimitada por las coordenadas de Mercator entre 2,324,000 y 2,348,000 de Latitud Norte y de 510,000 y 560,000 de Longitud Oeste, los estudios exploratorios de geología a detalle, geofísica y geoquímica, han cubierto una superficie aproximada de 1250 km². Mediante los estudios geológicos se ha determinado que la edad de las rocas abarca desde el Cretácico Superior hasta el Reciente, siendo la más antigua una secuencia sedimentaria que aflora en la Sierra de Zapotlán al occidente del área de estudio, intrusionando a ésta, se mapeo un granito, el cual se ha considerado como parte del cuerpo batolítico que aflora en las costas del Pacífico Norte, sobreyaciendo tanto a las rocas sedimentarias y granito, está la secuencia andesítica, riolítica e ignimbrítica de la Sierra Madre Occidental (S.M.O.) y el vulcanismo propio de la Faja Neovolcánica (andesitas, basaltos, dacitas y riolitas). Las rocas que se han considerado favorables para almacenar el yacimiento geotérmico, son las andesitas de la Base de la S.M.O., debido al intenso fracturamiento, al que han estado sometidas durante el tectonismo que ha prevalecido en el área de estudio. Los estudios exploratorios mencionados en el primer párrafo han reflejado que la zona de estudio se encuentra estructuralmente en una depresión, delimitada al noreste por la S.M.O. y al sureste por las sierras del Guamúchil y Zapotán, quedando emplazado dentro de ésta, el volcán El Ceboruco y Domo de San Pedro, bajo los cuales se ha interpretado que es posible la existencia de fuentes de calor, que puedan dar lugar a un yacimiento geotérmico; quedando restringida la conducción del calor, probablemente en el Ceboruco a través del conducto principal de éste, dado los resultados del pozo exploratorio CB-1 perforado en su flanco suroeste. Quedando pendiente por explorar la zona del Domo de San Pedro, mediante el pozo exploratorio CB-2, en donde se han detectado gradientes térmicos del orden de 0.110°C/m que implica valores de flujo de calor de 3.6 veces mayor al estimado para el Eje Neovolcánico, lo que confirma su asociación con un sistema hidrotermal de interés potencial.

010.GEOT.02

LA ANOMALIA DE BOUGUER Y SUS PROBLEMAS
DE INTERPRETACIÓN EN ZONAS VOLCÁNICAS

Gerardo Héctor García-Estrada
Comisión Federal de Electricidad
Gerencia de Proyectos Geotérmicos
Morelia, Mich.

a pesar de que el cálculo de la anomalía de Bouguer es un procedimiento gravimétrica, su verdadera significado ha sido motivo de debate incluso en épocas recientes. Actualmente, ha quedado claro que incluso con la corrección topográfica de la estación de campo. Sin embargo, esta interpretación implícita en algunos textos gravimétricos antiguos y enfatizada en fechas recientes, no es totalmente comprendida ni aceptada por un sector considerable de especialistas en la materia, y menos aún comprenden sus importantes implicaciones prácticas. Cuando se realizan estudios gravimétricos en zonas donde se dispone de abundante información complementaria, es costumbre realizar un ajuste artificioso de los parámetros del modelado gravimétrico, de modo que es innecesario ahondar en la comprensión del concepto. Sin embargo, cuando esta información es escasa, el tema se hace crucial. Tal es caso de los estudios realizados por la Comisión Federal de Electricidad, en los que, dado que la verificación es una parte inseparable de la investigación, se han podido demostrar que las importantes implicaciones prácticas que tiene la comprensión adecuada de este concepto y sus enormes implicaciones en la interpretación. Adicionalmente, se ha encontrado que en zonas de vulcanismo reciente, a pesar de que la reducción de datos se realice de acuerdo a los criterios comunes aceptados, se tienen resultados difíciles de reconciliar con los datos de perforaciones profundas. Por tal motivo, se considera que junto con la comprensión del concepto de la anomalía de Bouguer, debe ahondarse en el de sus peculiaridades en zonas volcánicas. Se presentan algunos casos de interés que ilustran esta discusión y algunos resultados de la investigación que se realiza actualmente sobre este tema, cuya importancia teórica y económica son enormes.

011-GEOT-03

INTERPRETACION AEROMAGNETICA
CUALITATIVA EN LA REGION CEBORUCO,
SANGANGUEY, NAY.,
CON OBJETIVO GEOTERMICO

Gerardo Héctor García Estrada
Jesús Arredondo Fragoso
Comisión Federal de Electricidad
Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos
Morelia, Mich.

El extremo occidental del Eje Neovolcánico Transmexicano constituye una región de gran atractivo

para la exploración de recursos geotérmicos, realizada por la Comisión Federal de Electricidad. La digitalización de los datos aeromagnéticos publicados por el Consejo de Recursos Minerales y su posterior procesamiento, han permitido, delinear numerosas estructuras que afectan la región, así como definir algunas localidades en las que la respuesta magnética es inusual, lo que se considera indicio de su posible asociación con procesos hidrotermales.

Dado que la exploración geotérmica de campos con escasas evidencias superficiales requiere el desarrollo de nuevos criterios para el procesamiento e interpretación de datos, la interpretación se hace con base en conceptos desarrollados mediante el estudio de grandes campos geotérmicos. Las perforaciones profundas realizadas en la zona han aportado resultados inesperados tanto para los geólogos, como para los geofísicos relacionados con la exploración geotérmica, y son de interés para la investigación tectónica del occidente de México. Además de los resultados del procesamiento y la interpretación cualitativa, se presentan avances del modelado realizado en la zona para acotar las propiedades del subsuelo.

036.GEOT.04

ESTUDIOS GEOELECTRICOS EN LA ZONA GEOTERMICA DEL VOLCAN CEBORUCO, ESTADO DE NAYARIT.

Sergio Hugo Palma Guzmán
Comisión Federal de Electricidad
Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos

Desde el año de 1980, la CFE viene realizando una serie de estudios de reconocimiento y evaluación de la zona del Volcán Ceboruco, que por sus características vulcanológicas pudieran favorecer la existencia de un sistema geotérmico económicamente explotable. Los estudios geoeléctricos de resistividad llevados a cabo comprenden la ejecución de 177 Sondeos Eléctricos Verticales en Corriente Contínua (Dispositivos Schlumberger) y de 90 Sondeos Magnetotelúricos en un área aproximada de 1300 km².

Con las campañas de SEV's, los primeros en realizarse, se definieron las características geoeléctricas regionales y los sectores anormalmente conductores asociados a los alineamientos estructurales y al vulcanismo reciente. Debido al comportamiento superficial que manifestaron los SEV's por la influencia de la Subcuenca del Río Tetiteco, el estudio magnetotelúrico; se dirigió a estudiar el comportamiento del basamento geoeléctrico poniéndose mayor énfasis en las variaciones laterales de resistividad que dieran importancia a la zona conductora superficial con asociación geotérmica.

037.GEOT.05

AVANCES EN EL DESARROLLO DE UNA TECNOLOGIA TERMOMETRICA PARA LA EXPLORACION GEOTERMICA

Gerardo H. García Estrada
Comisión Federal de Electricidad
Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos
Morelia, Mich.

Rosa Ma. Prol Ledesma
UACPyP del CCH
Instituto de Geofísica, UNAM

Durante muchos años, la existencia de manifestaciones hidrotermales superficiales ha sido una de las principales guías para la localización de recursos geotérmicos. Sin embargo, conforme avanza la exploración del país, este indicador se hace cada vez menos importante por dos posibles razones, ya sea que los campos geotérmicos que aún no se localizan se encuentren cubiertos por una capa sello más eficiente, que impide el escape de fluidos y hace que las manifestaciones sean pequeñas o inexistentes, o bien estos campos son de un potencial menor o de naturaleza distinta a los identificados hasta la fecha.

Esta situación, junto con la necesidad de hacer una interpretación más detallada y realista de los datos geofísicos disponible durante la exploración geotérmica preliminar, han dado impulso a la perforación de pozos de gradiente por parte de la Comisión Federal de Electricidad. Para utilizar adecuadamente la termometría como método de exploración es necesario comprender el funcionamiento térmico de la capa sello de los campos conocidos, con objeto de utilizarlo como guía en la búsqueda de otros campos, e investigar los efectos hidrológicos someros sobre el campo de temperaturas. Con tal fin, se desarrolla un proyecto termométrico enmarcado dentro del programa de Posgrado en Geofísica del UACPyP-UNAM, que incluye: a) construcción y prueba de equipo de registros termométricos y sondas de conductividad, b) desarrollo de una metodología de campo, y c) definición de técnicas y criterios de interpretación y modelado.

Hasta el momento, el proyecto ha cubierto las dos etapas iniciales y se encuentra en la parte final. En esta ponencia se presentan los resultados alcanzados por el proyecto termométrico, incluyendo: el equipo desarrollado, la realización de registros continuos en pozos, su comparación con registros discretos previos y algunos análisis preliminares en pozos de producción.

043.GEOT.06

LEGISLACION GEOTERMICA EN GUATEMALA

Guatemala posee un interesante potencial geotérmico al contar con dos grandes bloques geotérmicos. El bloque volcánico con cerca de 35 volcanes activos que cruzan el país de Este a Oeste y el bloque tectónico constituido por el complejo geoestructual de las fallas Motagua y Polochic. En 1985, se emite la ley de geotermia, un conjunto de normas jurídicas que regulan la actividad geotérmica, consistente en la ejecución de operaciones geotérmicas y las aplicaciones de la geotermia con el fin de un aprovechamiento técnico y racional del recurso y los procedimientos a través de los cuales el Estado la delega en entidades estatales específicas y en contratistas privados. Para formalizar la ejecución de operaciones geotérmicas a cargo del Estado, se hace mediante Areas de Reserva Nacional Geotérmica, y cuando las ejecuten particulares, se hace mediante Permisos de Reconcimiento Superficial y/o Contratos de Operaciones o de Servicios.

Los procedimientos por medio de los cuales se celebran Contratos con el Estado son: a) Convocatoria, cuando de un concurso voluntario de oferentes y según las bases de la convocatoria, se califica la mejor o mejores ofertas; b) Negociación Directa, cuando sin realizar concurso se elige a un oferente plenamente identificado y que cumple con los requisitos necesarios para contratar. El tema a desarrollar, consiste en la presentación del Proyecto de Regalmento de la Ley de Geotermia, siendo éste, un conjunto de normas de carácter operativo y procedimental que desarrollan los aspectos de la Ley de Geotermia, dando lineamientos específicos y la dinámica a seguir para aplicarla.

051.GEOT.07

ESTIMACION DE LA RECARGA NATURAL DURANTE LA EXPLOTACION DE SISTEMAS HIDROTERMALES BIFASICOS

Mario César Suárez Arriaga
Luis Ortega Pierres
Depto. de Yacimientos,
Ofna. de Modelado Matemático
Comisión Federal de Electricidad
A.P. 31-C, 58290, Morelia, Mich

Un aspecto importante al calcular la duración y planear la explotación de yacimientos geotérmicos es el tomar en cuenta la presencia o no de la recarga natural. Esta puede visualizarse en términos de dos posibilidades geohidrológicas. La primera es consecuencia de un flujo subterráneo regional que se calienta en las proximidades de la corteza terrestre y recarga al reservorio. La otra ocurre cuando el volumen hipotéticamente detectado como yacimiento conocido,

resulta ser menor al volumen real desconocido del reservorio. En ambos casos, este volumen extra actúa o puede actuar como una reserva importante para la porción del yacimiento sujeta a la explotación. En las dos situaciones, la recarga se traduce en una aportación exterior de fluido a las zonas explotadas.

El valor del parámetro recarga se puede detectar experimentalmente en el transcurso del tiempo, al observar como la masa extraída acumulada va acercándose a la cantidad de fluido supuestamente presente en el reservorio considerado como cerrado o sin recarga. A menor masa presente, mayor depresión; si los abatimientos de presión no concuerdan con esta observación, entonces debe concluirse que existe una recarga natural que está alimentando de manera continua al reservorio conocido. En este trabajo se plantea un método original, para estimar la recarga volumétrica que alimenta reservorios bifásicos en explotación. Solo es aplicable a campos geotérmicos que cuenten con alguna historia de producción/inyección. La técnica hace uso de los datos semanales o mensuales de los pozos productores y, eventualmente, de los inyectores; requiere también conocer el valor promedio de algunos parámetros clave del reservorio. El modelo desarrollado hace depender todas las variables termodinámicas del fluido en la temperatura, de tal manera que para cada grupo de datos de producción medido en cada tiempo, se pueden estimar los cambios en entalpia y presión por muy ligeros que sean. Estos valores se van ajustando a los observados realmente en los pozos, simplemente haciendo variar la cantidad y forma de la recarga hasta determinarla.

053.GEOT.08

EVALUACION DE LA CAPACIDAD ENERGETICA DEL YACIMIENTO GEOTERMICO DE LOS AZUFRES, Mich.

José Luis Quijano León
Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos
Comisión Federal de Electricidad

A la fecha, en el Campo Geotérmico de Los Azufres, Michoacán, se tiene una capacidad instalada de 98 MW eléctricos, de los cuales 73 MW se encuentran en el Sector Sur y 25 MW en el Sector Norte. La generación de electricidad inició en el año de 1982 y desde entonces se ha extraído una masa total del orden de 108 millones de toneladas de vapor y salmuera.

Los abatimientos de presión han sido inferiores a 1.5 bar/año. Las evaluaciones volumétricas del yacimiento, indican que, en el Sector Sur, se pueden instalar 165 MW y, en el Sector Norte 180 MW. Por otra parte, las evaluaciones realizadas con simuladores numéricos, confirman que en el Sector Sur se pueden generar de 90 a 100 MW; es decir, la capacidad instalada se puede

incrementar en 20 a 30 MW. En el Sector Norte, la capacidad es de 120 MW adicionales a los 25 MW ya existentes. Con base en estos resultados, la C.F.E. ha programado la construcción de plantas geotérmicas adicionales en los próximos cinco años.

079.GEOT.09

EL SIMULADOR VOLUMETRICO VOLUSIMU

Pedro Sánchez Upton
Comisión Federal de Electricidad
A.P. 31-C, Morelia, Mich.

Se presenta un simulador volúmetrico para aplicación en la Ingeniería de Yacimientos Geotérmicos. El simulador VOLUSIMU tiene como parte distintiva la posibilidad de utilizar diferentes tipos de permeabilidades relativas (Corey, lineal, etc.). Las tablas termodinámicas que emplea este simulador corresponden a agua pura en cualquiera de sus fases móviles (líquido, dos fases, y vapor), y comprenden a la mayoría de condiciones termodinámicas encontradas en los campos geotérmicos de la República Mexicana. El simulador VOLUSIMU además de utilizarse en la estimación de la capacidad de generación de energía eléctrica de campos geotérmicos, puede utilizarse para la calibración de resultados de simuladores en tres dimensiones. La ejecución de VOLUSIMU puede llevarse a cabo en cualquier sistema computarizado personal, requiriendo para la corrida un pequeño número de variables de entrada. En general, los resultados de una corrida de VOLUSIMU son prácticamente instantáneos. El simulador VOLUSIMU se ha empleado en el Campo Geotérmico de la Primavera, Jal. y en el Campo Geotérmico de Los Hornos, Pue.

096.GEOT.10

LOS SISTEMAS PETROTERMICOS EN MEXICO

Faustino Alonso Reyes¹ y
Mario César Suárez Arriaga²

¹Div. Est. Posgrado UNAM, Yácatas 458-5B, 0320
México, D.F.

²Univ. Michoacana y C.F.E.;
A.P. 27-H 58090 Morelia, Mich

En la medida en que los combustibles fósiles tiendan a agotarse, las fuentes de energía no convencionales, como los yacimientos en roca seca y caliente (YRSC), adquirirán cada vez más viabilidad técnica y económica. Los sistemas naturales YRSC o petrotérmicos, son una fuente de energía alterna, viable, no contaminante y con un potencial energético enorme, aunque limitada por su ubicación y capacidad puntual. Su aprovechamiento

comercial no requiere del uso de ningún combustible fósil, por lo que su empleo contribuirá a disminuir el consumo de petróleo y a reducir la alarmante dependencia actual de México hacia los hidrocarburos. A partir de la recopilación y análisis de la información disponible, y de numerosas consultas con especialistas de muy diversas organizaciones, hemos llegado a definir el potencial preliminar de la roca seca caliente en México, identificando cuarenta (40) zonas diferentes con posibilidades de contener este recurso natural en el subsuelo. Un cálculo preliminar permite estimar que el potencial petrotérmico es entre cuatro y cinco veces mayor al de los sistemas hidrotermales tradicionales. Estas cifras burdas significan reservas energéticas entre 52 000 y 65 000 MW de roca seca y caliente teóricamente aprovechables en beneficio humano. Los proyectos de roca seca y caliente podrían ser aplicables en el desarrollo y fomento de un crecimiento sano y equilibrado de muchos lugares cercanos a sitios localizados; desde centros urbanos hasta comunidades campesinas y desde desarrollos industriales a desarrollos agropecuarios y turísticos. Su aplicación resultaría especialmente útil en la electrificación de zonas rurales remotas o regiones aisladas como Baja California Sur.

106.GEOT.11

LOS DOMOS DACITICOS DE ZITACUARO, MICH. EVALUACION GEOTERMICA

Zenón Casarrubias Unzueta y
Humberto Martiñón García
Comisión Federal de Electricidad
Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos
A.P. 31-C Morelia, Mich; México

El complejo de domos se localiza 8 km al sureste de Zitácuaro, Mich. El objetivo del estudio consistió en definir las características geológicas de las diferentes etapas volcanológicas que pudieran servir de base para evaluar las condiciones geotérmicas de la zona. La secuencia litológica estudiada comprende un basamento local, formado por una unidad volcano-seimentaria del Mesozoico, perteneciente a un arco insular y afectada por un metamorfismo de bajo grado. En discordancia, se observa sobreyaciendo, una secuencia sedimentaria depositada en un ambiente marino, tipo plataforma, con la presencia de lutita, arenisca, calizas y margas, así como una secuencia calcárea cuya edad es Cretácico Medio-Superior. En el Mioceno Inferior, tuvo lugar el inicio de la actividad volcánica que formó la Sierra Madre Occidental, se le considera como el basamento volcánico de la cobertura pliocuaternaria; esta unidad se caracteriza por la presencia de rocas de composición andesítica y dacítica, su edad varía entre 17 y 13 Ma. El complejo volcánico de Zitácuaro, se sobrepone discordantemente a las rocas del ciclo anterior, está

compuesto por andesitas y dacitas, cubre un total de 250 km² y se inició en el Plioceno. Las rocas andesíticas representan las primeras emisiones volcánicas del complejo, con edades que varían entre 2.9 y 1.5 Ma. Posteriormente se emplazó un conjunto de domos de composición dacítica, con edades entre 0.99 y 0.067 Ma, que fueron acompañados por productos piroclásticos distribuidos en la periferia y principalmente al NE del área.

En cuanto a las estructuras geológicas, se observan fallas regionales predominante de dirección NE-SW y N-S, que están asociadas a una tectónica distensiva del Pliocuatnario. Desde el punto de vista geotérmico, las evidencias superficiales del termalismo, como son los manantiales termales y las zonas de alteración hidrotermal, no existen. Sin embargo se encuentra, a 6 km al SE del complejo, una zona de manantiales con 33°C, que pudieran estar relacionada con éste. Las aguas son de composición clorurado-bicarbonatada, y según el geotermómetro K-Na, se obtuvieron temperaturas de 200°C. Por lo tanto, si logra probarse la relación entre el complejo volcánico y este termalismo, mediante la aplicación de estudios complementarios, la zona podría considerarse de interés geotérmico.

109. GEOT.12

DISTRIBUCION DE TEMPERATURAS EN ESTRATOS FRACTURADOS

Fernando Ascencio, UMSNH
Alfredo Arreola, IMP
Jesús Rivera, UNAM

La determinación del campo de temperaturas asociado a la inyección no isotérmica de fluidos en sistemas geotérmicos o en yacimientos petroleros juegan un papel muy importante. Con tal objetivo, en este trabajo se presenta un modelo matemático que describe el transporte conductivo-convectivo de energía durante el movimiento de un fluido a través de un estrato naturalmente fracturado; en la descripción se considera que la interferencia de calor durante la interacción roca-fluido es finita y se contemplan las pérdidas de calor en la dirección vertical. La descripción aquí propuesta se coloca en la líneas de los clásicos planteamientos de Lauwerier, Avdonin y Rubinshtein.

127. GEOT.12

EL CAMPO GEOTERMICO DE PATHE, POSIBLE EVIDENCIA DE FALLAMIENTO ACTIVO

M.M.I. Carrillo
Geol. C.U. UNAM 04510, México, D.F.

En el campo geotérmico de Pathé, Estados de Hidalgo

y Querétaro, existen varias fuentes termales de gastos > de 400 lts/seg alineadas a lo largo de fallas normales. También, manifestaciones superficiales de vapor, han sido ubicadas a lo largo del fallamiento. La migración de fluidos desde una fuente relativamente profunda, canalizada hacia la superficie por las fallas sugiere un control estructural en regiones sujetas a cizallamiento activo. Esto se infiere de la necesidad de romper la tendencia a la impermeabilización de tales conductos debido al autosello desarrollado por el reemplazamiento hidrotermal y el depósito de arcillas, como las explotaciones de minerales arcillosos que tuvieron lugar en diferentes minas alineadas a lo largo de las fallas (El Coh, El Carmen, etc.). La promoción de permeabilidad sería de consecuencia de una reactivación tectónica, a diferencia del fallamiento inactivo reconocido como pantalla impermeable. La litoestratigrafía de la región comprende formaciones relativamente permeables e impermeables. Esta últimas servirían, probablemente, como sellos separando zonas de regimenes de presión de fluidos hidrostáticos de zonas sobrepresionadas. La deformación de extensión V3 su horizontal, promueve la propagación de fracturas de extensión vertical destruyendo las barreras y concentrando la migración de los fluidos en las zonas de mayor permeabilidad: fallas y fracturamiento.

129. GEOT.13

ENTHALPY IS NOT A CONSERVATIVE QUANTITY IN A GEOTHERMAL SYSTEM

Mahendra P. Verma
Geotermia, Instituto de Investigaciones Eléctricas
A.P. 475, Cuernavaca 62000, Mor. México

The fundamental concepts used in dealing geochemistry off a geothermal system are based on the application of the principles of conservation of mass and energy (enthalpy). The first step is to determine the deep reservoir composition from the fluids (condensed vapor and separated water) obtained from the drilled wells and/or natural manifestations. In these calculations it is assumed equilibrium between vapor and water in the well as well as in steam-water separator and conservation of enthalpy. These assumptions are not valid in case of a geothermal system. It has been predicted the existence of superheated steam in various geothermal reservoirs, but there are no measured data even on the wells which produce only steam, whether they produce saturated or superheated steam. It is very much clear thermodynamically the wells which have superheated steam at the bottom, will also produce superheated steam at the well head. So one has to measure both temperature and pressure at the separator and the well head and use the steam table for compressed liquid and superheated steam to deal the geochemistry of the

system correctly. In case of wells which produce mixture of vapor and liquid, one can still assume the existence of equilibrium between the vapor and the liquid and my use saturated steam table. Enthalpy is not a conservative parameter in a geothermal system. The fluid entering at the bottom of a well has practically no velocity, so it does not have any kinetic energy. But the measured high flow rate of steam and separated water after the separator is a direct indication of high kinetic energy of the fluid at the well head. Similarly as the fluid ascends to superficies, its potential energy increases, so the heat energy changes to mechanical energy (potential and kinetic energies.) Hence the total energy must be used as a conservative quantity not the enthalpy in a geothermal system. A two phase flow approach has been developed to calculate the fluid thermodynamic parameters, chemical speciation, pressure and temperature in a geothermal reservoir from the parameters measured in the fluids (vapor and liquid) at the well separator, which are the parameters of prime importance in solving problems in chemical thermodynamics.

154.GEOT.14

ESTUDIO GEOLOGICO REGIONAL DE LOS ALTOS, JALISCO Y EL BAJIO, GUANAJUATO

Daniel Castillo Hernández y Francisco Romero Rios
Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos
Alejandro Volta No. 655
Morelia, Mich

El estudio comprendió el extremo este-noroeste del estado de Jalisco y suroeste del estado de Guanajuato y una pequeña parte del norte de Michoacán, con una superficie de 16,759 Km², la mayoría de los cuales pertenecen a la Sierra Madre Occidental y en menor proporción a la Meseta Central y al Eje Neovolcánico. La columna cronoestratigráfica definida tiene un rango de edad que va desde el Cratácico al Cuaternario e incluye rocas metamórficas, sedimentarias e ígneas. Estas últimas son intrusivas y extrusivas, y las primeras han sido datadas en 58 ± 5 m.a. De las rocas extrusivas, tanto máficas como félsicas, se tienen suficientes edades radiométricas que van desde 24.1 ± 0.8 hasta 1.6 ± 0.1 m.a., que exhiben una impresionante ciclicidad tanto en tiempo como en espacio, bastante interesante.

Estructural y tectónicamente toda la zona ha sido muy activa, desarrollándose cuantitativamente los sistemas NE-SW, NW-SE, E-W y N-S, mientras que desde el punto de vista cualitativo el orden es NE-SW, E-W, N-S y NW-SE, encontrándose localidades muy representativas como son: El Bajío, la Fosa de Chapala, los grábenes de La Vaquera y de Penjamillo, así como una serie de bloques afallados y bascolados, en cuyas trazas se han emplazado pequeños aparatos volcánicos y cuerpos dómicos rióliticos, los que a su vez han sido afectados

por posteriores reactivaciones de los mismos sistemas mencionados.

Respecto a la actividad termal, ésta se haya diseminada prácticamente en toda el área, con un total de 90 localidades, de las cuales 33 corresponden a manantiales con una temperatura que va de los 30° a los 78°C. Las restantes 57 localidades son pozos para uso agrícola, doméstico, etc, con un rango de temperatura que varía de 30° a 69°C. Se plantea que la parte sur del área estudiada reúne las condiciones de tectonismo, volcanismo y termalismo que son favorables para el entrapamiento en el subsuelo de recursos geotérmicos susceptibles de explotarse, por lo que el área comprendida entre las poblaciones de Agua Caliente-Santa Rita y de Huáscato-San José de la Paz, es la que tentativamente se considera como de un interés geotérmico prioritario.

155.GEOT.15

LOS SISTEMAS PETROTÉRMICOS EN MEXICO

Faustino Alonso Reyes ¹ y Mario Cesar Suárez A. ²

¹ Div.Est. Posgrado-UNAM
Yácatas 458-5B, 03020, México, D.F.

² Univ. Michoacana y C.F.E.
A.P. 27-H 58090, Morelia, Mich

En la medida en que los combustibles fósiles tiendan a agotarse, las fuentes de energía no convencionales, como los yacimientos en roca seca y caliente (YRSC), adquirirán cada vez más viabilidad técnica y económica. Los sistemas naturales YRSC o petrotérmicos, son una fuente de energía alterna, viable, no contaminante y con un potencial energético enorme, aunque limitada por su ubicación y capacidad puntual. Su aprovechamiento comercial no requiere del uso de ningún combustible fósil, por lo que su empleo contribuirá a disminuir el consumo de petróleo y a reducir la alarmante dependencia actual de México hacia los hidrocarburos.

A partir de la recopilación y análisis de la información disponible, y de numerosas consultas con especialistas de muy diversas organizaciones, hemos llegado a definir el potencial preliminar de las rocas secas calientes en México, identificando cuarenta (40) zonas diferentes con posibilidades de contener este recurso natural en el subsuelo. Un cálculo preliminar permite estimar que el potencial petrotérmico es entre cuatro y cinco veces mayor al de los sistemas hidrotermales tradicionales. Estas cifras burdas significan reservas energéticas entre 52 000 y 65 000 MWe de rocas secas y calientes teóricamente aprovechables en beneficio humano.

Los proyectos de rocas secas y calientes podrían ser aplicables en el desarrollo y fomento de un crecimiento sano y equilibrado de muchos lugares cercanos a sitios localizados; desde centros urbanos hasta comunidades

campesinas y desde desarrollos industriales a desarrollos agropecuarios y turísticos. Su aplicación resultaría especialmente útil en la electrificación de zonas rurales remotas o regionales aisladas como Baja California Sur.

170.GEOT.16

LAS MEDICIONES EN FONDO DE POZOS GEOTERMICOS COMO UNA VISION DEL YACIMIENTO

Alfonso Aragón A. Arturo Baca A.
IIE, Departamento de Geotermia
A.P. 475, Cuernavaca, Mor. C.P. 62000, México

La ingeniería de yacimientos fundamenta sus análisis en las respuestas que el mismo yacimiento proporciona a lo largo de las diferentes etapas de su existencia, la manera esencialmente directa de obtener información del subsuelo es a través de los pozos que al ser perforados atraviesan el horizonte productor almacenante del energético. El análisis del comportamiento de un yacimiento llega a tener diversos grados de dificultad debido a la mayor o menor heterogeneidad que éste presente, de tal manera que en yacimientos en los que se considera una distribución homogénea de sus propiedades, su análisis se reduce a una correlación directa de los parámetros medidos en cada pozo, sin embargo en yacimientos del tipo volcánico una correlación entre pozos presenta ciertos riesgos de poder ser generalizada al análisis global del yacimiento. En este último caso la simulación numérica es lo mas recomendable y para realizarla también es necesaria una alimentación de datos que se obtiene de las mediciones en pozos.

El Instituto de Investigaciones Eléctricas, conciente de la necesidad de disponer de datos confiables para un adecuado análisis del comportamiento del yacimiento, inició a partir de 1984 el proyecto METRE, que consiste en el desarrollo e implementación de un equipo autónomo para medición de parámetros de fondo de un pozo a condiciones de un yacimiento geotérmico, teniendo además respuestas instantáneas. Después de varios años de desarrollo de tecnología y pruebas del equipo simulando condiciones de un yacimiento se logró un sistema de mediciones altamente confiable y de muy alta precisión. El sistema cuenta con sondas completamente actualizadas de acuerdo con los avances tecnológicos, su cable electromecánico resiste las condiciones de un pozo geotérmico, las mediciones de presión, temperatura y velocidad de flujo pueden conducirse exitosamente con respuestas en tiempo real en situaciones de temperatura de hasta 315°C, en tanto que para temperaturas superiores existe la alternativa de usar el equipo acoplado a un módulo de memoria, el límite de presión de trabajo del equipo es hasta 351.5

kg/cm² (5000lb/pg²), con una resolución de 0.01 kg/cm². Con este sistema se han obtenido mediciones correctas en pozos tanto inyectorés como productores y en perforación

171.GEOT.17

USO DE SIMULADORES DE POZO

Alfonso Aragón A. Arturo Baca A.
IIE, Departamento de Geotermia
A.P. 475, Cuernavaca, Mor. C.P. 62000, México

Los simuladores numéricos de cualquier tipo, son de una invaluable ayuda dentro de la ingeniería de yacimientos, puesto que utilizándolos adecuadamente representan una considerable economía de esfuerzos, sin embargo para que resulten confiables, deben ser sometidos a diversos tipos de condiciones para acotar sus rangos de aplicabilidad. En lo concerniente a simuladores de perfiles dentro de pozos geotérmicos se cuenta con gran diversidad de éstos, siendo además cada uno aplicable bajo condiciones definidas de acuerdo con cada pozo. Sin embargo una vez que se han logrado investigar el simulador correcto, aplicable para un pozo en particular se logran grandes economías de recursos tanto materiales como humanos, al no tener necesidad de introducir equipo de registros para determinar los perfiles de pozos que sobre todo se encuentran integrados a un sistema constante de generación comercial.

Con datos del cabezal recopilados en el pozo Az-31 del campo geotérmico de los Azufres Michoacán, se hicieron simulaciones empleando tres de éstos: VSTEAM, WELFLO y GEOPOZO, con el objeto de analizar sus resultados y compararlos con los datos reales medidos en el campo utilizando el moderno equipo de mediciones del IIE. Debido a que estos simuladores utilizan las correlaciones de Orkiszewski, Hagedorn y Brawn, Aziz, Begg y Mukherjee y Brill, se encontró su acertada aplicabilidad para flujos en una o dos fases, lográndose obtener muy buena correspondencia entre los perfiles de la simulación, con los obtenidos por medio de las mediciones. El uso de tales modelos puede hacerse con relativa frecuencia en pozos que por sus condiciones propias de producción de estar integrados continuamente a un sistema de generación comercial no pueden sacarse de la línea de generación para ser medidos sino solamente de manera esporádica, teniendo en cuenta que cuando se tenga esta oportunidad será el momento de recalibrar el modelo para verificar su validez. De acuerdo a los análisis efectuados y con los resultados obtenidos, es posible utilizar confiablemente en simulador de perfiles en el pozo cuando se han realizado las calibraciones previas que respaldan tal certidumbre.

ESTUDIO GRAVIMETRICO DE LAS ZONAS GEOTERMICAS DE SAN PEDRO Y CEBORUCO NAY.

Ing. Oswaldo Palma Pérez
Comisión Federal de Electricidad
Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos
Residencia El Ceboruco Nay.

Como parte de los estudios de exploración geotérmica que actualmente se realizan en el proyecto Ceboruco. La Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.) ha encaminado un levantamiento gravimétrico sobre una área de aproximadamente 1000 km², cubriendo principalmente El Domo de San Pedro y el Volcán Ceboruco, cercanos a las localidades de Compostela, Chapalilla, Ahuacatlán, Jala, respectivamente. Ubicadas éstas entre las coordenadas de 508 y 652 km. de longitud Este y 2322 y 2350 km. de latitud Norte.

El objetivo principal del estudio es esclarecer mejor el comportamiento estructural de área, y a partir de ahí, poder eventualmente correlacionar las propiedades gravimétricas de la misma, con los aspectos inherentes de un yacimiento geotérmico a profundidad que pueda ser explotable comercialmente para la generación de energía eléctrica en éste sector del país. El levantamiento revela en la Anomalía de Bouguer, grandes zonas de máximos y mínimos gravimétricos que se han relacionado con cuerpos de alta y baja densidad, como principio.

Los máximos gravimétricos del área son cuerpos de alta densidad, constituidos por los emplazamientos de rocas volcánicas antiguas del Cretácico-Terciario Inferior, en la parte occidental, y las rocas ácidas características de la base de la Faja Volcánica Mexicana hacia la zona centro-occidental. Orientadas principalmente en la dirección NW-SE., del mismo modo los mínimos se encuentran situados principalmente, sobre las rocas ácidas más recientes (Cuaternario) alternando sus alineamientos en la misma dirección que la de los máximos. El área se encuentra limitada por 4 alineamientos de máximos gravimétricos, flanqueados alternativamente por 3 mínimos que se alojan en un trend geológico-estructural orientado NW-SE. Exhibiendo también los disturbios causados por el sistema NE-SW, y reflejando, en algunos casos mínimos que se alinean en esa dirección. También se observa que los valores más altos de la Anomalía de Bouguer se sitúan en la zona oeste (lugares donde afloran las rocas más antiguas del área) con tendencia a disminuir hacia el este, postulando un basamento más profundo hacia esa dirección, con sus levantamientos y depresiones relativas en la zona central. Para tener una idea más clara de la situación estructural del área y con el objetivo principal de tener controlado el subsuelo a nivel de basamento, se han interpretado tres perfiles gravimétricos orientados NE-

SW y W-E a partir del Regional de Segundo Grado, utilizando un valor de densidad de 2.7 gr/cm³ que corresponde para todos los productos volcánicos del área incluyendo Sierra Madre Occidental (S.M.O.) Las profundidades resultantes reflejan la topografía del basamento gravimétrico, el cual es más somero en la zona oeste y tiende a profundizarse hacia el este, levantándose discretamente en la zona central, formando 2 grandes depresiones que corresponden a la zona de San Pedro y Ceboruco. Dichos levantamientos y depresiones son consistentes con la carta de la Anomalía de Bouguer. Las profundidades calculadas dan un promedio de 3200 m. que coinciden con el cálculo de profundidad promedio del basamento efectuado através del Espectro de Potencia de la Anomalía de Bouguer, que es de 3.22 km.

De los pozos exploratorios perforados, ninguno ha alcanzado el basamento., CB-1 (2801 m.), CB-2 (1700 m.) éste último reportó algunos xenolitos de granito sin entrar francamente al basamento, puede tratarse de alguna intrusión a esa profundidad. Estructuralmente, las zonas investigadas se encuentran inmersas en un patrón de estructuras regionales orientadas NW-SE interrumpidas por otro de gran importancia NE-SW, dando un ambiente geológico de grabens escalonados, los cuales han sido productos de ambos movimientos como consecuencia de una tectónica transtensiva que actúa hasta nuestros días. Desde el punto de vista de condiciones geotérmicas, los mínimos gravimétricos coinciden con los emplazamientos de productos magmáticos ácidos más recientes y con las depresiones más importantes del basamento, y sobre el aspecto de temperatura ambos pozos presentan fluidos y sobre el aspecto de temperatura ambos pozos presentan fluidos geotérmicos sin llegar a ser comercialmente explotable. Actualmente se perfora el pozo CB-3 en un mínimo gravimétrico y éste tiene temperaturas propias de un yacimiento geotérmico.

239.GEOT.19

SISMICIDAD INDUCIDA DURANTE UNA EXPERIENCIA DE ESTIMULACION HIDRAULICA EN EL PROYECTO EUROPEO DE ROCAS SECAS CALIENTES DE SOULTZ (FRANCIA)

Hubert Fabriol¹ y Alain Beauce²

¹CICESE-A.P. 2732 Ensenada, B.C.

²BRGM, B.P.6009, 45060 ORLEANS
Cedex 02-FRANCE

El proyecto de Rocas Secas Calientes de Soultz (Francia) tiene como objetivo extraer el calor del basamento granítico del Graben del Rhin a más de 3.5 km. de profundidad. En él están involucrados equipos científicos de Francia, Reino Unido, Alemania e Italia. Hasta la fecha

se han realizado experimentos de fracturación hidráulica en un pozo único, GPK1, con el objetivo de estudiar el comportamiento mecánico de las rocas y crear un sistema de fracturas a través del cual pueda circular el fluido. El segundo pozo, GPK2, cuya perforación se inició en septiembre 1994, deberá atravesar el sistema de fracturas creado en 1993. Durante el experimento de 1993 se inyectaron más de 45 000 m³ en pozo abierto entre 2800 y 3600 m de profundidad. Esto generó más de 20000 eventos microsísmicos de los cuales más de 15000 fueron localizados mediante una red de sensores en pozo. Esta incluye 3 sensores de 4 componentes (acelerómetros) localizados entre 1350 y 1550 m de profundidad en la parte alta del granito y un hidrófono a 2050 m de profundidad. La grabación de los eventos y el procesamiento de los datos se hace en el sitio mismo, mediante dos estaciones de trabajo. Además de la red en pozo existe una red sismológica de superficie de 11 + 3 estaciones que grabó más de 200 eventos, siendo la mayor magnitud medida $M1 = 1.9$.

Los mapas de localización de la microsismicidad son hasta la fecha la única herramienta que permite evaluar la extensión máxima del reservorio creado por estimulación hidráulica, o sea la trayectoria del fluido, sin embargo no permiten determinar los caminos más efectivos de circulación de fluido. Hay que utilizar las observaciones de otros métodos como son los registros de pozo para evaluar la dirección de los diferentes sistemas de fracturas naturales y la dirección de las componentes horizontales del campo de esfuerzos a esa profundidad.

240.GEOT.20

SIGNIFICANCIA PETROGENETICA DE LOS PARAMETROS DE PARDO-BOLLAND

Vicente Torres Rodríguez
Facultad de Ingeniería, UNAM
C.U. C.P. 04510, México, D.f.

En 1985 el investigador mexicano Juan Pardo Bolland propuso un conjunto de parámetros numéricos como indicadores petrogenéticos de las rocas ígneas. su trabajo se basó en los análisis químicos de los elementos mayores constitutivos de las rocas ígneas y tuvo como objetivo la investigación y determinación de sus variaciones en el curso de la evolución magmática. Entre las aportaciones principales que se derivan de las propuestas de Pardo-Bolland merecen atención las siguientes:

- 1). Obtención de información petrogenética a partir de resultados de análisis de elementos mayores, campo que prácticamente estaba agotado en la investigación petrológica moderna, cuya tendencia es la del estudio de los elementos traza y componentes isotópicos..
- 2). Proposición de parámetros representativos del análisis

total de rocas y minerales en diagramas cartesianos sencillos, resolviendo de paso el problema de representar con un solo punto el análisis total de una roca. Dichos parámetros se componen de cantidad atómicas y obedecen los principios fundamentales de la geometría analítica.

3). Los parámetros de Pardo-Bolland tienen aplicaciones para el diagnóstico genético, la calificación de rocas, y sobre todo, para la representación de la evolución magmática.

4). Las hipótesis de Pardo-bolland tienen alcances importantes para la investigación de las leyes de la evolución magmática, las perturbaciones de las mismas, así como en el debatido problema del origen de las series alcalinas, la distribución relativa de las estructuras atómicas en las redes silicatadas, y el cálculo de la deficiencia o exceso de sílice normativo.

5). Resalta el papel preponderante que tienen la inmiscibilidad magmática durante la evolución extrema de magmas silicatados (granodioritas, dacitas, etc.), quedando la cristalización fraccionada como la causa del origen de las rocas basálticas comunes (diabasas, toleitas, etc.).

6) Propone revisiones sustanciales de las ideas de Bowen acerca de las series de reacción, planteando la necesidad de introducir líneas adicionales a los diagramas de soluciones sólidas, donde aparezcan los líquidos conjugados, cuya existencia está plenamente demostrada.

7) Propone la existencia de un magma de referencia para efectos de comparación de distintas provincias magmáticas.

Considerando que los magmas mencionados provienen de una magma parental común, las proyecciones de cada magma con respecto a un magma de referencia, sobre una línea Qz-AnX, proveerá ecuación de cada roca formada.

Por otra parte, cuando se calcula el exceso o deficiencia de sílice normativo (pQ) y se le compara con el índice UPS, se observa nuevamente la independencia de dos magmas derivativos, así como su posible proveniencia de un magma parental común.

Hasta este punto, las interpretaciones obtenidas con el modelo actual, abren nuevas metodologías para la interpretación de la petrogénesis de rocas ígneas, basado en elementos mayores, tema que prácticamente estaba agotado.

241.GEOT.21

DETERMINACION DE LA CONDUCTIVIDAD TERMICA DE LAS ROCAS A PARTIR DE DATOS DE COMPOSICION MINERALOGICA

Enrique Contreras López
Depto. de Geotermia

Durante las etapas de exploración, caracterización y aprovechamiento de los recursos geotérmicos es necesario llevar a cabo una diversidad de estudios donde interviene directamente la conductividad térmica de las rocas. El procedimiento más adecuado para obtener datos sobre esta propiedad consiste en efectuar mediciones de laboratorio en muestras de núcleos de perforación. Desafortunadamente, la extensión con que pueden efectuarse estas mediciones está severamente restringida por la tradicional escasez de núcleos, lo que determina la necesidad de desarrollar métodos alternativos para determinar la conductividad de las rocas sin tener que depender de la disponibilidad de núcleos de perforación. Dentro de este contexto, se realizó un estudio que demuestra que la conductividad térmica de las rocas puede estimarse con un grado de incertidumbre dentro de $\pm 10\%$, aceptable para la mayoría de las aplicaciones prácticas, a partir de los análisis cuantitativos de composición mineralógica que se incluyen como parte de los estudios petrográficos que rutinariamente se efectúan en los recortes de perforación. En el estudio se consideraron 32 tipos de rocas ígneas y metamórficas. Se midió directamente la conductividad en muestras secas y saturadas con agua de los 32 tipos de roca, y se determinó su composición mineralógica petrográfica mediante la técnica de conteo de puntos. A partir de los datos de composición mineralógica se modeló conforme a varios esquemas la conductividad térmica del agregado sólido y de las rocas en conjunto, tanto para la condición de roca seca como de roca saturada. Los resultados de las modelaciones se compararon con los resultados de las mediciones directas, obteniéndose indicadores estadísticos de la bondad con que los valores de conductividad resultantes de la modelación con los diferentes esquemas aplicados predicen los valores reales. Además, como subproducto del estudio se identificaron dos correlaciones empíricas con un gran potencial de utilidad práctica, una que permite predecir la conductividad de la roca saturada con agua a partir del conocimiento de la conductividad de la roca seca, y otra que permite determinar la conductividad de la roca seca a partir de la conductividad de su agregado sólido.

242.GEOT.22

PETROGENESIS DE LOS PRODUCTOS ERUPTIVOS DE LA ERUPCIÓN DEL 13 DE NOVIEMBRE DE 1985 EN EL NEVADO DEL RUIZ, COLOMBIA

Vicente Torres Rodríguez

Facultad de Ingeniería-UNAM
Depto. de Yacimientos Minerales, CU, C.P. 04510

El nevado de Ruíz (5,400m) se localiza en la Cordillera Central de los Andes Colombianos, dentro del Macizo Volcánico Ruíz-Tolima. El macizo forma parte de una margen continental activa cuya trinchera se ubica a unos 250 km al Oeste. El basamento pre-volánico está constituido por gneises paleozoicos cortados por batolitos graníticos de edad pre-Cretácico y Terciario. Sobre las rocas anteriores se ha desarrollado la historia eruptiva del volcán la cual comprende cuatro etapas mayores. Los productos magmáticos eruptados el 13 de Noviembre incluyen depósitos de base-surge, y pequeños flujos piroclásticos de escorias y de escoria-ceniza, algunos de los cuales presentan soldamientos. El grupo interdisciplinario de Melson y colaboradores (1990) propusieron un modelo magmático para los materiales de la erupción de 1985, con la utilización de datos de los siguientes métodos de análisis: Análisis químico vía húmeda de elementos mayores, composición de fenocristales, matriz y vidrio por medio de microsonda electrónica, enfocada especialmente a la obtención de Fe y Ti, para el cálculo de temperatura y fugacidades de oxígeno, estimación de contenido de H_2O pre-erupción, estimación del contenido de volátiles: Cl y F, análisis de tierras raras, estudio de reacciones de estroncio 87/86, estimaciones de densidad y viscosidad de líquidos silicatados del Ruíz y cálculo de temperatura de cristalización.

Todos estos estudios llevaron a dicho grupo a la conclusión: "La erupción de Noviembre 13 de 1985 comenzó con la ruptura de un cuerpo magmático, relativamente pequeño, y posiblemente zoneado y de densidad inversa, ubicado a unos 6 km de profundidad del cráter". "La parte superior de la cámara magmática estaría ocupada por magmas dacítico-andesíticos, los cuales fueron continuamente intrusados por magmas basálticos".

El estudio aquí presentado se basa en la aplicación de los parámetros de Pardo-Bolland, llegándose a conclusiones equivalentes, con la diferencia que se basan únicamente en la interpretación de los componentes mayores:

- Existen dos líneas de evolución magmática completamente independientes; se les denominó magma 1 y 2, que corresponden a rocas andesíticas y dacíticas respectivamente.

- Cada línea de magma tiene su proyección sobre la línea de las plagioclasas Ab-An. Para los magmas andesíticos, la plagioclasa proyectada es una anortita 39, mientras que para el magma dacítico es una Anortita 32.

290.GEOT.23

MINERALOGIA DE ALTERACIÓN HIDROTÉRMICA
EN EL POZO ELS-1, LAGUNA SALADA, B.C.N.

Venegas Salgado S*, Alvarez Rosas J*
& Gonzalez Partida E.**

*Comisión Federal de Electricidad
Gerencia de Geotermia; Morelia Mich
**Instituto de Investigaciones Eléctricas
Depto. de Geotermia, Cuernavaca, Mor.

La cuenca de sedimentación de la Laguna Salada se ubica entre Las Sierras de Juárez y Cucapás, al Oeste del Campo Geotérmico de Cerro Prieto, B.C.N. y forma parte de una gran depresión tectónica conocida como Salton. La presencia de manifestaciones hidrotermales con temperaturas de 50 a 90°C, en las márgenes de la misma, y de un sistema estructural activo, permitiendo inferir la existencia de un yacimiento geotérmico como producto de la deformación y rompimiento del basamento de la Laguna Salada. Para comprobar el reservorio se perforó el pozo ELS-1. Los estudios petrológicos fueron efectuados cada 10 m de profundidad, y corresponden a análisis petrográficos y minerográficos. La roca primaria corresponde a una intercalación de arcosas y margas, predominando las primeras. Lo anterior confirma la existencia de una cuenca intracontinental con rompimientos y hundimientos secuenciales relacionados al juego de estructuras regionales. La alteración secundaria observada corresponde a la asociación Zeolitas + clorita + cuarzo + calcita + sericita + epidota en la mineralogía transparente; los minerales opacos son: Hematita + pirita + pirrotita + calcopirita + bornita + cubanita + idrita. Observaciones de campo en muestras del batolito granítico parecen mostrar que los sulfuros de cobre y la epidota están relacionados a la roca primaria, su ausencia en las margas estarían apoyando esta hipótesis de trabajo. Considerando lo anterior, el pozo ELS-1 presenta a la profundidad de 2400 m una paragénesis mineral de baja temperatura no superior a los 200°C.

291.GEOT.24

INFORMACION MINERALOGICA DEL POZO LV-3 TRES VIRGENES B.C.S.

Venegas Salgado S*, Ramírez Silva G.*
& Gonzalez Partida E.**

*Comisión Federal de Electricidad
Gerencia de Geotermia; Morelia Mich
**Instituto de Investigaciones Eléctricas
Depto. de Geotermia, Cuernavaca, Mor.

El pozo geotérmico profundo LV-3 corta la falla LA Puerta, al SSW de la probable Caldera de EL Aguajito, localizada en la Sierra de Santa Ana en Baja California Sur. Los estudios petrológicos fueron efectuados cada 10 m de profundidad, y corresponden a análisis

petrográficos, minerales de neoformación (cuarzos, calcita y epidota). De los 400 m a los 670 m de profundidad, la roca corresponde a una andesita porfídica de augita, le subyace un paquete de tobas de 55 m de espesor, de los 730 m a los 900 m se corta una sub-grauvaca de grano fino la cual cubre a una andesita de augita con 20 m de espesor, de los 930 m a la profundidad total se detecta una granodiorita de biotita. Las tobas y sub-grauvacas se presentan como el principal receptáculo de los fluidos geotérmicos. La alteración en el intrusivo está controlada por fracturas y diaclasas. En la alteración hidrotermal el mineral más abundante es la calcita, seguido de cuarzo y clorita, sus mayores valores se encuentran en la formación Comondú. Se definieron dos grupos paragenéticos, los cuales corresponden a su vez a zonas térmicas evolutivas y transicionales a saber: I.- Zeolitas + cuarzo + calcita + clorita y trazas de epidota, las temperaturas son inferiores y/o próximas a los 200°C (de 150 a 200°C). Esta asociación es la típica de las rocas sedimentarias. La asociación II.- Epidota + clorita + pirita + calcopirita + sericita + esmectita + marcasita representan la zona de los 2100 a 250°C. La evolución térmica fue comprobada por estudios de inclusiones fluidas, así a 570 m se tiene 109°C, a 580 m 115°C, a 920 m, 125°C y a 1202 m los valores varían de 226 a 264°C con salinidades altas, típicas del agua de mar.

292.GEOT.25

TELESCOPEO HIDROTHERMAL EN EL POZO CB-2, EL CEBORUCO, NAY.

Venegas Salgado S*, Romero Ríos F.*
& Gonzalez Partida E.**

*Comisión Federal de Electricidad
Gerencia de Geotermia; Morelia Mich
**Instituto de Investigaciones Eléctricas
Depto. de Geotermia, Cuernavaca, Mor.

El volcán El Ceboruco, Nay. ha tenido una actividad colcánica reciente y se encuentra localizado dentro de un "trend" estructural regional muy importante de dirección NW-SE. El pozo CB-2, fue perforado para confirmar las anomalías geofísicas y geoquímicas relacionadas al posible sistema hidrotermal de El Ceboruco. Se presentan datos petrológicos hasta una profundidad de 1700 m en estudios realizados cada 10 m de profundidad. A partir de los 500 m la columna estratigráfica está representada por riolitas y riolacitas de textura hialopítica, la subyacen andesitas-basálticas y andesitas de hiperstena-augita hasta una profundidad de 800 m, de aquí y hasta los 110 m se cortó una secuencia de ignimbritas las cuales cubren a una Andesita Terciaria fuertemente hidrotermalizada. Se han podido determinar dos grupos paragenéticos distintos; El primero está representado por la asociación

pirita + hematita + calcedonia + zeolitas + clorita + y poco cuarzo + calcita; ésta mineralogía no sobrepasa los 130°C, las temperaturas medidas actualmente por Kuster, así lo confirman. A partir de los 950 m se ha determinada la asociación epidota + cuarzo + calcita + actinolita + albita + turmalina, característica de ambientes de metamorfismo de alto grado, y corresponde a una corneana de albita-actinolita, con temperaturas próximas a los 500°C.

293.GEOT.26

ESTUDIO DE INTERRELACION PETROGRAFICA PETROFISICA PARA NUCLEOS DE PERFORACION

Enrique Zalazar L*, Enrique Contreras L**

Instituto de Investigaciones Electricas IIE
División de Fuentes de Energía-Depto. de Geotermia
A.P. 474, Cuernavaca, Mor.C.P. 62000, México

En el marco de las actividades de exploración, evaluación y desarrollo de los recursos geotérmicos, se realizan un gran número de tareas que requieren datos de propiedades petrofísicas. La generación de bases de datos petrofísicos, a partir de mediciones directas en muestras de núcleos está restringida por la baja disponibilidad de núcleos de perforación en los desarrollos geotérmicos; además, el conocimiento de las propiedades de las rocas de los yacimientos a través de éstas mediciones es muy puntual, dificultando la interpretación y representatividad en términos de las características globales del yacimiento. Este trabajo tiene como objetivo identificar posibles interrelaciones entre los parámetros petrofísicos y los datos petrográficos, establecer ecuaciones empíricas para estas interrelaciones, definiendo sus intervalos de error y niveles de confianza para el caso que se utilicen como herramientas de interpretación. Además se trata de explorar, mediante un enfoque combinado teórico-práctico, la factibilidad de hacer estimaciones aceptables de algunas propiedades petrofísicas, a partir de los resultados de los estudios petrográficos, así como empezar a formar una base de datos petrográficos-petrofísicos para los yacimientos de México y Centroamérica. En este trabajo se realizó petrografía a detalle de 42 muestras; así como mediciones petrofísicas de densidad, porosidad y velocidad de ondas S.P. a partir de estas se exploraron interrelaciones entre densidad y porosidad medidas por petrofísica contra densidad y porosidad medida por petrografía, y velocidad de onda S.P. contra alteración hidrotermal.

EL ARCO JURASICO CONTINENTAL: UN ALTO ESTRUCTURAL DURANTE EL JURASICO TARDIO CRETACICO TEMPRANO EN SONORA Y ARIZONA

Francisco Javier Grijalva Noriega
y José Luis Rodríguez Castañeda
Instituto de Geología ERNO, UNAM
A.P. 1039, 83000, Hermosillo, Son.

Rocas volcánicas y volcánoclasticas del Jurásico Inferior a Medio que afloran en el sur de Arizona y norte de Sonora indican la presencia de un arco magmático "continental" desarrollado en la margen occidental de Norte America. Después del análisis de columnas estratigráficas en varias localidades de Arizona y de Sonora, se sugiere que este arco formaba parte de un elemento positivo en el Jurásico Tardío, y que durante el Oxfordiano, este "alto estructural" actúa como una barrera natural entre dos cuencas cuyas características de sedimentación son diferentes.

En las montañas Chiricahua del sureste de Arizona, el Jurásico (700 m) está representado por caliza, lutita y arsenisca con intercalaciones de basaltos y rocas piroclásticas, lo cual sugiere una sedimentación "synrift". Por otro lado, la secuencia volcánosedimentaria jurásica (aprox. 1500 m) del área Cucurpe-Taupe en Sonora, que incluye lutita, arsenisca, caliza, ceniza y toba, caracterizan una sedimentación asociada a arco.

En ambas localidades, las secuencias jurásicas sobreyacen a unidades equivalentes al Conglomerado Glance, y son sobreyacidas concordantemente por sedimentos del Grupo Bisbee; para estos últimos, se ha llegado a documentar una procedencia de arco. Lo anterior sugiere que este "alto estructural" era aún un elemento positivo durante el Cretácico Temprano. La evolución del "alto estructural" puede representarse en tres etapas:

- 1) Una tectónica distensiva a finales del Jurásico medio desarrolla el "alto estructural", El Conglomerado Glance es depositado como abanicos aluviales asociados a fallas normales.
- 2) Durante el Oxfordiano, dos cuencas de tras-arco son separadas por el "alto estructural" una desarrollada en un ambiente de Rift en Arizona, y otra con influencia del volcanismo de arco en Sonora.
- 3) Para el Cretácico Temprano, ambas cuencas estuvieron conectadas permitiendo el depósito del Grupo Bisbee. El "alto estructural" continuaba como elemento positivo, actuando de área fuente para estos sedimentos.

081.T.02

LA APORTACION DE DATOS INTEGRADOS DE GEOFISICA MARINA Y MORFOMETRIA COMO

SOLUCION ALTERNATIVA EN INTERPRETACION DE UNA MARGEN CONTINENTAL ACTIVA

Dr. J. Héctor Sandoval Ochoa
ICML-UNAM México, 04510

Durante las dos últimas décadas de exploraciones geofísicas oceanográficas, la interpretación de las Secciones Acústicas de Reflexión Continua de un prisma acrecionario, ha venido siendo un problema típico en una margen convergente. El problema consiste en las dificultades que se presentan en el análisis de los datos geofísicos marinos de: Reflexión Sísmica, principalmente múltiples difracciones y variaciones de pendiente rápidas en taludes cambiantes a lo largo de los transectos. Asimismo, los datos de gravedad y magnetismo, con grandes gradientes, es decir, grandes cambios del campo potencial en pequeños recorridos, típicos de estas regiones presentan una menor resolución de los elementos estructurales.

Una gran ayuda interpretativa ha sido, aportada por los métodos morfométricos de Análisis de Relieves y Superficies y de Redes de Valles. La contribución de la morfometría para mejores respuestas estructurales ha partido del desarrollo y sus aplicaciones en ambiente marino de los métodos y sistemas tecnológicos de: Seabeam, Isanagi, Seamarc, etc. y sus mapeos de barrido de franjas con sonar; Morfometría y síntesis de información y datos cruzados.

082.T.03

MAPA MORFOESTRUCTURAL DE MEXICO

Gustavo López Gómez
Comisión Federal de Electricidad
Superintendencia de Estudios
de la Zona Pacífico Norte
Río Las Cañas No. 1615, Col. Lomas Altas
Guadalajara, Jal. México

En el relieve moderno de México se han fijado elementos estructurales de distintas épocas, pero sobre todo los que están relacionados a la última reconstrucción orogénica en el Terciario. En la reconstrucción del plano estructural moderno, heredado del Terciario, se han considerado las particularidades estructurales de la superficie de relieve moderno, estudiado de imágenes de satélite y de cartas topográficas. De tal manera tenemos que el relieve de México se expresa por regiones montañosas y extensos altiplanos y depresiones. En el oriente y occidente las regiones montañosas están bordeadas por llanuras costeras. En el Terciario los acombamientos y dislocamientos de carácter normal, jugaron un gran papel en el levantamiento continental general de México, estos comúnmente son paralelos a las costas del Pacífico. La formación de los elementos

estructurales internos del continente, se inició en el Mesozoico Superior, pero con mayor intensidad durante la orogénia Terciaria, cuyo plano estructural básico se determina por la dirección de los principales edificios montañosos del país, predominando las direcciones nor-occidentales de las morfoestructuras regionales y de sus elementos secundarios, pero en calidad de anomalía surge el Eje Neovolcánico Mexicano de orientación EW, que marca la frontera entre los dos grandes megabloques de México, el del Norte y el Sur. En cuanto a este último sus elementos morfoestructurales guardan una posición paralela o subparalela al margen pacífico del sur del país.

083.T.04

RELACION DEL PLANO MORFOESTRUCTURAL MODERNO CON LA SISMICIDAD EN LA PORCION SUROCCIDENTAL DE MEXICO

Gustavo López Gómez
Marco Antonio Delgado Vázquez
Comisión Federal de Electricidad
Superintendencia de Estudios Zona Pacífico Norte
Río Las Cañas No. 1615,
Col. Atlas, C.P. 44870
Guadalajara, Jal. México

Geotectónicamente la región estudiada (Eje Neovolcánico y porción sur contigua) presenta un mosaico de bloques heterogéneo, cuya complejidad estructural se explica por grandes fallamientos y correlaciones alóctonas entre terrenos tectonoestratigráficos precámbrico-mesozoicos. La neotectónica reacomodó el plano tectónico laramídico, dando lugar al plano morfoestructural moderno, desarrollado en dos etapas geodinámicas compresionales: la del sistema de placas litosféricas Farallón-Norteamericana y la de Rivera y Cocos-Norteamericana. En la primera etapa oligoceno-miocénica, se emiten grandes volúmenes de rocas volcánicas iniciándose la configuración de las principales morfoestructuras al norte del área, dentro del Eje Neovolcánico, como son: el levantamiento abovedado semicircular de la Cúpula Volcanotectónica de México (mitad oriental del eje) y un sistema "riftogénico" al occidente. Sincrónicamente, hacia el sur del Eje, surge como una estructura de compensación la Depresión Balsas-Tepalcatepec, delimitada al sur por la cadena pericontinental de levantamientos, disectada por fallamientos regionales diagonales con movimientos diferenciales verticales y tangenciales. La siguiente etapa plioceno-pleistocénica confirma el desarrollo embrional de las morfoestructuras mencionadas. El análisis comparativo de la sismicidad instrumental e histórica con el plano morfoestructural moderno, muestra que existen correlaciones entre ambos. La regionalización

de dichas estructuras coincide con los campos regionales de aglomeración de microsismos. Planteamos que los macrosismos de la región se ubican sobre fallas regionales o transregionales y en nudos de éstas, argumentando así su postulación como fallas sismogénicas, con una dinámica actual de sus movimientos de tipo normal y/o tangencial. En sí, dichos desplazamientos sismotectónicos marcan los límites de bloques en proceso de levantamiento, o son bordes de depresiones tectónicas.

187.T.05

EVIDENCIAS DE FALLAMIENTO CUATERNARIO EN LA PORCION MERIDIONAL DE LA PROVINCIA TECTONICA DE CUENCAS Y SIERRAS MEXICO CENTRAL

José Jorge Aranda Gómez
Estación Regional del Centro
Instituto de Geología-UNAM
A.P. 376, Guanajuato, Gto. 36000

Existen informes aislados de actividad tectónica cuaternaria en la extensa región que abarca de la frontera norte de México al Eje Neovolcánico, y de la Sierra Madre Occidental a la Oriental. El análisis de indicadores de esfuerzos corticales (Suter, 1991) sugiere que en esta área los esfuerzos mínimos horizontales son similares aunque con algunas variaciones locales, a los de la Provincia Tectónica de Cuencas y Sierras del suroeste de los Estados Unidos. Geomorfológicamente, la región es heterogénea y Raisz (1964) la dividió en las provincias fisiográficas de Cuencas y Sierras, Sierras Atravesadas y meseta Central. Los informes más confiables existentes acerca de fallamiento cuaternario en la región de Cuencas y Sierras de Chihuahua y Durango se basan en la existencia de fallas normales que afectan a campos volcánicos constituidos por basaltos alcalinos ($K-Ar \leq 1.8Ma$) y en el análisis de sismos que sugieren movimiento asociado a zonas de fallas normales de orientación NW-SE, cercanos a Parral, Chih. (Doser y Rodríguez, 1992) y a la Laguna de Santiaguillo, Dgo. (Yamamoto, 1993). En la Meseta Central, inmediatamente al sur de las Sierras Atravesadas, existe un extenso altiplano, con alturas $\geq 2,000$ m s.n.m., en que la geomorfología actual parece estar controlada por rasgos tectónicos con orientación NW-SE y NE-SW. Este mismo patrón también existe en el extremo meridional de la Meseta Central, solo que ahí es más evidente porque el relieve es más abrupto. En el límite meridional de la Meseta Central, se ha atribuido edad cuaternaria a fallas que cortan depósitos de gravas. Sin embargo, la edad de secuencias clásticas no ha sido bien documentada. Las marcadas diferencias geomorfológicas entre las porciones meridional y septentrional de la Meseta Central se atribuyen a posibles variaciones en la edad del

fallamiento y/o a la influencia del campo de esfuerzos del Eje Neovolcánico (e.g. Suter, 1994).

233.T.08

THE SEVIER LARAMIDE OROGENY
IN SONORA, MEXICO: A FIRST APPROACH TO THE
TIMING OF A PROGRESSIVE THRUSTING PROCESS

César Jacques Ayala
Instituto de Geología, UNAM
A.P. 1039, Hermosillo, Son.

Several orogenic episodes have been proposed for the late Mesozoic of Sonora. The Late Jurassic Nevadan orogeny, the mid-Cretaceous orogeny, and the Laramide orogeny, of latest Cretaceous-Paleocene age. The Nevadan orogeny appears to be absent in Sonora as indicated by continued Jurassic-Cretaceous sedimentary deposition. The Sevier has been documented in east-central Sonora, but is absent in the northwest. Several well described stratigraphic successions provide evidence of the progressive emplacement of a thrust sheet during the Late Cretaceous. In the Sahuaripa area the Lower Cretaceous (Bisbee Group) is thrust by the Lower Paleozoic. These two units are covered in angular unconformity by the Upper Cretaceous. Southeast of Moctezuma a strongly folded and metamorphosed limestone of Early Cretaceous (?) age is covered in angular unconformity by a moderately folded Upper Cretaceous volcano sedimentary sequence. Both units are intruded by the 64 Ma Moctezuma batholith. Farther west, in Cerro de Oro, the Bisbee Group is covered in erosional unconformity by the Late Cretaceous La Palma Formation. La Palma Formation include conglomerates with clasts derived from both, Lower Cretaceous and Paleozoic limestones. The Precambrian covers tectonically the Bisbee and La Palma. In the Caborca area, the Bisbee Group is covered in erosional unconformity by the El Chanate Group and the 71 Ma El Charro volcanic complex. The El Chanate Group includes conglomerates, but no clasts derived from Cretaceous nor Paleozoic limestones. In NW Sonora the "trace" of the thrust fault is a narrow NW-SE belt of strongly deformed and metamorphosed sedimentary and volcanic rocks (El Batamote structural complex). These stratigraphic sequences constrain the timing of emplacement of a thrust plate, beginning area in the latest Cretaceous-Paleocene. The Caborca area in the latest Cretaceous-Paleocene. The lower plate is the North American craton consisting of Precambrian-Paleozoic rocks, and late Mesozoic sediments and volcanics. The upper plates is the Caborca Terrane, consisting of Proterozoic-Paleozoic crystalline and sedimentary rocks, and Mesozoic sedimentary rocks. Transport direction appears to be S to N, which is in conflict with the E to W, or the SW to NE

transport directions of other workers.

295.T.09

THE CONTINENTAL MARGIN AND LOWER
STRUCTURES, NEAR PUERTO ESCONDIDO
OAXACA, IN SOUTHWESTERN, MEXICO
ON THE BASIS OF GRAVITY
AND SEISMIC DATA PROCESSING

Juan J. Ramírez Ruíz
Universidad de Colima
Centro Universitario de Investigaciones
en Ciencias de la Tierra

El margen continental activo del Suroeste de México es investigado utilizando el procedimiento de datos gravimétrico y sísmicos. La interpretación de un modelado gravimétrico 2-dimensional y el reprocesamiento de un perfil de reflexión sísmica en esa zona indican que en esta región del margen continental la placa de Cocos converge debajo de la placa de Norteamérica con un ángulo de subducción bajo de 8° - 10° . Se aprecia que la plataforma continental es angosta presentando una pendiente suave en la trinchera. El prisma de acreción está caracterizado por una zona de reflectores inclinados, compuesto por depósitos sedimentarios de trinchera fracturados y entremezclados. La frontera entre el prisma de acreción y la corteza continental se localiza en una zona de transición que no puede determinarse exactamente. La profundidad del Moho se localiza en aproximadamente 12 km asignándose una densidad al manto de 3.3 gr/cm^3 . El espesor de la corteza oceánica de la placa de Cocos se estima en 7 km con una densidad de 2.9 gr/cm^3 en esta zona.

225.T.06

NEW COLLABORATIVE US-MEXICO
MAGNETIC ANOMALY
INVESTIGATION IN SOUTHWEST GULF OF MEXICO
(SIGSBEE ABYSSAL PLAIN):
PLATE TECTONIC IMPLICATIONS.

J.D. Phillips¹, J. García², S. Nagihara³,
J.G. Sclater³

¹Institute for Geophysics, University of Texas
at Austin, TX 78713

²Centro de Investigación Científica y Educación
Superior de Ensenada, México

³Scripps Institution of Oceanography,
La Jolla, CA 92093

A regional scale magnetic survey was conducted aboard R.V. Gyre in the southwest Gulf of Mexico (centered near

24 N, 94W in Jun 6 1992. The purpose of the survey to detect and map possible weak sea floor spreading-type, lineated anomalies, which are believed to trend generally east-west here beneath the Sigsbee abyssal plain. Eleven profiles extending 100 nm north and south and spaced ~8 nm (14 km) apart were acquired. Three E-W cross track tie lines were also acquired. For the magnetic surveying, two proton magnetometer sensors (0.1 nT sensitivity) were towed in a longitudinal gradient configuration (Far sensor 481m eastern; near sensor 207m eastern, yielding 274m total separation). Numerical integration techniques were used to remove temporal geomagnetic noise which may obscure any weak total field geologic anomalies. GPS and Loran-C provided navigation control. Examination of the magnetic profiles revealed weak anomaly features (<60 nT amplitude, ~20-30 km wavelength) trending about N75E which may be correlatable with the Mesozoic geomagnetic polarity reversal history and may provide a more precise age determination and spreading direction for oceanic crust beneath the Sigsbee plain. Comparison of the magnetic anomaly trends mapped here with aeromagnetic anomaly trends mapped here with aeromagnetic anomaly trends recently reported from the northeastern deep Gulf of Mexico and satellite-derived gravity anomaly trends provides the first direct seafloor spreading evidence that the oceanic crust was emplaced as the Yucatan plate moved southward away from North America.

266.T.07

MEXICO-U.S. COLLABORATIVE RESEARCH:
HEAT FLOW IN THE WESTERN ABYSSAL PLAIN
OF THE GULF OF MEXICO

S. Nagihara, J.G. Sclater

(Scripps Institution of Oceanography, UCSD
La Jolla, CA, 92093-0215, USA)

J.D. Phillips, E.W. Behrens, L.A. Lawver, Y. Nakamura,
A.E. Maxwell

(Institute for Geophysics, University
of Texas at Austin,
Austin, TX, 78759-8397, USA)

T. Lewis

(Pacific Geoscience Centre, Geological Survey
of Canada, Sidney, B.C. V8L 4B2, CANADA)

J. García-Abdeslem

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

A collaborative group from Mexico and the United States carried out geophysical investigations in the western abyssal plain of the Gulf of Mexico during R/V Gyre cruise in 1992. This presentation reports the results of the heat flow measurements. We have determined the

heat flow associated with the old (late Jurassic) oceanic lithosphere under the western abyssal plain. In order to obtain the heat flow corrected for the thermal effects of the thick sediments in this area, we went through the following procedure. First, we determined the heat flow through the sea floor at 10 locations based on 48 measurements along a line between Deep Sea Drilling Project (DSDP) sites 90 and 91. Second, we reconstructed the sedimentation history based on the ages and thicknesses of the major seismic stratigraphical sequences, data from the DSDP holes, 3.5 kHz reflection profiles and piston core samples. Third, we measured radiogenic heat production on 55 sediment samples from four DSDP holes in the Gulf whose age ranged from present to Early Cretaceous. Finally, we incorporated these results into a thermal model of sedimentation and compaction. The fully corrected heat flow values are 41 to 44 mW/m². These are significantly lower than reliable data (47 to 50 mW/m²) from other oceanic basin of comparable age. In addition to the heat flow, we have estimated the total thermal subsidence of this area based on the seismic refraction data we collected. The subsidence, fully corrected for the sedimentary load, the crustal thickness variation, and the gravity anomalies, is 6.7 ± 0.8 km. The low heat flow and the large subsidence suggest that lithospheric cooling is further advanced in the Gulf than the other basins. This probably because the Gulf lithosphere has experienced less basal reheating (plumes or secondary, asthenospheric convection?) than the other. Therefore, even a late Jurassic oceanic lithosphere may still continue to cool and subside. It is not certain whether it will approach thermal equilibrium at a greater age.

THE TOTAL ENERGY-PRESERVING FINITE-DIFFERENCE SCHEMES FOR THE SHALLOW WATER MODEL OF THE BAROTROPIC ATMOSPHERE

Yuri N. Skiba

Institute of Computational Mathematics
Russian Academy of Sciences, Moscow
climate Theory Department
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Circuito Exterior, CU., C.P. 04510, México, D.F.

Two linear and one nonlinear implicit absolutely stable finite-difference schemes of the second order approximation in space and time are given for the shallow water barotropic atmosphere model taking into consideration the topography and rotation of the Earth. The schemes are based on splitting the two-dimensional model equations into two subsystems of the one-dimensional equations. Each 1-dim subsystem (and hence, the whole scheme) conserves the mass and total (kinetic plus potential) energy not only in the differential, but also in the difference (in time and space) form. The schemes are nonlinear or linear depending on the choice of three net functions $\bar{u}$, $\bar{v}$ and $\bar{z}$. The first linear scheme differs from the second one only by using a smoothing procedure for calculating $\bar{u}$, $\bar{v}$, and $\bar{z}$. This procedure does not destroy the conservation laws and can be useful for suppressing the spurious oscillations caused by applying the central difference approximations for spatial derivatives. Unique solvability of the linear schemes at each time step is proved. The solution is obtained by iterations. Convergence of the iterations is also shown.

018.CA.02

NEW VERSION OF DIAGNOSTIC ATMOSPHERIC LOWER-LAYER SYSTEM (SDA) FOR POLLUTION TRANSFER MODELING

K. Rubinstein, A. Frolov, A. Vajnik, E. Astachova
I. Rosinkina, D. Kiktev, J. Alferov
Hydrometcentre of Russia

In RosHydrometcentre (Moscow) has work out new version of specializing Diagnostic Atmospheric Lower-layer System (SDA) for meteorological data supplying pollution transfer modelling in frame of EMEP program. New SDA give opportunity in operative regime to receive fields of dynamical characteristics ('pressure, velocity of wind, temperature on 1000, 925, 850 and 700 mb) precipitation, cloudiness in net with step 150 km every 6 hours. Dynamical block of SDA based on kvsy-three dimensions objective analyses, which use all kind of

possible data of WWW system. As fields of first guess are used fields or hydrodynamic spectral forecast model on 0, 6, 12 and 18 hours. These model has high vertical resolution in planetary boundary lower (four levels ap 1,5 km) and T40 in horizontally. Model use all main physical processes of atmosphere, as cloud-radiation interaction, PBL para-metrization, large-scale and convective precipitation, large scale and convective clouds and process on soil. For diagnose of precipitation in every dot of EMEP net counting mean of surroundign synoptic data in distance not more then 150 km. If data absent are using forecast of convective and large-scale precipitation and cloudiness by spectral model on 3 day as the best one. Until 1 January of 1994 SDA became operative system, and new SDA will begin to operate till 1 january 1995 which archive data on MD. In report are suggested analyses of results of different versions of SDA. It was shown that fields of main meteorological values has good agreement one with other and with empirical data. Fields of wind velocity realistically reflect large scale structure of circulation of Atmosphere. Synoptical analyses of fields of temperature and precipitation and clouds show good satisfaction of location main air mass and frontal zones.

019.CA.03

APPLICATION OF ONE DIMENSION MODEL OF PHYSICAL PROCESSES IN ATMOSPHERE FOR ESTIMATION INFLUENCE OF OPEN MINING WORKS TO LOCAL CLIMATE

Dr.K.Rubinstein
Hydrometcentre of Russia
S. Gailish
Moscow Mining Institute

In spite off a significant progress of numerical modelling by 'big' models in the course of the last decades the problem of climate modelling still remains one of the most important for humanity and difficult to be realized at the present-day level of physical comprehension and computer capacities. In this connection any attempts to understand the climate forcing by means of simplified models seem to be interesting and up-to-date.

In the present paper the task of investigation of influence of open mining works to local climate is set as follows: we used a one dimensional hydrodynamic model (only vertical 'sigma' coordinate), with full complected of physics parametrizations, including planetary boundary layer, vertical turbulent heat, moisture and momentum transport, short and long wave radiation, cloudiness at every layer of the model, convection, precipitation, evaporation, heat balance on land with allowance for land hydrology. Due to the economy of the model the atmospheric vertical structure there can be described in details and (45 levels in troposphere and low strato-

sphere are used). Same of parametrization was taken from model of ECMWF. The initial conditions was taken for EKIBASTUS district geographical zones were large scale mining is planned from empirical data rows. Boundary conditions was change by generator of random numbers with quality near to empirical statistics and scale properly to scale of geographical region. For every initial and boundary conditions was running about 30 experiments. Averaging the ensemble of solutions we get 'monthly climatology' of processes under study, in particular the climatology of temperature and large scale precipitation. There are many results in report about different sensitiveness of the climatology to change parameters of surface, especially albedo.

035.CA.04

EL FENOMENO ENSO Y LA PRECIPITACION ANUAL EN 10 LOCALIDADES DE LA REPUBLICA MEXICANA

O. Rafael García Cueto
Instituto de Ingeniería, UABC
Blvd. Benito Juárez S/N C.P. 21280, Méxicall, B.C.

En este estudio se relaciona a las precipitaciones anuales con el fenómeno El Niño/Oscilación del Sur (ENSO). Dentro del periodo de análisis, 1961-1990, ocurrieron 9 eventos ENSO. Aquí se eligió incluir aquellos años que fueron clasificados como ENSO por al menos dos autores; 1963-64, 1965-66, 1968-69, 1972-73, 1976-77, 1977-78, 1982-83 y 1987-88.

Para cada estación una serie de tiempo normalizada de lluvia anual fué calculada; este paso se hizo necesario a causa de que los regimenes de lluvia estudiados son altamente diversos y la lluvia es considerablemente más variable en las regiones áridas. Se encuentra que los eventos ENSO modulan la lluvia en la parte occidental del estado de Baja California, y la magnitud de la respuesta es mayor en eventos ENSO moderados y fuertes. Se sugiere que el ENSO puede ser una herramienta de pronóstico potencialmente útil para la lluvia en esa parte del país. En lo que respecta a las demás estaciones analizadas, se encuentra que con un evento ENSO, generalmente se tendran años normales o secos. Así mismo se observa que cuando se presenta el fenómeno ENSO el número de perturbaciones tropicales del Atlántico es menor al normal, lo cual es indicativo de que el año a presentarse, y debido a la importante contribución que estas perturbaciones tienen sobre la lluvia, las áreas del Golfo de México, serán casi-normales o secas. Se concluye, por tanto, que un evento ENSO, no necesariamente ocasiona mayor precipitación, sino que su modulación puede incluso ir en sentido contrario de acuerdo a los resultados encontrados.

052.CA.05

INCIDENCIA E INTENSIDAD DE LA SEQUIA INTRAESTIVAL EN EL CENTRO DEL BAJIO GUANAJUATENSE DURANTE 1979-1993

Genaro Montesinos Silva
Univ. De Guanajuato, Instituto de Ciencias Agrícolas
A.P. 331, Irapuato, Gto., 36500 México

Un rasgo característico de la estación de lluvias de una parte importante de nuestro país, lo constituye el descenso de la cantidad de la precipitación a mediados del ciclo lluviosos, este período relativamente seco se conoce comúnmente como "canícula", y se denomina más apropiadamente "sequía intraestival".

Utilizando los registros de precipitación de la Estación Climatológica "El Copal" del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Guanajuato, ubicado en las cercanías de Irapuato, Gto., se revisó la ocurrencia e intensidad de la sequía intraestival en el centro del Bajío durante el período 1979-1993. De acuerdo al análisis de las gráficas de la cantidad de precipitación de mayo a octubre, la sequía intraestival, manifestada a través de la disminución en la cantidad de lluvia de alguno de los meses intermedios del período de lluvias, y cuantificada por medio del índice de sequía relativa, se presentó en 1982, 1983, 1987, 1991, 1992 y 1993. Excepto en éste último, la ocurrencia e intensidad de dicho fenómeno se relaciona con la presencia de "El Niño/Oscilación del Sur" (ENSO) de los mismos años. En 1982, con el evento ENSO de mayor intensidad hasta ahora registrado, la sequía relativa alcanzó un índice de 49.2%, produciendo una catástrofe en la producción agrícola de granos básicos de las zonas de temporal, componente importante de la actividad agrícola de la región. Como consecuencia de esta revisión, se puede establecer que en la parte central del Bajío guanajuatense, la "sequía intraestival" fundamentalmente consiste en un período decenal donde disminuye en forma notable la cantidad de lluvia, con predominio en la segunda y tercer decena del mes de agosto.

076.CA.06

EL BALANCE ELEMENTAL QUIMICO: UNA HERRAMIENTA PARA EL ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

Manuel Muriel García y Blanca Iris Romero R.
Instituto de Investigaciones Eléctricas
División Fuentes de Energías,
Depto. de Sistemas de Combustión,
A.P. 475 Cuernavaca, Mor. C.P. 62000

El Balance Elemental Químico (BEQ) es una de las técnicas más utilizadas para jerarquizar el impacto al

ambiente producido por partículas. Este, considera que la composición química de las partículas en el punto receptor, es una combinación lineal de las concentraciones de las partículas de las fuentes de emisión. Así, la concentración del i-ésimo elemento en las partículas atmosféricas, viene dada por la expresión.

$$C_i = \sum_{j=1}^m S_j F_{ij}$$

Donde S_j es la contribución en masa de las partículas ambientales de las fuentes de emisión j en la muestra, y F_{ij} es la concentración del elemento i en las partículas de la fuente j , y m es el número de fuentes. En un caso se utilizó el método en Manzanillo, Col., donde la recolección de partículas se realizó mediante muestreadores de partículas PM10 (fracción respirable), instalados en una red de monitoreo de la calidad del aire, la cual consta de tres estaciones de monitoreo atmosférico y una meteorológica. El muestreo se realizó durante el transcurso de 1992, y las muestras recolectadas se analizaron mediante absorción atómica. Los elementos identificados se asociaron con tipos específicos de fuentes de contaminación del aire. La descripción elemental de las fuentes (perfiles de fuentes) se obtuvo de la literatura. Los valores de concentración obtenidos tanto de las fuentes como del receptor se corrieron con el programa de BEQ versión 6.0, en el cual se obtiene una solución de varianza efectiva por mínimos cuadrados para la serie de ecuaciones generadas en el BEQ. Los resultados preliminares de este estudio interfieren que la principal fuente de aporte de partículas PM10, de acuerdo con el BEQ es la combustión de basura (incineradores de los hoteles), seguida por el Aerosol Marino, la combustión de combustóleo (Centrales Termoeléctricas), y finalmente la peletizadora Peña Colorada. En Petacalco Gro., la recolección de las muestras se llevó a cabo mediante muestreadores PST (partículas suspendidas totales) colocados en tres sitios de monitoreo previamente seleccionados. El muestreo se realizó durante 60 días continuos. Los resultados preliminares del estudio en este receptor indican que la fuente que más contribuye a la contaminación por PST es el polvo resuspendido del suelo, seguida por la combustión de basura, la quema de campo para la agricultura, la combustión de combustóleo (Central Termoeléctrica Petacalco) y por último la siderúrgica.

090.CA.07

EL CLIMA METODOLOGIA DE ANALISIS

M.C. Eduardo Batlari S., Ing. Felipe De J. Pérez D.
CINVESTAV-Mérida
Sección de Ecología Humana
Km. 6 Antigua Carr. Progreso, Mérida Yucatán

El objetivo del trabajo consiste en presentar una breve metodología para el análisis de las principales componentes del clima, dada su importancia en la planificación de obras hidráulicas, de riego y drenaje, o bien simplemente en la descripción climática de una zona para su posterior aprovechamiento. Para efecto de este trabajo se tomo como ejemplo, la zona costera noroccidental del Estado de Yucatán. El trabajo se desarrolló de la siguiente manera, se ubicaron en un plano las ocho estaciones climatológicas encontradas en la zona estudiada. Se recopilaron y ordenaron los valores mensuales de las variables climáticas y se calcularon los estadísticos básicos, la máxima, la mínima y totales anuales. En el caso de la lluvia, se determinó la homogeneidad de los datos utilizando la prueba de Fisher para homogeneidad entre varianzas y la student par homogeneidad entre medias. A la serie de los valores anuales se les asignó un valor de probabilidad de acuerdo a la formula de Kitski Menel, conocida también como probabilidad de posición y se sometieron a distintos modelos de distribución teórica, Normal, Log.normal, Pearson III, empleando la prueba de bondad de ajuste de Smirnov-Kolmogorov. El modelo teórico de mejor ajuste se evaluó para las probabilidades del 25%, 50% y 75% representativos de los años húmedos, medios y secos. Con estos valores, se empleo la relación $P = f(H)$ para obtener como producto final los planos de isolineas para cada una de las variables climáticas en función del relieve. Para el caso del análisis de las 120 240 y más de 240 min. Se elaboró el histograma y el polígono de frecuencias. Se trabajaron probabilisticamente las series afin de conocer para los tiempos de duración la frecuencia de las intensidades, trabajando con probabilidades de exceso o sobrepaso. Se confeccionaron las curvas I-D-F. Se determinaron las ecuaciones matemáticas que describen a cada una de éstas curva.

091-CA.08

PROPUESTA PARA EL CALCULO DE LA PRECIPITACION EN LOS ESCENARIOS CLIMATICOS

Gay C., Conde C., Sánchez O.
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Uno de los parámetros más discutibles en la construcción de escenarios de cambio climáticos es el de la precipitación. Los Modelos de Circulación General postulan las variaciones de la temperatura y la precipitación bajo condiciones de un doblamiento de dióxido de carbono. Si bien las diferencias entre modelos para la temperatura es importante, para el caso de precipitación llegan a diferir no sólo en magnitud sino también de signo.

En este trabajo establecemos relaciones empíricas entre la temperatura y la precipitación diarias para un año y

diferentes estaciones meteorológicas de la República Mexicana. Los datos mencionados han sido proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional y están capturados en el sistema CLICOM. Con este tipo de relaciones se pueden construir escenarios de precipitación futuros en los que se muestra variabilidad diaria.

092.CA.09

ESCENARIOS FISICOS BASICOS Y REGIONALES LOS MODELOS Y MEXICO

Conde C., Sánchez O. Gay, C.
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Uno de los problemas centrales en el estudio del cambio climático global es el análisis regional de dicho cambio. Dentro de este estudio, el establecimiento de un escenario "base", que permita delinear la situación actual, constituye el punto de partida para la comparación con las posibles proyecciones futuras dadas por diversos modelos. En el caso climatológico, es necesario hacer una recopilación y análisis de una serie de al menos 30 años de datos (fundamentalmente temperatura y precipitación) para posteriormente realizar las comparaciones pertinentes con los Modelos de predicción, por ejemplo, con los modelos de circulación general (GCM). En este trabajo presentamos los promedios mensuales para 23 puntos en la República Mexicana, obtenidos para los años de 1941 a 1970. Estos datos fueron proporcionados por el grupo de investigación del Dr. Julián Adem. Con dichos datos hemos construido un primer escenario base.

Hemos utilizado programas computacionales que permiten generar los resultados de 4 modelos de circulación general: CCCM, GFDL-R30 y GISS, para condiciones de $1\times\text{CO}_2$ y $2\times\text{CO}_2$. Contamos además con la base de datos CLIM, con datos "actuales", con temperaturas de NCAR/NCDC y la precipitación de Jaeger. Todos estos resultados se tienen para los 23 puntos mencionados para México. Lo que constituye una primera propuesta de escenario regional. Otros resultados importantes son los que provienen del Modelo Termodinámico del Clima (MTC), desarrollado por el Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM.

130.CA.10

PERTURBACIONES RADIATIVAS INICIALES EN EL MODELO TERMODINAMICO DE ADEM

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

Recientemente se llevaron a cabo cálculos con el Modelo Termodinámico de Adem para determinar las perturbaciones radiativas iniciales debidas a los siguientes forzamientos: duplicación del CO_2 atmosférico e incrementos de $\pm 1\%$ de la constante solar. La perturbación radiativa inicial es el incremento de la radiación neta en la tropopausa, o sea el tope de la capa atmosférica modelada, y se calcula como la diferencia entre la radiación neta en el tope con el forzamiento antes de que el clima reaccione (antes de que las temperaturas cambien y sin ningún retroalimentador) y sin el forzamiento.

En cada caso se calcula también la correspondiente respuesta de la temperatura superficial al forzamiento, es decir el incremento de la temperatura de equilibrio debido a la perturbación radiativa. El parámetro de retroalimentación, que es independiente del forzamiento, se define como el cociente de estos dos resultados. Estos experimentos numéricos se corren alternativamente con y sin retroalimentadores climáticos. Nuestro parámetro de retroalimentación concuerda con los de Tricot (1986).

132.CA.11

RAZON DE BOWEN Y BALANCE ENERGETICO ATMOSFERICO EN PLAN TEXCOCO: ASPECTOS PRACTICOS Y RESULTADOS PRELIMINARES DEL USO DEL SISTEMA CAMPBELL

Adalberto Tejeda Martínez
Ciencias Atmosféricas de la Univ. Veracruzana
A.P. 465, 91000 Xalapa, Ver.

Ubaldo Miranda Miranda y Ricardo Saldaña Flores
Instituto de Investigaciones Eléctricas
Cuernavaca, Mor.

El sistema Campbell para la medición de la razón de Bowen y el balance de energía, consiste en un sensor de radiación neta (R_n), dos pares de sensores de temperatura ambiente (T_1 y T_2) presión de vapor (e_1 y e_2) colocados a dos alturas diferentes, y placas y termistores para medir el flujo total de calor en el suelo (G). Puesto que la razón de Bowen (β)-igual al cociente del flujo de calor sensible entre el calor latente de evaporación (H - Le)-también se puede expresar en función del cociente $(T_1 - T_2) / (e_1 - e_2)$, con los sensores mencionados se pueden conocer todos los términos de la expresión del balance energético atmosférico:

$$R_n = G + Le + H$$

En este trabajo se mostrarán los resultados preliminares de mediciones realizadas con este sistema entre el 20 y 31 de agosto de 1994 en el exlago de Texcoco; se

discutirán las calibraciones por comparación hechas a los sensores de temperatura y presión de vapor, y se explicarán y justificarán algunas modificaciones a las instrucciones del fabricante en la instalación y programación del equipo.

133.CA.12

**ESTIMACION DEL PERIODO LIBRE DE HELADAS
PARA LAS REGIONES ALTAS
DEL CENTRO DE VERACRUZ**

Francisco Javier García Melendez
Silvia Villuendas Alvarez
Indalecio Montero Nolasco
Domitilo Pereyra Díaz

Especialidad en Climatología de la Univ.Veracruzana
A.P. 136, Xalapa, Veracruz, México, C.P. 91000

En el presente estudio se analizaron los registros de heladas reportados por 23 estaciones climatológicas, ubicadas en las regiones altas del centro del estado de Veracruz. Estas estaciones reportan la presencia de heladas blancas o escarcha. Dicha información se utilizó para estimar el periodo libre de heladas para cada una de las estaciones, en base a considerar la fecha de ocurrencia de la primera y la última helada de cada año. Para la fecha de la primera helada se consideró el día que apareció a partir del 1º de julio y para la última hasta el 30 de junio. Estas fechas de ocurrencia se codificaron en orden ascendente, asignando el 1 a la que apareció el día primero de julio, 2 al 2 de julio y así sucesivamente, esto con el fin de poder conocer el período libre de heladas promedio. Posteriormente se estimó el período libre de heladas probable al 20%, utilizando la función de distribución normal. Los resultados muestran una tendencia creciente del número de heladas con respecto a la altitud. La distribución espacial también mostró una fuerte relación con la orografía de la región de heladas. El período libre de heladas promedio varió entre 2 (para las regiones cercanas a los 2500 metros. El período libre de heladas probable fluctuó entre 52 y 257 días. Estos resultados pueden ser utilizados para planear la siembra y tomar en cuenta las variedades de cultivos agrícolas de la región.

134.CA.13

**UN ANALISIS DESCRIPTIVO DE LA OSCILACION
DEL SUR Y SU RELACION CON
LA TEMPERATURA DEL MAR EN EL PUERTO
DE VERACRUZ, MEXICO**

Miguel Angel Natividad B.
Domitilo Pereyra Díaz.

Especialidad en Climatología de la Univ.Veracruzana
A.P. 136, Xalapa, Veracruz, México
C.P. 91000

El objetivo del presente trabajo es examinar las relaciones de la Oscilación del Sur con las temperaturas de la superficie del mar, cercano al puerto de Veracruz. Los autores consideraron 35 observaciones, correspondiente a los años 1935 hasta 1989. Para encontrar esas relaciones se realizó un análisis de correlación canónica, que pertenece a las técnicas estadísticas multivariadas. Las variables X_i representan en este caso las temperaturas mensuales del mar y las Variables Y_j los índices de la Oscilación del Sur. Los autores analizan en especial los primeros cuatro pares de variables canónicas, cuyas correlaciones fueron:

0.93004, 0.87578, 0.850712, 0.8043

Las variables canónicas, como variables compuestas, son de naturaleza más artificial que las variables originales. Normalmente tienen una correlación más fuerte que las existentes entre dos pares X_i y Y_j . El análisis de correlación canónica permite resumir la relación entre las variables, sugiriendo nuevas medidas y fortaleciendo la estructura de las dependencias y correlación. En este trabajo también se sientan las bases para la obtención de un modelo de predicción (regresión Múltiple).

137.CA.14

**REGISTRO DE PULSACIONES $Pi2$ EN EL
OBSERVATORIO DE TEOLOYUCAN MEXICO
($L = 1.2$)**

J. A. L. Cruz Abeyro y S. Bravo
Instituto de Geofísica, UNAM
Cd. Universitaria, Delegación Coyoacán
C.P. 04510, México, D.F.

Se han registrado micropulsaciones geomagnéticas en Teoloyucan ($L = 1.2$) continuamente desde febrero de 1993. El equipo está diseñado para registrar pulsaciones entre 0.001 HZ y 2.0 HZ. lo cual incluye pulsaciones del tipo PC3, PC4 y PC5 y PC2. En este trabajo se reportan la ocurrencia de pulsaciones $Pi2$ en marzo y septiembre de 1993 y su relación con las subtormentas.

150.CA.15

**UN MODELO LINEAL PARA LA CONCENTRACION
DE OZONO EN EL SUROESTE DEL
VALLE DE MEXICO**

*José L. Bravo, *María Teresa Díaz, *Agustín Muhlia
**Josefina Fajardo

*Instituto de Geofísica-UNAM
Cd. Universitaria C.P. 04510, México, D.F.
**Instituto Nacional de Pediatría
Av. Iman No. 1 C.P. 044530, México, D.F.

El ozono se ha convertido durante las dos últimas décadas en un problema importante de contaminación del aire, se origina de las emisiones al ambiente de gases precursores (óxidos de nitrógeno e hidrocarburos) en presencia de la radiación solar. La Ciudad de México, dadas sus condiciones orográficas y meteorológicas, la elevada emisión de gases precursores y la intensidad de la radiación solar, presenta condiciones muy favorables para la formación y acumulación de este gas a nivel de superficie. La parte Suroeste del Valle de México presenta concentraciones elevadas. Se ha escogido la estación Pedregal San Angel de la Red Automática de Monitoreo Ambiental de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología como representativa del área Suroeste. Se propone un modelo lineal de regresión que incorpora algunos de los factores que podrían tener, localmente, mayor influencia en la concentración superficial de ozono: la integral de la magnitud de la velocidad del viento entre la 6 de la mañana y las 12 hrs. la integral de la intensidad de la radiación solar total durante el mismo intervalo, la concentración de ozono a las 12 hrs. del día anterior, un conjunto de variables "dummy" para considerar el día de la semana y un término para considerar la tendencia de la concentración. Se usaron para el ajuste 634 días con observaciones completas entre el 13 de enero de 1989 y el 31 de diciembre de 1991. Con el modelo se obtiene un coeficiente de correlación $r = 0.78$. Se evalúa la influencia del día de la semana en la concentración de ozono y se propone un término que podría representar la tendencia al incremento de los gases precursores.

162.CA.16

RECONSTRUCCION DE UN MODELO BAROTROPICO HACIA UN MODELO REAL

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

Partiendo de un modelo Barotrópico simple, se le adiciona términos de fricción y turbulencia, además de un término de forzamiento. El término de forzamiento se calcula de los datos reales desarrollados en términos de una serie de Fourier, considerando 10 años de datos cada 12 horas, al nivel de 500 mb. Los términos de Fricción y Turbulencia se modulan, con una función Pseudo aleatoria continua y derivable de orden n , a través del teorema de convolución simulando fluctuaciones locales del medio, logrando una mejor

representación del comportamiento real de la atmósfera, lo que se valora comparando con la enstrofia y la energía cinética real.

163.CA.17

EFFECTOS DE LA URBANIZACION EN EL CLIMA DE LA CD. DE MEXICO

E. Jáuregui, E. Luyando, V. Zarraluqui, W. Gutiérrez
M. García, J. Escalante;
Centro de Ciencias de la Atmósfera-UNAM
A. Tejeda
Univ. Veracruzana, Jalapa, Veracruz

Como parte del programa del clima urbano de la ciudad de México se han establecido dos estaciones climatológicas automáticas, una urbana (Escuela de Minería) y otra rural (Plan de Texcoco) con objeto de establecer el grado de influencia que tiene la urbanización en algunas variables del clima en la ciudad de México. Las estaciones han funcionado ininterrumpidamente durante un año. En el pasado se ha intentado establecer dicho efecto utilizando pares de estaciones cuya ubicación no ha sido la ideal. El objetivo de este trabajo es establecer con un mayor detalle en el tiempo, los contrastes de temperatura, humedad y radiación solar entre 2 estaciones ubicadas a propósito para este tipo de estudios. Los primeros resultados muestran una variación marcada de la intensidad del llamado fenómeno de la isla de calor con un máximo de 5.5°C al final del período de enfriamiento nocturno (a las 8 am) en enero de 1994. El mínimo contraste térmico (de 2°C) ocurrió por la tarde (a las 16 hrs) cuando es máxima la turbulencia convectiva en el mes de diciembre de 1993. Los datos de humedad señalan que la humedad relativa del aire urbano es en general más baja que en el entorno rural, siendo máximo (un 21%) este contraste al amanecer. Sin embargo, cuando se usa otro parámetro de la humedad (la humedad específica) se observa que la atmósfera nocturna de la ciudad contiene mayor humedad declinando esta diferencia por la tarde cuando los procesos de turbulencia tienden a igualar dichos contrastes. Asimismo, se ilustra el efecto que la contaminación atmosférica tiene sobre la radiación solar al disminuir en forma sustancial (un 20% aprox.). Finalmente, se hace una interpretación de los datos para dar una explicación física de los fenómenos de alteración del clima atribuidos a la urbanización.

164.CA.18

MEDICION DE PARAMETROS PARA LA MODELACION DE DISPERSION DE CONTAMINANTES EN LA CD. DE MEXICO

R. Saldaña, V.A. Salcido, M.A. Borja
 Instituto de Investigaciones Eléctricas
 A.P. 475. Col. Centro Cuernavaca Mor. C.P. 62000
 A. Tejeda
 Univ. Veracruzana, Fac. de Física
 E. Jauregui
 Centro de Ciencias de la Atmósfera-UNAM

Los modelos para calcular la dispersión a corta distancia de fuentes puntuales requieren de información sobre el estado de la capa límite atmosférica. Algunos modelos simples de dispersión utilizan parametrizaciones muy gruesas, tal es el caso de las curvas Pasquill-Gifford-Turner para estimar los coeficientes de dispersión vertical (σ_z) y lateral (σ_y) una vez determinada la categoría de estabilidad. Los modelos de dispersión en áreas urbanas más recientes requieren de observaciones directas de variables tales como la velocidad del viento, los coeficientes de turbulencia lateral (σ_y) y vertical (σ_z) además del gradiente térmico vertical ($d\theta/dz$), el flujo de calor sensible Q_H y la velocidad de fricción U_i . Usualmente las variables mencionadas se parametrizan a partir de observaciones sencillas de velocidad del viento, nubosidad y características del suelo (i.e. albedo, rugosidad y humedad del suelo). Cuando se miden los terminos del balance energético se ha encontrado que muestran una variabilidad espacial considerable (Oke, 1978), debido a cambios en la superficie subyacente. El objetivo de medir directamente las variables de la turbulencia en 4 puntos del área urbana de la ciudad de México es evaluar las incertidumbres en la predicción de parámetros como σ_w , σ_y , la velocidad de fricción (U_i) y el flujo de calor sensible (Q_H), necesarios para la modelación de la dispersión. Asimismo, a partir de mediciones de Q_H estimar la longitud de escala Mini-Obukiv (L) y la función Z/L que caracterizan la atmósfera en relación con el transporte de calor y momento para puntos donde no se cuenta con observaciones de esta naturaleza.

Las variables que se miden en el Centro Histórico de la ciudad de México, sobre la azotea del Palacio de Minería son:

Instrumento	Variable
a) anemómetro tri-axial	V_x, V_y, v_W
b) termihigrógrafo	t , humedad
c) radiómetro neto	Q^*
d) piranómetro	Q
e) barómetro	P
f) sensor (ultrasónico de turbulencia atmosférica)	componente vertical del viento velocidad y dirección del viento velocidad de fricción () longitud de la rugosidad superficial.

Se ilustran los resultados preliminares de las observaciones de las variables mencionadas y se intentará una interpretación.

Referencia
 Oke, T. 1978: Boundary Layer Climates Methuen, Londres.
 165.CA.19

EVALUACION MENSUAL DE LOS MODELOS BAROTROPICO SIMPLE Y BAROTROPICO EQUIVALENTE

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

En el presente trabajo se realiza la estadística de los modelos Barotrópico Simple y Barotrópico Equivalente que se han corrido durante aproximadamente cinco años en el Centro de Ciencias de la Atmósfera (Buendía 1984).

Los resultados muestran que para la zona de evaluación, la cual incluye a la República Mexicana (7 X 11 puntos), estos modelos son confiables como auxiliar en el pronóstico del tiempo a corto plazo para México. Se presentan evaluaciones para cada mes del año, estas se refieren al error cuadrático medio (RECM), coeficiente de correlación (CC) y aciertos de cambio signo (ACS).

166.CA.20

EXPERIMENTOS EN EL PRONOSTICO DE LA TRAYECTORIA DE HURACANES

Enrique J. Buendía Carrera
 Sección de Climatología Física y Dinámica
 Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM, México

Se presentan los resultados optimizados del Modelo de Pronóstico de Trayectoria de Huracanes del CCA para el caso de las perturbaciones tropicales que han afectado a la República Mexicana en la temporada huracanera del presente año. De acuerdo con los resultados del año próximo pasado se ha logrado reducir el error con que se pronostica la posición futura de la perturbación.

Las ecuaciones utilizadas son: la primera ley de termodinámica, y la ecuación de vorticidad, resueltas para una malla de 19 x 22 puntos, en la cual se realiza una interpolación bilineal para definir mejor a la perturbación. Se siembran valores de altura geopotencial en el núcleo de la perturbación.

167.CA.21

CORRESPONDENCIA ESPACIO-TEMPORAL DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA CON EL OZONO SUPERFICIAL EN EL VALLE DE MEXICO

Sección de Climatología Física y Dinámica
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM, México

La aportación de este estudio, es el examen de las principales características de la relación espacio-tiempo entre mediciones de las concentraciones del ozono superficial ($[O_3]_{\text{fotoquímico}}$) y los parámetros meteorológicos Temperatura Ambiental (T) y Humedad Relativa (HR). Se utilizaron las mediciones obtenidas durante el mes de enero de 1991 (como el periodo representativo de la época de invierno), de las concentraciones promedio horarias diarias del ($[O_3]_{\text{fotoquímico}}$) de doce estaciones de monitoreo que están distribuidas estratégicamente en cinco áreas de la Zona Metropolitana del Valle de México. Se aplicó un modelo de regresión lineal múltiple entre el ($[O_3]_{\text{fotoquímico}}$) y los parámetros T-HR al nivel de la superficie con resultados satisfactorios al reproducir la variación horario del promedio mensual mixto de las concentraciones estimadas de ozono superficial ($[\delta_3]_{\text{pron}}$), cuando los coeficientes extraídos de los datos locales combinados se utilizaron en la ecuación de regresión para el pronóstico estadístico en todo el Valle de México dando $[\delta_3]_{\text{pron}} = -0.67728 + 0.027577 T_m + 0.007545 T_m + 0.007545 HR_m$, (con un coeficiente de correlación $R = 0.8762$).

168.CA.22

INICIALIZACION DE UN MODELO DE AGUAS

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

Se trabaja en una malla 19x22 puntos, con una distancia entre nodos aproximada de 464 km, situada en una proyección cónica de Lambert. El propósito es obtener una carta de la altura geopotencial y de viento horizontal en el nivel de 500hPa, la cual pueda ser usada como ayuda por el meteorólogo para emitir un pronóstico a corto plazo (24 hr) para la República Mexicana. En la primera parte se trata del desarrollo de un esquema de análisis objetivo (Cressman, 1959), el cual necesita de un campo preliminar que sea corregido por los valores observados y se obtenga así el campo que posteriormente (segunda parte) será balanceado estáticamente de tres diferentes maneras (Shuman y Vanderan, 1966, Holton, 1979), para establecer el campo inicial de datos con que trabajará un modelo Barotrópico de aguas someras.

UNA SOLUCION DEL MODELO DIVERGENTE

Francisco J. Villicaña Cruz

Sección de Climatología y Dinámica
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM, México

Para resolver los modelos de aguas someras el principal problema es determinar la componente vertical del viento que depende de la divergencia del viento horizontal, la cual puede involucrar errores de hasta un 100%. Para evitarlo se ha atomado la hipótesis de Pettersen (1956), cuando plantea la relación entre el viento geostrófico y el viento actual haciendo notar que la aceleración es ortogonal a la perturbación geostrófica. Por lo tanto esta perturbación es constante en el tiempo y se puede calcular la componente del viento geostrófico que al sumarlo al viento a geostrófico inicial permite obtener el viento actual. Esta forma de determinar el viento actual promete tener logros que muestran los resultados.

218.CA.24

ESTADISTICA DE LA RAPIDEZ Y DIRECCION DEL VIENTO EN DOS ESTACIONES EN LA BAHIA DE TODOS SANTOS B.C DURANTE EL PERIODO OTOÑO-INVIERNO 1991-92

Rubén Castro Valdéz*, Oscar Delgado González**
Eduardo Gil Silva**, Joaquín García Córdoba***
*Facultad de Ciencias Marinas UABC

**Instituto de Investigaciones Oceanológicas, UABC

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

Con información simultánea de dos estaciones meteorológicas ubicadas en la región costera de la Bahía Todos Santos, B.C., que estuvieron en operación simultánea durante seis meses, de septiembre de 1991 a febrero de 1992, se obtienen estadísticas en el dominio del tiempo y de frecuencia. En el dominio del tiempo se obtienen los hodógrafos y se hace uso de distribuciones circulares con el fin de comparar la significancia de la dirección entre la información de las dos estaciones. En el dominio de frecuencia, los espectros rotacionales permiten identificar a las bandas sinópticas, diurnas y semidiurnas y su dirección preferencial a soplar de sus vientos asociados. Durante el periodo de observaciones se lograron registrar eventos regionales conocidos como Santanas, con intensidades que en ocasiones fueron mayores a 12 ms^{-1} .

LIMITES SUPERIORES DE INTENSIDAD-ENERGIA DE RAYOS COSMICOS SOLARE

E. V. Vashenyuk³, L.I. Miroshnichenko¹
J. Pérez-Peraza¹ y A. Gallegos-Cruz²

¹Instituto de Geofísica, UNAM 04510
C.U. México, D.F.

²UPIICSA del IIP, México, D.F. México

³Polar Geophysical Institute, Apatity, Rusia

En base a observaciones directas e indirectas de datos de la órbita terrestre se intenta sintetizar el espectro de energía "extremo" de los Rayos Cósmicos Solares (RCS) para el rango completo de sus energía (entre 1 MeV y 10 GeV para protones). Las dificultades metodológicas de ese proceso de síntesis se discuten en detalle observaciones, certidumbre, anisotropía de los RCS, su densidad de energía en la región no-relativista, límite superior de energía registrado para los protones, etc). Se determina el espectro de protones y su densidad de energía para los eventos de RCS de mayor potencia en el período 1942-1992, considerando un conjunto de incertidumbres metodológicas y dependencia-en-energía del índice espectral se presenta una curva empírica del espectro "extremo" de los RCS al nivel de la órbita terrestre. Los resultados demuestran que es factible combinar características extremas de RCS relativistas y no relativistas dentro de un modelo simple de "Evento extraordinariamente Intenso" (EEI), o, "modelo catastrófico" desde el punto de vista de riesgos de la radiación en el espacio. El dominio para la aplicación del modelo empírico propuesto esta principalmente en el cálculo y predicción de los efectos de los RCS de los diversos sistemas componentes de los vehículos espaciales y sus tripulaciones, en la atmósfera, la capa de ozono y otras envolventes. Los resultados obtenidos son de interés no sólo para la investigación fundamental sino también para planificar los sistemas de protección de futuras misiones espaciales.

252. CA.25

CYCLIC VARIATIONS AND SPORADIC FLUCTUATION OF SOLAR COSMIC RAYS (Review)

L.I. Miroshnichenko
Instituto de Geofísica, UNAM
04510, C.U. México, D.F.

Within the framework of general problem of solar-terrestrial relationships (STR) a review of observational data on solar cosmic rays (SCR) is presented. The characteristics and possible nature of the cyclic varia-

tions of occurrence rate and fluence of solar proton events (SPE) and their correlation with solar activity (SA) are discussed in detail. It is shown that a clear cut link of the mean SCR flux, the fluence and SPE occurrence rate with the level of SA is absent, but cyclic variation in these parameters are found (in particular quasi-biennial wave in the SPE rate). The data for the most powerful SPE for the period 1942-1992 are analyzed. It is shown that SCR may actively influence some aeronomical processes in the upper atmosphere of the Earth (ionization, formation of oxides on nitrogen and change in the composition of the stratosphere, devastation of ozone layer at high latitudes, resistance changes in the global circuit of atmosphere electricity, stimulation of altitude cyclons). In this context SCR may be considered as a significant part of general physical mechanism in STR.

253.CA.26

SOLUCION DE LA ECUACION DE TRANSPORTE ENERGETICO DE PARTICULAS COSMICAS MEDIANTE EL METODO DE LIOUVILLE-GREEN

¹J. Pérez-Peraza, A. ²Gallegos-Cruz
¹L.I. Miroshnichenko y ³E.V. Vashenyuk

¹Instituto de Geofísica, UNAM 04510
C.U. México, D.F.

²UPIICSA del IIP, México, D.F. México

³Polar Geophysical Institute, Apatity, Rusia

La ecuación de transporte en el espacio de momentos (o energía) de partículas energéticas proporciona el espectro de estas. La solución dependiente-del-tiempo sólo ha sido obtenida por métodos numéricos, o por simulación Monte Carlo ó por expresiones analíticas asintóticas cuya validez se limita a $E \ll mc^2$ ó $E \gg mc^2$. En el presente trabajo se obtiene la solución analítica para todo el rango de energía mediante la aplicación del método Liouville-Green. Se ilustra el método con la derivación de espectros de energía de las partículas solares y el cálculo de los tiempos de equilibrio (establecimientos del estado-estacionario) en función de la energía de las partículas. Este estudio demuestra que los resultados que habían sido alcanzados numéricamente por otros autores son bastante acertados, con la salvedad de que el margen de error de esos métodos es mayor que con el de Liouville-Green, además del inconveniente del empleo intensivo de tiempo de cómputo que provocó el estancamiento de estudios en este tópico.

254.CA.27

EVENTOS DE ALTA ENERGIA DURANTE EL 22avo CICLO SOLAR Y FORMACION DE HACES RAPIDOS DE PROTONES EN LA ALTA CORONA

¹J. Pérez Peraza, A. ²Gallegos Cruz
¹L.I. Mirsohnichenko y ³E.V. Vashenyuk

¹Instituto de Geofísica, UNAM 04510
C.U. México, D.F.

²UPIICSA del IIP, México, D.F. México

³Polar Geophysical Institute, Apatity, Rusia

En base a datos de monitores de neutrones de muy alta resolución se investigan algunas peculiaridades de los eventos de rayos cósmicos solares (RCS) con efectos a nivel terrestre durante el 22avo ciclo de actividad solar. La tasa de ocurrencia de este tipo de eventos en el período 1989-1991 fué mayor por un factor de 4 que el valor promedio ($\sim \text{año}^{-1}$) del período total de observación desde 1942. La forma del perfil intensidad-tiempo de algunos eventos muestra una estructura notable de dos picos, lo que implica la posibilidad de dos componentes eyectadas de RCS, desde dos diferentes (probablemente independientes)---fuentes durante un evento dado de protones solares (EPS). Como interpretación física del origen de esas dos poblaciones de partículas consideramos una botella magnética (y/o una onda de choque coronal) interactuando con el bucle magnético extendido (ó con el yelmo) a un nivel alto en la corona. Se sugiere un modelo de dos fuentes aceleradoras para interpretar los resultados. Para el caso del evento del 29 de--Septiembre de 1989, hemos estimado el espectro de inyección en Rigidez como $D(R) = (1-2) 10^{32} R^{-2.9} \text{ GV}^{-1}$ en R GV. En lo que concierne al flujo de protones, este evento es de 1 a 2 ordenes de magnitud menor al de Febrero 23 de 1956. Se demuestra que el evento del 29 de Septiembre no podría haber sido registrado por los actuales detectores de neutrones.

255.CA.28

PARAMETRIZACION PARA LA PRECIPITACION MEDIA MENSUAL EN UN MODELO TERMODINAMICO

Victor Manuel Mendoza y
Bertha Oda Noda

Centro de Ciencias de la Atmósfera
C.U., C.P. 04510, México, D.F.

Se propone una fórmula teórica para calcular la precipitación media mensual en el Hemisferio Norte, la cual, es función lineal de la temperatura media mensual troposférica y de superficie. Los experimentos de verificación de la fórmula, que se hicieron con la precipitación en la República Mexicana usando datos proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional, mejoran los resultados que se obtienen usando una fórmula similar obtenida estadísticamente por Clapp et al. en 1965.

256.CA.29

ESCENARIOS FISICOS BASICOS Y REGIONALES LOS MODELOS Y MEXICO

Conde, C. Sánchez, O. Gay, C.
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Uno de los problemas centrales en el estudio del cambio climático global es el análisis regional de dicho cambio. Dentro de este estudio, el establecimiento de un escenario "base", que permita delinear la situación actual, constituye el punto de partida para la comparación con las posibles proyecciones futuras dadas por diversos modelos. En el caso climatológico, es necesario hacer una recopilación y análisis de una serie de al menos 30 años de datos (fundamentalmente temperatura y precipitación) para posteriormente realizar las comparaciones pertinentes con los Modelos de predicción, por ejemplo, con los modelos de circulación general (GCM).

En este trabajo presentamos los promedios mensuales para 23 puntos en la República Mexicana, obtenidos para los años de 1941 a 1970. Estos datos fueron proporcionados por el grupo de investigación del Dr. Julián Adem. Con dichos datos hemos construido un primer escenario base. Hemos utilizado programas computacionales que permiten generar los resultados de 4 modelos de circulación general: CCCM, GFDL-R30 Y GISS, para condiciones de $1\times\text{CO}_2$ y $2\times\text{CO}_2$. Contamos además con la base de datos CLIM, con datos "actuales", con temperaturas de NCAR/NCDC y la precipitación de Jaeger. Todos estos resultados se tienen para los 23 puntos mencionados para México. Lo que constituye una primera propuesta de escenario regional. Otros resultados importantes son los que provienen del Modelo Termodinámico del Clima (MTC), desarrollado por el Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM.

257.CA.30

FORZAMIENTO RADIATIVO POR OZONO TROPOSFERICO EN UNA REGION URBANA TROPICAL

C. Gay, A. Juárez, N. Reyes*, C. Conde

Centro de Ciencias de la Atmósfera-UNAM
C.U. México, D.F. 04510

*Facultad de Ciencias Físico Matemática
UAP, A.P. 1152, Puebla 72 000 México

De acuerdo a los resultados obtenidos en un trabajo reciente, en una atmósfera urbana tropical con altos índices de contaminación como la Ciudad de México; el ozono de origen antropogénico afecta significativamente la columna total de ozono medida en esa región. Específicamente Juárez et al. reportan variaciones

positivas del orden de 10% (20 Unidades Dobson), sobre la columna total de ozono en la Ciudad de México. Puesto que el ozono tiene una banda de absorción en la región del infrarrojo, este gas tiene importancia para el efecto invernadero. En este trabajo calculamos el forzamiento radiativo originado por la presencia del exceso de ozono en una zona urbana altamente contaminada, como la ciudad de México y discutimos las implicaciones que tiene este proceso en el incremento de temperatura a nivel de superficie en dicha región.

258.CA.31

PROPUESTA PARA EL CALCULO DE LA PRECIPITACION EN LOS ESCENARIOS CLIMATICOS

Gay, C. Conde, C. Sánchez, O.
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Uno de los parámetros más discutibles en la construcción de escenarios de cambio climático es el de la precipitación. Los Modelos de Circulación General postulan las variaciones de la temperatura y la precipitación bajo condiciones de un doblamiento de bióxido de carbono. Si bien las diferencias entre modelos para la temperatura es importante, para el caso de precipitación llegan a diferir no sólo en magnitud sino también de signo. En este trabajo establecemos relaciones empíricas entre la temperatura y la precipitación diarias para un año y diferentes estaciones meteorológicas de la República Mexicana. Los datos mencionados han sido proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional y están capturados en el sistema CLICOM. Con este tipo de relaciones se pueden construir escenarios de precipitación futuros en los que se muestra variabilidad diaria.

259.CA.32

EL INDICE DE COBERTURA ARIDA ANUAL COMO UN INDICADOR DE CAMBIOS CLIMATICOS DE CORTO PERIODO EN EL NOROESTE DE LA REPUBLICA MEXICANA

Amando Leyva Contreras
Instituto de Geofísica
Circuito Exterior, C.U., C.P. 04510, México, D.F.

Los resultados preliminares del análisis de los datos de precipitación y temperatura de los cuatro estados que rodean el Golfo de California, muestran que las regiones conocidas como Desierto de Sonora, Desierto de Altar y Desierto Sudcaliforniano, tienen cobertura variable, llegando en ciertos años a formar una sola región desértica en el Noroeste de la República Mexicana. La curva del índice de cobertura árida de la región de

estudio muestra una ligera tendencia a decrecer en el período observado y una ciclicidad de un período de aproximadamente 18 años.

263.CA.33

ANALISIS DE LA COLUMNA TOTAL DE OZONO EN ESTACIONES TROPICALES. INFLUENCIA ESTACIONAL Y DEL OZONO SUPERFICIAL

*A. Juárez, C. Gay, J.L. Bravo
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Instituto de Geofísica, UNAM

En un artículo reciente hemos mostrado que los datos obtenidos en la estación Dobson de la Ciudad de México para la columna total de ozono, presentan una sobrevaloración y una tendencia creciente comparados con datos similares obtenidos en Poona, India y Mauna Loa en Hawai. Esta sobrevaloración y tendencia creciente son atribuibles al incremento en el ozono superficial de origen antropogénico existente en una región urbana altamente contaminada como lo es la Ciudad de México. En este trabajo discutimos el comportamiento estacional de la columna total de ozono para las tres estaciones mencionadas anteriormente, así como la influencia que tiene el ozono superficial en cada una de ellas, con el fin de clarificar la incidencia de estos factores en el comportamiento de la columna total de ozono.

264.CA.34

ANALISIS DE INVERSIONES TERMICAS EN LA CIUDAD DE GUADALAJARA, JAL, MEXICO

Valentina Davydova
Universidad de Guadalajara

La inversión térmica es un fenómeno que se observa en la distribución vertical de la temperatura del aire en la atmósfera, cuando el gradiente de la temperatura es negativo. La frecuencia de este fenómeno tiene cierta distribución en el tiempo en relación con la circulación atmosférica. Pero en las ciudades grandes con alto potencial de desarrollo urbano se ha registrado una mayor probabilidad de su aparición y aparte que el espesor de la inversión también es mucho más grande que en la zona rural. Para confirmar dicha hipótesis se realizó un estudio de la estadística del sondeo aerológico para determinar la frecuencia real de las inversiones térmicas y determinar sus tipos y periodos de aparición. Los resultados obtenidos dentro del procesamiento de datos de sondeo de 10 años confirmaron la hipótesis anterior y establecieron la distribución real de 5 tipos básicos de la inversión térmica que predomina en esta ciudad. Otro de los

resultados que se obtuvieron dentro de la investigación es la explicación de la mayor frecuencia por la presencia de una isla del calor que se formo en la parte central de la zona metropolitana de Guadalajara.

INTERPRETACION E INTEGRACION DE LOS PERFILES GRAVIMETRICO Y MAGNETICO PARA LA CONSTRUCCION DE UN TRANSECTO EN LA PORCION NORTE-ORIENTAL DE MEXICO

Alejandro Cerón Fernández, Alberto Rocha L.
Instituto Mexicano del Petróleo
Eje Lázaro Cárdenas # 152
México D.F.

Se muestran los resultados obtenidos de la integración geológica-geofísica, para la elaboración de un transecto localizado al Norte de la República Mexicana, el cual atraviesa las siguientes provincias geológicas: Sierra Madre Oriental, Cuenca de Sabinas, Plataforma Burro Picachos, Cuenca de Burgos, y parte del Golfo de México. Para proponer el modelo sedimentario regional que justifique la anomalía de Bouguer, se efectuó una integración de información geológica-geofísica.

Se utilizó la información sismológica de una sección interpretada de 300 kilómetros de extensión la cual coincide con la posición del transecto, se integró la información de una sección estructural que esta ubicada en la Sierra Madre Oriental y su posición es la misma que la del transecto; y fué tomada de la Tesis Doctoral del Dr. Ricardo Padilla (1982). Se contó con información de pozos ubicados sobre el transecto y cercanos a este. Toda esta información se integró al basamento obtenido mediante modelado magnético. En el cálculo del modelo, se consideraron paquetes sedimentarios de diferentes edades asignándoseles valores promedio de densidad y el modelado se efectuó en 2 1/2 dimensión.

041.EXG.02

SOLUTIONS OF 3 DIMENSIONAL GEOPHYSICAL PROBLEMS BY HYPERCOMPLEX METHODS

V.V. Kravchencko, G. Santana, M.V. Shapiro.

Analytical and approximate solutions of 3-dimensional problems in geophysics is traditionally hard for the treatment field. The methods of the complex analysis successfully work in the 2-dimensional case allowing the subtle apparatus of the function theory for the investigation of boundary value problems.

The traditional vector calculus can not give the similar tools for solving 3-dimensional problems though we have to distinguish some interesting attempts in this direction (see, e.g., [Zhd]). At the same time there exists a new function theory, which properly generalizes the one-dimensional complex analysis for the spatial situation, namely hypercomplex or quaternionic analysis. First results concerning applications of the quaternionic analysis in geophysics were published in [SVZ]. We

propose the solution of a spectrum of geophysical problems using the techniques of the quaternionic analysis.

Bibliografía

[Zhd] M.S. Zhadanov, analogs of Cauchy type Integrals in Theory of Geophysical Fields. Itzd. Nauka, Moscow, 329 pp. (in Russian).

[SVZ] Shapiro, M.V. Vasilevskii, N.L. Zhdanov, M.S. Space Analogs of the Cauchy-type Integrals and the Quaternionic Theory.

048.EXG.03

LA APLICACION DE SONDEOS VLF CON CONTACTO A TIERRA EN LA GEOTECNIA

Randall Roberts, John A.
A.P. 168, CP. 36000, Guanajuato, Gto.

En un estudio para la determinación de la calidad de la roca, en este caso, Conglomerado Rojo de Guanajuato de edad eoceno, en el proyecto para tuneles viales, el método geofísico de mayor utilidad fué de sondeos electromagnéticos con VLF. El área de estudio abarcaba dos kilómetros lineales sobre un homoclinal con echados al noreste, paralelo al eje de los tuneles, de 40-55°. Para apoyo geotécnico a la perforación de los túneles, decidí hacer un sondeo cada 50 mts., sobre el largo de la obra propuesta y sobre un ancho de franja de 300 mts., requiriendo 55 sondeos puntuales. Un estudio de este tipo por SEV necesitaría más tiempo y mano de obra. La penetración a 30-40 mts. con sismica de refracción hubiera requerido el uso de explosivos, difícil por la urbanización y también lento é intensivo por mano de obra. Con solo 2-4 mts. de cubierta máxima de roca intemperizada de baja resistividad (50 ohm mt.) sobre el conglomerado fresco con una resistividad de alrededor de 100 ohm mt.) se supo que el sistema "Radiohm" o sondeo VLF con dos electrodos en dispositivo de 10 mts de longitud, podría penetrar lo necesario y siendo un método rápido que se puede hacer con solo dos ayudantes a ritmo de 25-30 sondeos por día, aún en este terreno quebrado y espinudo. El método permite determinar dos capas por medio de la inclinación del ángulo de fase (Collett y Reoker, 1969), su alcance a profundidad siendo una función de la resistividad de corte, como es el caso con otros tipos de sondeo eléctrico.

Resistividades de la capa inferior, que fué la de interés para los túneles, variaban de 20-130 ohm mt., confirmando y cuantificando zonas de fallas y alteración hidrotermal visible en la superficie y fué posible trazar las zonas a profundidad sobre sus respectivos sondeos.

CALCULO NUMERICO DE LA TRANSFORMADA DE HANKEL

Ing. Claudio Manuel Rubio Pérez
Comisión Federal de Electricidad
Superintendencia de Estudios Zona Pacífico Norte
Río de las Cañas No. 1615, Col. Atlas
C.P. 44870 Guadalajara, Jal. México

En este trabajo se presenta un cálculo numérico para la Transformada de Hankel, utilizando para ello un algoritmo de Transformada Rápida de Fourier (TRF).

Para este proceso se considera que la Transformada de Fourier en dos/tres variables y coordenadas polares/esféricas, se puede expresar como un desarrollo en Serie de Fourier, donde los coeficientes corresponden a las componentes radiales que a su vez son las respectivas Transformadas de Hankel de orden m . Posteriormente se utiliza el concepto de cortes paramétricos y finalmente el algoritmo de TRF. Este método de cálculo permite visualizar bajo una perspectiva diferente y más familiar para el Ing. Geofísico la noción de cambio de base en un espacio vectorial (Bessel-Hankel). Finalmente se comentan algunas aplicaciones específicas para el procesamiento de datos en la Geofísica de Exploración.

050.EXG.05

INTERPRETACION GRAVIMETRICA Y MAGNETOMETRICA DE LA PORCION SUR DE LA PENINSULA DE YUCATAN.

Leopoldo Hernández Avila
Instituto Mexicano del Petróleo
Eje Central Lázaro Cárdenas 152,07730
México D.F.

El objetivo de este trabajo fue determinar la morfología y profundidad del basamento magnético; así como las variaciones del espesor de la columna sedimentaria, mediante la aplicación del modelado gravimétrico y magnetométrico en 2 1/2 dimensiones (Cady, J.W., 1977), de la porción sur de la Península de Yucatán.

Se integró la información gravimétrica y magnetométrica existente en el área, cubriendo una superficie de 8600 Km², a la cual se aplicaron procesos tales como: reducción al polo, continuación analítica, segunda derivada vertical, gradiente horizontal, filtrados regional residual. Como ayuda en la determinación de la cima del basamento magnético y del patrón estructural regional existente en el área fueron modelados 14 perfiles gravimétricos. La evaluación de los resultados obtenidos de la interpretación de los modelos propuestos y demás

procesos aplicados, ayudaron en la configuración de la morfología del basamento y en la determinación de la tectónica estructural del área.

054.EXG.06

MANEJADOR DE BASES DE DATOS PARA METODOS POTENCIALES

Ing. Eduardo González García
Instituto Mexicano del Petróleo
Eje Central Lázaro Cárdenas 152,0773 México, D.F.

En el pasado, la información gravimétrica y magnetométrica obtenida en campo por PEMEX se almacenaba en las oficinas de la región donde se trabajaba, o se enviaba a las oficinas centrales de la paraestatal en la ciudad de México. Cuando un intérprete necesitaba esta información se daba a la tarea de localizarla y después depurarla para poder procesarla en una interpretación, esto le consumía tiempo y distraía su atención. Debido a esto surgió la necesidad de tener la información en un solo lugar y además de estar depurada. El Instituto Mexicano del Petróleo se dio a la tarea de desarrollar e implementar en las diferentes regiones los sistemas manejadores de estas bases de datos para gravimetría y magnetometría, a petición de PEMEX exploración.

En la actualidad se cuenta con dos bases de datos y sus manejadores.

1) BASEGRA. Manejador de la base de datos gravimétricos, constituido por 257 prospectos y un total de 1,365,412 estaciones.

2) BASEMAG. Manejador de la base de datos magnetométrica, constituida por 58 prospectos con un total de 1,771,620 estaciones.

Los manejadores de estas bases de datos tienen ciertas características que los hacen muy útiles para los intérpretes.

*Se ejecutan en una computadora personal compatible con IBM.

*No demandan demasiados recursos de cómputo.

*Es fácil de utilizar.

*Es rápido el acceso de la información.

*Es amigable.

059.EXG.07

ANALISIS DE LA AMPLITUD Y ANGULO DE INCIDENCIA PARA DIFERENCIAR LITOLOGIA

Luis C. Ramírez Cruz
Instituto Mexicano del Petróleo
Eje Central Lázaro Cárdenas 52, 07730 México, D.F.

Se presentan los resultados del modelado sísmico realizado para analizar la respuesta del comportamiento

de la amplitud de reflexión con el ángulo de incidencia. El análisis tiene como propósito aprovechar las variaciones de la amplitud de reflexión de las ondas compresionales, las cuales están relacionadas con las características físicas del medio para establecer un patrón de amplitud que nos ayude a diferenciar litología. El experimento se llevó a cabo en datos sintéticos utilizando como modelo geológico datos de pozo para definir un patrón característico de la interfase lutitas-sal y se comparó con el análisis de datos reales para dicha interfase. Los resultados muestran que existe correlación en las respuestas de amplitud, sin embargo la consistencia del patrón es afectada por factores como atenuación y ruido.

061.EXG.08

CRECIMIENTO FRACTAL: SIMULACION NUMERICA DE LA INVASION DE FLUIDOS Y RESPUESTA SISMICA EN ROCAS FRACTURADAS

Raúl del Valle García
Instituto Mexicano del Petróleo
Eje Central Lázaro Cárdenas No.152, 07730
México, D.F.

Se presenta la investigación realizada para simular la dinámica de rocas porosas y/o fracturadas. El método utilizado fue inspirado principalmente en la teoría de "percolación" y de crecimiento "fractal". El propósito básico de esta investigación fue proveer de métodos eficaces para generar sismogramas sintéticos, a partir de modelos estadísticos y determinísticos de rocas porosas y fracturadas. Así mismo, se presenta un estudio de la teoría de percolación que establece como dicha teoría puede ser aplicada para simular invasión de un fluido en una roca saturada y para simular procesos de fracturamiento. La simulación numérica radica en tres puntos esenciales: a) establecer las ecuaciones pertinentes, b) establecer las condiciones de frontera y c) establecer los parámetros y sus modificaciones en el modelo deseado; un ejemplo sería la distribución de las constantes elásticas, su rigidez, su viscoelasticidad, etc. Se presentan algunos ejemplos preliminares de la simulación de rocas fracturadas y su respectivo comportamiento dinámico (propagación de onda) obteniéndose los sismogramas sintéticos respectivos así como su análisis. Los modelos desarrollados resultaron ser una buena descripción física de los fenómenos y podrían ser utilizados para desarrollar metodologías en el análisis de yacimientos porosos y/o fracturados.

067.EXG.09

MODELADO E INTERPRETACION 3-D DE MEDICIONES MAGNETOMETICAS DE RESISTIVIDAD (MMR)

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

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

En general, los rasgos topográficos y las heterogeneidades laterales superficiales dificultan el uso de los métodos tradicionales de prospección eléctrica que se basan en la medición de campos eléctricos. La distribución de corriente eléctrica en el subsuelo va acompañada por campos magnéticos, por lo que dicha distribución puede estudiarse mediante mediciones de éstos. El campo magnético que se mide, es una integración espacial de las distribuciones de corriente en el subsuelo, por lo que tiende a atenuar los efectos locales del relieve y de las heterogeneidades laterales superficiales. El método de mediciones magnetométricas de resistividad (MMR) fue planteado por Jakosky en 1933, utiliza un dipolo eléctrico como fuente y se mide el campo magnético horizontal. En la actualidad sólo ha sido utilizado en la modalidad de perfiles perpendiculares a la línea que une los electrodos de corriente y a separaciones constantes, pero no a separaciones múltiples para hacer discriminación a profundidad. Presentamos un método de ecuación integral para calcular la respuesta MMR ante la presencia de heterogeneidades de conductividad. La respuesta es calculada a lo largo de un perfil, con un dispositivo similar a una calicata de resistividad o al método dipolo-dipolo, donde uno de los electrodos del transmisor está en infinito y el receptor es un magnetometro que se mueve a lo largo del perfil, conforme el magnetómetro se aleja de los electrodos se aumenta la penetración. Con un arreglo similar se realizó un levantamiento de datos MMR a lo largo de un perfil, la interpretación de tales datos es comparada con las obtenidas por el método dipolo-dipolo y electromagnéticos en el límite resistivo.

068.EXG.10

MODELADO E INVERSION DE DATOS DEL EM-34 EN TRES DIMENSIONES

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

CICESE-Departamento de Geofísica Aplicada

Mediciones electromagnéticas en el límite resistivo pueden efectuarse fácil y rápidamente a lo largo de perfiles utilizando bobinas con diferentes orientaciones y separaciones. Instrumentos tales como el popular EM-34, son utilizados comúnmente en esta modalidad para investigar cambios laterales de la conductividad eléctrica a diferentes profundidades. Sin embargo, las mediciones se interpretan en base a modelos unidimensionales debido a que se carece de técnicas de interpretación en 2 y 3 dimensiones. Para entender la respuesta de anomalías locales se requiere de algoritmos numéricos y métodos de inversión. Presentamos un método de ecuación integral para calcular el campo magnético producido por dipolos magnéticos verticales y horizontales en la presencia de heterogeneidades tridimensionales de conductividad. Encontramos que la respuesta del instrumento puede engañar al interprete, a causa de que cuerpos conductores algunas veces producen bajos de conductividad aparente. También se presenta un método inverso aproximado, recientemente desarrollado en CICESE, que toma en cuenta automáticamente los efectos anteriores. El método está basado en una aproximación de la ecuación integral usada para modelado y produce imágenes aproximadas de la distribución de conductividad del subsuelo. Se presenta el ejemplo de cavidades resistivas con el objeto de entender su respuesta electromagnética y también se aplica inversión para recuperar la distribución de las cavidades. Presentamos también ejemplos de interpretación con datos reales de Baja California e Inglaterra.

080.EXG.11

CALCULOS HIDROGEOQUIMICOS EN EL ACUIFERO GRANULAR DE LA COMARCA LAGUNERA

Luis Felipe Sánchez Díaz
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
Paseo Cuauhnáhuac No. 8532
Colonia Progreso, C.P. 62550
Jiutepec, Mor. México

Localizado en la parte septentrional de la República Mexicana, el acuífero granular de la Comarca Lagunera-constituido por depósitos aluvio-lacustres-está experimentando una degradación en su calidad físicoquímica, con el consiguiente impacto en la infraestructura hidráulica, el agro y el sector salud de esa región. Por consiguiente, y con el fin de emitir las alternativas de solución para la conservación y el saneamiento del citado acuífero, el Gobierno Federal ha llevado a cabo diversos estudios hidrogeoquímicos

para la caracterización del sistema. En este caso, se expondrán algunos resultados sobre su clasificación e índices de saturación, determinados entre 1992-1993, mediante el muestreo a profundidad de las columnas de agua de 22 pozos y su particularización por medio de 18 parámetros físicoquímicos.

Clasificación de las aguas

Las aguas de reciente infiltración y/o con un tiempo de residencia corta, son del tipo $\text{HCO}_3\text{-Ca}$, tibias ($18^\circ\text{C} < 1 \leq 25^\circ\text{C}$), con una dureza que va de suave a poco dura y de bajo riesgo, por la concentración baja en sodio, para su uso agrícola. Las zonas cuyas aguas manifiestan un tiempo de residencia grande, regularmente, son del tipo $\text{SO}_4\text{-Na}$, salobres, moderadamente tibias ($25^\circ\text{C} < T \leq 37^\circ\text{C}$), muy duras y con un alto riesgo, para el suelo, al ser utilizadas en la agricultura. Las aguas mezcla son generalmente de tipo: HCO_3 y $\text{SO}_4\text{-Na}$, de baja concentración iónica, moderadamente tibias y poco duras.

Índices de Saturación

Dado que el acuífero granular de la Comarca lagunera presenta concentraciones elevadas en calcio, sulfato, sodio y flúor, para cada columna de agua investigada se calcularon los índices de saturación con respecto a calcita (CaCO_3), yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), halita (NaCl) y fluorita (CaF_2), mediante el modelo hidrogeoquímico PHREEQE (PARKHURST et al., 1980). Los resultados más descolantes al respecto son:

Con respecto a calcita. Las aguas del sistema se encuentran cerca del equilibrio químico, por lo que se cree la tendencia a precipitar y a disolver este mineral es pequeña. no obstante, al evaluar los cambios químicos, considerando la dirección de flujo, por medio del programa BALANCE (PARKHURST et al., 1982) se dilucidó que la precipitación de la calcita se lleva a cabo en zonas de alta salinización; mientras que la dilución de este mineral coincide con zonas de recarga.

Con respecto al yeso. Se definieron aguas saturadas que corresponden a aquellas que cuentan con un tiempo de residencia grande, e insaturadas, que están íntimamente ligadas a zonas de recarga. con respecto a halita. Las columnas de agua de los veintidós pozos investigados no alcanzan la solubilidad de la halita, mostrando con ello, una insaturación con respecto a este mineral. Con respecto fluorita. Los índices de saturación en el sistema acuífero, con respecto a este mineral, nos están indicando: aguas saturadas y sobresaturadas, que se creen que están relacionadas con intrusiones magmáticas, y aguas insaturadas relacionadas con zonas de recarga y mezcla de aguas subterráneas.

Ahora bien, cabe señalar que la solubilidad de la fluorita no motiva la precipitación de los fluoruros; no así, en las

fases de calcita, dolomita y yeso; en donde si se originan la precipitación de calcio, magnesio y sulfatos.

088.EXG.12

CONSTRUCCION Y UTILIDAD DE LA CARTA AEROMAGNETICA DE LA REPUBLICA MEXICANA

Ricardo Díaz Navarro y Ramiro Ornelas Valdéz
Instituto Mexicano del Petróleo
Eje Central Lázaro Cárdenas
No. 152, México, D.F. 07730

Considerando que el levantamiento aeromagnético de la República Mexicana cubre el 90% del territorio nacional, se estableció un proyecto para construir la carta magnética de la República Mexicana unificada a una sola altura de vuelo. Los resultados obtenidos fueron altamente satisfactorios, logrando almacenar la información en cinta magnética y así poder realizar la interpretación de áreas de cualquier tamaño, con el objetivo de inferir la distribución y características regionales de las estructuras de basamento y los lineamientos geológicos más relevantes, así como para hacer estudios de áreas pequeñas para trabajos de detalle. La disposición de los datos de intensidad magnética total en forma digital va a permitir la reproducción de mapas a cualquier escala, intervalo de configuración y aplicar los procesos de filtrado bidimensional para ayudar a la interpretación de los datos, de ésta manera la información se podrá usar en estudios de exploración regional y de detalle. Las aplicaciones de la carta magnética son: investigación de la estructura de corteza, tectónica de placas, exploración petrolera, minera y geotérmica. En general su utilidad servirá para estudiar la distribución y el carácter de rasgos geológico, delimitar regionalmente las diferentes provincias geológicas, seleccionar áreas para investigaciones a detalle y para proveer un marco regional en la interpretación de estudios magnéticos de áreas limitadas.

En síntesis la carta magnética da información esencial con respecto a la distribución y configuración de las rocas del basamento, a las variaciones estructurales y litológicas dentro de la corteza, a las zonas de debilidad, a la distribución de rocas intrusivas y a la geotermia de las cuencas sedimentarias.

089.EXG.13

ESTUDIO GEOLOGICO-ESTRUCTURAL DEL AREA DE TOLUQUILLA, PARA LOCALIZAR ZONAS POSITIVAS AL ALUMBRAMIENTO DE AGUA DEL SUBSUELO POR MEDIO DE POZOS PROFUNDOS Y AUMENTAR EL GASTO A LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

Jorge Mondragón Teliz
Universidad de Guadalajara
Centro de Ciencias de la Tierra
Blvd. Marcelino García Barragán Cruz, Clz. Olímpica

Este estudio de investigación geológica, se realizó aplicando a la zona más positiva geohidrológicamente dentro del área de Toluquilla, el método de "calicatas", con arreglo electródico "DIPOLLO-DIPOLLO". La separación del dipolo (a) fue de 50 m. y las profundidades aparentes de investigación son de 50 m., 150 m. y 250 m. Se obtuvieron datos de "Resistividad Aparente (Pa) y de Polarización Inducida (PI)", los cuales se graficaron y se analizaron para marcar las zonas más positivas y las profundidades económicas para realizar los pozos profundos, primeramente en su fase exploratoria y luego de correr el Registros Eléctricos se recomendaron los pasos a seguir, tanto en su ampliación como la terminación definitiva de la obra de captación, esto es su forma de ademar el pozo con la profundidad de tubería lisa y ranurada para su mejor explotación. Se supervisaron las obras hasta su terminación y se comprobó con los datos físicos de las perforaciones, las recomendaciones realizadas en el informe de la investigación.

097.EXG.14

FLUCTUACION DIURNA DEL NIVEL HIDROSTATICO EN PETENES: EFECTO DEL DESASOLVE Y CANALIZACION DE MANATIALES

José Luis Febles Patrón
Eduardo Barllori Sampedro
CINVESTAV-Mérida, Sección de Ecología Humana
Km. 6 Antigua Carr. Progreso, Mérida Yuc.

Como parte de las actividades realizadas en la zona de restauración de la Reserva Estatal El Palmar, se evaluó el efecto del desazolve de manatiales en los petenes Elepetén y Tzintzin sobre la fluctuación diurna del nivel hidrostático de los mismos. En el Tzintzin se abrió un antiguo canal que comunicaba la ciénega con el manantial. Se realizó un ciclo de 24 hrs. antes, durante y después del desazolve en el Elepetén (no canalizado) y posteriormente un ciclo simultáneo en ambos petenes; observando cada dos hrs. el nivel (msnm) y cada cuatro hrs. la salinidad y temperatura del agua en diferentes puntos del petén. Los monitoreos anterior y posterior al desazolve de manatiales se realizaron en condiciones similares de marea. Después del desazolve se registró un aumento en el nivel hidrostático del Elepetén (0.32m en promedio en un manatial), el cual representó un mayor flujo de agua hacia la ciénega y una disminución en la salinidad de la misma, principalmente durante la pleamar. El efecto del canal en el Tzintzin está representado por una menor respuesta hidráulica del

manatíal a la marea y por un abatimiento de nivel hidrostático en el petén. Esta situación provoca, principalmente en bajamar extrema, la entrada de agua de la ciénega al mantial elevando la salinidad y temperatura del agua. En base a este estudio, se recomendó no abrir los antiguos canales existentes en los petenes de la zona y cerrar el canal del peten Tzintzin.

098.EXG.15

LA COMPUTACION PARALELA EN LA SOLUCION NUMERICA DE LA ECUACION NO LINEAL DE DIFUSION-DISPERSION

Juan Aranda, José Gómez Valdéz
y Enrique G. Treviño
CICESE

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

El método de elemento finito es particularmente apropiado en el análisis de problemas en los cuales las fronteras son irregulares o el medio es heterogéneo o anisotrópico en la simulación numérica de los mantos acuíferos. Muy recientemente, por otro lado, ha surgido la programación en paralelo con un novedoso paradigma de computación. Las promesas de la computación en paralelo son reducir costos y aumentar eficiencia.

En este trabajo, nosotros reportamos nuestra experiencia en computación paralela con PVM ("Parallel Virtual Machine") en la red de estaciones de trabajo SUN del CICESE, con el método de elemento finito aplicado a la ecuación no lineal de difusión-dispersión en una dimensión.

101.EXG.16

INVERSION 3D DE DATOS GRAVIMETRICOS Y MAGNETOMETRICOS APLICANDO CONDICIONES DE ACOTAMIENTO Y DE SUAVIDAD.

*L.A. Gallardo Delgado, M.A. Pérez Flores
y E. Gómez Treviño
*INEGI

CICESE, Geofísica Aplicada

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

La inversión de datos gravimétricos y magnetométricos es un proceso inestable que generalmente requiere de algún tipo de estabilización. En el presente trabajo se describe el desarrollo de un algoritmo estable, basado en la aplicación de cotas a las incógnitas, así como en la utilización de criterios de suavizamiento para las mismas.

Se considera un modelo de prismas verticales parametrizados en función de las profundidades de los techos y los pisos de los prismas. El algoritmo busca automáticamente ajustar los datos mediante prismas

cuyos parámetros se encuentran dentro de las cotas especificadas. Este criterio de estabilización se complementa con el requerimiento de suavidad de las profundidades de los techos y los pisos, lográndose obtener modelos cuya topografía superior e inferior es lo más plana posible, dentro de lo permitido por los datos. De esta manera se evita que los modelos finales contengan variaciones artificiales introducidas por diferentes tipos de ruido o sesgos debidos al modelo inicial. Se presentan ejemplos basados en experimentos numéricos, suponiendo contrastes constantes en la magnetización y densidad, así como para contrastes de la densidad variable con la profundidad. Adicionalmente se aplica la técnica a datos gravimétricos y magnéticos del área de San Quintín en Baja California.

102.EXG.17

MODELADO E INVERSION DEL ESPECTRO DE POTENCIA DE ANOMALIAS GRAVIMETRICAS PRODUCIDAS POR CUERPOS PRISMATICOS

Juan García Abdeslem
CICESE, División de Ciencias de la Tierra
Departamento de Geofísica Aplicada
Km 107 Carr. Tijuana-Ensenada
Ensenada, B.C.

Se presenta un método para el modelado e inversión del espectro de potencia de anomalías gravimétricas producidas por cuerpos prismáticos. Se utilizan dos identidades conocidas para obtener la transformada de Fourier de la solución al problema directo, cuando el cuerpo anómalo es un prisma vertical. En el dominio del número de onda el espectro de potencia de la anomalía gravimétrica, después de ser promediado en anillo concéntricos respecto al origen, se puede representar por medio del producto de cinco funciones, las cuales describen la profundidad al techo del prisma, su geometría y su densidad. Utilizando un algoritmo iterativo de mínimos cuadrados amortiguados, se consigue una solución al problema inverso a partir de una estimación inicial de la geometría, densidad y profundidad del cuerpo anómalo.

El procedimiento descrito es ilustrado con varios ejemplos en donde se utilizan anomalías gravimétricas sintéticas y de campo. La metodología se prueba primero en la interpretación del espectro de potencia que se obtiene de anomalías gravimétricas artificiales, producidas por cuerpos bidimensionales y tridimensionales, encontrándose que no obstante la simplificación introducida al promediar el espectro, el método es capaz de recobrar en forma razonable los parámetros de la fuente. El método se aplica entonces a datos gravimétricos de un estudio realizado sobre un cuerpo de sulfuros masivos. Utilizando los parámetros de la fuente determinados por éste método se estima el

tonelaje del yacimiento. La geometría del prisma, que explica el espectro de potencia de la anomalía gravimétrica, concuerda en forma razonable con la geometría del yacimiento, determinada a partir de información de pozos. La estimación del tonelaje del yacimiento es consistente con inferencias obtenidas por otros métodos

104.EXG.18

APLICACION DE SONDEOS ELECTROMAGNETICOS TRANSITORIOS EN LA CORRECCION ESTATICA DE SONDEOS MAGNETOTELURICOS

Carlos Flores y Néstor Velasco
Departamento de Geofísica Aplicada
Ciencias de la Tierra-CICESE
Km. 107 Carr. Tijuana-Ensenada

El corrimiento estático es una fuente de ruido geológico en los sondeos magnetotelúricos (MT). Se manifiesta como un desplazamiento vertical, independiente de la frecuencia, de las curvas de resistividad aparente, siendo reflejo de perturbaciones galvánicas producidas por heterogeneidades someras. El análisis cuantitativo de sondeos MT afectados por esta distorsión puede conducir a resultados erróneos como el obtener capas más someras y más conductoras que las verdaderas. Un método para corregir este efecto es el de realizar mediciones independientes del campo magnético inducido por una fuente artificial. El campo magnético, a diferencia de eléctrico, es afectado en menor medida por las heterogeneidades superficiales. En este trabajo presentamos la aplicación de sondeos electromagnéticos transitorios (TEM) para efectuar la corrección estática. El dispositivo de campo adoptado consiste en medir el decaimiento del voltaje inducido en una bobina colocada en el centro de una gran espira cuadrada en donde una corriente DC es cortada en forma abrupta. Este voltaje es proporcional a la derivada temporal de la componente vertical del campo magnético secundario, que es diagnóstica de la distribución de resistividades en el subsuelo.

El procedimiento seguido para realizar la corrección estática consiste de varios pasos: a) Transformación del voltaje medido a una curva de ρ_a en función del tiempo, b) Inversión por mínimos cuadrados a un modelo estratificado a partir de la curva ρ_a vs. t, c) A partir de este modelo se calcula una curva sintética de MT, en la que supuestamente los efectos de la heterogeneidades superficiales están minimizados, d) Corrimiento vertical de las curvas de ρ_a de MT hacia la curva sintética. Se presentan algunos ejemplos en datos obtenidos en la zona geotérmica de Tres Vírgenes, B.C.S. y se comparan algunos modelos estratificados de TEM con los sondeos eléctricos verticales adyacentes levantados e interpretados con anterioridad por personal de la CFE.

105.EXG.19

RESULTADOS PRELIMINARES DE LA EXPLORACION MAGNETOTELURICA EN LA ZONA GEOTERMICA DE TRES VIRGENES

Rogelio Vázquez G., José M. Romo J., Addier López T
Raymundo Vega A., Carlos Flores L. y Néctor Velasco

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

De julio a septiembre de 1994 el CICESE realizó un levantamiento magnetotelúrico (MT) para la Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos de la Comisión Federal de Electricidad, cuyo objetivo es el de caracterizar zonas con presencia de fluido geotérmico en la zona volcánica de Tres Vírgenes, B.C.S. Se obtuvo la respuesta MT en 70 sitios en cuatro décadas de frecuencia (de 50 a 0.005 Hz) utilizando un sistema de adquisición en tiempo real. Para disminuir la incertidumbre en las estimaciones se usó una estación remota de referencia con comunicación telemétrica. La separación promedio entre estaciones fue de 1 km. Este estudio complementa otro similar realizado en 1992 que consistió de 20 sitios MT. Antes de interpretar los datos, las curvas se corrigieron por el efecto de corrimiento estático, el cual es producido por heterogeneidades superficiales y puede conducir a interpretaciones incorrectas. La corrección se realizó usando la información proporcionada por modelos estratificados obtenidos por sondeos electromagnéticos en el dominio del tiempo. La resistividad aparente varía típicamente entre 1 y 1000 $\Omega.m$. La mayoría de los sondeos muestran ambos modos de polarización coincidentes para períodos entre 0.02 y 1 seg., en cuya vecindad alcanzan un mínimo. Para períodos entre 1 y 200 seg. ambas curvas crecen pero se separan como manifestación de efectos bi- o tridimensionales.

115.EXG.20

MODELO DE AJUSTE GEODESICO Y ANALISIS DE ESTABILIDAD

L.A. Gallardo Delgado y S.G. Villarreal Maces
INEGI

La determinación de la posición de uno o varios puntos sobre la superficie terrestre, requiere del conocimiento de coordenadas fijas establecidas como referencia y mediciones adicionales que permitan establecer la relación existente entre los puntos con coordenadas conocidas y aquellos cuyas coordenadas se quiere determinar. El problema se centra en la manera convencional de realizar los ajustes, ya que es común

utilizar aproximaciones simples que han mostrado buenas soluciones en ajustes cartesianos tipo GPS y en redes diseñadas especialmente para ser ajustadas (Geometría Regular). Sin embargo es común encontrar redes de Geometría Irregular, bajo estas condiciones se expone a un mayor grado de inestabilidad en el ajuste, por lo que dichas aproximaciones presentan problemas de convergencia en su solución. En este trabajo se presenta un esquema completo de solución al problema de convergencia, así como un análisis de estabilidad con descomposición en valores singulares, utilizando el modelo de propagación de coordenadas determinadas con equipo GPS (coordenadas fijas) y observaciones convencionales de ángulos y distancias.

124.EXG.21

EXPLORACION SISMOACUSTICA EN LA CENTRAL HIDROELECTRICA SANTA ROSA, JAL.

A. Parra Barrera

Comisión Federal de Electricidad, Depto. de Geofísica
Oklahoma 85 Col. Nápoles CP 03810

En el área del desfogue de la C.H. Santa Rosa, Jal. se realizó un estudio sismoacústico con la finalidad de conocer: la profundidad del agua, el espesor de sedimentos y la profundidad de la roca, el conocimiento de estos parámetros ayudará a seleccionar el sitio más adecuado para alojar una Casa de Máquinas externa y con ello incrementar la capacidad de generación de esa Central. Los resultados indican que el sitio donde la roca firme es más somera se localiza entre la cortina y el desfogue de la Central, mientras que la zona de mayor profundidad está en frente de la caída del vertedor de la presa.

125.EXG.22

APLICACION DEL METODO SISMICO DE UP-HOLE EN EL P.H. NUEVO OLIMPO, CHIS.

J. R. Aranda López

Comisión Federal de Electricidad, Depto. de Geofísica
Oklahoma 85, Col. Nápoles CP 03810

En el Proyecto Hidroeléctrico Nuevo Olimpo, Chis., se aprovecharon los barrenos exploratorios y de piezometría para realizar un estudio de up-hole, este tuvo como finalidad conocer con mayor detalle las características geotécnicas de los diferentes estratos que conforman el subsuelo de los sitios destinados a contener las obras de dicho proyecto. Entre estas se destacan las zonas de: dique, casa de máquinas, los túneles para conducción 1, 2 y 3, las sección de tanque regulador y el nuevo trazo de túnel 1. Los resultados obtenidos a partir de la

información de los up-hole indican que la calidad de los estratos del subsuelo es de mala a regular en las áreas de estudio. El conglomerado posee cualidades geotérmicas aceptables para la construcción de los tramos de túneles de la conducción, aunque en su excavación se debe tomar en cuenta los tramos de material de mala calidad para prevenir caídos y reforzarlo con la cimentación adecuada.

126.EXG.23

ESTUDIO DE REFLEXION SISMICA SOMERA Y ELECTRICO POLO-DIPOLO PARA CARACTERIZAR EL MACIZO ROCOSO DE LA BOQUILLA DEL P.H. ZIMAPAN, HGO.

A. Vázquez Contreras, J.J. Briones Gálvez
y J.R. Aranda López

Comisión Federal de Electricidad, Depto. de Geofísica
Oklahoma 85 Col. Nápoles C.P. 03810

La cortina del Proyecto Hidroeléctrico Zimapan se apoya en rocas calizas de la formación El Doctor, las que presentan el fenómeno de carsticidad en algunas zonas, disminuyendo la impermeabilidad del macizo rocoso. Con el objetivo de complementar la información de la geología estructural del área, así como de localizar posibles huecos y cavernas en las calizas de la boquilla, se propusieron estudios de perfilaje geofísico utilizando las técnicas de reflexión sísmica somera y sondeos eléctricos polo-dipolo dentro del túnel de acceso de margen derecha a la cortina del proyecto. El empleo de estas técnicas permitió una exploración continua de las condiciones del subsuelo en la zona de estudio hasta una profundidad de aproximadamente 250m. La interpretación de la pseudosección de polo-dipolo muestra una fuerte correlación con los horizontes detectados por reflexión sísmica así como con la información proporcionada por los barrenos exploratorios.

136.EXG.24

PROCESAMIENTO DE DATOS GRAVIMETRICOS DE LA FAJA VOLCANICA MEXICANA (FVM)

Jesús Hernán Flores R
Jaime Urrutia Fucugauchi

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares A.P.
18-1027, Col. Escandón, 11801, México, D.F.

Como parte de los estudios geofísicos relacionados a documentar las características de la estructura interna en la Faja Volcánica Mexicana. Se estimó primeramente la máxima distancia muestral que fué de 13 minutos. de

arco de elipse, donde 1 segundo de arco es 30.92 metros. Se seleccionó 6 min de arco para digitalizar el mapa de anomalía de Bouguer. Mediante el método geostatístico de variogramas, se estimó la varianza en función de la distancia en las cuatro direcciones ortogonales siendo estas isotrópicas (E-W, N-S, NE45SE, NW45SW). Posteriormente para estimar la estructura interna se usó el método espectral, resultando un modelo de 4 capas con profundidades medias de 24, 34, 56 y 83 kilómetros. En los valles de Toluca, D.F. y Puebla se estima el máximo espesor de la Corteza.

Finalmente por medio de esquemas de inversión de gravedad-profundidad de polígonos y prismas se infirió la profundidad del moho, y consecuentemente la profundidad isostática de compensación utilizando el modelo de Airy Heiskanen.

141.EXG.25

MAGNETISMO DE ROCAS EN EL DISTRITO MINERO DE Ag-Pb-Zn, NAICA, CHIHUAHUA

Alva-Valdivia, L. y Urrutia-Facuguchi, J.
Lab. de Paleomagnetismo, Instituto de Geofísica, UNAM

El distrito minero se localiza en el sur del Estado de Chihuahua. Es un Yacimiento de skarn en forma de mantos, formados por silicatos cálcicos con sulfuros diseminados y chimeneas esencialmente de sulfuros comunes que reemplazan una extensa secuencia de caliza del Cretácico inferior, la cual presenta fuerte marmorización. También se encuentran diques y sills felsíticos parcialmente alterados y reemplazados en parte por minerales con rendimiento económico. El control estructural es ejercido por diques y sills así como por fallas y fracturas con rumbo NE y NW de fuerte buzamiento. La mina se localiza hacia el centro de un anticlinal que buza hacia el NE, razón por la que se supone la existencia de un curepo intrusivo a profundidad. Reportamos datos preliminares del magnetismo de las rocas del yacimiento, lo cual servirá eventualmente para definir la existencia del intrusivo por medio de modelos geofísicos, así como para postular la evolución geológica del mismo.

142.EXG.26

COMPARACION DE LOS ESPECTROS DE LAS ESCALAS DE TIEMPO DE POLARIDADES MAGNETICAS

R. A. Anguiano-Rojas y J. Urrutia-Facuguchi.

División de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería DEPI,

Depto. de Ingeniería Informática
Cd. Univeristaria, Coyoacán, C.P. 04510

Estudios recientes (Shackleton 1989; Hilgen 1991a,b; Baksi 1993,1994) han venido a modificar la parte más joven de la escala de tiempo de polaridades magnéticas usando calibración astronómica y con edades de meseta $40\text{Ar} / 39\text{Ar}$. Por lo que Baksi (1993) construye una nueva escala de tiempo de polaridades geomagnéticas usando las técnicas de Cande y Kent (1992) pero con otros puntos de calibración. Considerando a las diferentes escalas de tiempo como señales de tiempo y suponiendo que todas ellas deberían de tener componentes reales a pesar de la incompatibilidad o defasamiento de los mismos, se trataron de comparar estas escalas para determinar cuales de estas componentes permanecen constantes y si los ajustes que se han realizado en las diferentes escalas en el tiempo provocan grandes cambios en sus componentes de frecuencia. Se obtuvieron los espectros de las escalas así como el espectro de la autocorrelación de la señal para los primeros 5 Ma de las escalas de Heirtzler et al., 1968, Harland et al., 1990, Cande y Kent, 1992 y Baksi 1994, encontrándose que en todos ellos resaltan componentes de frecuencia que corresponden a periodicidades de 2.5 Ma, 1.25 Ma y de 0.71 Ma. En los espectros de autocorrelación se observa una gran similitud en las señales para las bajas frecuencias comunes con periodicidades de 3.59 Ma, 2.25 Ma, 1.5 Ma y una más que va de 1 a 1.2 Ma. En este caso no se encontró tanta similitud entre las señales.

146.EXG.27

EXPLORACION RADIOMETRICA EN EL PARQUE HEROES MEXICANOS EN LA CD. DE AGUASCALIENTES

Jesús Hernán Flores R.
Miguel Balcazar García

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares
A.P. 18-1027, Col. Escandón 11801, México, D.F.

Como parte de la detección superficial de la radiación ambiental Gamma y Alfa, llevada a cabo en la zona sur del centro de la ciudad de Aguascalientes en el parque Heroes Mexicanos, se estimaron los parámetros geostatísticos a partir de 51 y 31 datos de campo respectivamente, se calcularon los variogramas, estimándose la máxima distancia "a" de correlación intermuestral en las distintas direcciones (E-W, N-S, NE-SW, NW-SE). Estas distancias "a" para gammas es de 150 metros y de 200 metros para las alfas en el diseño óptimo de las rejillas de detección para futuros análisis en la zona. La determinación de la optimización en el espaciado uniforme de las muestras en el terreno se realizó mediante técnicas geostatísticas, sin perder

detalles en la determinación de la anomalía. El resultado es un mejor mapeo estructural (fallas, fracturas) del terreno mediante esta técnica.

151.EXG.28

EXPLORACION DE RADON EN HUIXQUILUCA EDO. DE MEXICO.

+Faustino Juárez, Nuria Segovia*, Jesús H. Flores*
+Gerardo Zenteno

*Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares
I.N.I.N.
+ Instituto de Geofísica, UNAM

La exploración de radón en el área de Huixquilucan se encuentra ubicada en la Provincia Geológica de Eje Neovolcánica, en la latitud 19.36° N, longitud 99.33°W, altitud media de 2500 msnm. temperatura media anual 11.3°C y precipitación media anual 1110 mm /año. El sitio en estudio tiene una superficie de 20 kilómetros cuadrados, donde se localizaron 28 detectores de radón de distintos tipos: Detectores de estado sólido de trazas (DST), termoluminiscente (DTL) y de registro continuo EDA-200. Los cuales se colocaron en forma aleatoria en las estructuras geológicas (fallas, fracturas) en el suelo que está constituido por tobas y areniscas asociadas a sus coordenadas topográficas.

De los datos anteriores se hizo una regularización de datos (soporte) de radón para uniformizarlos, posteriormente se realizó el análisis geostadístico de los datos en las 4 direcciones ortogonales (E-W, N-S, NE-SW, NW-SE). De dicho análisis resultó un modelo isotrópico esférico con una distancia máxima de correlación inter-muestral de 1 kilómetro, más allá de ésta distancia las muestras del terreno comienzan a ser linealmente independientes lo que implica que ya no existe correlación. Se sugiere realizar una futura exploración en el sitio mediante una rejilla de detección de la mitad del rango de correlación, es decir de 500 metros para tener una mejor definición de la anomalía de radón.

154.EXG.29

ESTUDIO SOMERO DEL SUBSUELO MEDIANTE INDUCCION ELECTROMAGNETICA EM-34 Y VLF

Jaime Herrera B., F. Herrera B, y C. Sarmiento L.

Depto. de Geofísica Aplicada
División de Ciencias de la Tierra-CICESE
Km. 107 Carr. Tijuana-Ensenada
Ensenada, B.C.

Con el propósito de determinar en forma rápida

(cualitativa) las características (potencia y litología) de la zona vadosa de un acuífero granular, se procedió a emplear los métodos de inducción electromagnética VLF y EM-34 a lo largo de una perfil (dirección Este-Oeste) que cruza el acuífero de la planicie Costera del Valle de Maneadero, mostrando ésto anomalías asociadas a la presencia de variaciones en la litología que van de arenas a arenas arcillosas.

184.EXG.30

EL METODO DEL PERFILAJE ELECTRICO EN LA DETECCION DE CAVIDADES EN ZONAS MINADAS DE LA CIUDAD DE MEXICO

David Rey Alatríste Vilchis

Depto. de Geofísica-División de Ciencias de la Tierra
Facultad de Ingeniería, UNAM
Circuito Exterior, C.U. 04510, México, D.F.

En la parte poniente de la Ciudad de México existen muchas zonas en las cuales se realizó, en la primera mitad del siglo, la explotación de diversos materiales para construcción, principalmente arena. Como consecuencia del acelerado crecimiento de la mancha urbana, muchas de estas zonas se encuentran densamente pobladas actualmente. Debido a lo anterior, la Facultad de Ingeniería de la UNAM estableció un convenio con el Departamento del Distrito Federal para la realización de estudios tendientes a determinar, entre otras cosas, la existencia de antiguos túneles de minas en el subsuelo de las áreas habitadas y prevenir los hundimientos que se han venido presentando en estos lugares. Dentro de los métodos geofísicos que se han utilizado aquí, se ha observado que los métodos geoelectrónicos en sus modalidades de perfilaje son los más resolutivos dadas las condiciones de las áreas estudiadas. En este trabajo se muestran algunos de los resultados obtenidos con la aplicación de tales métodos en diferentes lugares, en los que se han empleado el arreglo dipolo-dipolo y la técnica del tripotencial eléctrico. Se incluyen también algunas muestras de las posibilidades de aplicación de otros métodos geofísicos, así como los problemas y/o limitaciones de los mismos.

185.EXG.31

APLICACION DEL FILTRO INVERSOR PARA DETECTAR ANOMALIAS ELECTRICAS

Tejero Andrade A., Martínez Leal C.
Facultad de Ingeniería, UNAM

En un trabajo revio (Interpretación de Anomalías

Electricas empleando técnicas de Filtrado Tejero A. A. et al UGM, 1993) se estudió la aplicación del Filtrado de Wiener en la detección de Anomalías Eléctricas, mostrando resultados alentadores para los casos en donde es posible suponer la estructura buscada. La continuación de dicho trabajo es la aplicación del Filtro Inversor.

El Filtro Inversor se define como:

$$FI(w) = \frac{1}{s(w)} W(w)$$

$s(w)$: Señal deseada

$W(w)$ Función ventana

Al convolucionar este filtro con la señal observada se produce una salida impulsiva si se encuentra la señal deseada. El filtro se aplicó a señales sintéticas y a casos reales para estudiar su eficiencia.

193.EXG.32

REFLECTION AND TRANSMISSION PATTERNS OF ELASTIC WAVES IN TRANSVERSALLY ISOTROPIC MEDIA

Frank Ohlsen

Institut Für Geophysik, Universität Hamburg, Alemania.
IGF-UNAM, México, D.F.

In seismic anisotropic media the reflection and transmission of elastic waves show peculiar and unexpected patterns, some of which do not occur in isotropic media. For transversally isotropic media, which represent the idealized concept of a horizontally layered media, it is possible to solve the equation of motion analytically. A fast algorithm based on Snell's law was deduced from this analytical solution in order to compute reflection and transmission patterns. For a general understanding of reflection and transmission the propagation of wavefronts at a plane interface between a transversally isotropic and an isotropic half space is illustrated for different typical situations. The material parameters in the examples represents different kinds of sandstones which are taken out of different depths in the Mesa Verde formation (USA).

195.EXG.33

DETERMINACION ESPECTROFOTOMETRICA DE ARSENICO Y NITRATOS EN AGUA SUBTERRANEA

A. Aguayo, M.A. Armienta H.
Laboratorio de Química analítica,
Instituto de Geofísica. UNAM, Deleg. Coyoacán

El arsénico es una de las sustancias que ha tenido un importante nivel de atención por parte de las instituciones de salud y del medio ambiente en países desarrollados. Este interés radica principalmente en su toxicidad, particularmente en el hecho de que está clasificado como un carcinógeno para los seres humanos. El nitrógeno disuelto en la forma de nitrato es el más común de los contaminantes en aguas subterráneas. Concentraciones elevadas de nitratos producen cianosis en bebés e irritación en las mucosas estomacales de hombres y animales.

Uno de los métodos fisicoquímicos más empleados en análisis es el de la medida de la absorción o emisión de la energía radiante, gran cantidad de iones inorgánicos en disolución acuosa absorben suficiente energía radiante en la región del visible, lo que permite su determinación espectrofotométrica directa, incluso en bajas concentraciones. Cuando se encuentra un sistema coloreado prometedor o un color producido en una reacción es posible desarrollar una determinación espectrofotométrica. Generalmente el análisis es muy rápido a menos que se requiera un tratamiento previo para eliminar interferencias.

La determinación espectrofotométrica del arsénico inorgánico parte de generar la Arsina, AsH_3 , y posteriormente hacerla reaccionar con una solución de piridina-dietilditiocarbamato de plata formando un complejo rojo que es posible medir a 535 nm, la cantidad mínima detectable es de 0.028 mg/l. La determinación de nitratos se puede realizar por dos diferentes métodos espectrofotométricos. El primero es la técnica Ultravioleta que mide la absorbancia de los nitratos a 220 nm después de acidificar, la muestra con HCl, se recomienda para agua baja en materia orgánica y permite la cuantificación de nitratos hasta 7 mg/l y presenta la ventaja de ser un método muy rápido. La otra determinación es con ácido fenoldisulfónico que permite la cuantificación de nitratos, después de una serie de pasos preliminares, formando un complejo amarillo que obedece la ley de Beer hasta los 12 mg/l y que es posible medir a una longitud de onda de 460 nm.

Es importante conocer tanto los métodos como la precisión y exactitud de ellos, con el propósito de seleccionar el más adecuado al tipo de estudio que se esté realizando.

196.EXG.34

MODELACION GEOFISICA DE LA SUB-CUENCA DE CHALCO

Omar Delgado Rodríguez ^{1,2}
Oscar Campos Enríquez ³

¹ Posgrado en Geofísica (UACPyP, CCH),

Instituto de Geofísica, UNAM.

²Instituto de Geofísica y Astronomía,
La Habana, Cuba.

³Instituto de Geofísica, UNAM,
Cd. Universitaria, 04510,
México, D.F.

La subcuenca de Chalco constituye un área de interés primordial por su importancia como reserva hidrogeológica de la Ciudad de México. Debido a esto, la misma ha sido objeto de estudios mediante la aplicación de varios métodos geofísicos, geoquímicos y geológicos. En este trabajo se exponen los resultados obtenidos de la re-interpretación de SEV a lo largo de 6 perfiles, así como la correlación de estos resultados con los modelos sísmicos de refracción obtenidos para el área, además de la modelación de la información gravimétrica a lo largo de estas secciones.

Se logró detallar algunas características del basamento tales como: la prolongación del alto estructural del Xico hacia el noroeste, la región del basamento correspondiente a la zona de Tlahuac y la relación estructural entre las subcuencas de Chalco y Xochimilco. También se definen algunas características estructurales del relleno sedimentario, las cuales son expuestas en 4 secciones.

199.EXG.36

SISMICA DE REFRACCION SOMERA
EN "LAS AURAS" TECATE, B.C.
INCLUYENDO LA TOPOGRAFIA SUPERFICIAL

Carlos Traslosheros y Juan Espinosa Luna
CICESE-División Ciencias de la Tierra
Km. 107 Carr. Tijuana-Ensenada
Ensenada, B.C.

Los datos de tiempo de viaje de primeros arribos se utilizan para estimar la profundidad de una discontinuidad irregular entre la capa sedimentaria superficial y el basamento; así como las velocidades en ambos estratos. Los datos sísmicos se invierten usando un esquema no-lineal sujeto a condiciones de continuidad lateral y de discontinuidad. En la etapa inicial del procedimiento se estima la profundidad de un grupo de isóneas de velocidad usando condiciones que impiden el traslape de isóneas. El colapsamiento consistente de isóneas se identifica con una discontinuidad donde se aplican condiciones de soldadura. Entonces se lleva a cabo la estimación conjunta de las velocidades y profundidades en los nodos sobre la discontinuidad. En el algoritmo de trazado de rayos se incluye la topografía de la superficie. Los resultados muestran una estructura sinclinal del basamento, un estrato intermedio que corresponde a basamento intemperizado; y un estrato sedimentario superficial saturado. La sección sísmica se compara

con el método recíproco generalizado. También los resultados se comparan con los que se obtienen de la utilización de métodos electromagnéticos como el de dipolo-dipolo y bobinas (m-34).

200.EXG.36

INVERSION LINEAL DE LOS DATOS
MAGNETOTELURICOS DEL CAMPO GEOTERMICO
AHUACHAPAN-CHIPILAPA, EL SALVADOR

Ulises Rodríguez, F.J. Esparza y E. Gómez Treviño

Las exploraciones magnetotelúricas en prospectos de interés geotérmico generalmente se efectúan utilizando una alta densidad de estaciones debido a la complejidad del problema. Esto trae como consecuencia que la inversión bidimensional de los datos generalmente use una gran cantidad de recursos computacionales.

En el presente trabajo se describe la aplicación de un método simple que facilita la interpretación de un gran número de sondeos. En particular, se presentan modelos obtenidos para el campo geotérmico de Ahuachapán-Chipilapa. Para construir los modelos se hace uso de una formulación semi-analítica, aunque para resolver el problema de optimización recurrimos a algoritmos numéricos. Además, los modelos encontrados poseen características de mínima estructura en ambas direcciones. Presentamos y discutimos la utilización de diferentes definiciones de la conductividad aparente, en términos, por ejemplo, del determinante del tensor de impedancia. Además, presentaremos ejemplos en que se incorpora el tipper a la interpretación convencional de las pseudosecciones de resistividad aparente.

212.EXG.40

LA COMPUTACION PARALELA EN LA SOLUCION
NUMERICA DE LA ECUACION NO-LINEAL
DE ADVECCION-DISPERSION

Juan Aranda, José Gómez Valdés y Enrique Gómez T.
CICESE, B.C. México
Km. 107, Carr. Tijuana-Ensenada, B.C.

El método de elemento finito es particularmente apropiado en el análisis de problemas en los cuales las fronteras son irregulares o el medio es heterogéneo o anisotrópico, en la simulación numérica de los mantos acuíferos. Muy recientemente, por otro lado, ha surgido la programación en paralelo con un novedoso paradigma de computación. Las promesas de la computación en paralelo son reducir costos y aumentar eficiencia. En este trabajo, nosotros reportamos nuestra experiencia en computación paralela con PVM ("Parallel Virtual Machine") en la red de estaciones de trabajo SUN del CICESE, con el método de elemento finito aplicado a la

ecuación no lineal de advección-dispersión en una dimensión.

232.EXG.41

LOCALIZACION DE CAVIDADES SUBTERRANEAS MEDIANTE INVERSION DE DATOS GEOELECTRICOS

Oscar Barrios L., Enrique Treviño, Marco Pérez F.
CICESE-Depto. de Geofísica Aplicada
Km. 107 Carr. Tijuana-Ensenada
Ensenada, B.C.

La principal dificultad en la interpretación cualitativa de pseudosecciones de resistividad levantadas sobre cavidades subterráneas, se debe a que los máximos resistivos no corresponden a la posición real de las anomalías. La forma de la pseudosección depende de las aberturas electródicas, posición de los electrodos, y tamaño y profundidad de las cavidades. Solamente en situaciones simples donde existe una sola cavidad grande y somera, es posible obtener interpretaciones cualitativas confiables. En general, cuando existen varias cavidades a diferentes profundidades y de diferentes tamaños, los efectos individuales interaccionan y la interpretación cualitativa no es confiable. La situación es aún peor cuando los levantamientos se efectúan sobre terrenos de topografía irregular. Lo anterior ha motivado el desarrollo de técnicas automáticas que permiten la obtención de imágenes más reales del subsuelo. En este trabajo se presenta la aplicación de un método simple de inversión a datos de resistividad tomados sobre cavidades subterráneas, y se demuestran la conveniencia del uso de inversión, ya sea, basados en la aproximación de fuente lineal, o bien, recurriendo a la teoría más adecuada de fuente puntual. Se presentan ejemplos sintéticos y aplicaciones a datos de campo.

234.EXG.42

DISEÑO Y PRUEBAS DE UN SONDEO DE RESISTIVIDAD PARA SONDEOS SOMEROS

Jesús Brassea Ochoa
Depto. de Geofísica aplicada, CICESE
Km. 107, Carr. Tijuana-Ensenada
Ensenada, B.C.

Se presenta el diseño y las pruebas de campo de un equipo de resistividad basado en un micro-controlador Intel 87C51. La idea del diseño comprende potencia suficiente para hacer sondeos geoeléctrico con apertura de hasta 100m, sensibilidad comparable o mejor a los equipos comerciales de su tipo, medición directa de la relación de portabilidad y costo accesible.

236.EXG.43

ANALISIS DEL EFECTO PRODUCIDO SOBRE MEDICIONES DE GRAN RESOLUCION DE MEDICIONES DE VLF, DEBIDO A CAMBIOS DEL ARREGLO GEOMETRICO DE LAS MISMAS

Martín H. Bremer B., Mucio Rodríguez, Alejandro Vera

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores
de Monterrey
Centro de Calidad Ambiental
Laboratorio de Geofísica Ambiental
Sucursal de Correos "J" 64849 Monterrey N.L. México

En este estudio se realizó un análisis del efecto del campo eléctrico y electromagnético VLF, para la detección de estructuras somera, utilizándose espaciamento a cinco y diez metros para los (3) electrodos de resistividad, efectuándose lecturas cada metro con líneas espaciadas dos metros para los electrodos de resistividad a cinco metros y para los electrodos a diez metros se realizaron lecturas cada cinco metros con líneas espaciadas cinco metros en un área de 30 x 30 m. El trabajo de campo se realizó dentro de un estudio de medición del campo eléctrico y electromagnético con tres frecuencias, para la determinación de la posición y dirección de un canal subterráneo para drenaje pluvial, bajo un jardín del campus Monterrey del ITESM.

237.EXG.44

ESTUDIO DE INTERRELACION PETROGRAFICA PETROFISICA PARA NUCLEOS DE PERFORACION

*Enrique Salazar L y Enrique Contreras L**

*Instituto de Estudios Superiores de Monterrey
C.C.A. Laboratorios de Geofísica Ambiental
Sucursal de correos "J" 64849, Monterrey, N.L. México

**Instituto de Investigaciones Electricas IIE
División de Fuentes de Energía-Depto. de Geotermia
A.P. 475, Cuernavaca Morelos C.P. 62000, México

En el marco de las actividades de exploración, evaluación y desarrollo de los recursos geotérmicos, se realizan un gran número de tareas que requieren datos de propiedades petrofísicas. La generación en bases de datos petrofísicos, a partir de mediciones directas en muestras de núcleos está restringida, por la baja disponibilidad de núcleos de perforación en los desarrollos geotérmicos; además el conocimiento de las propiedades de las rocas de los yacimientos, a través de éstas mediciones es muy puntual, dificultando

a interpretación y representatividad en términos de las características globales del yacimiento. Este trabajo tiene como objetivo el identificar posibles interrelaciones entre los parámetros petrofísicos y los datos petrográficos. Establecer ecuaciones empíricas para estas interacciones, definiendo sus intervalos de error y niveles de confianza para el caso en que se utilicen como herramientas de interpretación; además se trata de explorar mediante un enfoque combinado teórico-práctico, la factibilidad de hacer estimaciones aceptables de algunas propiedades petrofísicas a partir de los resultados de los estudios petrográficos, así como empezar a formar una base de datos petrográficos-petrofísicos para los yacimientos de México y Centroamérica.

238.EXG.45

EFFECTOS DEL ARREGLO GEOTERMICO DE LOS PUNTOS DE MEDICION DE GRADIENTE Y CAMPO MAGNETICO TOTAL, SOBRE LA RESOLUCION PARA ESTUDIOS AMBIENTALES

Martín H. Bremer B, y Mucio Rodríguez

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

Centro de Calidad Ambiental

Laboratorio de Geofísica Ambiental

Sucursal de Correos "J" 64849 Monterrey N.L. México

En este estudio magnetométrico, se realizaron mediciones de campo magnético total y gradiente magnético en un área de 30 x 30 m con un espaciado entre puntos, así como entre líneas, de 1 m. con el fin de evaluar la utilidad de éstas mediciones, en la determinación de la posición y dirección de un canal subterráneo para drenaje pluvial bajo un jardín del campus de Monterrey del ITESM.

Se evaluó la degradación que sufre, la calidad de la interpretación con espaciados de 2,4 y 6 m, para determinar estrategias de medición, con una relación espaciado/costo vs. resolución, favorables.

298.EXG.46

MODELO MATEMATICO DEL VALLE DE TLACOLULA OAXACA, ETAPA DE CALIBRACION

Salvador I. Belmonte Jiménez

Centro Interdisciplinario e Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDRI-IPN-OAXACA)

El desarrollo tecnológico tanto industrial como agrícola y el incremento poblacional ha provocado un aumento considerable en la demanda de agua, produciéndose paralelamente la contaminación acelerada de los

recursos hídricos. En los valles centrales de Oaxaca las aguas subterráneas constituyen una parte importante de los recursos hídricos, siendo la principal fuente de abasto en la ciudad capital con más del 80% del total de agua que se consume. En los últimos años se ha demostrado que la calidad de estas aguas subterráneas en algunas regiones muestreadas, ha sido alterada y los niveles piezométricos se han abatido considerablemente, quedando algunos pozos de gran diámetro (norias) secos. Además, tampoco se conoce con precisión la disponibilidad del recurso en cantidad. Es así que inició un estudio para realizar la evaluación cualitativa de los recursos hídricos, haciendo uso la tecnología de la modelación matemática utilizando el método de elementos finitos, para obtener el modelo de flujo del sistema acuífero. En esta etapa de calibración se presentan los resultados obtenidos de la referida cuenca y se analizan las ventajas encontradas al usar la mencionada herramienta.

302.EXG. 47

UNA INVERSION SENCILLA DE PERFILES DE ANOMALIA GRAVIMETRICA EN EL CENTRO DEL ESTADO DE JALISCO

Pineda Pérez, Rosa y Alatorre Zamora, Miguel Angel

Departamento de Física

División de Ciencias Básicas

Universidad de Guadalajara

Empleando un programa de inversión sencilla que aplica a los datos una función SINC como filtro (Thannasculas y Tsokas, 1985), se interpretaron 8 perfiles de anomalía de Bouguer, definidos sobre la base de datos gravimétricos obtenidos por JICA y GPG-CFE en 1984, en el área central del Estado de Jalisco. Estos datos cubren desde el cañón del Río Santiado, al norte, hasta el sur del lago de Chapala, y desde la longitud del volcán Tequila, al oeste, hasta casi el extremo este del lago. Los resultados de la inversión son un bosquejo de la naturaleza topográfica de estructuras basamentales, elegidas como un contraste en densidades alto. En perfiles 1,2,3, 7 y 8 el basamento corresponde a un cuerpo granítico, mientras que en los restantes se empleó la sección cordillerana superior basáltica, siguiendo la idea de Venegas et al. (1985). Los perfiles 2,3,4 6 y 7 marcan una estructura regional basculada hacia el S y SW, ubicándose al norte del lago de Chapala, sobre el área de la Primavera-Valle de Atamajac. Algunas estructuras no se distinguen en los perfiles. Es el caso de las fallas del cañón del Río Grande de Santiago. Esto posiblemente se deba a que son estructuras muy someras. Otros, en cambio (como el perfil 8, que cruza de SW a NE iniciando en la Sierra de Tapalpa), exhiben claramente la presencia de fallamiento normal. En general, los perfiles recrean algunas estructuras importantes

para el análisis de la tectónica de esta región, vecina a los límites estructurales del Bloque de Jalisco.

202.EXG.39

DIEZ METODOS GEOFISICOS EN EL PROSPECTO DEL EMBALSE LAS AURAS, TECATE, B.C.

Juan M. Espinosa, José M. Romo, Mariano Morales, Enrique Gómez, Carlos Flores, Marco A. Pérez, Sóstenes Méndez, Octavio Lázaro, Jaime Herrera, Fernando Herrera, Carlos Traslocheros, Néctor Velazco, María G. Rodríguez, Juan Espinosa, Martín Jiménez, Ramón Mendoza, Oscar Barrios, Citlalli Sarmiento, Alonso Gallardo, Edgar Y. Mendoza.

CICESE-Departamento de Geofísica Aplicada
Km. 107 Carr. Tijuana-Ensenada
Ensenada, B.C., C.P. 22800

Se realizaron levantamientos de refracción sísmica, gravimetría, magnetometría, georadar, potencial espontáneo, radiometría, resistividad magnetometría, resistividad tradicional con los dispositivos dipolo-dipolo y Schlumberger, electromagnéticos VLF y electromagnético de bobinas, sobre dos líneas de prueba de 200 m de longitud con estaciones cada 5 m. El objeto del estudio fue caracterizar las condiciones del subsuelo en relación con el proyecto de un embalse en el sitio Las Auras, para suministros de agua a la ciudad de Tecate, Baja California. Las mediciones se llevaron a cabo como parte del curso de técnicas de campo que se imparte en el programa de posgrado en Ciencias de la Tierra en el CICESE. Las mediciones se interpretaron con técnicas de modelado directo e inverso, algunas de las cuales han sido desarrolladas en el Departamento de Geofísica Aplicada. Se discute la resolución relativa de los diferentes métodos geofísicos mediante la comparación de los modelos obtenidos.

ESTUDIO DE LAS ROCAS EXTRUSIVAS EN EL BORDE OCCIDENTAL DEL MACIZO DE CHIAPAS

José Jaime Martínez Gorza
I.P.N. Esc. Sup. de Ing. y Arq.
Av. 543 No. 76, Unidad Aragón
México, D.F., 07920

El presente trabajo se realizó en las rocas extrusivas del frente norte del Macizo de Chiapas en el Estado de Chiapas, México.

Este limita al norte con el complejo sedimentario y al sur por el borde del Macizo de Chiapas.

Se realizó un mosaico para comprender la relación de las rocas sedimentarias e ígneas intrusivas asociadas a ellas con el propósito de determinar su edad y su distribución. La composición predominante de estas rocas es andesítica y se presentan en coladas y en espesores variables y pasan gradualmente a traquitas. Asimismo se cartografiaron los lineamientos estructurales como fallas y fracturas para determinar la relación de las diaclasas y los diques en las rocas plutónicas, donde las diaclasas se presentan en direcciones NE y NW.

005.TVC.02

K-Ar AND COMPOSITIONS OF LA ORDEÑA VOLCANIC ROCKS: CHARACTERISTICS OF AN EARLY STAGE VOLCANISM OF THE MEXICAN VOLCANIC BELT

Toshiaki Hasenaka*, Kozo Uto*, Shigeru Uchiumi*, Takeyoshi Yoshida*, Ken'ichi Ishikawa* and Alberto Ramos Salinas**

*Institute of Mineralogy, Petrology, and Economic Geology, Faculty of Science, Tohoku University, Aoba-ku, Sendai, Geological Survey of Japan Miyagi 980, Japan

**Comisión Federal de Electricidad

La Ordeña area is located at the northern extension of the Michoacán-Guanajuato volcanic field (MGVF), where the Mexican Volcanic Belt (MVB) intersects Sierra Madre Occidental (SMO). Results of K-Ar dating indicate at least three volcanic episodes in the area: rhyolitic lava flows (26 Ma) and ignimbrites representing SMO, andesitic lavas (10 Ma) forming the plateau (200-300 m from the base) of Sierra de Guanajuato, and basaltic lavas (7Ma) of Cerro Gordo, an isolated lava mound in the south. Four dated plateau lavas have nearly identical ages, indicating that they erupted in a short period, and probably represent voluminous lavas of the early stage MVB activity. Their compositions, however, are more fractionated than those of Queretaro and Arandas area. Plateau lavas collected from different localities have different mafic

phenocryst assemblages (Opx; Opx+Aug; Ol+Opx; Ol+Aug+Opacite), indicating existence of different flow units with distinct mineralogy. All the analyzed lava flows show typical calc-alkaline characters including negative Nb anomaly; thus are similar in chemistry to younger MGVF calc-alkaline basalt-andesite suites erupted farther in the south, but are contrasting to a few MGVF alkali basalts (1-3 Ma?) that show oceanic island basalt character. MORB-normalized trace element patterns show a slight depletion of P and Ti compared with MGVF lavas, and suggest a different source compositions and/or fractionation paths.

006.TVC.03

SOUTHWARD PROPAGATION OF THE COLIMA RIFT: A RESPONSE TO THE INTERACTION OF THE RIVERA AND COCOS PLATES?

Laura Serpa and Terry L. Pavlis
Geology and Geophysics
University of New Orleans
New Orleans, LA 70148, USA

Near trench magmatism and deformation along the boundaries of the Jalisco block appear to be related to the collision of the East Pacific Rise with the Middle American trench and the formation of the Rivera microplate. A number of models have been proposed for the complex plate interactions in this area but none of those models have been able to explain the apparent lack of measurable deformation south of Volcán de Colima, the area closest to the ongoing collision. We suggest the extension is propagating southward from the Guadalajara triple junction as a result of the interactions between the downgoing Rivera and Cocos plates. Essentially, the formation of the Rivera microplate indicates the two plates are now moving independent of each other as they are being subducted beneath North America. Those independent motions would be expected to produce one of two types of interactions: 1) divergent motion resulting in the formation of a slab window or 2) convergent motion to produce a thickening and, thus, uplift in the area between the two slabs. In either case, the development of a new Cocos-Rivera plate boundary and an associated triple junction should produce major upper plate effects along the new boundary. These presumably include the propagating extensional system and near trench volcanism along the Colima trend.

ESTUDIO ESTRUCTURAL DEL GRABEN DE COLIMA, COLIMA, MEXICO

Víctor Hugo Garduño M.*, Abel Cortes**, Carlos Navarro**, Ignacio Galindo**

*Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Edif. U, Ciudad Universitaria
Morelia, Mich., México
** Universidad de Colima

En este trabajo se presentan los resultados de un estudio de Teledetección y Geología Estructural realizado en la parte central del Graben de Colima. El graben de Colima fue más evidente, desde el punto neotectónico, en el sector norte, donde afecta aluviones no consolidados. En la parte sur, después del Volcán de Colima, la actividad tectónica se manifiesta con fallas laterales, que son bien visibles en las calizas de Cerro Grande, donde se aprecian alineamientos de dolinas o de estructuras lineales. En la terminación meridional de Cerro Grande se observaron depósitos de talud, recientes, afectados por fallas normales de dirección NE-SW. En esta misma zona se ha presentado actividad sísmica.

Los productos del Nevado de Colima están cortados por un graben NE-SW, que gobierna la actividad del volcán. Esta estructura es el reflejo de una estructura de basamento, que hacia el NE del graben divide a los bloques Mazatlán y Tumbiscatio.

Las rocas cretácicas registraron dos fases, que están caracterizadas por fallas laterales que traducen los siguientes arreglos de los sigmas:

Primera Fase: $S_1 = 178^\circ - 22^\circ$,

$S_2 = 62^\circ - 44^\circ$, $S_3 = 274^\circ - 22^\circ$

Segunda Fase: $S_1 = 267^\circ - 10^\circ$,

$S_2 = 105^\circ - 79^\circ$, $S_3 = 160^\circ - 12^\circ$

Las fallas que afectan a los sedimentos no consolidados del sector norte, traducen una distensión $N55^\circ$.

En resumen se observó que el Volcán y el Nevado de Colima, además de estar controlados por las estructuras N-S y NNW-SSE, están gobernados por estructuras de basamento NE-SW. Hasta ahora los resultados no han mostrado una tectónica tipo Basin and Range.

ESTRUCTURAS Y VULCANISMO EN EL AREA DEL RIFT DEL NORESTE DEL VOLCAN ETNA, ITALIA

Víctor Hugo Garduño M.* y Marco Neri**

*Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Edif. U, Ciudad Universitaria
Morelia, Mich., México

**Istituto Internazionale di Vulcanologia - CNR-
Catania, Italia

El Etna está afectado de un corredor de fracturas que atraviesan el área de los cráteres somitales, este interpretado como zona de rift volcánico. En el contexto tectónico del Etna tales zonas son vertebrales ya que constituyen algunos de los elementos estructurales que separan el inestable flanco suroriental del volcán, del resto del aparato volcánico.

En literatura se conocen tres zonas principales, todas ellas convergentes en el área de los cráteres somitales; en el sector septentrional el Rift del NE está constituido de un intenso corredor de fracturas eruptivas subparalelas a lo ancho de 1.2 Km y a lo largo de 7 Km, extendiéndose hacia el N y NE. El Rift Oeste se desarrolla de la zona apical del volcán hacia el suroeste.

En el Rift del NE, se realizó un estudio estructural donde se levantaron 34 estructuras y se analizaron 40 conos piroclásticos.

Se propone un modelo que interpreta la interacción entre la zona de rift y una falla activa transtensional izquierda, como una zona de transferencia donde los conos piroclásticos adquieren una geometría elíptica que se traducen como "joint" estructurales escalonados.

Por lo tanto, el corredor de conos elípticos, intermedia entre el Rift del NE y la falla activa pueden estar relacionado a una actividad volcánica fuertemente influenciada de la tectónica y constituir, entonces, una relación entre la salida local del magma y el campo de esfuerzos regulado del deslizamiento hacia el ESE del bloque inestable del volcán.

ESTUDIO BIOESTRATIGRAFICO DE LAS
DEPRESIONES DEL SECTOR CENTRAL Y
OCCIDENTAL DEL CINTURON VOLCANICO
MEXICANO: LAGO DE CUITZEO, MICH., MEXICO

J. Isralde*, F. Classe**, R. López*, A. Camacho*, M.
Onida, D. Sabatini***

*UMSNH-IIM Ed. U Cd. Universitaria, Morelia, Mich.

**Universitat de Paris-Sud, URA-CNRS 723,
Bat.504, 91405, Orsay, Francia

***Universidad di Milano,
Via Mangiagalli, Italia

En el área central del Cinturón Volcánico Mexicano a partir del Mioceno (13.2 Ma) se han desarrollado una serie de depresiones lacustre en una extensa zona caracterizada de horst y grabens de dirección ENE-WSW que conforman las depresiones de Chapala y Cuitzeo; estas depresiones presentan, frecuentemente depósitos con facies de diatomita pura con una buena exposición debido a su relación con series volcánicas falladas.

Formando parte del graben de Chapala se tiene la depresión lacustre, de Cuitzeo cuya evolución hidrológica y sedimentaria se desarrolla del Mioceno medio al actual y se presenta como un extenso lago en donde las facies sedimentarias conforman transiciones de un lago con aguas dulces de tipo alcalino y vulcanismo intermitente, esto se refleja en los análisis sedimentológicos, mineralógicos y micropaleontológicos.

Se han seleccionado y estudiado 20 secciones estratigráficas que representan la totalidad de la sucesión sedimentaria. Estas secciones se han correlacionado para verificar por medio de las facies sedimentarias y de las comunidades fitosociológicas el sincronismo.

Se han visto variaciones de profundidad y de tamaño notables durante el Plioceno, este fenómeno causado por la tectónica.

Paleohidrológicamente, la intensa fracturación de su basamento ha evitado el desarrollo de altas concentraciones en sales como sucede en la actualidad.

La información de tipo bioestratigráfico ha sido principalmente obtenida en secuencias donde las edades radiométricas son disponibles y ha sido reforzadas, ulteriormente con horizontes a nivel regional; de estos últimos se trata de un hard ground, que subyace al depósito de las diatomitas y además un nivel fluvial suprayaciendo las diatomitas, este último es fuertemente erosivo, posiblemente sea producto de un intenso episodio tectónico.

La diatomita presenta ciertos taxa pertenecientes al grupo de las diatomeas "centrales", intermedias entre los género *Coscinodiscus* y *Stephanodiscus* que delimita rangos bioestratigráficos precisos. Además

está presente otro género perteneciente a las Aulacosieras. En general las especies Neógenas tienen pared y puntuaciones más gruesas con respecto a las formas modernas, como se observa en los ejemplares del paleolago de Cuitzeo.

017.TVC.07

TECTONICA POST-LARAMIDE EN LAS UNIDADES
DEL FLANCO SURORIENTAL DEL PLIEGUE DE
TZITZIO, MICH., MEXICO

Luca Mennella* V.H. Garduño M.*
y Orazio Bonassi**

*Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo-
IIM Ed. U. Cd. Universitaria, Morelia, Mich., México

**Universite degli Studi de Milano, Via Mangiagalli,
Dipartimento di Science della Terra, Università di
Milano, Milano, Italia

Este trabajo presenta la síntesis de un estudio estructural desarrollado en un área situada entre el Cinturón Volcánico Mexicano (CVM) y la Sierra Madre del Sur, y más precisamente en el flanco oriental del Pliegue de Tzitzio.

Los datos estructurales fueron normalmente tomados en la denominada Capa Roja, que resultaron ser verdaderos marcadores de tectogifos. Ellas fueron divididas en 12 miembros informales.

Se encontraron 4 fases de deformación post-pliegue de Tzitzio, la subdivisión en fases diferentes con significado temporal de las estructuras levantadas (planos de falla, grietas de tensión, diques) fue hecha mediante el agrupamiento de los datos en diferentes sets y sistemas. La cronología de las fases fue realizada gracias a las observaciones puntuales de relaciones temporales relativas.

La primera fase deformativa post-pliegue de Tzitzio, fue de tipo transtensiva, con fallas derechas orientadas de N70° a N100° e izquierdas N0° a N30°, con un arreglo de S1 y S3 en un plano horizontal. Esta fase es contemporánea a la tectónica Basin and Range (BR) del NW de México. La dirección del S3 coincide con el S3 de la tectónica BR (ENE-WSW y NE-SW).

La segunda fase, nuevamente, es representada por fallas transcurrentes conjugadas con fallas derechas N330° a N15° e izquierdas N40° a N100°, de donde S3 está orientado WNW-ESE.

La fase tres se manifiesta con fallas normales E-W, fallas normales transcurrentes (ENE-WSW). No se trata entonces de una distensión pura, pero si de una transtensión. Del punto de vista de orientación de los esfuerzos se tiene un cambio de posición entre el S1 y S2 respecto a la fase transpresiva precedente. La orientación del S3 gira en sentido horario pasando de WNW-ESE a NNW-SSE. A esta fase es asociada la intrusión de un dique NE-SW que se extiende a lo largo de 20 Km.

Con la fase 4 continua la rotación de S3 hasta tomar una dirección NNE-SSW. Se trata de una fase distensiva asociada a la intrusión de numerosos diques, los cuales son evidentes en la zona sur del área.

En resumen, en este sector no se encontró una tectónica tipo Basin and Range pero si existe una fase contemporánea ligada a fallas laterales. El vulcanismo del CVM parece iniciar con una fase donde el S1 y S3 son horizontales, es decir, transtensiva.

022.TVC.08

GEOLOGIA DE LAS ISLAS ESPIRITU SANTO-LA PARTIDA Y SAN JOSE, BCS; SU RELACION CON LA EVOLUCION DEL MAR DE CORTES, MEXICO

José Antonio Pérez Venzor*, José Aranda Gómez**,
Isabel Puy Alquiza*

*UABCS

Apdo. postal 19-b, La Paz, BCS, México

** UNAM Estación Regional del Centro

Apdo. Postal 376, Guanajuato, Gto.

Se presentan los resultados de la cartografía geológica realizada en las islas, los cuales permiten interpretar parte de las condiciones antes y durante la formación del Mar de Cortés en la región. La Isla San José está formada principalmente por secuencias intrusivas de composición granodiorítica, cubiertas por rocas volcánicas, sedimentarias continentales y marinas. La Isla Espíritu Santo-La Partida, formada principalmente por rocas volcánicas y epiclásticas en contacto con remanente de Augenneis. La secuencia volcánica corresponde a la cubierta ignimbrítica de la Sierra Madre Occidental. Las rocas sedimentarias continentales marcan el límite de costa para esa época. Consisten de areniscas rojas y un conglomerado rojo continental, en contacto con las granodioritas. Rocas de ambiente marino y terrazas actualmente con 40 a 50 m sobre el nivel del mar implican condiciones locales especiales para esa época. La estratigrafía, litología y estilo tectónico presente en las islas indican que formaban parte del continente antes del desarrollo del Mar de Cortés y fueron afectadas por fallamiento distensivo asociado al sistema Basin and Range reportado para esa época en el NW de México.

023.TVC.09

LAS FALLAS DE LA PAZ Y SAN JUAN DE LOS PLANES: DOS ESTRUCTURAS TECTONICAS IMPORTANTES EN LOS LIMITES DEL BLOQUE DE LOS CABOS, BCS., MEXICO

José Antonio Pérez Venzor*, José Jorge Aranda
Gómez** y *arfa Jesús Puy Alquiza.

*UABCS

Apdo. postal 19-b,

La Paz, BCS, México

2 UNAM Estación Regional del Centro

Apdo. Postal 376

Guanajuato, Gto.

El trabajo expone los resultados obtenidos en el estudio de dos estructuras geológicas mayores presentes en el extremo septentrional del Bloque de Los Cabos.

La falla de la Paz, es una estructura geológica que muestra variaciones en su comportamiento para el Cretácico con desarrollo de milonitas y ultramilonitas (condiciones plástico-dúctiles), y en el Terciario con desarrollo de brechas y protomilonitas (condiciones frágiles); marca una frontera tectónica entre el Bloque de los Cabos y las Provincias Geológicas de la Sierra La Giganta y Cuenca Purísima Iray, además define el límite meridional del graben de La Paz.

La Falla San Juan de los Planes limita el flanco sur del pilar tectónico de la Sierra de las Cruces, con anchura de un kilómetro definiendo una zonificación marcada en cuanto a productos generados que varía desde rocas cataclásticas al centro, hasta brechas y salbanda a los extremos del campo de influencia, las relaciones de campo indican que es una estructura Terciaria con un fuerte componente vertical y junto con la Falla de La Paz representan parte de la evolución tectónica de la región durante finales del Cretácico principios del Terciario.

025.TVC.10

REGIONAL GEOLOGIC MAP OF THE WESTERN MEXICAN VOLCANIC BELT AND ADJACENT JALISCO BLOCK AND SIERRA MADRE OCCIDENTAL

L. Ferrari*, G. Pasquarè**, S. Venegas**, and F. Romero**

*Dipartimento Scienze della Terra, Via Mangiagalli
34, 20133 Milan, Italy

**Gerencia Proyectos Geotermoeléctricos, CFE,
Morelia, Mich., México

In western Mexico the late Miocene to Present Mexican Volcanic Belt (MVB) covers the boundary between the Eocene-early Miocene Sierra Madre Occidental (SMO) silicic volcanic arc and the Cretaceous to Paleocene batholith and volcano-sedimentary sequences of the Jalisco block (JB). Based on new field surveys carried out in the last two years and on a careful revision of published works and unpublished data by CFE we compiled a new geologic map of the region at 1:250,000 scale. The map defines, for the first time, the limits between JB, SMO and MVB as well as the relations in space and time between tectonics and volcanism.

In the study area the 800-m-thick succession of the SMO was emplaced during three discrete volcanic episodes of Eocene, Oligocene and early Miocene, separated by volcano-sedimentary deposits or unconformities. This succession is dominated by silicic ash-flows and is absent in the La Primavera, San Marcos and Ceboruco deep geothermal wells. This indicates that the southern boundary of SMO must be located north of these sites. Within most of the study area, the MVB is clearly separated from the SMO by an angular unconformity, produced by a middle Miocene left-lateral transpressional deformation along the boundary between the SMO and the JB. The first episode belonging to the MVB is represented by a widespread and volumetrically significant mafic volcanism, often with alkaline affinity, which occurred at 11-8 Ma in coastal Nayarit and north of Guadalajara. This episode is clearly related to the propagation into the continent of the extensional regime accompanying the rifting of Baja California from mainland Mexico. A gap in the volcanic activity between 7.2 Ma and 5.5 Ma was followed by an episode characterized by the emplacement of large volumes of rhyolites and ignimbrites in early Pliocene. Intermediate to mafic products become again dominant between ~4 Ma and the Present. Large dacitic to andesitic strato-volcanoes were built in the northern part of the arc whereas basaltic shield volcanoes and cinder cones characterize the volcanic front.

026.TVC-11

THE TECTONICS OF THE TEPIC-ZACOALCO RIFT, PART II STRUCTURAL ARCHITECTURE AND RATE OF DEFORMATION

L. Ferrari^{*,**}, J. Rosas-Elguera^{***}, and F. Romero-Rios^{**}

^{*}Dipartimento Scienze della Terra, Via Mangiagalli 34, 20133 Milan, Italy

^{**}Gerencia Proyectos Geotermoeléctricos, CFE, Morelia, Mich., México

^{***}Centro de Ciencias de la Tierra, U. de G., Guadalajara, Jal., México

We reconstructed the three-dimensional structure of the Tepic-Zacoalco rift (TZR) based on recent structural mapping and subsurface stratigraphic data provided by deep geothermal drillings. The TZR is formed by three discrete fault systems (branches) developed during late Miocene (12-8 Ma), early Pliocene (5-3.5 Ma) and, to a lesser extent, in the Quaternary, along the boundary between the Jalisco block (JB) and the Sierra Madre Occidental (SMO). The northwestern branch of the TZR is composed by the Pochotitán fault system and the Ceboruco-Compostela graben. The former consists of a system of NNW trending, high angle normal faults which tilt up

to 35° towards ENE blocks of the SMO and accommodate at least 2000 m of vertical displacement related to the "Protogulf" extension. The latter is a 2700-m-deep, asymmetrical depression developed in two stages during late Miocene and early Pliocene. The eastern branch corresponds to the Plan de Barranca-Santa Rosa graben. This is a WSW trending and 30-km-wide depression, bounded to the north by the Santa Rosa-Cinco Minas fault and to the south by the Plan de Barranca fault and its buried southeastern prolongation detected by gravimetric studies under the Tequila volcano and the southwestern part of La Primavera caldera. The graben displays a total vertical displacement of ~550 m mainly achieved between 5.5 and 4.5 Ma. The southern branch of the TZR is formed by the Amatlán de Cañas half-graben and the Ameca-Zacoalco detachment fault. They are S to SW dipping, listric normal fault system which tilt up to 45° toward the NW early Pliocene rocks. Both structures have a minimum of 1400 m of vertical displacement largely produced during the early Pliocene. Only the Zacoalco fault shows clear evidence of active tectonics. Displacement of dated geologic units constrains a minimum rate of deformation of 0.75 mm/yr for the late Miocene, 0.4 mm/yr for the early Pliocene and 0.1 mm/yr for the Quaternary (on average). These rates are at least one order of magnitude lower than those proposed by some kinematic models of the opening of the Gulf of California. They also indicate that the extension along the TZR is slowing down with time, in contrast with what would be expected by a separating microplate.

027.TVC.12

THE TECTONICS OF THE TEPIC ZACOALCO RIFT, PART I FAULT GEOMETRY AND KINEMATICS

L. Ferrari^{*,**}, and J. Rosas-Elguera^{***}

^{*}Dipartimento Scienze della Terra, Via Mangiagalli 34, 20133 Milan, Italy

^{**}Gerencia Proyectos Geotermoeléctricos, CFE, Morelia, Mich., México

^{***}Centro de Ciencias de la Tierra, U de G., Guadalajara, Jal., México

In the last ten years several tectonic models have considered the Jalisco block (JB) as an incipient microplate which would be rifting away from Mexico mainland toward the west-northwest along the Colima and Tepic-Zacoalco rift (TZR). These models predict normal and right-lateral faulting along the TZR during the Pliocene and the Quaternary. However, the Plio-Quaternary kinematics of the Jalisco block has remained unclear due to the scarcity of structural data along its boundaries. We studied the geometry and kinematics of the Plio-Quaternary fault systems forming the TZR at the mesoscale, in order to provide

better constraints for the tectonics of the JB.

The trend of the 260 measured faults display a dominant peak at $\sim 120^\circ$ and a secondary maximum between 30° and 50° ; the great majority of the faults have inclination ranging between 70° and 60° . The paleo-stress field has been computed by faults slip data inversion and cinder cone alignment at 31 locations. Fault motion (210 slip vectors) is dominantly dip-slip and the computed stress tensors are always extensional (vertical maximum principal stress).

Apart from a late Miocene extension related to the formation of the "Protofault" we recognized two main extensional phases. The major one occurred in the early Pliocene and gave to the TZR most of its present morphology. The second phase took place during the Quaternary and, for the most part, reactivated the previous structures. The average direction of extension (σ_{Hmin}) was 63° during the first phase and 38° during the second one, suggesting a possible counterclockwise rotation of σ_{Hmin} . In both phases, however, the direction of extension was mostly perpendicular to the faults trend. These results confirm the absence of strike-slip deformation along the TZR in Plio-Quaternary times and indicate that the JB is not moving westward.

030.TVC.13

CAMBIO DE DIRECCION EN EL BUZAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE FALLAMIENTO BASAL DE LA PARTE NORTE DEL ESCARPE PRINCIPAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Axen, Gary y Romero-Espejel, Héctor

Depto. de Geología, CICESE
Apdo. Postal 2732
Ensenada, Baja California
C.P. 22860, México

La parte norte del Escarpe Principal del Golfo, entre las Sierras Peninsulares y la Provincia Extensional del Golfo, se puede dividir en tres partes: al norte cae abruptamente de 1000-1600 m de elevación (Sierra Juárez) hasta el nivel del mar (Laguna Salada); en el centro (Sierra Juárez sur y Sierra Las Tinajas) la topografía es suave y cae de 1000-1400 m hasta el nivel del mar a través de 60 km e incluye un campo volcánico sintectónico; al sur cae abruptamente de 1000-1800 m en el área más alta de la península (Sierra San Pedro Mártir) hasta 600 m (Valle San Felipe) y termina al sur en una zona de acomodamiento y volcanismo sintectónico (Campo Volcánico Puertecitos). Los sistemas de fallamiento dextral Agua Blanca y San Miguel-Vallecitos se unen al escarpe en la parte central. Al este de la parte norte

(Sierra El Mayor, Yuha Desert y Sierra Las Pintas?) hay un sistema de fallamiento normal de bajo ángulo (tipo "detachment") que buza al oeste y tiene desplazamiento del bloque del alto al oeste. Probablemente las raíces de este sistema están debajo de la Sierra Juárez, donde las capas volcánicas que cruzan el escarpe buzan al este y están cortadas por varias fallas normales que caen tanto al este como al oeste. Más al sur se piensa que el sistema de fallamiento al frente de la Sierra San Pedro Mártir buza listricamente al este, con ángulos bajos a profundidad.

Estas diferencias se pueden explicar tomando la parte central como una zona de acomodamiento provocada por el cambio de buzamiento de los sistemas basales de fallamiento entre las partes norte y sur. Sugerimos que Laguna Salada se formó originalmente como un medio graben en el bloque del alto de las fallas detachment con plegamiento de frente de la Sierra Juárez de tipo "reverse drag" o "roll-over" con fallamiento sintético a las fallas basales. Más tarde, el sistema de fallamiento dextral San Andreas cortó al sistema de fallamiento normal, causando el sistema de "pull apart" que aparentemente existe en Laguna Salada. Esta zona posiblemente controló la formación del campo volcánico de la parte central, y podría haber afectado la formación de las fallas dextrales al oeste por razón de diferencias en la estructura de la corteza media bajo las Sierras Peninsulares.

031.TVC.14

UNA ALTERNATIVA, ROCA SECA Y CALIENTE EN MEXICO

Silva Mora, Luis*, Alonso Reyes, Faustino**

*Instituto de Geología, UNAM
C.U., Circuito Exterior
Deleg. Coyoacán
México, D.F., C.P. 04510

**Anaxágoras No. 519 Col. Narvarte
México, D.F., C.P. 03020

Uno de los problemas actuales, desde el punto de vista económico, es la diversificación de las fuentes primarias de energía que abastecen las necesidades energéticas de un país. México no es la excepción, su demanda se incrementa paulatinamente año por año. Razón por la que es importante descubrir, desarrollar y explotar nuevas fuentes energéticas realizando estudios de factibilidad de nuevos recursos energéticos, como es el caso de los Sistemas de Roca Seca y Caliente, recientemente considerados como una posibilidad existente en México (Alonso Reyes, 1993).

Los datos que existen en México con relación a la existencia de los Yacimientos Geotérmicos de Roca Seca y Caliente, prácticamente son nulos. La evidencia de su existencia, podemos resumirla en la siguiente frase: "Cualquier zona o región con una temperatura más alta que el gradiente normal desde el punto de vista teórico, constituye un prospecto que puede ser estudiado para determinar su factibilidad como fuente de energía a partir de la presencia de Roca Seca y Caliente". La prospección análisis, desarrollo y explotación de los Yacimientos de Roca Seca y Caliente deben jerarquizarse a su evaluación geológica. Es decir, hay que conocer bien la geología estructural, tipo de vulcanismo, estructura volcánica, productos, edad de emplazamiento del apartato volcánico, de sus productos y basamento sobre el que se emplazaron, sin olvidar las características físicas y térmicas de las rocas presentes en el yacimiento.

033.TVC.15

TIN COMPUTER FLOW MODEL OF THE 1991 LANDSLIDE, ZUNIL GEOTHERMAL AREA GUATEMALA

Oscar Castañeda, Michael F. Sheridan,
and Thomas Kover

Geology Department
SUNY at Buffalo
Buffalo, NY 14260

A computer program (FLOW3D) has been used to simulate the large landslide in the Zunil geothermal field of Guatemala that killed 25 people in 1991. This program creates a digital terrain model (DTM) of the topography based on a triangulated irregular network (TIN). The movement of various parts of the landslide are graphically displayed on the screen in real time as vector traces with color coding for velocity. The flow algorithm is based on equations proposed by McEwen and Malin (1989) used to describe rockslide avalanches. After the geometry of the source area is specified, three parameters which represent (a_0) basal friction, (a_1) internal friction, and (a_2) external resistance, control the flow dynamics. Models generated by the program are compared with information from the actual slide to adjust the parameters to the best fit. Characteristics compared include: general shape, flow traces, volume displaced, approximate duration of flowage. The comparison between the actual and simulated landslide is done to determine flow parameters that would be useful for prediction of landslide risk in similar areas.

034.TVC.16

STRATIGRAPHIC & STRUCTURAL IMPLICATIONS ABOUT THE PALEOMAGNETIC DATA FROM THE PERMIAN SAINT-AFFRIQUE & RODEZ BASINS

(FRANCE)

A. Diego-Orozco* and B. Henry**

*Instituto Mexicano del Petróleo
Eje Central Lázaro Cárdenas 152
México, D.F., C.P. 07730

**Laboratoire de Geomagnetisme
CNRS and Université Paris VI
4 avenue de Neptune

04107 Saint-Maur Cedex, France

Paleomagnetic results obtained in the Saint-Affrique and Rodez Permian Basins in the southwest border of the French Massif Central have been compared to those from the Lodeve basin. Two different stages of rotation have been pointed out into the first two basins as opposed to the Lodeve basin, which seems to be unrotated.

The first and most important rotation occurred before Saxonian, starting in a gradual anti-clockwise direction in the south and increasing with a much stronger clockwise shift in the northern area. This could be explained by differential slidings along old Hercynian listric faults during the tardi-Hercynian extension.

Effects of a later, anti-clockwise rotation, of the same amplitude in the area as a whole, have been pointed out in "Saxonian" and Thuringian levels. They correspond likely to sliding during the end of this extension, along a major Hercynian listric structure in the basement under these two basins. Correction of the effects of these different rotations allows one to obtain a much more coherent pattern for the Hercynian orogeny of this border of the Massif Central.

038.TVC.17

VULCANISMO INTRAPLACA EN EL ESTADO DE HIDALGO, MEXICO

Silva Mora, Luis

Instituto de Geología, UNAM
C.U. Circuito Exterior, Deleg. Coyoacán
México, D.F., C.P. 04510

La actividad magmática que produce los volcanes, involucra procesos de fracturamiento y fallamiento de tipo tensional, en las rocas de la región donde se emplazaron dichos aparatos. Tal actividad puede o no estar relacionada con los esfuerzos tectónicos regionales o magmáticos que actúan en una región volcánica.

Desde el punto de vista tectónico, los volcanes al emplazarse en una región, forman un Arco Volcánico, una Cadena o Faja Volcánica o bien un Campo Volcánico; dependiendo de las dimensiones y longitud de la superficie cubierta. Su definición dinámica es una función de la naturaleza de los esfuerzos tectónicos que afectan la región donde se emplazaron. Esta puede ser de dos tipos: La primera, donde los

volcanes están sujetos a las condiciones de una tectónica tensional y la segunda, donde están sujetos a las condiciones de una tectónica compresiva. En el primer tipo, los volcanes definen una dirección perpendicular al movimiento de separación de la placa litosférica o bloque que ejerce los esfuerzos tensionales que actúan en la región donde se emplazaron.

Para el segundo tipo, los volcanes definen una dirección paralela a los límites de la placa litosférica o bloque que los contiene y forman un gran ángulo con la relativa dirección de convergencia.

Características que pueden definirse en la parte Central de México, donde se ha identificado la presencia de volcanes de "Tipo Escudo" que son producto de erupciones de tipo Hawaiano que resultan del fácil transporte del magma a través de la corteza continental y también por el pequeño suministro del magma que los originó.

Aparte que puede inferirse en la región de Tecozautla, Hgo., donde la misma relación del vulcanismo con la tectónica, materializa un fracturamiento profundo de la corteza. Característica subrayada por la presencia de los "Spater Lava Cone" (Conos de Salpicaduras) que están formados por fragmentos de lava y escoria aglutinados; estos aparatos, algunas ocasiones son una masa de un volumen impresionante o también de volumen reducido, y son producto de una actividad eruptiva de tipo Hawaiano que se inició con emisiones de tipo fisural, prueba de ello es la extensa meseta, sobre la cual descansan estos volcanes.

039.TVC.18

THE CALDERAS OF THE MEXICAN VOLCANIC BELT: A COMPARISON OF THEIR VOLCANIC AND GEOCHEMICAL EVOLUTION IN RELATION TO THEIR TECTONIC SETTING

G.J. Aguirre Díaz

Instituto de Geología, UNAM
Apdo. Postal 376
Guanajuato, Gto., C.P. 36000

The best studied calderas in the Mexican Volcanic Belt (MVB) are La Primavera (Mahood, 1980, 1981), Amealco (Verma *et al.*, 1991; Aguirre-Díaz, 1991), and Los Humeros (Ferriz & Mahood, 1984, 1987; Verma, 1983, 1984) which could be regarded as representative calderas of the western, central, and eastern MVB, respectively. As the three calderas of the western, central and eastern MVB, respectively. As the three calderas lie within the MVB, their magmatism should have been related to a subduction zone. However, each of the caldera settings has its own peculiarities. La Primavera lies near a triple junction of grabens, interpreted as a continental rift setting; Amealco in the intersection of two regional fault systems; and Los Humeros is in the overlapping

of two distinct volcanic provinces -MVB and the Eastern Alkaline Province. Therefore, their evolution may be influenced by these particular tectonic settings. After comparing the volcanic and geochemical evolution of these calderas, the conclusion reached is that there are some similarities but also important differences among them. La Primavera is a caldera related to a single major ignimbrite, Tala Tuff; Amealco is a single caldera related to three major ignimbrites, Amealco I, II, and III; Los Humeros is a complex of three nested calderas, each one related to particular tuffs. La Primavera's Tala Tuff and Los Humeros' tuffs are zoned deposits, whereas the Amealco's ignimbrites are not zoned, but formed by a complex mingling of glasses. Amealco and Los Humeros have similar chemical signature, with differences that can be explained by differentiation processes, but they had a distinct volcanic evolution. La Primavera includes peralkalic rocks typical of extensional tectonic settings. Both, La Primavera and Los Humeros mainly emitted rhyolitic products, whereas Amealco's products are mainly trachyandesitic to trachydacitic. The HFSE Nb and Ta are about the same for Los Humeros and Amealco, but are clearly different for La Primavera, which is enriched in Ta. The high values of Ta suggest an origin of the magmas by partial melting of fertile mantle, and thus to a continental rift setting. Like Amealco, Los Humeros is a calcalkalic center with a chemical signature of magmas related to subduction.

040.TVC.19

THE TARAHUMARA FORMATION - A NEGLECTED COMPONENT OF THE LARAMIDE MAGMATIC ARC IN SONORA

McDowell, Fred W.*; Roldán Quintana, Jaime*,
Amaya Martínez, Ricardo***, and González Carlos,
Moisés***

*Department of Geological Sciences
The University of Texas at Austin, Austin, TX 78712
**Instituto de Geología, UNAM
Estación Regional del Noroeste, Apdo. Postal 1039
Hermosillo, Son. C.P. 83000
***Departamento de Geología
Universidad de Sonora, Rosales y Transversal
Hermosillo, Son, C.P. 83000

In east central Sonora, the evolution of magmatic arc was well underway at the beginning of the Cenozoic Era. The geologic record of this arc is well exposed in east-central Sonora, to the west of the Sierra Madre Occidental, where cover by younger volcanic and sedimentary rocks is limited. Thus far, most attention has been given to the plutonic portion of the arc - the Sonoran batholith complex. Here, we focus upon the Tarahumara Formation, a volcanic and volcanoclastic unit that may be broadly coeval with the batholith. The

Tarahumara Formation is difficult to study because of its generally altered condition, its lack of coherent internal stratigraphy, and because younger cover limits regional exposure. From generally isolated outcrops, its known extent in Sonora ranges from near Moctezuma to Alamos, a north-south distance of 320km, and from northeast of Hermosillo to San Nicholas, an east-west distance of 200 km. It is not exposed in western Sonora, where scattered occurrences of the batholith may reflect a deeper level of erosion.

The Tarahumara Formation was first recognized by Wilson and Rocha (1949) to the west of Tonichí, in east-central Sonora. There, the unit unconformably overlies sedimentary rocks of the Late Triassic Barranca Group, and it is covered discordantly by Oligocene (?) volcanic rocks. More detailed study has divided the Tarahumara Formation into two concordant sequences. The lower portion consists primarily of lava flows, agglomerates, and breccias of andesitic to dacitic composition, as inferred from original mineralogy. The upper portion is dominated by volcanoclastic sedimentary units, with interspersed pyroclastic horizons and lenses of fine siltstone and limestone. Volcanic rocks of the upper part are more felsic. A section at Arroyo El Obispo (northwestern La Dura quad.) includes approximately 500m of andesitic tuffs, lenses of limestone, volcanic sandstone, and rhyolitic tuff. In the south-central portion of the Suaqui Grande quad., the Tarahumara Formation is approximately 500m of porphyritic flows (?) and breccias of dacitic composition conformably covered by rhyolitic tuffs with thin lenses of limestone and tuffaceous sandstone.

Evidence for the age of the Tarahumara Formation remains limited. Based on poorly diagnostic fossil pseudoforms, Dumble (1901) assigned it to the Cretaceous. No additional fossil evidence has been described. Plutons of the Sonoran batholith that clearly intrude the Tarahumara Formation have K-Ar ages of 54 and 55 Ma. A preliminary U-Pb zircon age for a tuff horizon in the Arroyo el Obispo section is 70 ± 1 Ma. Additional U-Pb dating of the Tarahumara Formation is in progress.

Together rocks of the Sonoran batholith and the Tarahumara Formation constitute a magmatic arc that records the progress of plate convergence and related continental deformation that affected Sonora during the Late Cretaceous and Early Tertiary. A full understanding of this record will require adequate data for the volcanic component as well as the more readily studied plutons.

045.TVC.20

MARCO ESTRUCTURAL DE LA PROVINCIA VOLCANICA DE PUERTECITOS, NE DE BAJA CALIFORNIA

Joann Miriam Stock

Caltech 252-21
Pasadena, CA 91125 USA

La Provincia Volcánica de Puertecitos (PVP) es uno de los campos volcánicos más extensos del mioceno tardío y plioceno en Baja California. Contiene voluminosos depósitos locales de ignimbritas y flujos riolíticos, en dos grupos de ~6 Ma y de ~3 Ma. La PVP se localiza donde hay un cambio de norte a sur en el estilo de fallas de la provincia de distensión asociada con la abertura del Golfo de California y cerca de la terminación de unas fallas de transformación del Golfo de California. Al norte de la PVP hay un gran escarpe topográfico con rumbo NNO-SSE, controlado por la falla de San Pedro Mártir. Las fallas activas en esta zona son fallas normales con rumbo NE-SO. Estas últimas pueden indicar un componente significativo de rotación tectónica alrededor de ejes verticales en el sentido de las manecillas del reloj, como ya se ha comprobado en la Sierra San Fermín donde la rotación empezó antes de 6 Ma. Este estilo también puede explicar las diferentes sub-cuencas del Valle de San Felipe/Valle Chico si están delimitadas por fallas sinestrasales con rumbo SO que terminan contra las grandes fallas normales del escarpe. Al sur, en la PVP, hay menos relieve topográfico y las fallas jóvenes tienen rumbos NNO a N-S. Hasta ahora faltan evidencias de rotaciones tectónicas en esta zona. El cambio de relieve se atribuye parcialmente a los procesos de intrusión volcánica y relleno de topografía por tobas jóvenes. Sin embargo hay diferencias de estilo estructural del fallamiento antes de 3 Ma entre las dos zonas. Entre ~6 Ma y 3 Ma el tectonismo fue más intenso dentro de la PVP que al norte. Fallas normales de alto y bajo ángulo en la NE de la PVP afectaron a los depósitos proximales de calderas produciendo echados de hasta 70° en las tobas de 6 Ma de edad. Los datos regionales de volcanismo y fallamiento sugieren que diferencias en el estilo de fallamiento del norte y del sur se originaron antes de 6 Ma. En este caso pueden haber ejercido cierto control sobre la posición de las fuentes magmáticas de 6-3 Ma de la PVP.

046-TVC.21

LATE MIOCENE E-W TO NE-SW EXTENSION AT THE NORTH-CENTRAL BOUNDARY OF THE PUERTECITOS VOLCANIC PROVINCE

Elizabeth A. Nagy

Caltech 170-25
Pasadena, CA 91125, USA

Preliminary field mapping of Mio-Pliocene volcanics at the north central edge of the relatively unextended Puertecitos Volcanic Province (PVP) and the region of post-11 Ma synrift extension to the north reveals evidence of post-6 Ma (and possibly post Pliocene), E-

W to NE-SW extension at this boundary. Correlations based upon lithology and stratigraphic position with a number of units mapped by other workers in the northern and eastern PVP and further north in the southern Valle Chico, Sierra San Fermín, and southern Sierra San Felipe include 1) a thick package of pre-12.7 Ma volcanoclastic breccia and sedimentary rocks; 2) a 11 Ma welded rhyolite tuff, 3) a 6 Ma non-welded to partially welded pyroclastic flow which clearly filled pre-existing topography, and 4) a conformable, overlying (undated) densely welded vitric tuff. Other more tentative correlations include a package of 10 to 100-m thick tuffs between the 11 and 6 Ma rhyolites which may be equivalent to the Tuffs of Matomi (6 Ma) or the Tuffs of El Canelo (6.44 ± 0.02 Ma), and a mesa-capping welded tuff, the stratigraphically highest unit mapped in the area, which may be equivalent to the upper Tuffs of Mesa El Tabano (3.1 ± 0.5 Ma) and/or one of several tuffs in the Sierra San Fermín. These volcanic breccias and tuffs are deposited upon, or faulted against, domes of rhyolite/dacite(?) and andesite and their associated breccias of unknown, probably Miocene, age. Several normal faults striking NW-SE cut most mapped units and evidence approximately 100 m of NE side down vertical separation. Two W-dipping exposures of an identical series of tuffs separated by 1.5 km of Quaternary alluvial fill show at least 130 m vertical separation, but they have probably undergone significantly more actual separation as the exposures are likely offset along an E- to NE dipping normal fault. Piercing points across a small fault striking N25°W document both dip slip (NE side down) and right-lateral strike-slip motion. Evidence for active faulting in the area includes sag ponds, fresh fault scarps, stream offsets, and changes in base level reflected in modern stream drainage patterns.

056.TVC.22

THE ACAMBAY GRABEN -- NEAR - SURFACE STRUCTURE, KINEMATICS, AND STATE OF STRESS

Max Suter*, Odranoel Quintero Legorreta**, Margarita López Martínez***, Gerardo Aguirre Díaz****, Edward Farrar*****

*Instituto de Geología, UNAM
Estación Regional del Noroeste
Hermosillo, Sonora

**Instituto de Geología, UNAM, presently
at Université Pierre et Marie Curie
Laboratoire de Géologie Structurale
Paris, France

***CICESE

Km 107 Carretera Tijuana-Ensenada
Ensenada, B.C., C.P. 22800

****Instituto de Geología, UNAM
Estación Regional del Centro

Guanajuato, Gto.

*****Department of Geological Sciences
Queen's University
Kingston, Ontario, Canada

The Acambay graben, 27 to 40 km long and 12 to 15 km wide, is located approximately 100 km NW of Mexico City and forms part of a seismically active, W-E - striking deformation zone within the Pliocene-Quaternary trans-Mexican volcanic belt. The master faults of the Acambay graben, Acambay-Tixmadejé in the north and Pastores in the south, are separated in the west by stepovers from range-bounding faults of similar orientation, Epitacio Huerta in the north and Venta de Bravo in the south. The stepovers occur at the intersection of the west-east - striking normal faults with the NNW-SSE - striking Querétaro-Taxco fault system, a preexisting zone of normal faults of Basin and Range orientation.

A right-lateral component of motion along the southern margin of the Acambay graben, at an early stage of deformation, is inferred on a map-scale from a left-stepping en echelon array of NW-SE to WNW-ESE striking normal fault segments. We interpret these segments as synthetic (R) Riedel faults that were connected subsequently into the W-E striking Venta de Bravo fault. The divergence of the en echelon segments from the general fault trend decreases gradually from west to east. This shows that the early extension was rotational and that the pole of rotation was offset from the trend of the Venta de Bravo fault and located on the counterclockwise rotating fault block.

The present relative displacement direction at the southern margin of the system causes a left-lateral strike-slip component along the Venta de Bravo and Pastores faults. This is documented on a map scale from extension structures between left stepovers and on an outcrop scale from fault striations. The striations measured at the northern system margin, on the other hand, indicate extensional dip slip without a margin, on the other hand, indicate extensional dip slip without a consistent lateral displacement component. This is supported on a map scale by the structure of the right stepover between the Acambay-Tixmadejé and Epitacio Huerta faults, which shows no evidence of local extension or shortening.

Surface rupture occurred, generally at the base of the scarps formed by the major west-east - striking faults of the graben, during the $M_s=6.9$ Acambay earthquake of Nov. 19, 1912. Along the Acambay-Tixmadejé fault, the coseismic rupture is 41 km long. The vertical offset increases gradually from the eastern end of the surface rupture to its center near Tixmadejé where it is with 50 cm at a maximum. Furthermore, the increase in the vertical surface offset is approximately proportional to the increase in height of the Acambay-Tixmadejé fault scarp. East of the Huapango reservoir, the ground rupture passes in a plain, and not at the base of a multiple-event scarp as farther west. It may

therefore correspond to an increase in length of the Acambay-Tixmadejé fault during the 1912 earthquake. The slip rate along the Pastores fault can be estimated from the displacement and age of a basalt flow for which we have obtained a $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age of 0.4 ± 0.1 Ma. This basalt could be displaced up to 15 m by the Pastores fault, which indicates a middle-late Quaternary slip rate of <0.04 mm/a. Furthermore, based on a coseismic surface rupture of approximately 20 cm along this fault in the 1912 earthquake, we estimate a recurrence interval of >5000 yr for mayor earthquakes along the faults of the Acambay graben.

058.TVC.23

ACTIVE FAULTS IN THE CENTRAL AND EASTERN PARTS OF THE TRANS-MEXICAN VOLCANIC BELT

Max Suter

Instituto de Geología, UNAM
Estación Regional del Noroeste
Apartado 1039
Hermosillo, Sonora

This poster presents a compilation of active faults in the central and eastern parts of the Trans-Mexican Volcanic Belt (TMVB) for the project "Maps of Major Active Faults, Western Hemisphere" of the International Lithosphere Program. The map figure of the poster shows the late Cenozoic fault scarps known within the TMVB, which correspond to W-E -- striking normal faults. We highlight the few faults for which we can document Quaternary (<1.6 Ma) activity, based on their displacement of volcanic rocks with a Quaternary radiometric age. Several of these fault traces and radiometric ages are still unpublished. We also highlight in a separate group the faults with known historical surface rupture, which are limited to the Nov. 19, 1912, $M_s=6.9$ Acambay and Jan. 03, 1920, $M_s=6.4$ Jalapa earthquakes. Several shallow earthquakes within the TMVB, such as the Nov. 22, 1979, $m_b=5.3$ Maravatino and March 26, 1976, $m_b=5.3$ Cardonal events can be located on known late Cenozoic faults, but were not strong enough to cause ground rupture. We suspect that many more of the late Cenozoic faults have still been active during the Quaternary, since they have the same orientation and are located on known late Cenozoic faults, but were not strong enough to cause ground rupture. We suspect that many more of the late Cenozoic faults have still been active during the Quaternary, since they have the same orientation and are located within the same stress and deformation fields as the faults of *documented* quaternary activity.

060.TVC.24

ESTUDIO MORFOESTRUCTURAL DEL MARGEN

CONTINENTAL ACTIVO DE MEXICO

Ronquillo Jarillo, Gerardo*, López Gómez,
Gustavo** y Legorreta Rocha, Alberto**

*Comisión Federal de Electricidad
Superintendencia de Estudios Zona Pacífico Norte
Río Cañas #1615, Guadalajara, Jal.

**Instituto Mexicano del Petróleo
Eje Central Lázaro Cárdenas No. 152
México, D.F., C.P. 07730

Morfoestructuralmente el relieve moderno del Pacífico Mexicano confirma su relación genética con los regímenes geodinámicos prevalecientes (extensional a Norte y compresivo al Sur). Las morfoestructuras y los fallamientos que las delimitan son paralelas o subparalelas a los ejes tensionales pero en el caso de la Subducción Mexicana, dichas morfoestructuras se disectan a través de desplazamientos tangenciales de un sistema diagonal de fallas. En el sector Norte predominan las morfoestructuras paralelas al eje extensional del Rift del Golfo de Baja California. Las fallas transformantes del este, dan la impresión de configurar las costas adyacentes.

Las morfoestructuras principales al sur del paralelo 19° latitud Norte, relacionadas al sector de la Subducción Mexicana son: 1) trinchera Mexicana, 2) la talud continental, 3) incipiente franja de plataforma continental, 4) incipiente planicie costera, 5) cadena pericontinental de Sierras, 6) sistema intermontaño de amplias depresiones 7) levantamientos de cúpulas volcanotectónicas del Eje Neovolcánico.

Para el Sector extensional Norte Mexicano destacan: 1) cuenca del Golfo de California, 2) talud continental, 3) plataforma continental, 4) llanuras costeras al Oriente del Golfo y al Occidente de la Península en su porción Sur, 5) talud continental occidente de la Península.

108.TVC.25

ELABORACION DE LA CARTA METALOGENICA DEL ESTADO DE HIDALGO

Piñero Ramírez, Fernando y López Avila, Javier

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra
Carretera Pachuca-Tulancingo, Km 4.5
Pachuca, Hidalgo

En las rocas mesozoicas, ampliamente distribuidas en la Sierra Madre Oriental, caracterizadas por secuencias sedimentarias eminentemente marinas, se alojan la mayoría de los depósitos minerales metálicos y no metálicos del Estado de Hidalgo, incluido el Distrito Minero de Zimapán y áreas circunvecinas.

Por lo que respecta a los hidrocarburos, de acuerdo con el pozo de exploración Cuachiquitla No. 1

localizado en la Cuenca de Chicontepec, la Formación Tepexic es productora de gas, además en la Plataforma Valles-San Luis Potosí que cubre una mínima parte norte del Estado de Hidalgo, se tienen oxidaciones e impregnaciones de aceite en algunas grietas de la Formación El Abra, del Cretácico medio. Es durante el Terciario cuando se tiene la intensa actividad volcánica de la Faja Volcánica Transmexicana que dió origen entre otras, a las formaciones del Grupo Pachuca de composición andesítica-dacítica, que sirvieron de rocas encajonantes a la mineralización en la región de Pachuca-Real del Monte, y hacia fines del Mioceno y principios del Plioceno se manifiestan las intrusiones de cuerpos plutónicos monzoníticos y dioríticos y diques asociados que afectaron las rocas mesozoicas provocando metamorfismo de contacto acompañado de fracturamiento, dando origen a los yacimientos de reemplazamiento metasomático y relleno de fisuras de la región de Pachuca-Real del Monte y de la zona de Zimpapán y áreas circunvecinas.

La edad de la mineralización en el Estado corresponde en un noventa por ciento, a dicho período Terciario.

En rocas precámbricas y paleozoicas, no se tiene ningún yacimiento mineral conocido.

110.TVC.26

NOTICIA ACERCA DE LA PRESENCIA DE SEDIMENTOS CONTINENTALES Y VOLCANISMO ASOCIADO (¿EOCENO?) EN LA REGION DE PINOS, ZAC.

Aguillón-Robles, Alfredo*, Aranda-Gómez, José
Jorge**, Marín-Solis, Juan Daniel*

*Instituto de Geología, UASLP
Av. Dr. Manuel Nava #5, Zona Universitaria
San Luis Potosí S.L.P., C.P. 78240

**Instituto de Geología, UNAM
Estación Regional del Centro, Apdo. Postal 376
Guanajuato, Gto. 36000

En la región de Pinos, Zac., las rocas volcánicas del Terciario medio descansan sobre sedimentos continentales intercalados con lavas dacíticas. La sección más completa de la secuencia se encuentra expuesta en el Arroyo Los Toloaches, al oriente de la ranchería de San Andrés. Hacia su base, posiblemente reposando discordantemente sobre sedimentos marinos intensamente plegados de las formaciones Indura y Caracol (Cretácico superior), se presentan capas de limolitas y areniscas finas intercaladas con horizontes conglomeráticos, compuestos por clastos hasta de 10 cm de diámetro, principalmente de areniscas y calizas, y en menor proporción de tobas (?) intensamente alteradas. Más arriba en la sección se presenta una roca ígnea porfídica, con un 15% de fenocristales de plagioclasa

en una matriz afanítica color gris claro verdoso. Cubriendo a estas lavas hay una serie de capas de limolita intercalada con conglomerados compuestos por clastos de arenisca, caliza y granito. Por su posición estratigráfica, entre los sedimentos marinos del Mesozoico y las rocas volcánicas del Oligoceno, y por su semejanza litológica, suponemos que los sedimentos clásticos continentales de Pinos son equivalentes en edad (Eoceno-Oligoceno temprano) y ambiente tectono-sedimentario al Conglomerado de Guanajuato (Edwards, 1955) y a la Formación Cenicera (Labarthe *et al.*, 1982) que aflora en la Región de San Luis Potosí. La presencia de clastos de granito hacia la cima de la secuencia sugiere que los sedimentos se derivaron de la denudación progresiva de un área, hasta que quedó expuesto un cuerpo intrusivo, quizá similar al que aflora en el Peñón Blanco, Zac. Al igual que las andesitas en el Conglomerado de Guanajuato, la dacita en Pinos indica que en el Eoceno el volcanismo ya había comenzado en esta porción de México.

111.TVC.27

UNA LOCALIDAD RECIEN DESCUBIERTA DE RIOLITAS CON GRANATE EN LA MESA CENTRAL, MEXICO

Alfredo Aguillón-Robles*, José Jorge Aranda-
Gómez**, Juan Daniel Marín-Solis*

*Instituto de Geología, UASLP
Av. Dr. Manuel Nava 5, Zona Universitaria
San Luis Potosí, S.L.P., C.P. 78240

**Instituto de Geología, UNAM
Estación Regional del Centro
Apdo. Postal 376 Guanajuato, Gto., C.P. 36000

En la región ubicada entre las ciudades de San Luis Potosí y Zacatecas existe un campo volcánico extenso, compuesto principalmente por rocas riolíticas del Terciario medio. En ella se ha reportado la presencia de riolitas con granate en las cercanías de Ahualulco (Labarthe *et al.*, 1982) y La Herradura (Cabarte y Jiménez, 1991), ambas localidades en el Estado de San Luis Potosí.

Cartografía geológica a semidetalle realizada en las inmediaciones de Picos, Zac., nos ha permitido establecer mediante el análisis de las foliaciones de flujo en los derrames de lava, la existencia de un complejo de domos volcánicos que en conjunto cubren un área de más de 100 km² de afloramiento), el Domo de Pinos es la estructura volcánica más importante de esta porción. Su composición establecida por criterios petrográficos, es riodacita y el lugar por el que fueron extravasadas las lavas se ubica aproximadamente a 4 kilómetros al NE de la cabecera municipal. En la región también se han identificado al menos tres domos riolíticos endógenos de menor tamaño, los que se emplazaron al norte de

la estructura principal y a los que llamamos Santana, Carbonera y El Seco. Todas las lavas riolíticas del área tienen el conjunto de fenocristales cuarzo + sanidino + biotita + granate + opacos. El granate es de color rojo y se presenta como cristales subhedrales, ligeramente reabsorbidos. Por su hábito y por presentarse embebidos adentro de la matriz, se cree que el granate en las riolitas es magmático. De acuerdo a Labarthe y Jiménez (1991), la composición de los granates de La Herradura es almandino casi puro y la edad de la roca determinada por Kar es 30.2 ± 1.5 Ma. Por su posición estratigráfica y semejanza composicional suponemos que los domos riolíticos de Pinos pueden ser de la misma edad que los de La Herradura.

112.TVC.28

BRECHAS CO-IGNIMBRITICAS DE REZAGO EN EL CAMPO VOLCANICO DE SAN LUIS POTOSI, MEXICO

Guillermo Labarthe-Hernández y
Luis S. Jiménez-López

Instituto de Geología, UASLP
Dr. Nava No. 5 Zona Universitaria
San Luis Potosí, S.L.P., C.P. 78240

En el campo volcánico de San Luis Potosí, cercano a su capital, existen voluminosos flujos piroclásticos oligocénicos de composición riolítica, los cuales no presentan ninguna evidencia de que provengan de alguna estructura caldéica. Por el contrario, lo que se ha encontrado es que en ciertos puntos a lo largo de fallas de rumbo N 30-40 W, aparecen zonas que hemos interpretado como brechas coignimbríticas de rezago, formadas en o cerca del sitio de la fuente de material volcánico, debidas al colapsamiento continuo de la columna, consistentes principalmente de piroclásticos demasiado grandes y pesados que la columna no pudo soportar.

Se trata de un depósito rico en líticos no juveniles, con fragmentos de 5 cm hasta megabloques de 3 ó 4 m, pobremente clasificado; en algunos casos con burda gradación y con cierta estratificación. Los fragmentos son tanto angulares como subredondeados y están en una matriz de cenizas. La porción de éstas es muy variable, ya que mientras en algunos lugares los fragmentos están empacados unos con otros casi sin ceniza, en otros predomina ésta y a veces se intercalan capas delgadas de toba. El depósito lateralmente va cambiando de lo anteriormente descrito, a capas de ceniza con líticos de 5 a 10 cm, los cuales van disminuyendo en cantidad y tamaño, hasta pasar a lo que es ya el flujo piroclástico normal sin estratificación ni gradación. Se trata pues del paso de un flujo turbulento con menor proporción de partículas, a un flujo laminar con alta concentración de éstas.

113.TVC.29

LA CABALGADURA EL HIZACHE-BUENAVISTA, LA MAS IMPORTANTE DE LA PARTE NOROCCIDENTAL DE LA PLATAFORMA DE VALLES-SAN LUIS POTOSI

J. Ramón Torres-Hernández, Margarito Tristán-González, José Luis Mata-Segura

Instituto de Geología, UASLP
Av. Dr. Manuel Nava No. 5 Zona Universitaria
San Luis Potosí, S.L.P., C.P. 78240

El área referida en el presente resumen está comprendida entre los $22^{\circ}00'$ y $23^{\circ}00'$ de latitud norte y los $100^{\circ}00'$ y $101^{\circ}00'$ de longitud oeste; en ella se han reconocida tres cabalgaduras importantes semiparalelas, las cuales son: Sierra de Alvarez, El Aguaje y El Huizache-Buenavista. Las dos primeras ya han sido reportadas por Torres y Tristán (1992) y Torres-Hernández (1994), pero la última, que es la mayor, sólo ha sido reconocida recientemente en los trabajos de cartografía geológica de la Hoja Cerritos, S.L.P. Al observarse la importancia de esta estructura, se decidió reconocerla regionalmente y caracterizarla. Las formaciones involucradas son: El Abra (Albiano-Santoniano) y Cárdenas (Campaniano-Maestrichtiano), en donde la primera de éstas se encimó tectóicnamente sobre la segunda durante la Orogenia Laramide. Esta cabalgadura es la más importante de esta región de México, por las siguientes razones:

1. Su frente se presenta en algunas partes como un "Fold-Bend-Fold", cuya sección se puede observar en el poblado de San Agustín, y en la ventana tectónica San Agustín-La Yerbabuena.
2. Su traza que tiene una orientación geneeral N45°W, se prolonga por más de 70 km desde el poblado de El Huizache (cerca de donde se une la carretera Federal 57 con la carretera San Luis Potosí-Ciudad Victoria, Tamps.), pasando por el poblado de Buenavista y se continúa hacia el suroriente con la misma dirección, más allá de los límites del área que hemos mencionado.
3. Dos ventanas tectónicas alargadas importantes, con la misma orientación de la traza del frente de la cabalgadura, exponen el plano de dicha estructura al oriente y nororiente del poblado de Cerritos (potrero San Nicolás del Bosque y Cerro Los Cuervos-Cerrito Blanco). En estas ventanas tectónicas es posible ver bloques aislados de calizas de plataforma de más de 0.5 km² sobre la Formación Cárdenas.
4. El acortamiento mínimo estimado para la cabalgadura El Huizache-Buenavista es superior a 10 km.

UNA DEFORMACION PRE-LARAMIDICA, EN LA SECUENCIA VOLCANO-SEDIMENTARIA EN LA PARTE ORIENTAL DEL TERRENO GUERRERO

Margarito Tristán-González, José Ramón Torres-Hernández y José Luis Mata-Segura

Instituto de Geología, UASLP
Av. Dr. Manuel Nava No. 5 Zona Universitaria
San Luis Potosí, S.L.P., C.P. 78240

Este reporte está basado principalmente en el estudio de las localidades donde aflora la secuencia volcano-sedimentaria (Jurásico-Cretácico), del centro y suroriente del Estado de Zacatecas, enfocándose el mayor detalle al distrito minero de Fresnillo-Plateros. Tectónicamente esta región pertenece al dominio volcano-sedimentario del límite oriental del Terreno Guerrero, en la parte limítrofe de los terrenos Guerrero y Sierra Madre, Campa y Coney (1983) en donde la mayoría de las localidades visitadas pertenecen al dominio volcano-sedimentario que caracteriza a este terreno. En las localidades estudiadas se identificó la Secuencia Volcano-Sedimentaria (roca verde) de edad Jurásico Superior-Cretácico Inferior, que consiste de una asociación litológica de grauvacas, lutitas, calizas, conglomerados y material volcánico andesítico, que en algunas partes presenta estructuras almohadilladas (pillow-lavas). Cserna Zoltan de (1976). La fauna de esta secuencia abarca desde el Titoniano hasta el Aptiano Superior. Todo este paquete se encuentra tectonizado fuertemente, donde se marcaron dos deformaciones compresivas, una con empuje al NW y la otra al NE (laramídica), lo que originó que toda la secuencia esté imbricada, habiendoo repetición en la columna. Sobre ella, y hasta el Albiano Superior se depositó una secuencia calcáreo-arcillosa representada por las formaciones Fortuna y Cerro Gordo, que afloran en Fresnillo, las cuales también registran dos deformaciones compresivas. Después de esto, se inicia la destrucción del arco para dar origen al flysch Caracol, el cual se encuentra subyaciendo tectónicamente a la serie de rocas calcáreo-arcillosas del Albiano; lo cual se puede ver en Plateros, El Saucito y Real de Angeles, Zacatecas. Esta característica marca el elemento principal para la identificación de la cobijadura regional que montó paquetes de rocas del dominio volcano-sedimentario de arco, sobre sedimentos del Terreno Sierra Madre. En la parte sur de la sierra de Asientos-Tepezalá (Pastorfa, Zacatecas y Asientos, Aguascalientes) y en la zona de Francisco I. Madero (Aguas Muertas, Zacatecas), aflora una secuencia de rocas flyschoides con importante contenido calcáreo; débil metamorfismo regional y dos deformaciones compresivas con direcciones de empuje diferente. Estas rocas representan un período de destrucción del

arco antes del Albiano Inferior.

116.TVC.31

NEOTECTONIC PROVINCES OF MEXICO

Mexican Group for the project Major Active Faults of Mexico *(Coordinator: Fernando Ortega-Gutiérrez

Instituto de Geología, UNAM
Circuito Exterior, C.U., Delegación Coyoacán
México, D.F., C.P. 04510

As a basis for a rational location of active faults of Mexico within the project Major Active Faults of Mexico (FAMM) which is part of the World Map of Major Active Faults and of the International Lithosphere Program project II-2 Maps of Major Active Faults, Western Hemisphere, the Mexican Group created a preliminary map of neotectonic provinces of Mexico. Thirteen provinces were distinguished as follows (figure 1):

1. Baja California-Gulf of California (BC-GC), 2. Sonora Basin and Range (SBR), 3. Sierra Madre Occidental (SMO), 4. Central and Northern Plateaus (CNP), 5. Northeastern Mexico (NEM), 6. Cordillera Ordóñez (CO), 7. Transmexican Volcanic Belt (TMBV), 8. Rivera Plate (RP), 9. Southern Mexico (SM), 10. Mexican Subduction Zone (MSZ), 11. Isthmus of Tehuantepec (IT), 12. Southern Chiapas (SC), 13. Yucatán Platform (YP); Four major neotectonic regimes define these provinces: transtensional (BC-GC), extensional (SBR, CNP, FVTM, RP), stable (SMO, NEM, YP), compressional (CO, MSZ), and transpressional (SM?, IT?, SC).

Nine of the provinces are intraplate whereas the rest comprise the limits between the Pacific, North America, Rivera, Cocos, and Caribbean plates.



GEOCHEMISTRY OF SUBDUCTING COCOS PLATE AND THE ORIGIN OF MAFIC MAGMA IN THE MEXICAN VOLCANIC BELT

Surendra P. Verma

Max-Planck Institut f. Chemie, Abt. Geochemie
Mainz, Germany and (present address)
Departamento de Geotermia
Instituto de Investigaciones Eléctricas
Apdo. Postal 475, Cuernavaca, Mor., C.P. 62000

I have analyzed major and trace elements, REE, and Sr, Nd, and Pb isotopes, in several samples of sediments and underlying basaltic rocks from Sites 487 and 488 of the IPOD-DSDP, drilled during Leg 66, in the Cocos plate, near Middle America Trench off Acapulco. This characterization of the Cocos plate has direct implications for subduction models of other Mexican Volcanic Belt (MVB), particularly in the area around Mexico City/ I have also determined the same chemical and isotopic parameters in volcanic rocks from Sierra de Chichinautzin (Verma, 1994a, b, c), from Tizayuca village north of Mexico City, and from Meseta del Río San Juan Milán and Verma, 1992; Verma, in prep.). I will present several quantitative models to highlight the origin of mafic volcanism in this part of the MVB.

118.TVC.33

PALEOMAGNETISM AND DISTRIBUTION OF PLIO-QUATERNARY BASALTS, WESTERN MEXICO: NW-SE STRETCHING OF THE JALISCO BLOCK

J.M. Maillol and W.L. Bandy

Instituto de Geofísica, UNAM
Mexico, D.F.: (J.M.M. presently at Dept. of Geology and Geological Engineering, Laval University, Quebec, Canada)

The interior of the Jalisco block, western Mexico, is disrupted by several N-S and NE-SW oriented grabens and volcanic fields within which recent alkaline volcanics are observed. These are the Talpa de Allende, Mascota and Atenguillo grabens and the San Sebastian and Ayutla volcanic fields. Two hypothesis have been proposed to account for the presence of these volcanics: Namely, (1) a NW movement and related NW-SE oriented extension of the Jalisco block relative to the North American plate, and (2) a trenchward migration of subduction related volcanism; presumable accompanied by a SW movement of the Jalisco block relative to the North American plate. Paleomagnetic data from 16 sites within the Mascota graben, Talpa de Allende graben, and the San

Sebastian volcanic field indicate that (1) no significant rotations or tilting has resulted from this deformation in these areas; (2) the initiation of volcanism within the Talpa de Allende and Mascota grabens occurred prior to 0.78 Ma as indicated by the presence of four reversed polarity sites; and (3) strike slip motion (tentatively identified as being right-lateral) has occurred within the Mascota graben. These results in combination with the areal distribution and previous age dating of Plio-Quaternary volcanics suggest that the Jalisco block has moved NW relative to the North American plate and has been subjected to a NW-SW oriented stretching. The most likely mechanism producing these motions is oblique subduction between the Jalisco block and the North American plate along the Middle America Trench, the amount of obliquity increasing toward the northwest.

119.TVC.34

SIDESCAN IMAGERY OF THE RIDGE PROPAGATOR SYSTEM LOCATED AT 18°N, 106°W

W.L. Bandy

Instituto de Geofísica, UNAM
Circuito Exterior, C.U., Delegación Coyoacán
México, D.F., C.P. 04510

A previous analysis (Bandy, 1992) of Seabeam and EQ data indicated that the ridge propagator system located at the northern terminus of the Pacific-Cocos spreading center (18°N, 106°W) consists 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 western 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). Further, 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. In addition an extinct spreading center was located east of the active propagator system.

Previously, unpublished Sidescan data located in the area of the ridge propagator system are reported on here which provide a more detailed understanding of the seafloor morphology which characterize this system. Specifically, these data reveal (1) the rotated nature of the spreading fabric as it passes through the overlap zone, (2) the sheared nature of the crust lying between the extinct and active spreading centers, and (3) the morphology and fault structures associated with the active spreading ridges; features which were not apparent in the SEABEAM data of the previous study.

SOUTHERN MEXICO CITY ON TOP OF A DEBRIS AVALANCHE DEPOSIT: AJUSCO VOLCANO COLLAPSED IN THE LATE PLEISTOCENE

H. Delgado*, R. Molinero**, P. Cervantes**, and J.
Nieto**

*Instituto de Geofísica, UNAM
Circuito Exterior, C.U., Delegación Coyoacán
México, D.F., C.P. 04510

Southern Mexico City is characterized by the presence of volcanic rocks produced during three eruptive episodes: Las Cruces Stage, Ajusco Stage and Chichinautzin Stage, from the oldest to the youngest. The first stage has been considered Plio-Pleistocene in age and is represented by several stratovolcanoes which constitute the Sierra Las Cruces, the range which bounds Mexico City by the west. The Ajusco stage is represented by small size composite volcanoes like Ajusco volcano with a volume of 4.5 Km^3 . The Chichinautzin Stage was the last period of volcanism in Southern Mexico City and represents a period of widespread mafic monogenetic volcanism. Xitle volcano on the foothills of Ajusco volcano represents the last volcanic event and its lavas reached the campus of the National University (UNAM). The youngest lavas have covered most of the deposits of Ajusco volcano that lie near UNAM. Recent geological mapping and volcanological studies reveal that Ajusco volcano collapsed near the end of its active history producing a Bandai- type debris avalanche deposit. The deposit reached nearly 16 km from the source and has an approximate volume of 1.7 km^3 .

121.TVC.36

LAHAR RISK ON THE NE FLANK OF POPOCATEPETL VOLCANO

H. Delgado*, E.A. González-Huesca**, and M.
Abrams***

*Instituto de Geofísica, UNAM
Circuito Exterior, C.U., Delegación Coyoacán
México, D.F., C.P. 04510

** Facultad de Ingeniería, UNAM
Circuito Exterior, C.U., Delegación Coyoacán
México, D.F., C.P. 04510

***Jet Propulsion Laboratory, Caltech Pasadena, CA

Popocatepetl volcano has an altitude of 5452 meters. It is capped by glaciers which have a volume of more than 0.017 Km^3 of ice. These glaciers are distributed on the northwest-north face of the cone, starting at 4900 m.a.s.l. The ablation runoff of the glaciers is channelized to the north through the Barranca Central and Barranca Ventorillo, which at lower altitude join

together to form a larger canyon bent to the northeast following a spur made of volcanic rock from the extinct Ixtaccihuatl volcano. Images of the volcano show that at a height of 2900 m.a.s.l. there is a sudden change in the morphology of the canyon where it becomes narrower and diffuse. This change marks the starting point of outcrops of laharic deposits. Several mudflows have been identified at the northeast flank of Popo distributed along the narrow valley of Santiago Xalizintla. The outlet of this valley is characterized by a large fan that extends up to 25 km from the vent. Among the mudflows we have mapped, the most remarkable consists of three highly indurated depositional units with a maximum thickness of 20 m. This lahar can be observed with variable thicknesses reaching up to 20 km from the vent. The San Nicolás Lahar covers a poorly developed soil where pottery and other cultural remains have been found. There are several towns in the area covered by the lahar like Santiago Xalizintla, San Nicolás de Los Ranchos, San Pedro, San Buenaventura Nealtican with a total of 23,000 inhabitants. The náhuatl word Xalizintla means "River of Sands".

122.TVC.37

ERUPTIVE HISTORY OF XITLE VOLCANO (SOUTHERN MEXICO CITY): VOLCANIC RISK IMPLICATIONS

H. Delgado*, P. Cervantes**, R. Molinero**, and J.
Nieto**

*Instituto de Geofísica, UNAM
Circuito Exterior, C.U., Delegación Coyoacán
México, D.F., C.P. 04510

** Facultad de Ingeniería, UNAM
Circuito Exterior, C.U., Delegación Coyoacán
México, D.F., C.P. 04510

Xitle volcano is located in southern Mexico City on the foothills of Ajusco volcano, a Late Pleistocene composite volcano and 9.5 km from the main campus of the National University (CU). The eruption of Xitle was the last volcanic event in the region and is presumed to have influenced the life of ancient cultures of this area, pushing them to abandon the Cuicuilco and Copilco area. However, because some of the cultural remains were made of volcanic rocks, there has been strong discussion about the sequence of events. The stratigraphic work in this area indicates that before the eruption of the Xitle there were at least two other effusive events consisting of andesites and basaltic andesites characterized by the presence of pyroxenes and quartz and the absence of olivine, outpoured from different vents in the vicinity of Xitle. The pyramids built by the inhabitants of the valley are made of those rocks and were constructed on top of the hummocks resulted from the sector collapse of Ajusco volcano many years before. The eruption of

Xitle volcano represents two eruptive styles: effusive (hawaiian) and explosive (strombolian). The eruption started with emissions of ash which were mainly distributed to the south initiating the construction of the cone. Several lava flows were outpoured from a NW-SE fissure. The first flows came from a vent west of Xitle (Cerro Xicontle) and flowed against the Sierra de Las Cruces to the NW. Other flows went to the S and NE. The last lava flows flowed to the N (to Pedregal de San Angel and C.U.), and to the NE after surrounding Cuautzontle volcano flowing toward San Pedro Mártir. At the same time, the eruptive column was bent to the S in response to low level winds. The isopach map shows that the column was bent again to the SW possibly influenced by winds of a higher level. The wind patterns are very similar to the current wind patterns. Even though Xitle is a beautifully shaped cinder cone, 99.5% of its products were lavas and therefore, the last eruptive event in southern Mexico City must be considered effusive. The total volume of other volcanic products is closely similar to the total emitted volume at Parícutín although in this case the lavas represent 63% of the total. The results of this study are useful for the volcanic risk evaluation in the southern Mexico City area.

140.TVC.38

CONVERGENCE RATE BETWEEN THE RIVERA AND NORTH AMERICAN PLATES: EVIDENCE FOR THE HIGHER VELOCITY MODEL

Vladimir Kostoglodov and William Bandy

Instituto de Geofísica, UNAM
Circuito Exterior, C.U., Delegación Coyoacán
México, D.F., C.P. 04510

The velocity of convergence, V , between the Rivera (RIV) and North American (NOAM) plates is an important parameter influencing the tectonics of western Mexico. RIV-NOAM convergence rates can, at present, only be determined via indirect means. Two significantly different models exist for the convergence velocity between the Rivera and North American plates. The higher rate model predicts convergence velocities of approximately 5.0 cm/yr near the Rivera-Cocos plate boundary, progressively decreasing northward to between 2.5 to 3.0 cm/yr along the Tres Mariás Escarpment (the model based on the Study of morphology of the Rivera-Cocos plate boundary (RCPB) [Bandy, 1992]. In contrast, the lower velocity model predicts convergence velocities of between 1.5 and 3.0 cm/yr near the Rivera-Cocos plate boundary and approximately 1.0 cm/yr along the Tres Mariás Escarpment [e.g., Demets and Stein, 1990; Bandy and Pardo, 1994] (models invoking closure about a plate

circuit involving the RIV and NOAM plates). Seismotectonic relationships, which relate seismic characteristics of subduction zones (maximum magnitudes, m , maximum seismic depths, Dm , etc.) to plate tectonic parameters (convergence rates, v , age of the oceanic lithosphere, A , etc.) provide a means of distinguishing between the two different models [Kostoglodov, 1988, 1989]. Three such relationships indicate that the Rivera-North American and Cocos-North American convergence rates should be roughly equal across the Rivera-Cocos plate boundary; results favoring the higher velocity model. Employing the higher rate model one can evaluate the magnitude and distribution of the strike slip component of forearc motion, V_{ss} , produced by oblique convergence between the Rivera and North American plates. The analysis indicated both a progressive increase and clockwise reorientation of V_{ss} towards the northwest. It is expected that such a distribution in V_{ss} would produce both a northwest movement and perhaps a counterclockwise rotation of the Jalisco Block. Also, NW-SE extension within the Jalisco Block is expected from the distribution of V_{ss} .

143.TVC.39

A STRUCTURAL ANALYSIS OF CERRO GRANDE REGION; WESTERN BOUNDARY OF THE COLIMA GRABEN

Guzmán de la Campa, A., Pavlis, T., and Serpa, L.

Department of Geology and Geophysics
University of New Orleans

Cerro Grande is located approximately 60 km northwest of the city of Colima, Mexico. The stratigraphy of Cerro Grande area is composed of a vertical succession of upper Mesozoic sedimentary and volcanic rocks that correlate with those of the Colima Basin. The oldest deformational events recorded in the study area are NNW-trending folds and possible thrust faults of Late Mesozoic age. The fold systems reflect two different styles of deformation. The central and northern portions of the study area are dominated by the Cerro Grande anticline, a long-wavelength simple fold. In contrast, the southern portion of the study area shows mobilized gypsum and overturned folds that verge to the northeast. Overprinting these structures is a system of northwest trending right lateral faults that cut some folds and/or juxtapose rocks from different depositional environments. These kinematically incongruent sets of folds and faults are attributed to multiple deformation events. The initial folding and thrusting are suggested to be the result of the final collision and incorporation of the Guerrero tectonostratigraphic terrane with North America some time during the late Cretaceous. Subsequent lateral slivering occurred as a result of the oblique subduction of the Farallon oceanic plate

beneath western Mexico beginning in about early Tertiary. Extensional features are confined to the eastern portion of Cerro Grande where the western boundary of the Colima graben lies. No data were found to substantiate the hypothesis that active normal faulting is occurring in the study area.

147.TVC.40

PERFILES GRAVIMETRICOS EN EL VALLE SAN BERNARDINO, NORESTE DE SONORA DE MEXICO.

Juan M. Espinosa*, Tito R. Montaño**, Thierry Calmus** y Carlos I. Huerta*

*Departamento de Geofísica Aplicada, CICESE, Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada Ensenada, B.C., C.P. 22800

** Departamento de Geología, UNISON Hermosillo, Son., C.P. 83000

El Valle San Bernardino, localizado a unos 20-30 km al este de Agua Prieta, Sonora, es una cuenca extensional activa de la provincia Cuenca y Cordilleras meridional. La actividad tectónica del valle es indicada por su volcanismo cuaternario y sismicidad histórica, "temblor de mayo de 1887 de Sonora", el cual rompió a lo largo de 80 km., dejando un escarpe conocido como "Falla Pitáycachi". Tanto la falla como el temblor han acaparado la atención de la mayoría de las investigaciones neotectónicas de la región, mientras que la estructura del valle no ha sido estudiada. Con el objeto de conocer las características estructurales del Valle San Bernardino, se realizaron 5 perfiles gravimétricos cruzando el valle de oeste a este, midiéndose un total de 85 estaciones con separaciones de 1 a 2 km con un gravímetro La Coste-Romberg No. 599. Una vez reducidos los datos, se elaboraron perfiles de anomalías gravimétricas residuales eliminando la tendencia del regional con técnicas gráficas. Los perfiles obtenidos muestran mínimos de -11 hasta -25 mgal, atribuibles a variaciones en el espesor de la columna de sedimentos que rellenan la cuenca, y gradientes de intensidad variable en los extremos, aparentemente producidos por dislocamientos en el piso del basamento. Para conocer el espesor del relleno sedimentario, se realizó una interpretación cuantitativa de cada perfil estimándose la profundidad al basamento mediante un proceso bidimensional de inversión iterativo. La interpretación geológica de los perfiles gravimétricos muestran el grado de complejidad de los rasgos estructurales del valle, especialmente de la falla Pitaycachi. Dicha estructura aparentemente extiende su rama norte hasta la altura del cauce del río San Bernardino, cambiando de un rumbo franco norte-sur a uno noroeste-sureste, mientras que su rama sur se bifurca, quedando confirmado que continúa hacia el suroeste siguiendo

el flanco oeste de la Sierra Pilares de Teras. Aunque el número de perfiles es limitado, permiten inferir que el valle a grandes rasgos es un graben asimétrico y alargado, que se profundiza hacia el flanco oriental, ampliándose de centro a sur siguiendo el cauce oeste del río Babispe. Sin embargo, la interpretación del perfil gravimétrico que cruza el extremo norte del escarpe de la Falla Pitaycachi, también sugiere acuriamiento y terminación de ésta, implicando que un mínimo gravimétrico de -23 mgal localizado en el extremo noroeste del valle indique la existencia de otra cuenca oculta por los derrames del campo volcánico de San Bernardino. Por lo tanto, el valle podría alojar dos cuencas con profundidades de al menos 2 km. En conclusión, el estudio no permite discernir si la rama norte de la falla Pitaycachi muere o se ramifica y si la cuenca extensional se fracciona.

148.TVC.41

ANALISIS PRELIMINAR DE DATOS AEROMAGNETICOS DE LA REGION SUR DE LA FOSA DE SALTON Y SUS ALREDEDORES, BAJA CALIFORNIA, MEXICO

Juan Manuel Espinosa Cardeña
Depto. de Geofísica Aplicada, CICESE
Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada
Ensenada, B.C., C.P. 22800

Se presentan resultados preliminares del análisis de una porción de la carta aeromagnética del noroeste de la República Mexicana escala 1:500,000 que cubre la región sur de la Fosa de Salton y sus alrededores (Valle de la Laguna Salada, Desierto de Altar y Alto Golfo de California), que en conjunto forman un sistema de Rift activo, considerado la extensión continental del centro de dispersión Golfo de California que separa la península de Baja California de la parte continental de México. La técnica que se utilizó para el procesamiento de datos aeromagnéticos es conocida como mapeo de susceptibilidad aparente (SUSC), que junto con el modelado sencillo de anomalías magnéticas se emplea para el reconocimiento de áreas extensas. A partir del análisis visual de la carta aeromagnética se identifican tres zonas magnéticas denominadas ZM1, ZM2 y ZM3, que caracterizan la composición mineralógica de las rocas de la región, una marcada tendencia NW de las isóneas, que reflejan el patrón estructural dominante en la región y cuyos valores de intensidad magnética apenas sobrepasan las 200nT. La zona magnética ZM1 se caracteriza por anomalías dipolares de alta intensidad magnética, se localiza en la porción centro-este (Desierto de Altar) y se correlaciona con afloramientos de rocas volcánicas (Sierra del Pinacate), esquistos y gneiss graníticos,

pero las anomalías localizadas al sur de esta zona, se correlaciona con la dirección NW de las fallas regionales y se atribuyen a cuerpos intrusivos sepultados. Las zonas magnéticas ZM2, se caracterizan por ser de mayor extensión y baja intensidad magnética, se correlacionan con sitios que continen rellenos potentes de rocas sedimentarias, la zona más amplia se localiza en la parte norte del Alto Golfo de California. La zona magnética ZM3, se caracteriza por anomalías de extensión y amplitud intermedias entre las zonas ZM1 y ZM2, se correlacionan con cuerpos batolíticos intrusivos de composición granítica a granodiorítica y rocas volcánicas de afloramientos de las Sierras Cucapá-El Mayor, Las Tinajas y San Felipe. A partir del mapa aeromagnético descrito, se obtuvo un mapa de susceptibilidad aparente, aunque los valores de inversión cayeron fuera del rango de valores conocidos para las rocas de la región, el mapa resultante es un mapa de realce utilizable para el análisis cualitativo. Se observa en dicho mapa que la tendencia NW de las isóneas se conserva y que las anomalías se han reducido definiendo con más claridad las dimensiones y formas de las zonas magnéticas inferidas. Un resultado inesperado e interesante es que la zona magnética ZM3 es aparentemente la continuidad hacia el noroeste de la porción sur de la zona magnética ZM1, sugiriendo la existencia de una sierra sepultada de composición mineralógica similar a las rocas de la Sierra Cucapá-El Mayor, pero de mayor complejidad estructural, algunas fallas regionales convergen hacia esta zona, especialmente la extensión de la rama sur de la falla Cerro Prieto, la cual se ramifica en una serie de fallas paralelas, dicha sierra separaría la porción sur de la Depresión de Salton de la Cuenca de Wagner. Otros resultados son los siguientes: la rama sur de la falla Imperial se extiende por más de 10 km de su trazo original, se rectifica la localización del epicentro de la Cuenca de Altar y se confirma la prolongación de la Falla San Hill, la cual actúa como límite del margen este del Rift. En conclusión, el mapa de susceptibilidad aparente obtenido, muestra con más claridad la tendencia estructural del Rift, esclareciendo aparentemente la relación estructural que guardan entre sí la región sur de la Fosa de Salton, el Alto Golfo de California y el Desierto de Altar, además de las características estructurales particulares de cada una de estas regiones.

152.TVC.42

DESCRIPCION GEOLOGICA DE LA SECUENCIA VOLCANICA DEL MIOCENO DE LA SIERRA LAS ANIMAS, GOLFO DE CALIFORNIA

Delgado-Argote, Luis A., Barillas-Cruz, Edy M., y Herrera-Recinos, Joram

División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Km 107 Carretera Tijuana-Ensenada
Ensenada, B.C., C.P. 22800
(ldelgado@cicese.mx)

La Sierra de las Animas es una estructura de orientación N-S formada por un basamento de rocas metamórficas y graníticas cubierto por una secuencia volcánica del Mioceno. Los flancos oriental y occidental contrastan, tanto litológica, como estructuralmente. En la costa del Golfo, el basamento metamórfico formado por metagravitas y metalavas, y los granitoides de biotita-hornblenda (tipo S) se expone más ampliamente que en el flanco oriental. En ambas zonas, los granitoides están sobreyacidos por una secuencia, en orden estratigráfico ascendente, de derrames andesíticos, lahares (fragmentos principalmente andesíticos) o depósitos de flujo piroclástico. En ambas zonas se presentan derrames fisurales de basalto, donde los ubicados en la cima fluyen hacia ambos lados. La parte norte de la Sierra Las Animas está dominada por basalto que sobreyace al basamento y donde el espesor de tobas es más reducido que en el resto de la sierra. Aunque en la porción oriental el contacto entre los granitoides cretácicos y la secuencia andesítica de la base de la serie volcánica del Mioceno no es evidente, en la parte occidental se observa andesita descansando sobre el intrusivo. En el oriente la relación es cortante y la andesita podría correlacionarse en tiempo con un fragmento de esa composición fechado en 17 Ma, de un conglomerado en el valle de Bahía Las Animas (Gastil et al., 1978). Los derrames andesíticos están sobreyacidos por areniscas y conglomerados derivados de éstos, y a su vez, por areniscas con material tobáceo re TRABAJADO. Los derrames y lahares andesíticos son más potentes en la porción occidental, mientras que en la zona del Golfo las alternancias con sedimentos son más comunes. El espesor más grueso de la secuencia tobácea alcanza algunos 40 m de espesor en la costa, mientras que en la parte occidental la secuencia de flujos de ceniza tiene aproximadamente 180 m de espesor. En este lugar se reconocen hasta 7 unidades distintas de flujo piroclástico, en contraste con las tres reconocidas en la porción del Golfo. Distintos derrames basálticos cubren parcialmente a las secuencias anteriores. Son de asociación fisural cuya dirección aparente es N-S. La edad de las tobas y basaltos es 14 y 12 Ma, respectivamente ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$; Delgado-Argote *et al.*, 1992). La presencia de sedimentos interestratificados con lavas, incluyendo tobas re TRABAJADAS, algunos de ellos con fauna, indica que durante el Mioceno medio, el nivel del mar se encontraba por lo menos 300 m sobre el nivel actual.

Se reconoce fallamiento normal en el basamento granítico con dirección N-S que contrasta con el fallamiento lateral tanto en el basamento como en la cubierta volcánica (NW-SE y NE-SW), relacionada con la tectónica del Golfo. El fallamiento asociado con

la deformación Plio-Pleistoceno del Golfo es más intensa en la porción de la costa, donde se reconoce fallamiento activo con mayor densidad.

Delgado-Argote *et al.*, 1992, Geos Boletín, UGM, v. 12, No. 5, p. 81.

Gastil *et al.*, 1979, GSA Bull., v. 90, p. 839-857.

156-TVC.43

EVIDENCIAS DE FALLAMIENTO CUATERNARIO EN LA PORCIÓN MERIDIONAL DE LA PROVINCIA TECTÓNICA DE CUENCAS Y SIERRAS, MÉXICO CENTRAL.

José Jorge Aranda-Gómez. Estación Regional del Centro, Instituto de Geología, UNAM, A.P. 376, Guanajuato, Gto., 36000.

Existen informes aislados de actividad tectónica cuaternaria en la extensa región que abarca de la frontera norte de México al Eje Neovolcánico, y de la Sierra Madre Occidental a la Oriental. El análisis de indicadores de esfuerzos corticales (Suter, 1991) sugiere que en esta área los esfuerzos mínimos horizontales son similares, aunque con algunas variaciones locales, a los de la Provincia Tectónica de Cuencas y Sierras del suroeste de los Estados Unidos. Geomorfológicamente, la región es heterogénea y Raisz (1964) la dividió en las provincias fisiográficas de Cuencas y Sierras, Sierras Atravesadas y Meseta Central.

Los informes más confiables existentes acerca de fallamiento cuaternario en la región de Cuencas y Sierras de Chihuahua y Durango se basan en la existencia de fallas normales que afectan a campos volcánicos constituídos por basaltos alcalinos ($K-Ar < 1.8$ Ma) y en el análisis de sismos que sugieren movimiento asociado a zonas de fallas normales de orientación NW-SE, cercanos a Parral, Chih. (Doser y Rodríguez, 1992) y a la Laguna de Santiaguillo, Dgo. (Yamamoto, 1993).

En la Meseta Central, inmediatamente al sur de las Sierras Atravesadas, existe un extenso altiplano, con alturas $> 2,000$ m s.n.m., en que la geomorfología actual parece estar controlada por rasgos tectónicos con orientaciones NW-SE y NE-SW. Este mismo patrón también existe en el extremo meridional de la Meseta Central, solo que ahí es más evidente porque el relieve es más abrupto. En el límite meridional de la Meseta Central, se ha atribuido edad cuaternaria a fallas que cortan depósitos de gravas. Sin embargo, la edad de secuencias clásticas no ha sido bien documentada. Las marcadas diferencias geomorfológicas entre las porciones meridional y septentrional de la Meseta Central se atribuyen a posibles variaciones en la edad del fallamiento, y/o a la influencia del campo de esfuerzos del Eje Neovolcánico (e.g. Suter, 1994).

157-TVC. 44

LOS XENOLITOS DE GRANULITA FELDESPÁTICA DE SAN QUINTÍN, B.C.

José Jorge Aranda-Gómez

Estación Regional del Centro, Instituto de Geología, UNAM, A.P. 376, Guanajuato, Gto.

James F. Luhr, Smithsonian Institution
Washington, D.C. 20560, EUA.

Todd Housh, Dept. of Geological Sciences
University of Texas, Austin, TX 78712, EUA.

El Campo Volcánico de San Quintín (CVSQ) está ubicado sobre la costa del Pacífico a aproximadamente 150 km al SE de Ensenada, B.C. El CVSQ es famoso por sus xenolitos de lherzolita de espinela, las cuales están muy deformadas, muestran excelentes texturas porfidoclásticas, segregación en bandas y foliación conspicua. Asimismo, muchas de las lherzolitas del CVSQ son notablemente ricas en clinopiroxeno. En el Volcán de Media Luna, que es la localidad con xenolitos del manto más importante en el CVSQ, también se encuentran granulitas feldespáticas que, presumiblemente, proceden de la base de la corteza. Las granulitas sólo constituyen una pequeña fracción de la población de xenolitos, siendo su tamaño promedio entre 5 y 10 cm, pero algunos de ellos llegan a tener un diámetro superior a los 25 cm. Casi invariablemente, las granulitas muestran una notable segregación en bandas (1-2 cm) con alternancia de capas ricas en feldespato y piroxenos. Todas las inclusiones hasta ahora estudiadas tienen la paragénesis $Plag + Opx + Cpx \pm Esp \pm O$, siendo gabroica su composición inferida. Texturalmente, las inclusiones son de tres tipos: 1) rocas cumúlíticas, 2) granulitas con textura de mosaico, aparentemente bien equilibradas, y 3) rocas cumúlíticas parcialmente recrystalizadas [texturas transicionales entre 1) y 2)].

En otras localidades en el centro de México, las granulitas feldespáticas son comunes, llegando a veces a ser más abundantes que las lherzolitas (e.g. Cerro El Toro, SLP), o a ser los únicos xenolitos presentes, como en el Campo Volcánico de Los Encinos, SLP. En general, estos conjuntos de granulitas corticales son complejos, con ortogneisses que varían de máficos a félsicos, paragneisses (metapelitas) y, algunas veces, rocas gabroicas con texturas cumúlíticas. En contraste, en nuestra colección de granulitas (38) del CVSQ todas son gabroicas.

El CVSQ yace al occidente de la Línea Santillán y Barrera, en una porción emergida del *Continental Borderland*. La naturaleza del basamento pre-Cenozoico en el área es incierta, pero se cree que pueda ser de la asociación *Franciscan* (Gastil *et al.*, 1975). Por tanto, el CVSQ difiere de las otras localidades con xenolitos del centro de México en que

estas fueron desarrolladas por volcanismo intra-placa sobre corteza continental, y el CVSQ yace sobre rocas de afinidad oceánica. Este hecho parece ser reflejado por el tipo de xenolitos corticales del Volcán Media Luna.

158-TVC.45

COMPARACION ENTRE LA GEOLOGIA DE LOS CAMPOS VOLCANICOS DE CAMARGO, CHIH. Y SAN QUINTIN, B.C.

Marco Antonio Rojas-Beltrán, Ma. Cristina Noyola-Medrano, José Jorge Aranda-Gómez, Gerardo de Jesús Aguirre-Díaz

Estación Regional del Centro
Instituto de Geología, UNAM, A.P. 376
Guanajuato, Gto., 36000

El campo volcánico de Camargo (CVC) cubre un área de aproximadamente 2,000 km² en la porción centro-oriental de Chihuahua y está formado por mesetas de basalto y cerca de 300 conos cineríticos. Su edad no se conoce con precisión; una sola muestra dio 1.8 Ma por K-Ar (Nimz et al., 1986). En los conos del CVC están expuestas capas de aglutinado, y la cubierta de ceniza suelta ya fue erosionada. Esto, junto con la morfología de los aparatos, sugiere que todos son relativamente antiguos. Las lavas de las mesetas se traslapan de manera compleja, y no es posible identificar los conductos por los que fueron extravasadas. En el CVC hay fallas normales de dirección NW-SE; algunas cortan a los basaltos y otras están parcialmente sepultadas por ellos. En el área hay lagunas adyacentes a las fallas, que sugieren basculamiento asociado al fallamiento. Las lavas del CVC son basaltos alcalinos. Su mineralogía es: Ol + Ta + Pl + O. Algunos de ellos contienen megacrístales (< 3 cm) de plagioclasa y/o piroxeno, y/o inclusiones de la base de la corteza y del manto superior, y/o xenocrístales derivados de ellos. En otros sitios, aparentemente sin xenolitos, los basaltos contienen xenocrístales de Ol, Pl, C, Px y kaersutita (?).

En orden de abundancia, los xenolitos del CVC son lherzolitas de espinela, granulitas feldespáticas, y piroxenitas. La Olivina es la localidad con xenolitos más conocida del CVC (e.g. Nimz et al., 1986, 1993; Rudnick y Cameron, 1991; Cameron et al., 1992). Aquí informamos acerca de una localidad recién descubierta que puede ser importante por el número y tamaño de sus xenolitos. El cerro La Vaca (104°20'11" W y 28°01'08" N), es un cono de escoria con inclusiones de lherzolitas de espinela, granulitas gabroicas y, en menor proporción, piroxenitas y megacrístales de piroxeno.

En el Campo Volcánico de San Quintín (CVSQ) se han estudiado con gran detalle las lherzolitas, pero la geología y petrología de los volcanes son menos

conocidas. Asimismo, sus granulitas corticales han recibido poca atención. La edad radiométrica (Ar-Ar) para el CVSQ es < 120 ka (Luhr et al., 1994) y la composición de sus lavas es principalmente basaltos alcalinos y basanitoides, con algunas tholeiitas. La petrografía de las lavas del CVC y del CVSQ es similar. Es en los xenolitos, en el entorno geológico regional y la geología local en donde se presentan mayores diferencias. Las lherzolitas del CVSQ son porfiroclásticas, mientras que en el CVC son protogranulares, a veces de grano muy grueso (Ol > 1 cm). Las granulitas feldespáticas de las dos localidades son gabroicas y algunas preservan texturas cumúlitas. En el CVC el fallamiento normal y el volcanismo fueron contemporáneos, mientras que en el CVSQ el fallamiento no es evidente.

159-TVC.46

CENOZOIC TENSIONAL REACTIVATION OF A JURASSIC DUCTILE SHEAR ZONE IN THE WESTERN FRONT OF THE SIERRA JUAREZ, SOUTHERN MEXICO

S.A. Alaniz Alvarez, A.F. Nieto Samaniego
ERCE, Instituto de Geología UNAM, A.P. 376,
Guanajuato, Gto., 36000

Peter Van der Heyden
Geological Survey of Canada, 100 West Pender St.
Vancouver, B.C. Canada V6B 1R8

The Sierra de Juárez contains the widest mylonite belt of Mexico. It is bounded along its western and southern margins by normal faults along which uplift of this range was accommodated; the N10°W Oaxaca fault and the E-W Donaji fault, respectively. These fault systems overprinted the Sierra de Juárez mylonite complex synchronously, and accommodated more than 2 km of Cenozoic normal displacement. They are post-Miocene in age as determined from displaced Miocene ignimbrites and sediments; preserved geomorphological features indicate a minimum Pleistocene age. Field observations and geometries of measured faults along an 8 km E-W section north of Oaxaca city strongly suggest that the greatest Cenozoic movement occurred along the contact between the Sierra de Juárez mylonite complex and overlying Precambrian basement of the Oaxacan Complex and its cover rocks.

Two oblique mylonitic foliations and one semi-brittle s/c structure suggest two ductile deformation events followed by a deformation event in the brittle-ductile transition zone. The N-S, almost horizontal stretching lineation is parallel to the trend of the mylonite belt. The San Felipe granite was emplaced between the two mylonitization events, in Middle Jurassic time: four zircon fractions with moderate inheritance give a U-Pb 165 ± 22 Ma lower intercept and 1056 ± 81 Ma upper intercept. The presence of mylonite clasts in nearby

Valanginian sediments indicate that the mylonite belt was exposed in Early Cretaceous time. These observations and the geometry of the mylonitic fabrics can be modelled by a displacement history involving: (1) initiation of the mylonite belt before Middle Jurassic time by eastward thrusting of the Oaxaca Complex over basement rocks of the Cuicateco terrane, (2) strike-slip reactivation of ductile structures in Middle Jurassic time during opening of the Gulf of Mexico, (3) pre-Valanginian normal faulting, (4) in Laramide time the mylonites were overridden by Cretaceous sediments, and (5) Cenozoic normal faulting. The movements during 2, 3 and 5 orogenic phases reflect reactivation of the Sierra de Juárez mylonite zone. We conclude that most of the strain in the upper and middle crust since Permian time was concentrated along this long-lived shear zone.

160-TVC.47

THREE MECHANISMS OF CENOZOIC NORMAL FAULTING IN CENTRAL AND SOUTHERN MEXICO

Angel F. Nieto-Samaniego, S.A. Alaniz-Alvarez

Universidad Nacional Autónoma de México
Instituto de Geología, Estación Regional del Centro,
A.P. 376, Guanajuato, Gto. 36000.

We document three cases of Mexican Cenozoic normal faulting and propose an explanation for the complex structural patterns observed:

1. In the Calvillo-Juchipila region, Calvillo, Juchipila, Tlaltenango and Aguascalientes grabens are the major structures cutting the Cenozoic ignimbrites. The three last have a N10°E trend, whereas the Calvillo graben trends N45°E. There are no big faults cutting these major grabens, only minor perpendicular faults were observed. Taking into account the orientation of the grabens and the analysis of faults and slickensides, a bi-dimensional deformation regime was determined.

2. In the southern part of the Mesa Central there are normal faults and grabens that can be separated into two age groups: Paleogene, which crop out in the ranges and Neogene that are at the edges of the valleys. Neogene faults form a complex graben pattern with orthorhombic symmetry cutting the Cenozoic ignimbrites. The faulting produced both, new faults and reactivation of preexisting structures. The study of underlying rocks shows strong influence of the Mesozoic grain on the orientation of Cenozoic faults. The long-life extensional tectonics without development of preferred structural orientation and the orthorhombic symmetry, indicate a three-dimensional strain regime acting along Cenozoic time.

3. The Oaxaca Fault is a N10°W normal fault of Cenozoic age. It forms the contact between a

Mesozoic mylonitic belt in the east and Precambrian rocks, and its coverture in the west. The analysis of faults and slickensides on a transverse section near Oaxaca City shows: (1) the contact is a N10°W 30°SW fault, (2) this orientation coincides with foliation near the contact, (3) to the west of the contact, in Precambrian rocks or in its coverture, the faults are high-angle and normal, (4) to the east of the contact the faults are commonly low-angle; however, there are high-angle faults cutting the foliation, (5) low-angle faults follow the foliation, (6) minor high-angle normal faults converge into the low-angle faults, (7) we were unable to find a good solution on paleostress tensor calculations. The above observations show a fundamental control by the preexisting structures on Cenozoic faulting.

Faulting by sliding along preexisting planes is the mechanism observed on the Oaxaca Fault, whereas the fracture of the ignimbrites in Mesa Central produced three-dimensional deformation. In both cases there are faults and slickenside sets more complex than in the Calvillo-Juchipila region, where parallel grabens and homogeneous slickenside set were formed.

In the Oaxaca Fault there is a complex slickenside set, in the Mesa Central a complex fault pattern, and in both cases fracturing and reactivation coexist. These facts are explained because kinematic interactions and stress field perturbations due to preexisting planes produce the following phenomena: (1) rupture of the material when sliding is not permitted by strain incompatibilities; in this case reactivation and fracturing will be produced synchronously; (2) semi-simultaneous sliding on three or more planes to form a complex fault pattern and (3) deviations between the sliding vector and the maximum shear vector, produce a complex slickenside set.

We propose the reactivation as a fundamental mechanism of faulting, because the continental crust contains many planes prone to liberate the deformation by sliding. In much cases, the array of preexisting planes controls the type and amount of fragile deformation independently of the stress tensor.

161-TVC.48

TIN COMPUTER FLOW MODEL OF THE 1991 LANDSLIDE, ZUNIL GEOTHERMAL AREA, GUATEMALA.

Oscar Castañeda, Michael F. Sheridan,
and Thomas Kover

Geology Department, SUNY at Buffalo
Buffalo NY 14260.

A computer program (FLOW3D) has been used to simulate the large landslide in the Zunil geothermal

field of Guatemala that killed 25 people in 1991. This program creates a digital terrain model (DTM) of the topography based on a triangulated irregular network (TIN). The movement of various parts of the landslide are graphically displayed on the screen in real time as vector traces with color coding for velocity. The flow algorithm is based on equations proposed by McEwen and Malin (1989) used to describe rockslide avalanches. After the geometry of the source area is specified, three parameters which represent (a_0) basal friction, (a') internal friction, and (a'') external resistance, control the flow dynamics. Models generated by the program are compared with information from the actual slide to adjust the parameters to the best fit. Characteristics compared include: general shape, flow traces, volume displaced, approximate duration of flowage. The comparison between the actual and simulated landslide is done to determine flow parameters that would be useful for prediction of landslide risk in similar areas.

190-TVC.49

EVOLUCION DEL VOLCAN CITLALTEPETL (PICO DE ORIZABA)

G. Carrasco-Núñez

Departamento de Geología Regional, Instituto de Geología, UNAM, Cd. Universitaria
México, D.F., C.P. 04510

El volcán Citlaltépetl presenta una evolución compleja que puede resumirse en 4 etapas: 1) Construcción de un volcán ancestral (Torrecillas) durante el Pleistoceno Medio, cuya actividad fue dominada por andesitas basálticas de olivino, andesitas de dos piroxenos, y dacitas de anfíboles derramadas hace 0.29 Ma. El colapso de Torrecillas ocurrió hace cerca de 0.25 Ma. 2) Formación de un cono incompleto (Espolón de Oro) sobre los restos de Torrecillas, emitiendo dacitas de anfíboles hace 0.21 Ma, andesitas de dos piroxenos, flujos piroclásticos soldados y brechas. Varios domos fueron emplazados en la periferia del cráter. El colapso del edificio sucedió hace cerca de 20,000 años. 3) Repetidas erupciones de tipo pliniano ocurrieron hace 13,000 y 8,500 años. Un complejo de domos dacíticos fue emplazado afuera del cráter, algunos de ellos formaron depósitos de bloques y cenizas de gran volumen hace 4,000 años. 4) Construcción del cono actual (Citlaltépetl), emitiendo lavas dacíticas con anfíboles y piroxenos de las cuales las más recientes se derramaron en el siglo XVII. La evolución del Citlaltépetl muestra un patrón complejo que involucra la inyección periódica de magmas básico-intermedios y una mayor eficiencia para mezclar las lavas más jóvenes y producir una composición más homogénea. Las fases repetidas de construcción y destrucción del edificio volcánico, la actividad explosiva del Holoceno

y las erupciones históricas de dacitas, indican que el volcán Citlaltépetl representa un peligro potencial muy alto.

191-TVC.50

TRANSPORTE Y DEPOSITO DE LA IGNIMBRITA CITLALTEPETL (PICO DE ORIZABA)

A. Gómez-Tuena y G. Carraco-Núñez

Instituto de Geología, UNAM
México, D.F., C.P.

La ignimbrita Citlaltépetl está compuesta por una sucesión de flujos piroclásticos emplazados hace aproximadamente 8,500-9,000 años, y distribuidos en todas direcciones en torno al volcán. Para determinar las condiciones en las que se efectuó el transporte y depósito de dichos flujos, se llevaron a cabo determinaciones granulométricas y análisis morfológicos de muestras de diversas localidades y en diferentes posiciones estratigráficas. Las distribuciones granulométricas presentan un carácter polimodal en donde pueden reconocerse hasta 5 subpoblaciones distintas, las cuales sugieren una interacción compleja de diferentes procesos de transporte, siendo el tamaño de las partículas un rasgo predominantemente heredado de una fragmentación inicial producida al momento de la erupción y, en menor escala, afectado por la fragmentación secuencial sufrida durante el transporte.

197-TVC.51

A CONTRIBUTION TO THE TECTONICS OF THE NORTHERN PORTION OF THE CENTRAL SECTOR OF THE TRANS-MEXICAN VOLCANIC BELT (BETWEEN THE QUERETARO FRACTURE ZONE AND THE MEZQUITAL VALLEY)

J.O. Campos-Enríquez*, O. Delgado-Rodríguez*, M. Rodríguez**, M. Milán***

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

*** ESIA-Ciencias de la Tierra, IPN, México, D.F.,

Central Trans-Mexican Volcanic Belt (CTMVB) is featured by block-faulted and tilted WSW-ENE oriented grabens (i.e. the Acambay graben, AG). Basin and Range structures are also recognized (i.e. the Queretaro fracture zone). The AG is located to the SW immediately outside the study area. In the northern portion of the CTMVB are emplaced: the Amealco and Huichapan calderas, the Pathé geothermal zone (PGZ), the Aljibes half-graben (AHG), and the Mezquital Valley (MV). Based on a gravity study we inferred an E-W elongated depression (an earlier

phase of tectonic extension). Between the AHG and the PGZ it is featured by a faulted and tilted basement. The northern master fault of the AG can be traced up to the AHG (south of it). The AG and the MV present recent seismicity. In the MV the seismicity is associated with: 1) the Ixmiquilpan region; 2) the San Miguel de la Cal range; 3) within the limits of Mexico City's Basin. It is featured by an E-W orientation, a normal faulting type, and is consistent with the earthquake of October 4, 1976, $M_b=5.3$. In the AG the seismicity is also related to a N-S directed extension. According to our study the southern master fault of the AG (Pastores fault) can be traced up to the AHG. To the N of Jocotitlan volcano it disappears under the volcanic products. Johnson and Harrison traced it up to the south of the MV. According to our study in the MV it does not define any graben-like structure. We believe that a change in crustal rock rheology avoids the eastward development of the AG, and the extensional tectonics reassumes in an older stretched area.

220-TVC.52

CONTENIDO DE ELEMENTOS TRAZA EN OBSIDIANAS DEL VOLCAN SAN LUIS CONZAGA, B.C.

Francisco Medina, Gabriela Mora y Luis Delgado

*Instituto de Geofísica, UNAM, A.P. 2681
Ensenada, 22800 B.C.
Depto. de Geología, CICESE
A.P. 2732, Ensenada, B.C. 22800

Hacia el Nor-Noreste de la Bahía de San Luis Gonzaga, en el Golfo de Baja California, se encuentran tres islas de origen volcánico. La mas grande de ellas, denominada La Encantada, corresponde a un volcán probablemente activo cuya última erupción debió de ocurrir en los últimos 500 años. Como producto de esa última erupción, el cráter del volcán se encuentra taponado por domos de obsidiana.

En este trabajo se presentan los resultados del análisis geoquímico realizado a las muestras de obsidiana, sobre todo al contenido de elementos traza. Se presenta además, un análisis comparativo, respecto al contenido de elementos traza, entre los productos eruptivos de este volcán y los de otras zonas de la península de Baja California.

222-TVC.53

SOBRE EL DESARROLLO DEL PAISAJE EN LA REGION DE LINARES, NUEVO LEON, NORESTE DE MEXICO.

Miguel Angel Ruiz Martínez

Fac. de Ciencias Forestales, A.P. 41
Linares, Nuevo Leon, C.P. 67700

El presente trabajo es una contribución al conocimiento básico sobre la historia y el desarrollo del paisaje en el noreste de México. La contribución se basa en la información que proporcionan las investigaciones geomorfológicas y el análisis de la distribución y límites de los diferentes tipos de suelos presentes en la región. Para poder interpretar el desarrollo del paisaje en esta región fue necesario recurrir a los conocimientos de la paleo-climatología. Las variaciones climáticas al final del Terciario, durante el Plioceno y a través del Cuaternario han tenido una influencia determinante en el origen del paisaje en esta región.

Un resultado importante de la Geomorfología clim-genética es el cambio de fases en donde predomina la actividad de remoción, FASES ACTIVAS, con cubiertas vegetales destruidas o abiertas y fases de formación de suelos y de cubierta vegetal cerrada, FASES DE ESTABILIDAD. Testigos de estas fases climo-geomorfológicas son la secuencia de terrazas fluviales presentes en la región de estudio.

223-TVC.54

CONTRIBUCION A LA ORDENACION PEDO- GEOMORFOLOGICA PAISAJE EN LA REGION DE LINARES, NUEVO LEON. (SOBRE EL DESARROLLO DEL PAISAJE EN EL NORESTE DE MEXICO).

Miguel Angel Ruiz Martínez

Fac. de Ciencias Forestales, A.P. 41,
Linares, Nuevo Leon, C.P. 67700

Para el entendimiento del desarrollo del paisaje en la región de estudio y las relaciones que existen entre las geo-formas y los tipos de suelos en el área de estudio, se realizó una cartografía básica de los elementos del paisaje partiendo de fotografías aéreas 1:25,000, dando como resultado una carta geomorfológica 1:80,000; la cual contiene como unidades cartográficas terrazas escalonadas, en una secuencia temporal relativa, T_1 a T_5 , así también, tres unidades de relieve colinar, C_1 , C_2 , C_3 , determinadas según el porcentaje de pendiente localizadas en las colinas o lomeríos de la zona estudiada.

Se hace una descripción de los elementos cartografiados y su relación con el desarrollo del paisaje.

Para la ordenación de la variabilidad espacial se realizó una carta de zonas geomorfológicas, en escala 1:80,000 en la que se agrupan los elementos del paisaje en zonas geomorfológicas.

THE BRITTLE-DUCTILE TRANSITION: A FIELD EXAMPLE FROM THE CENTRAL MOJAVE DESERT.

Fletcher, J.M.*, Bartley, J.M.** and Harris, R.N.**

*Departamento de Geología
CICESE, P.O. Box 434843
San Ysidro, CA 92143-4843

**Dept. of Geology and Geophysics, Univ. of Utah,
Salt Lake City, UT 84112-1183.

The synkinematic emplacement of a Miocene dike swarm may provide a rare snapshot of the brittle-ductile transition in the footwall of the central Mojave metamorphic core complex (CMMCC). The Hinkley Hills and Mitchel Range are separated by approximately 2 km in a NE-SW direction, i.e., parallel to the dip and transport direction of the fault. The rock types that make up the footwall in both areas include carbonate and clastic metasedimentary rocks, and gabbroic to granitic metaigneous rocks. The Mitchel Range contains the structurally deepest exposure of the ductile shear zone in the CMMCC. Penetrative ultramylonitization affects all rock types and occurs in a zone that is at least 1 km. Quartz and calcite experienced dislocation creep, whereas, feldspar experienced alteration-related dynamic recrystallization. Most of the Miocene dikes in the Mitchel Range are cross cut by and transposed into parallelism with the mylonitic fabric. Ductile shearing in the Hinkley Hills is localized into discrete zones that are generally less than 50 m thick and composed of calcite marble and quartzite. Miocene dikes in the Hinkley Hills post-date ductile deformation but are cross-cut by the brittle detachment. The dikes in both areas are lithologically identical. If they were emplaced in the same event, the distance (2 km) between the Hinkley Hills and Mitchel Range spans a major rheologic transition in the crust: possibly the transition from fully-brittle to fully-ductile deformation mechanisms.

Estimates for the maximum thickness of the "brittle-ductile" transition are 200-1100 m. These values are much lower than thicknesses predicted by monomineralic deformation experiments (e.g. Hirth and Tullis, 1994, *Journ. Geoph. Res.*) or by two-mechanism rheologic model for heterogeneous crust. Like most metamorphic core complexes, mylonitization in the Mitchel Range was accompanied by extensive hydrothermal alteration, and the sharp transition may reflect a depth-dependent increase in pore fluid pressure.

COMPILATION OF THE ACTIVE FAULTS IN WESTERN CENTRAL MEXICO.

Delgado Granados Hugo

Instituto de Geofísica, UNAM
Circuito Exterior, C.U. Coyoacán 04510,
México D.F.

The faults of western Trans-Mexican Volcanic Belt are mainly associated with the boundaries of the so-called Jalisco Block. These boundaries are thought to be a part of a complex tectonic arrangement associated with a continental rifting process which is thought to have started during the Late-Miocene-Early Pliocene. However, the existence of the rifting process in western Mexico is a theme of strong debate and even though there is great attention focused on the structures in this region, there is not any fault studied in enough detail to determine whether is active or not. Under these circumstances it is difficult to list names of active faults because even the activity of the best studied case like the Santa Rosa Fault is still under discussion. For instance, the Santa Rosa Fault has been documented active from geodetic surveys, but local reactivation of the fault caused by hydraulic load of the Santa Rosa dam has been used as an argument against any present activity.

In this paper, nine faults are proposed as active with a variable amount of evidences to determine their activity. These faults are shown on a map along with the available evidences of activity and discussion is encouraged during the meeting in order to acquire more data for their confirmation or rejection as active faults.

The proposed active faults are: a) Associated with the Tepic-Zocalo Rift: Santa Rosa Fault, Zapopan Fault, El Rosario Fault, San Marcos-Ameca Fault System, and Magdalena-Tequila Fault System. b) Associated with the Chapala Rift: Pajacuarán Fault. c) Not associated with any rift system: Puerto Vallarta Fault System, María Madre Fault System and Santa Clara Fault.

FALLAS Y FRACTURAS EN EL VALLE DE AGUSCALIENTES PARTE I: TECTÓNICA RECIENTE

Nieto-Obregón, Jorge* y Lermo-Samaniego, Javier**

* Facultad de Ingeniería, UNAM, Circuito Escolar,
C.U. Del. Coyoacán, México, D.F. 04510

** Instituto de Ingeniería, UNAM, Circuito Interior,
C.U. Del. Coyoacán, México, D.F. 04510.

La ciudad y el estado de Aguascalientes han sido afectados en su infraestructura civil por fracturas y fallas normales, sensiblemente paralelas, de orientación N-S y echados verticales, que han aparecido en los últimos 10 años. La orientación de estas fallas y fracturas es paralela a los límites del Graben de Aguascalientes. La Paleotopografía de éste es irregular y escalonada. Las fracturas y la sismicidad inducida, recientemente detectada, se atribuyen a la acelerada extracción de agua subterránea en este siglo, y a la consecuente compactación diferencial de los sedimentos que rellenan al graben.

Algunos rasgos sin embargo, indican una actividad tectónica previa, pero de edad tan reciente como el Cuaternario Tardío:

a) El drenaje labrado en los sedimentos tobáceos cuaternarios al este de la ciudad muestra en un mapa hipsométrico una marcada orientación en la dirección N30E, evidenciando un control estructural.

b) Fracturas de echados verticales que afectan a la unidad denominada Toba Zoyatal de edad Mioceno Tardío y a los sedimentos tobáceos cuaternarios, muestran una distribución estadística con dos máximos en las orientaciones N-S (coincidente con el rumbo de la Falla Oriental del Graben de Aguascalientes) y N30E (coincidente con la dirección preferencial del patrón de drenaje). La similitud de estas orientaciones sugiere una causa común.

c) Volcancitos de lodo o tumores, alineados paralelamente a la dirección de la falla principal, desarrollados en tobas del Cuaternario. Estos fueron investigados en zanjas de mas de 2 m de profundidad y en ellas se muestra la existencia de conductos tubiformes y cónicos que rematan en forma de hongo, rellenos de arenas finas y limos que sirvieron de aporte a las formas positivas descritas.

d) Estructuras de licuación de sedimentos en tobas del Cuaternario en los cortes de la carretera que va a San Luis Potosí.

Estos rasgos indican una actividad tectónica del graben durante el Cuaternario y añaden por lo tanto un factor de riesgo sísmico y tectónico a la región, que deberá evaluarse cuidadosamente.

260.TVC.58

COMPILATION OF THE MAJOR ACTIVE FAULTS IN NW MEXICO

Roldán -Quintana, Jaime and
Centeno-García, Elena

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

The present tectonic activity of NW Mexico can be grouped in three main neotectonic provinces: 1) the

Baja California-Gulf of California (BC-GC), 2) the Sonoran Basin and Range (SBR), and 3) the Sierra Madre Occidental Province (SMW) (Ortega-Gutierrez, this volume).

Active faults in the north region of the Baja California Peninsula and Coast of Sonora (BC-GC province) are related to the transtensional San Andreas Fault System and have mostly strike slip and some dip slip movements. This group includes: The Cerro Prieto, San Jacinto, San Miguel, Agua Blanca, and the Santa Clara Bay Fault in the northern coast of Sonora.

In contrast, faults located in the southern regions of the BC-GC province are associated to the tectonics within the Gulf of California and are mostly normal faults. In this group we consider the La Paz Fault and the El Cabo Fault System. Fault scarps cutting alluvial fans have been reported in the Tiburón Island.

The Basin and Range province in north-eastern Sonora do not present mayor neotectonic activity. The Pitaycachi normal fault is the only active fault that has been reported in the literature.

There are not known reports on active faulting in the Sierra Made Occidental Region.

261.TVC.59

THE OAXACA FAULT. THE ONLY FORMALLY DEFINED ACTIVE FAULT IN SOUTHERN MÉXICO

Ortega-Gutierrez, Fernando*
Centeno-García Elena**

*Instituto de Geología, UNAM, 04510-México D.F. **
Instituto de Geología UNAM, Apartado Postal 1039,
Hermosillo, Sonora 83000

Detailed geologic mapping, geomorphological, and stratigraphic data are the only source for evaluation of its Quaternary activity (Centeno-García *et al.* 1979). Its sectioned or segmented nature was proposed on that basis, but no historical earthquakes have been recorded with epicenter in the fault trace.

The Oaxaca Fault is presently a high + 0 < to low angle, down-to-the-west normal fault bounding the Zapoteco terrane to the west from the Cuicateco terrane to the east. It occupies the site of a former low-angle thrust marking the pre-Cretaceous suturing of those terranes.

Number of sections are 6 to 7 according to Centeno-García *et al.* (1990) but only 3 according to Nieto *et al.* (in press). Only the Jayacatlán section extending exactly N-S from Atlahuaca to Lat 17°20' and dipping west at 40°, has clear evidence of Quaternary movement: a perfectly sharp and continuous scarp over 200 m high and a total faceted relief between the valley and higher points of the Juárez front range of about 2,000m. Scarp sinuosity (Centeno-García, 1979) suggests movements younger than 1.6 Ma (Quaternary) which have ruptured Precambrian,

Cretaceous and late Tertiary strata. Long term slip rate remains undetermined but probably it is over 1 mm/yr, as deduced from the abrupt and high elevation of the mountain front all along the 200 km length of the fault.

Detailed studies such as isotopic dating, microseismicity, and trenching would be required to assess more precisely the neotectonic activity of the Oaxaca Fault and its associated risks.

262.TVC.60

EROSION TECTONICA MIOCENICA EN LA MARGEN SUROCCIDENTAL DE MEXICO, INFERENCIAS BASADAS EN GEOBAROMETRIA DE PLUTONES.

Morán-Zenteno, D.J.,* Corona-Chávez, P. ** Tolson-Jones, G.***, Nieto-Samaniego, A.*

*Instituto de Geología, UNAM, C.U.
04510 México D.F.

**Instituto de Investigaciones Metalúrgicas,
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo,
Edificio U Ciudad Universitaria, Morelia, Mich.

*** Posgrado en Geofísica, UACPYP, CCH
Instituto de Geofísica, UNAM.

La evolución tectónica de la margen suroccidental de México durante el Terciario está caracterizada por episodios de truncamiento continental que incluyen la remoción por desplazamiento lateral de fragmentos continentales (Bloque Chortis), así como por episodios de erosión tectónica posteriores.

La proximidad de la cadena de plutones oligocénicos a la Trincher de Acapulco, así como la geometría del segmento subducido de la Placa de Cocos en la región de Guerrero-Oaxaca, indican que posteriormente al paso del punto triple trincher-trincher-transforme, que acompañó el desplazamiento del Bloque Chortis, ocurrieron episodios de remoción de importantes volúmenes de la corteza continental por erosión subaérea y adicionalmente se desarrollaron eventos de erosión por subducción. Estos eventos dieron como consecuencia la exposición generalizada de los plutones oligocénicos y el adelgazamiento de la corteza continental próxima a la trincher.

Con el objeto de evaluar la importancia de los procesos de erosión por subducción durante el Mioceno se realizaron estudios sobre la profundidad de emplazamiento de los granitoides expuestos a lo largo de la costa basados en el geobarómetro de Al_{tot} en hornblendas. Los resultados indican que los plutones que afloran en posiciones cercanas a la costa fueron emplazados a presiones promedio de 5 Kb.

La edad de emplazamiento de los plutones y las relaciones estratigráficas en la pendiente interior de la

Trincher de Acapulco y del prisma de acreción, indican que los eventos de erosión tectónica posteriores a la remoción del Bloque Chortis ocurrieron principalmente entre los 25 y 10 Ma. Los episodios de erosión por subducción resultaron en una subsidencia de la parte más externa de la margen continental remanente. Estimaciones basadas en la posición antigua de la paleotrincher indican una migración de ésta hacia el continente con una velocidad mínima de 7 km/Ma que es superior a las estimadas para las márgenes de Perú y Japón. Si en el cálculo de la profundidad de emplazamiento de los plutones a lo largo de la costa se toman en cuenta solo los efectos de la carga litostática, la erosión tectónica de la corteza inferior a lo largo de esta franja no habría sido mayor de 10 km. Sin embargo, la consideración de una carga tectónica significativa daría como resultado un mayor espesor de corteza erosionada. Durante el desarrollo de los eventos de erosión por subducción miocénicos se inició de la trayectoria subhorizontal actual de la placa subducida y la migración del magmatismo cacicalcalino hacia el interior del continente.

279.TVC.61

RESTITA DEL COMPLEJO XOLAPA EN LA VENTA, GUERRERO, SIGNIFICADO GEOLOGICO

Alfredo Victoria-Morales*, José de Jesús Vega-Carrillo**, Pedro Corona-Chávez***

*Facultad de Ingeniería, UNAM
Ciudad Universitaria, Deleg. Coyoacán
México, D.F., C.P. 04510

**Instituto de Geología, UNAM
Ciudad Universitaria, Deleg. Coyoacán
México, D.F., C.P. 04510

***Instituto de Investigaciones Metalúrgicas
Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo
Apdo. Postal 528, Morelia, Mich, C.P. 58000

En la zona aledaña al poblado de La Venta, Guerrero aflora una secuencia de migmatitas pertenecientes a la región meridional del Complejo Xolapa. El leucosoma está formado por cuerpos masivos o pegmatíticos de composición granítica, y al melanosoma lo constituyen gneises pelíticos de granate, biotita o ambos. Contenida en esta secuencia se presenta el paquete de restitas en estudio.

La paragénesis identificada para esta roca es: biotita-cordierita-silli-manita-rutilo. De modo general presenta una textura cristaloblástica, presentando en algunas áreas fenoblastos de sillimanita. La paragénesis encontrada sitúa las condiciones de formación de la restita en la parte alta de la facies de anfibolita en un ambiente de baja presión definido principalmente por la presencia de cordierita.

Esta roca corresponde a la parte de menor movilidad,

siendo la fase más refractaria de una secuencia pelítica, que se vió afectada por procesos de migmatización.

Tomando como base los datos hasta ahora recabados para el Complejo Xolapa, se puede asegurar que para la zona comprendida entre El Treinta y La Venta, existe un incremento de metamorfismo de norte a sur, correspondiendo esta roca a las partes más profundas de la secuencia afectada.

280.TVC.62

CARACTERIZACION GEOFISICA DEL COMPLEJO METAMORFICO TIERRA CALIENTE.

García Pérez, Frank* y Urrutia Fucugauchi, Jaime**

*Posgrado en Geofísica UAPCyP-CCH

Instituto de Geofísica, UNAM, 5410, México D.F.

**Laboratorio de Paleomagnetismo

Instituto de Geofísica, UNAM

México, D.F., C.P. 04510

Existen varias hipótesis que tratan de explicar la complejidad geológica de los diferentes terrenos tectonoestratigráficos en la zona sur-este de México; donde existe una diversidad de estos que pudieran estar afectados por todos los procesos tectónicos vinculados a su distribución y emplazamiento.

La información geofísica y las fotos aéreas de que se disponen de la zona de Tierra Caliente y sus alrededores, muestran lo complicado de la geología y la tectónica en general.

El campo gravimétrico presenta anomalías de interés que son interpretadas cuantitativamente en este trabajo, a partir del modelaje de cuatro perfiles regionales, permitiendo obtener cortes de toda la corteza incluyendo el manto superior. Otras herramientas gravimétricas como el Gradiente Total Normalizado y la Continuación Analítica Ascendente son empleadas permitiendo hacer una valoración más precisa de los resultados.

El cuerpo representado en los modelos con densidad 2.51 pudiera asociarse geológicamente al Complejo Metamórfico Tierra Caliente. Los terrenos Guerrero y Mixteco, así como la Falla Volcánica Mexicana, pudieran asociarse según su ubicación a los cuerpos de densidades 2.38 y 2.39, 2.48 y 2.42 y 2.45 respectivamente. El intrusivo silíceo de la mesa Los Caballos es modelado hasta profundidades de 27Km. Factores como la anisotropía de los cuerpos, la bidimensionalidad de los modelos y otros, hacen que las densidades de los modelos no sean representativas de las litologías antes mencionadas.

281.TVC.63

PALEOINTENSIDADES DE ROCAS Y VOLCANICAS DEL PALEOCENO SUPERIOR-HOLOCENO DEL CENTRO DE MEXICO

Morales-Contreras J., Bohnel, H.

Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán

México, D.F., C.P. 04510

Se estudiaron 30 sitios de rocas volcánicas de la época Brunhes Superior para obtener paleointensidades de los últimos 30,000 años utilizando los métodos de Thellier y Shaw. Al menos 4 muestras por sitio fueron evaluadas para tal propósito. Un tercio de los sitios fueron excluidos debido a la presencia de fuertes componentes secundarias remanentes, o porque mostraban paleointensidades no confiables. Las siguientes propiedades magnéticas fueron estudiadas para verificar la confiabilidad de las paleointensidades: histéresis magnética, variación de la susceptibilidad magnética a temperaturas altas y bajas, y curvas termomagnéticas. Las paleointensidades obtenidas varían entre 24 y 76 μT y son comparadas en los resultados reportados con otros sitios para rocas del mismo rango de edad. Parte de los resultados han sido obtenidos en diferentes laboratorios y son comparados entre sí para evaluar la reproducibilidad de los experimentos. Para los sitios en donde hay resultados disponibles de ambos experimentos, los resultados se comparan para evaluar la funcionabilidad de dichos métodos.

282.TVC.64

GEOQUIMICA Y ORIGEN DEL BATOLITO DE RIO VERDE TERRENO XOLAPA

Hernández-Bernal, M.S., Morán Zenteno, D.J.

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

Se describen las características geoquímicas de elementos mayores y elementos traza de las rocas graníticas terciarias del sector Pinotepa Nacional - Río Verde - Puerto Escondido, Oax., pertenecientes al cinturón plutónico del Terreno Xolapa. Las relaciones isotópicas iniciales de $^{87}Sr/^{86}Sr$ se encuentran en el intervalo de 0.70419 - 0.70532 y los valores de ϵNd de -3.012 a +0.8762. El comportamiento de los óxidos mayores revelan el carácter calcoalcalino del conjunto. Por las características mineralógicas y químicas se delimitan tres cuerpos emplazados en diferentes eventos y pueden considerarse como granitoides pertenecientes al tipo "I". Los fechamientos de biotita y hornblenda por el método de

K-Ar proveen edades de 29.9Ma a 23.5Ma y tasas de enfriamiento relativamente altas. El patrón de Elementos de Tierras Raras (REE) refleja enriquecimiento de LREE respecto a las HREE, además de una ligera anomalía de Eu. A partir de este patrón de REE y otros elementos traza y las relaciones isotópicas de Sr y Nd se han interpretado la posible fuente y los procesos que afectaron al magma. El proceso de mezcla de un magma proveniente del manto con rocas corticales pertenecientes al Complejo Oaxaqueño con un grado de 10-40% de contaminación, es el que mejor explica el comportamiento isotópico del Batolito de Río Verde. Los procesos de cristalización fraccionada son de escasa magnitud.

283.TVC.65

ACTIVIDAD VOLCANICA DEL SAN MARTIN TUXTLA Y EL JORULLO DURANTE EL SIGLO XVIII Y LA REAL EXPEDICION A LA NUEVA ESPAÑA

Urrutia-Fucugauchi, J.

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

El siglo XVIII se caracterizó por una intensa actividad volcánica, que incluyó a: Jorullo (1759-1774), San Martín Tuxtla, (1793), Tres Vírgenes, (1746), Popocatepetl y Colima. Interés en registros documentales sobre los Tuxtlas y Jorullo nos condujo a los reportes del naturalista José Mariano Mociño y de ahí a los estudios realizados por la Real Expedición Científica a la Nueva España (1787 y 1803). Esta incluyó entre sus más conatados participantes a Martín Sessé (director), V. Cervantes, J. Longinos, J. Sansevé y Mociño. La expedición cubrió una parte considerable de la Nueva España y se extendió hacia al N hasta incluir la actual isla de Vancouver, Canadá, hacia el S hasta León, Nicaragua y al E en las islas de Cuba, Puerto Rico y Santo Domingo. Los principales objetivos estaban en el campo de la botánica, aunque como era común en la época, los intereses de los participantes se extendían más allá; circunstancia que les permitió realizar los estudios sobre la actividad volcánica de San Martín Tuxtla y del Jorullo, cuyos datos aquí se analizan y comparan. Fué muy productiva y logró reunir considerable cantidad de material, a pesar de haber tenido que enfrentar múltiples problemas de muy diversa índole, que en nuestros días aún nos son familiares, incluyendo pugnas con las autoridades universitarias e internas, dificultades económicas, enfermedades, problemas aduanales, etc. En sus fases de análisis y preparación del material para publicación sufrieron los acontecimientos de principios del siglo XIX, la

piratería, la guerra de España e Inglaterra, la intervención francesa y gobierno de Bonaparte y las guerras de independencia. Acontecimientos que afectaron los estudios y vidas de Sessé y Mociño; quienes protagonizaron una historia digna de la literatura romántica de la época.

284.TVC.66

MID-CENOZOIC VOLCANISM IN THE ISTHMUS OF TEHUANTEPEC AND ITS REGIONAL SIGNIFICANCE.

Ferrusquia V., Ismael*, McDowell Fred, W.**

*Instituto de Geología, UNAM

C.U. Del Coyoacán, 04510, México D.F.

**Department of Geological Sciences

The University of Texas, Austin, Tex. 78712, USA

In the Laollaga-Lachivizá Area located in the Isthmian Region of the Oaxaca State, between 16°35' -16°45' N Lat. and 95°10' -95°25', a 2 000 to 2 500 m thick, light colored, felsic, diversely textured, welded to non welded, flow to air emplaced, thin to thickly bedded pyroclastic sequence extensively crops out; it forms numerous moderate to strongly tilted blocks that strike in different directions.

Isolated dykes, sills and stocks of intermediate to mafic composition intrude this sequence. K-Ar ages 13.01 to 15.16 Mybp and 13.46 to 16.92 Mybp of the intrusives and the pyroclastic sequence respectively, make them coetaneous and place them in the late Middle Miocene.

A rhyolitic dome seemingly intertongues in some places the pyroclastic sequence and in others lies in fault contact with it. Both the stratigraphic relationships and compositional similarity strongly suggest a Middle Miocene age for the dome, which is the first structure of its kind recognized in the Isthmian Region.

The volcanic and intrusive bodies unconformably overlie a basement consisting of a metamorphic complex overlain by a Cretaceous Limestone unit, intruded by granitic to granodioritic stocks partly overlain by a transitional to fully terrestrial phyllarenitic unit of Early Tertiary age. The Cenozoic sequence was preserved in a NW-SE trending graben flanked by horsts made up by the complex and the limestone units.

The information presented above objectively constraints the period of intensive regional tectonic and magmatic Cenozoic activities to the Miocene.

ESTUDIO DE LA ZONA MILONÍTICA EN LOS LÍMITES DE LOS TERRENOS XOLAPA Y OAXAQUEÑO AL PONIENTE DE POCHUTLA, OAXACA

Rodríguez Rivera*, Ruben D***, Lazos Ramírez,
Zulema,***, Hernández Treviño T.*, Morán Zenteno,
D.*** Victoria Morales, A.**

* Instituto de Geofísica, UNAM, Circuito Exterior,
C.U. Del. Coyoacán 04510 México D.F.

** Facultad de Ingeniería, UNAM, Circuito Escolar,
C.U., Del. Coyoacán 04510 México D.F.

*** Instituto de Geología, UNAM, Circuito Exterior,
C.U., Del. Coyoacán 04510 México D.F.

La región occidental de Pochutla muestra tres conjuntos petroectónicos claramente diferenciados. El primero se localiza al norte del área y está representado por metagabros y piroxenitas del Terreno Oaxaqueño, el segundo es un conjunto de rocas deformadas por efectos de cizalla intensa, y el tercero está formado por intrusivos de naturaleza granítica que se encuentran intrusionando una secuencia de migmatitas, esquitos y gneises del Terreno Xolapa.

El área de estudio muestra como rasgo más sobresaliente una franja de cizalla intensa de composición cuarzo-feldespática con más de 10 km. de anchura en algunas zonas, mostrando como tendencia general un incremento en la intensidad de la deformación hacia el norte. Esta franja afecta a rocas de los terrenos Oaxaqueño y Xolapa; las más afectadas son las correspondientes al Terreno Xolapa. La orientación preferencial de la zona milonítica es E-W con desplazamiento lateral izquierdo subvertical. Esta región se bifurca cerca del poblado de Santo Domingo por la presencia de un intrusivo postdeformación, a partir de ese punto una de las franjas cambia de dirección hacia la costa con rumbo SW y la segunda sufre una desviación hacia el NW. Los análisis macro y microestructural permitieron reconocer distintos indicadores cinemáticos que incluyen estructuras sigma y delta, cuyas características indican una deformación milonítica por desplazamiento lateral izquierdo entre ambos terrenos; con un rango de temperaturas entre 350° y 500° C.

286.TVC.68

GEOMORFOLOGÍA Y GEOLOGÍA DEL SUR DE LA SIERRA DE LAS CRUCES Y PARTE DE CHICHINAUTZIN.

Canedo Casto, Marcela

Como la geomorfología es una de las herramientas principales para: conocer la geología de una región, planear asentamientos humanos e industriales, evaluar riesgos naturales, localizar y explotar racionalmente acuíferos y bancos de material y proponer medidas para la estabilización de taludes, se realizó un estudio en el sur de la Sierra Las Cruces y en parte de Chichinautzin por medio de fotointerpretación y de visitas de campo. El resultado se presenta en las cartas morfogenética y geológica, escala 1:80 000 del área de estudio localizada al SW de la Ciudad de México, entre las cuencas del Alto Lerma (Toluca) y México (19° y 19°30' latitud Norte y 99°15' y 19°30' longitud oeste) donde los relieves existentes son los siguientes:

- volcánico acumulativo (endógeno)
- volcánico erosivo (endógeno modelado)
- exógeno erosivo y
- exógeno acumulativo.

El volcanismo Pliocuaternal originó flujos de cenizas, de bloques y cenizas, depósitos de caída, lavas dacítico-andesíticas y epiclastos en la Sierra de Las Cruces, mientras que en Chichinautzin predominan basaltos y basaltos andesíticos. Hay fracturamiento y/o fallamientos corticales de dirección E-W que rompieron la Sierra de Las Cruces de dirección NW-SE y que sirvieron para emplazar los volcanes monogenéticos de Chichinautzin quedando dividida en dos partes: la norte propiamente llamada de Las Cruces y la sur conocida como Zempoala.

288.TVC.69

CARACTERIZACION ACUSTICA DE FLUIDOS EN LAS CHIMENEAS HIDROTHERMALES DEL PACIFICO ORIENTAL

Guerrero, J., * Rona P.A. **, D.R. Palmer**, Chayes,
D.A., Jones, C., Czarenecki, M., Carey, E.W.***
y Mottl, M.J.****

*Instituto de Geología, UNAM.

NOAA *Naval Research Lab.

****University of Hawaii

A fin de caracterizar tridimensionalmente los fluidos emanados de las ventilas hidrotermales de la Cresta del Pacífico Oriental, (21°N, 109°W), se efectuó un cruceo oceanográfico en el N/O "Laney Chouest" y en el sumergible "Turtle" de la Marina de los E.U. Once inmersiones a 2640m.b.n.m. se efectuaron en el área "Clam Acres", concentrándose el estudio en 2 chimeneas adyacentes. El experimento consistió en la caracterización acústica de las plumas hidrotermales de alta temperatura, mediante el uso de un sistema de sonar modificado y adaptado al sumergible basado en la dispersión de partículas.

suspendidas en la pluma. Múltiples barridos acústicos a distancias de 3 a 70m se efectuaron durante las inmersiones que totalizaron 95 horas de trabajo en el sumergible. Los resultados graficados permiten la reconstrucción tridimensional de las plumas, revelando una imagen coherente de ellas hasta 100m. arriba del piso oceánico. El estudio indica cambios en la distribución y forma de partículas en la pluma, en una escala de tiempo, de segundos. Se concluye que el método es valioso para el monitoreo de plumas hidrotermales en su detección inicial en rangos intermedios (aprox. 100m.) y para su caracterización dinámica en diferentes rangos (3-200m).

289.TVC.70

LA CAMPAÑA NAUTIMATE: IMMERSIONES PROFUNDAS EN LA TRINCHERA DE AMERICA CENTRAL

J. Guerrero*, B. Mercier de Lepinay**, F. Michaud***, W. Bandy****, J. Bourgois***, T. Calmus*****, M. Castres***, K. Olu*****, M. Sossón** y M. Villeneuve**

*Instituto de Geología, UNAM

**Inst. Geodynamique, INSU-CNRS-UNSA,

***Univ. P. et M. Murie

****Instituto de Geofísica UNAM

*****Universidad de Sonora

*****IFREMER

La campaña de inmersiones NAUTIMATE se efectuó en enero y febrero de 1994, a lo largo de la costa oeste de México, a bordo del navío oceanográfico NADIR. El equipo científico comprendió investigadores de las universidades de Niza-Sofía-Antipolis y Pierre y Marie Curie, de IFREMER, de la UNAM y de la Universidad de Sonora. Veinte inmersiones a profundidades hasta de 4459 m fueron realizadas por el sumergible NAUTILE, a lo largo de la fosa de América Central, 12 en el graben de Manzanillo, 3 sobre el escarpe de Tres Marías, 3 en la terminación septentrional de la fosa y 2 sobre la planta oceánica Rivera. Se colectaron 190 muestras de roca y sedimentos, así como 9 núcleos y 13 muestras de fluidos. Esta campaña se inscribe en un programa general de estudios tectónicos de la margen Pacífica Mexicana, en el punto de triple unión de las placas de Cocos, Pacífica y América del Norte, y está orientada al estudio de movimientos verticales asociados a la subducción así como el estudio de la deformación activa a lo largo de zonas de falla evidenciadas por la presencia de colonias de Calyptogena.

297.TVC.71

MAJOR ACTIVE FAULTS IN THE SOUTH OF MEXICO

Chávez M.*, Velasquillo L.*, Barrier E.**

* Instituto de Ingeniería, UNAM, Apdo Postal 70-569, 04510 México D.F. ** Laboratoire de Tectonique Quantitative, Université P&M Curie, 4 Place Jussieu T25-26, 75252, Paris, France.

Accordingly with Ortega-Gutierrez (1994), the south México comprises the Isthmus of Tehuantepec (IT), Southern Chiapas (SC), and the Yucatan Platform (YP), neotectonic provinces. In this work we present preliminary results of the compilation about major active faults in the IT, the SC and the YP provinces. So far the only major active fault identified in the mentioned neotectonic provinces is the so-called Polochic-Motagua Fault System (PMFS). The PMFS is a left lateral strike-slip system of faults which extends for about 400Km from Honduras Gulf to the Mexico-Guatemala border (Carfanten, 1987). The direction of the PMFS fluctuates from a NE-SW direction in the continuation of the Cayman Trough, to an E-W direction in the Mexico-Guatemala border, and constitutes a boundary between the Caribbean at the North American plates. The rates of strike-slip fault displacement of some of the faults which made-up the PMFS are as follows: the Polochic Fault Zones of southern México and Guatemala offsets varies from 1.3 to 20 mm/yr over the last 15 m.yr, and a 130 km of left lateral displacement; the Motagua Fault Zone in Guatemala offsets Quaternary terraces with a rate of 6 mm/yr over the last 10,000 yr, and about 60 m of left-lateral displacement (Mann et al., 1990). Recent paleostress studies in the PMFS suggests an extensional deformation regime for the region (Meschede et al, 1993). In relation with the seismic activity of the 1974 a large earthquake ruptured a 230 km long segment of the Motagua fault (Plafker, 1976). Also, the analysis of the seismic activity in the rest of the PMFS indicates that the system is seismically active (Marlow, 1976).

**POPOCATEPETL VOLCANO REACTIVATED:
GAS MONITORING SHOWS INCREASED
FUMAROLIC ACTIVITY.**

H. Delgado¹, S.N. Williams², T. Fischer², C. Siebe¹,
J.J. Venegas³, L. Cárdenas³, J. Wingartz³ and G. Orozco³

¹ Instituto de Geofísica, UNAM
Circuito Exterior, C.U. Coyoacán, 04510, México, D.F.

² Department of Geology
Arizona State University, Box 871404,
Tempe, AZ 85287-1404 USA

³ Facultad de Ingeniería, UNAM.
Circuito Escolar, C.U. Coyoacán 04510, México, D.F.

Popocatepetl volcano's last eruption lasted from 1920 to 1927. Since then, the volcano remained in a fumarolic state. This fumarolic state started to increase probably in October 1990 when a group of mountain climbers first reported new fumarolic vents in the eastern flank of the volcano. In 1991 and 1992, vague reports on the increased activity were heard but by January 1993 this increased fumarolic activity was confirmed and systematic observations of the activity started. In January 1994, the gas emission started to be monitored by a correlation spectrometer (COSPEC) in order to estimate the total SO₂ discharge rate. In addition, devices filled with a KOH solution (Japanese boxes) were installed around the crater rim and near fumarolic vents associated with fractures on the flanks of the volcano, in order to establish a baseline for the S/Cl and S/F rates emitted by the fumaroles. COSPEC measurements made in January threw a number of 1200 tons/day of SO₂ and Popocatepetl entered in a selected league of the five most active volcanoes of the world in terms of its sulfur dioxide discharge rate. Different measurements made in July, both by land and air, showed increasing activity with 2879 tons/day and 3020 tons/day respectively, indicating that the volcano is systematically increasing the emission of SO₂. This has been confirmed visually during the periodic visits to the crater to get the samples from the Japanese boxes. Fumaroles are emitted from fractures on the crater walls, from the crater floor (inside and outside the central dome) and from several vents along a fracture on the SE flank from the crater rim and as far as 300 m (in height) from the rim. The most powerful fumaroles are on the SE bottom floor of the crater where native sulfur deposits are observed with a reddish color due to partial melting of sulfur. The jetting gases coming out emit hissing noises and elevate sometimes up to 600 m above the crater rim (about 6000 m.a.s.l.). The S/Cl and S/F rates however, have remained within the same range. The resultant activity baseline will be helpful to detect future eruptive premonitory events.

**VOLCANISMO Y SEDIMENTACION DEL PLIOCENO
EN EL NORESTE DE BAJA CALIFORNIA**

Arturo Martín-Barajas
Departamento de Geología, CICESE
Alfonso Cuevas Jiménez
Facultad de Ciencias Marinas, UABC
Mario Rebolledo-Vieyra
Departamento de Geología, CICESE

Durante la extensión y el volcanismo en la etapa temprana del Golfo de California se desarrollaron cuencas que fueron rellenadas con depósitos piroclásticos y epiclásticos. La secuencia marina de Puertecitos, de edad Plioceno, se depositó en ambientes someros junto a un centro de volcanismo explosivo en el noreste de la Península. La secuencia marina sobreyace a rocas volcánicas del Mioceno Tardío (~6 Ma) en el flanco oriental de la Provincia Volcánica de Puertecitos y de Sierra San Fermín (al norte). Es contemporánea a un período de volcanismo del Plioceno (~3 Ma) cuya fuente se ubica al S-SE de Puertecitos. La secuencia marina comprende dos miembros informales. El miembro inferior (Pmi) representa una transgresión marina con conglomerados en la base y areniscas y lodolitas hacia la cima. Pmi subyace a la unidad basal de las tobas del Plioceno en la zona de Puertecitos, la cual se acuña hacia el norte. El miembro superior (Pms) representa una regresión, y sobreyace concordantemente a Pmi en la zona de Puertecitos, pero en discordancia erosional en Sierra San Fermín. Consiste básicamente en una alternancia de lodolitas y areniscas de ambiente intermareal con variaciones laterales a areniscas y brechas conglomeráticas que sugieren depósitos de deltas de abanico, que progradaron ocasionalmente el litoral. El miembro superior contiene varias unidades volcanoclásticas interestratificadas que permiten la correlación de la secuencia marina a lo largo de 35 km en dirección norte-sur.

La composición litológica de la secuencia marina y de algunos horizontes volcanoclásticos retrabajados indica una variación en la fuente de aporte. El miembro inferior, a pesar de haberse depositado durante un período de escasa actividad volcánica, se compone exclusivamente por sedimentos volcanogénicos y sus productos de alteración. La fracción arcillosa en las lodolitas y areniscas consiste predominantemente en esmectita con menor contenido de illita. La fracción arenosa está compuesta de fragmentos líticos y plagioclasas, y los conglomerados por clastos volcánicos de origen local. En contraste, la fracción arcillosa de miembro superior incluye caolinita, y una mayor proporción de illita sobre esmectita. La fracción arenosa muestra un aumento en los contenidos de cuarzo monocristalino, cuarzo policristalino y feldespato potásico y los conglomerados

por clastos volcánicos de origen local. En contraste, la fracción arcillosa de miembro superior incluye caolinita, y una mayor proporción de illita sobre esmectita. La fracción arenosa muestra un aumento en los contenidos de cuarzo monocristalino, cuarzo policristalino y feldespato potásico y los conglomerados incluyen clastos de rocas graníticas y metamórficas. La parte distal de los depósitos proclásticos retrabajados en Pms contienen sedimentos de origen plutónico y metamórfico que indican procesos de mezcla durante el transporte. El cambio de proveniencia de los sedimentos sugiere una intensa actividad tectónica durante el Plioceno que aceleró la denudación de la cubierta volcánica en Sierra San Fermín. La secuencia marina de Puertecitos registra también la terminación del volcanismo explosivo en el noroeste de la Provincia Extensional del Golfo

LA NATURALEZA DEL MOVIMIENTO SISMICO EN EL
VALLE DE MEXICO.
ANALISIS UTILIZANDO ARREGLOS DE
ESTACIONES

Francisco J. Chávez García
Instituto de Ingeniería, UNAM
Cd. Universitaria, Apdo. Postal 70-472
Coyoacán, 04510, México, D.F.

Centro de Investigación Sísmica, A.C.
Fundación Javier Barros Sierra
Carr. al Ajusco 203, Héroes de Padierna
Tlalpan, 14200 México, D.f.

Los efectos de sitio juegan un papel muy importante en la respuesta sísmica del Valle de México. Por ello, durante los últimos años se ha realizado un gran número de investigaciones al respecto. A pesar de ello, sin embargo, subsisten aún algunas dudas sobre la naturaleza del movimiento sísmico que ocasionó daños importantes en 1985. En este trabajo se analiza el campo de ondas observado sobre las capas de arcilla blanda que forman la zona del lago. Para ello, se instalaron dos arreglos de estaciones sísmológicas digitales con registro en tres componentes durante dos periodos sucesivos de tres meses en dos áreas distintas. De enero a abril de 1993 se instaló el arreglo de estaciones en la zona del ex-lago de Texcoco, sobre la arcilla virgen, en los terrenos federales del Proyecto Texcoco. Durante los primeros meses de 1994 un arreglo similar se instaló en área vírgenes, desocupadas del Ejido San Gregorio en Xochimilco. La apertura de los arreglos se varió a lo largo de los experimentos. En cada caso se lograron registrar algunos eventos lejanos en las estaciones.

En este trabajo se presentan los resultados del análisis del campo de ondas registrado. El objetivo es estudiar la naturaleza del movimiento sísmico registrado a lo largo de todo el sismograma. Para ello se estudian ventanas de 10 a 20 seg de duración para cada uno de los componentes registrados. Para cada ventana temporal se estima el espectro $f-k$ en 21 ventanas de frecuencia distribuidas entre 0.4 y 3 Hz, utilizando el método de máxima verosimilitud de Capon. Los resultados permiten determinar los tipos de onda presentes a lo largo del sismograma, su velocidad de fase y su dirección de propagación. Finalmente, se discuten las implicaciones de estos resultados para la predicción del movimiento esperado para temblores futuros.

DETERMINATION OF 3-D STRUCTURE OF
THE CRUST UNDER NORTHERN
BAJA CALIFORNIA, MEXICO

J.A. Madrid
Centro de Investigación Científica y Educación
Superior de Ensenada, B.C. (CICESE)
km. 107 Carr. Tijuana-Ensenada
Ensenada, B.C. México

A number of short period teleseisms recorded by the NW Mexico seismological Network were used to determine the structure of the Crust under each station, from the time differences between converted and uncovered waves, providing a 3-D model of the Crust below the area. The very first seconds of the seismograms are analyzed in terms of their arrival times and the raw energy delivered at the instruments. Wavetrains are identified comparing observed arrival times with the corresponding quantities obtained from a simple ray tracing program. To determine arrival times, the seismograms are translated into "energygrams", by adding the square amplitude of the signals cumulatively. The energygrams are monotonically increasing curves, that combined with the seismograms constitute a powerful way of time identification, and give us the possibility of superposing them, exposing common features of the signals. Given the velocities, a simple set of linear formulae are used to determine the thickness of the layers of the model. The method is independent of the location of the focus. The obtained model can be improved by adding teleseisms from different azimuths, thus allowing us to model inclination of discontinuities below the neighborhood of a station.

028.S.03

DISTRIBUTION OF mb-Ms WITHIN THE SUBDUC-
TION ZONE ALONG THE MIDDLE AMERICA
TRENCH AND ITS SEISMOTECTONIC IMPLICATION

Vyacheslav M. Zobin
Centro de Investigación Científica
y Educación Superior de Ensenada
A.P. 2732, 22830 Ensenada, B.C.

We study the spatial distribution of mb-Ms values for 56 earthquakes from 1978 to 1993, focal depth 0 to 80 km, magnitude range mb from 4.5 to 5.5, occurred along the Middle America trench from 95° to 107°W. The mb-Ms values have a bimodal distribution, with peaks at values of 0.3 and 0.8. Events of the first group, mb-Ms ≤ 0.5 , were distributed along the trench over the whole region, but events of the second group, mb-Ms > 0.5 , were found only in the central part of the region. In cross-

section, events of the first group were situated in the lower part of the dipping focal zone; events of the second group, in the upper part. The border of the central zone are at 90° and 103° W. The first border coincides with the border between the Guerrero and Oaxaca seismic segment, the second is situated in the Michoacan seismic segments between the source zones of great earthquakes of 1973 and 1985. Due to a model of the ablative subduction (Tao & O'Connell 1992), the events of the first group, with predominance of low-frequency radiation, are believed to associate with the deformation of the subducting oceanic plate; the events of the second sample, with predominance of high-frequency radiation, with the deformation of the ablating continental plate. We consider that the structure of the subduction zone along the Middle America trench is characterized by the interaction of the active (ablative) continental and oceanic plates in Guerrero and southern Michoacan and active oceanic and passive continental plates, in Oaxaca and northern Michoacan. As a source of activity of the continental plate in Guerrero, we consider the local continental spreading along the Trans-Mexican volcanic belt.

032.S.04

ESTIMACION IN-SITU DE AMORTIGUAMIENTO EN SUELOS

Calos I. Huerta*, J. M. Roesset**, J.G. Acosta*
L.H. Mendoza*

*CICESE, Ensenada, B.C. México

**The University of Texas at Austin Texas, USA

Se discuten y analizan los resultados del estado actual de los estudios concernientes a la estimación in-situ del amortiguamiento en suelos mediante la aplicación de la técnica del decremento aleatorio (TDA).

La TDA desarrollada por Cole (1973) para su aplicación en problemas de la industria aeronáutica, está basada en el concepto de que la respuesta dinámica de una estructura sujeta a una excitación aleatoria consta de dos partes: la componente determinística, correspondiente a los términos de vibración libre y la componente aleatoria, correspondiente a la vibración forzada. El objetivo es eliminar la componente aleatoria y obtener así la curva típica de decaimiento de vibración libre, de la cual pueden estimarse los valores de amortiguamiento a través de procedimientos convencionales (envolvente logarítmica).

Se aplicó la TDA en sistemas clásicos simples, representativos de depósitos de suelos, para calibrar la técnica de selección óptima de la duración y nivel de amplitud de los segmentos con que se obtiene la firma del decaimiento logarítmico de la señal, y para estimar los valores conocidos de los sistemas. En todos los casos analizados se ha asumido que la respuesta del material es lineal y su amortiguamiento es del tipo

viscoso. Se presentan además ejemplos de casos prácticos de su aplicación utilizando registros de temblores.

055.S.05

VELOCITY STRUCTURE AT THE CORE-MANTLE BOUNDARY FROM DIGITAL DIFFRACTED SHEAR WAVES

Raúl Valenzuela Wong, Jessica L. Butler
and Michael E. Wyssession

Dept. of Earth and Planetary Sc.;

Washington Univ. Campus Box 11669

One Brookings Dr.; St. Louis, MO 63130-4899 USA

Average long-wavelength shear velocity structure in several regions at the base of the mantle was determined using the profiles of core-diffracted SH waves (S_{diff}). There is significant lateral variation in the S_{diff} apparent ray parameters, suggesting considerable lateral shear velocity anomalies in D'' , the region just above the core-mantle boundary (CMB). The seismograms used are taken from the NEIC (National Earthquake Information Center) digital waveform catalog, and are modelled using synthetic seismograms generated with the reflectivity method. In order to attain reliable measures of the D'' lateral velocity structure, the following conditions are imposed. Narrow azimuthal take-off windows are used for any particular profile to eliminate source and down-swing path effects and to ensure sampling of a coherent region at the CMB. Long epicentral ranges (up to 31°) are used to minimize contamination from mid-mantle heterogeneity, much of which is removed by tracing the rays through the mantle tomographic model SH8/MW13 [Woodward et al., 1993]. While this does not allow us to image spatial features smaller than about 1000 km in length, it ensures a greater reliability of the slownesses obtained. A minimum of 4 stations, and as many as 8, helped remove spurious effects from signal noise and small scale mantle inhomogeneities. Apparent ray parameters are determined by least-squares fits through the pulse maxima of the instrument deconvolved ground displacements, and heterogeneities are quantified through comparisons with the synthetic ray parameters. The D'' heterogeneity we find varies by $\pm 3.75\%$ relative to a PREM Earth, with slownesses in the range 8.2 to 8.8 s/deg, and is in general agreement with mapped anomalies from previous studies. The northern Pacific Ocean is the region most densely sampled. Four profiles sample under central Asia, one traverses the Arctic Ocean, and one more plots under the Atlantic.

63.S.06

ESTIMACION DE Q EN EL CAMPO GEOTERMICO DE CERRO PRIETO, BAJA CALIFORNIA

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

Se realizó un estudio de atenuación en una zona muy local en el campo geotérmico de Cerro Prieto. Para realizarlo se aprovecharon los registros obtenidos por una red local temporal de siete estaciones que se instaló durante cuatro meses con el fin de monitorear la actividad sísmica en la zona de producción. Los datos consisten de 22 eventos localizados por lo menos en 4 estaciones. Los instrumentos utilizados fueron; 5 estaciones con sensores de período corto (velocidad) y 2 con sensores de aceleración, todas con una velocidad de muestreo de 125 muestras por segundo. Se calcularon valores de Q con ventanas angostas a intervalos de 1 Hz. Los valores encontrados de Q para las diferentes frecuencias muestran una clara dependencia de la frecuencia con valores de $Q \approx 100$ a 3 Hz hasta $Q \approx 4450$ a 25 Hz. Esta variación la caracterizamos con una relación de dependencia de la forma $Q_0 f^\alpha$ con valores de Q_0 de 86 ± 20 y valores de α de 0.48 ± 0.1 .

El análisis de los espectros de amplitud nos muestran un decaimiento con ω^{-3} a frecuencias mayores de 20 Hz el cual atribuimos a la atenuación de capas mas superficiales. Usando un operador de atenuación de la forma e^{-kt} encontramos valores de k entre 0.06 y 0.08 para las diferentes estaciones.

64.S.07

TEMBLOR DE CEMPOALA, VERACRUZ DEL 24 DE MARZO DE 1994

Roberto Gómez R¹., Sixto Fernández R²
Hugo Bravo Ch²., Juan C. Flores³, Antonio Uribe C.²
¹CFE., C.N. Laguna Verde. INGRIA/Disc. Fis. Aplicada
A.P. 53 Cd. Cardel, Ver.
²CFE, Depto. Est. Sismotectónicos,
Insurgentes Sur 9494 4º piso, Col. de los Deportes
³CFE. Supcia. Est. Zona Golfo
Av. Central s/u Esquina Pensamiento
Col. Vistalegra Boca del Río Ver.

La parte oriental del Eje Neovolcánico ha sido monitoreada desde 1983 por la Comisión Federal de Electricidad. Anterior a esta fecha ninguna otra institución ha realizado estudios sismológicos en esa parte de la República Mexicana. El monitoreo ha permitido definir algunas zonas de baja actividad microsísmica. El 24 de marzo de 1994 ocurrió un sismo moderado de 4 grados en la escala de Richter en una de esas zonas sismogénicas, así como otras doce réplicas que

ocurrieron en dos semanas, esta zona se encuentra cerca de la población de Cempoala, Ver. Debido a las inquietudes sociales que ocasionó este sismo, se realizó un estudio para comprender los fenómenos que están ocurriendo en la zona epicentral. También se presentan las principales características de la fuente, se contruyó un mecanismo focal y se hace un estudio comparativo con las otras zonas sismogénicas que han sido definidas a lo largo de la Sierra Madre Oriental, se realizó un mapa de isosistas en la zona del temblor.

065.S.08

RESULTADOS INICIALES DE SISMICIDAD A PARTIR DE DATOS DE LA RED SISMOLOGICA DE JALISCO

Rosalía García Arthur*, F. Alejandro Nava*,
Francisco Núñez Cornú, Miguel Angel Alatorre**
Carlos Suárez** y Bertha Márquez**

*CICESE, A.P. 2732, Ensenada, B.C., México

**Univ. de Guadalajara, Av. de los Maestros
y Mariano Bárcenas
Guadalajara, Jal., México

La Red Sismológica de Jalisco (RESJAL), compuesta por 9 estaciones (5 sismógrafos digitales y 4 analógicos), fue instalada durante junio de 1994 con el propósito de monitorear el Bloque Jalisco para estudiar el peligro sísmico en esta región. A tres meses de su instalación, más de 300 sismos han sido registrados; y aunque la gran mayoría no son localizables (casi todos son muy pequeños) sí permiten llevar a cabo una determinación muy preliminar de posibles zonas de alta actividad microsísmica en la región de estudio. Para ello, se realizó un conteo de los sismos registrados por cada estación, clasificándolos según sus tiempos S-P (que corresponden a distancias hipocentrales) y graficando el número de eventos de cada grupo según su distribución en círculos con radios proporcionales a las distancias epicentrales centrados en cada estación. Además de los conteos directos, fueron elaborados histogramas normalizados por tiempo de operación, por nivel señal/ruído y por ganancia del instrumento para cada estación. Se obtuvieron localizaciones de una sola estación (tres componentes) y magnitudes M_L y M_W a partir de los registros digitales, las cuales fueron utilizadas para estimar aproximadamente la liberación de energía cerca de algunas estaciones. Se registró gran actividad cerca del límite entre los estados de Colima y Michoacán, en la costa central de Jalisco y en la Sierra de Mazamitla.

MONITOREO SISMOLOGICO DEL BLOQUE DE JALISCO

F. A. Nava*, F. Nuñez Cornú*, B. Márquez-Azua*
C. Suárez**, M.A. Alatorre***, R. García-Arthur*
P. Méndez**, G. Saavedra**,
L. Valdivia** y R. Toscano*

*CICESE, Ensenada, B.C. México

**Depto. de Geografía y Ordenación Territorial,
U.de G. Guadalajara, Jal. México

*** Depto. de Física, U. de G., Guadalajara, Jal.
Mexico

Una red sismológica, consistente de 4 estaciones analógicas de registro en papel ahumado y 5 estaciones digitales, ha sido recientemente instalada (mayo-julio de 1994) en la región del Bloque de Jalisco, con financiamiento de CONACYT y apoyo de Protección Civil y del Gobierno del Estado de Jalisco. Todos los sismómetros son de periodo corto, y los de las estaciones digitales son de tres componentes. La razón de muestreo de los instrumentos digitales es de 125 Hz. Las estaciones han sido distribuidas a manera de monitorear toda la actividad relacionada con la subducción de la Placa de Rivera y con los posibles movimientos relativos entre el Bloque de Jalisco y el resto del continente. Esta red, denominada RESJAL, operará un mínimo de 1.5 años. Se han desarrollado e implementado programas para el procesamiento de los datos digitales en PC; que permiten, además de visualizar los datos en formatos y ampliificaciones distintos y crear archivos para graficado, obtener localizaciones aproximadas de una sola estación, obtener magnitudes M_L y M_w , y llevar a cabo el análisis espectral de las señales. De su instalación al mes de agosto, la red registró más de 300 sismos, aunque su operación no era óptima. Entre los primeros resultados preliminares pueden citarse la identificación tentativa de áreas microsísmicamente activas, incluyendo zonas que presentan enjambres sísmicos, y la obtención de señales de eventos cercanos que muestran fases de gran interés para el estudio de procesos de fuentes sísmicas.

069.S.10

SISMICIDAD EN LA CUENCA WAGNER LOCALIZADA EN EL NORTE DEL GOLFO DE BAJA CALIF.

Cecilio Rebollar, Ignacio Méndez y Francisco Farfán

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

En 1992 se instalaron dos estaciones sismológicas digitales permanentes en los puertos de San Felipe (SFX), Baja California y Puerto Peñasco (PPX), Sonora. Estas estaciones son parte de la red permanente RESNOM. Estas dos estaciones junto con la estación de El Chinero (CHX) nos ha permitido detectar y localizar actividad sísmica en la boca del Golfo de Baja California. Un grupo de actividad sísmica se localiza en la intersección de la falla transformada de Cerro Prieto y la Cuenca Wagner y otro en la parte mas profunda de la Cuenca Wagner. Esta actividad es generada en forma de enjambres de corta duración en tiempo (del orden de horas). Es común observar eventos similares con formas de onda simple y complejas. Las magnitudes de estos sismos varían entre 2 y 5. La profundidad promedio de estos eventos yace alrededor de 3 kilómetros. Se discutirá el modelado de estos sismos usando la técnica de Herrmann (1987).

077.S.11

INTERPOLACION ESPACIAL DE DATOS SISMICOS EL CASO DEL VALLE DE MEXICO

Luis Eduardo Pérez-Rocha¹,
Francisco J. Sánchez-Sesma²
y Mario Ordaz Schröder^{2,3}

¹Centro de Investigación Sísmica
Fundación Javier Barros Sierra, AC
Carr. al Ajusco 203, Héroes de Padierna,
Tlalpan 14200, México

²Instituto de Ingeniería, UNAM

³Centro Nacional de Prevención de Desastres
(CENAPRED)

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

longitud de onda de interés se logran excelentes resultados. Se presentan algunos acelerogramas sintéticos y que ilustran el poder de resolución de este método. En particular para algunos problemas de ingeniería sísmica, estas series de tiempo son de gran utilidad, tanto para análisis dinámico no lineal de estructuras especiales como para el cálculo de espectros de respuesta. Por otro lado, los resultados han dado lugar a representaciones plausibles del movimiento sísmico del terreno sobre una amplia porción del valle de México mediante secuencias de animación. En ellas es posible observar la propagación y la generación local de ondas superficiales. Para estos ejemplos se hizo uso de los registros del temblor de Guerrero del 25 de abril de 1989 captados por la extensa red del Valle de México.

078.S.12

EFFECTOS DE SITIO EN LA RESPUESTA SISMICA ESTRUCTURAL DEBIDOS A IRREGULARIDADES LATERALES

Edna Ojeda¹, Javier Avilés^{1,2} y L. Eduardo Pérez R.¹

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

² Instituto de Investigaciones Eléctricas
CFE, Cuernavaca, Morelos, México

Es ya conocido que en sitios de terreno blando las ondas sísmicas sufren amplificación dinámica debida a efectos locales. Las fronteras laterales y el contacto entre los estratos producen un fenómeno de difracción múltiple que genera amplificaciones y atenuaciones en el movimiento del suelo. Sin embargo, es común que las estimaciones de los efectos de sitio se basen en resultados obtenidos de modelos unidimensionales que no toman en cuenta la influencia de estas irregularidades. Se presenta una solución unidimensional para determinar los efectos en un depósito bajo cierta condición de irregularidad lateral. el modelo consiste en un depósito de suelo, con base rígida, estratificado horizontalmente y constituido por dos formaciones distintas en contacto común. El depósito se excita por un movimiento prescrito en la base del depósito. La solución del modelo se obtiene usando expansiones de funciones de onda en términos de los modos naturales de propagación del sistema, e imponiendo las condiciones de frontera en la interfaz entre los dos perfiles estratigráficos. Con la solución de este modelo se analiza la respuesta de un estrato blando el que se encuentra rodeado por un estrato duro. El estrato duro representará a la roca basal y el estrato blando será equivalente al sitio en superíodo dominante de vibración y su velocidad efectiva de propagación. Se calculan funciones de transferencia para diferentes propiedades del suelo, en diferentes puntos en la superficie. Los

resultados muestran la importancia del fenómeno espacial. Cerca de la frontera lateral los efectos son importantes. Para cuantificar los efectos de sitio en la respuesta estructural se obtienen espectros de respuesta y contornos de las ordenadas espectrales para varias configuraciones suelo-estructura definidas por el período dominante del sitio y el período fundamental de la estructura.

087.S.13

ONDAS EN ROCAS CON GRIETAS CIRCULARES

Federico J. Sabina

Instituto de Investigaciones
en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas
A.P. 20-726, Admón No.20,
Deleg. A. 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. La posición de las grietas es al azar pero su dirección normal es la misma. Se trata de un material con una simetría transversalmente isótropa. Se calcula la velocidad y la atenuación de las ondas usando tres métodos diferentes: el autoconsistente, el de suavizamiento y el que usa la hipótesis cuasicristalina. Estos dos últimos son métodos cuasiestáticos. A bajas frecuencias el método de suavizamiento a segundo orden es bueno para la velocidad de las ondas, pero desafortunadamente para la atenuación sólo lo utiliza a primer orden. El método autoconsistente también es bueno a bajas frecuencias y considera interacciones entre las grietas, así que quizás es mejor. Las fórmulas que proporciona la aproximación cuasicristalina para las velocidades y la atenuación son sencillas, y considera interacciones. ¡Pero **solamente** la teoría autoconsistente calcula la velocidad y la atenuación de las ondas a frecuencias finitas! Se encuentra un patrón transversalmente isótropo característico de dispersión y atenuación de las ondas. Las ondas cuasitransversales polarizadas en el plano paralelo a las grietas "secas" muestra el patrón más complicado.

099.S.14

LA PERCEPTIBILIDAD SÍSMICA EN LA ESTIMACION DEL TAMAÑO DE LOS TERREMOTOS OCURRIDOS EN EL SUR DEL PERU Y NORTE DE CHILE EN 1868 Y 1877

David Ramírez L.

Universidad de Santiago de Chile

México, y resultaron con menor error RMS el de SISMEY y el propuesto Havskov (1982); los errores persistieron minimizándose poco, además el error epicentral se incrementa con la distancia, resultando de mala calidad (D). En total se localizaron 23 sismos, que definen tres zonas sísmicas ya conocidas cercanas a la presa: una de ellas es la zona activa de Actopan, estudiada actualmente por Miguel Rodríguez (1994); otra es la zona del temblor de Landa, del 10 de septiembre de 1989, y la última se define hacia Querétaro-Guanajuato. Se puede afirmar que en las proximidades del proyecto, unos 20 km aproximadamente, no existen registros de magnitud $M_c > 3$. La zona se sigue considerando de baja sismicidad; aunque inscrita en un área sísmica importante. La sismicidad histórica coincide con la reportada por CFE, se confirma que las dos zonas identificadas: una a 50 km al norte de la presa y otra 20 km al SE, son realmente las áreas que presentan generación de sismicidad natural.

131.S.17

ANÁLISIS SÍSMICO Y SU CORRELACIÓN CON LOS REGISTROS DE POZOS EN EL ÁREA DE LA PLATAFORMA ARTESA MUNDO NUEVO, EDOS. DE TABASCO Y CHIAPAS

Juan Marcos Brandi Purata
Adolfo Alejandro Huidobro González
Caridad Cárdenas Monroy

División de Estudio de Posgrado
Fac. de Ingeniería, Cd. Univ. Edif. A 3er. piso
C.P. 04510, México, D.F.

A partir del examen de los registros geológicos y del análisis de las curvas tiempo-profundidad en los pozos del área "Artesa-Mundo Nuevo", se efectuó un estudio de velocidades sísmicas de las distintas unidades litológicas para determinar la mejor función de velocidad a fin de correlacionarla con la información de 44 líneas sísmicas para obtener la configuración estructural del contacto sísmico correspondiente con las rocas cretácicas en el proyecto de exploración petrolera "Artesa-Mundo Nuevo, Edos. de Chiapas, Tabasco, México. El trabajo presenta la metodología de interpretación efectuada mediante en una estación de trabajo y computadoras personales (P.C).

135.S.18

MONITOREO DE RADÓN EN SUELO A CORTO Y LARGO PLAZO

E. Tamez*, N. Segovia*, P. Peña*
M. Mena**, J.L. Seidel*** y M. Monnin***
*ININ A.P. 18-1027, 11801 México, D.F.

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

***CNRS, USTL Laboratoire d'Hydrogéologie,
Montpellier, Francia.

La ocurrencia de anomalías a corto y largo plazo en suelo y acuíferos relacionados con eventos geofísicos han sido observados y sustentados por modelos teóricos en las zonas de la placa de cocos y la placa de Norteamérica, las cuales se definen como zonas de alta sismicidad a lo largo de la Costa del Pacífico en México, y donde se espera ocurran sismos de hasta 8.2 Ms en los próximos años. Durante varios años se ha monitoreado Radón en suelo con detectores sólidos de trazas a lo largo de la Costa del Pacífico y los resultados obtenidos han mostrado anomalías relativas a la actividad sísmica. Durante el monitoreo, los detectores permanecen por un mes aproximadamente integrando los resultados de posibles anomalías durante su tiempo de exposición. En el Puerto de Acapulco se ha instalado un monitor de conteos continuos, usando equipos electrónicos llamado Clipperton.

138.S.19

ESTUDIO DE LA CORTEZA EN EL ÁREA DE GUERRERO UTILIZANDO ONDAS CONVERTIDAS

Marco Antonio Torres-Vera¹, Gerardo Suárez²
¹UACPyP del CCH, UNAM
²Instituto de Geofísica, UNAM

Con el fin de conocer mejor la actividad sísmica de Guerrero y monitorear su evolución se instaló una red sismológica permanente en septiembre de 1987. Esta se localiza entre 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. Esta red tiene nueve estaciones: ocho de componente vertical (Florida, Nuxco, Papayo, Potrero Grande, Puerta del Edén, Puerta del Gallo, San Jerónimo y Papanoa) y una de tres componentes en Tetitlán, Guerrero. Con estas estaciones se ha registrado la sismicidad desde el año de 1987. Como procedimiento rutinario del Instituto de Geofísica, se realiza la localización de los eventos registrados por la red de Guerrero. En algunos registros de esta red se aprecian fases convertidas entre las que se destaca una fase que aparece entre el arribo de la fase primaria (P) y la fase secundaria (S). Esta fase se puede utilizar para realizar un estudio de la corteza y de las placas que están en contacto en la zona de subducción. Mediante un análisis de tiempos de arribo, diferencias de tiempo, polarización y localización de los eventos, se puede llegar a conocer mejor la estructura local. Al procesar la información registrada entre 1991 y 1992 se encontró que la fase convertida es una PS, es decir: P convertida a S. Esta conversión ocurre a una profundidad de entre

25 y 40 km. El objetivo de este trabajo es estimar la estructura del contacto entre las placas de Cocos y Norteamérica en la costa de Guerrero, en la parte sur de la República Mexicana. Este modelo es el resultado de un análisis que incluye eventos de enero de 1991 a agosto de 1992. De un total de mil eventos, se seleccionaron cerca de cien que presentan claramente la fase. A los sismogramas de las estaciones de un componente se les analizó mediante técnicas de apilado, inversión y trazado de rayos. A los sismogramas de Tetitlán, además de esto, se les realizó un análisis de polarización. Estando seguros que la fase estudiada es PS se calculó la profundidad a la que se realiza la conversión. Con estos datos se pudo observar el perfil de la interfase. Esta es una interfase inclinada con un ángulo bajo (20°) con una profundidad que varía entre los 25 y los 40 km. Comparando con otros estudios podemos inferir que esta interfase corresponde a contacto entre las placas. Todas estas técnicas permitieron proponer un modelo de corteza para la costa de Guerrero. En este modelo se proponen 5 capas planas más el contacto entre la placa subducente, Cocos, y la placa cabalgante de Norteamérica. Este contacto tiene una profundidad de entre 38 y 40 km en el área de estudio.

139.S.20

INSTRUMENTACION SISMOLOGICA PARA LA RED DEL VALLE DE MEXICO

Tan Yi, Jesús Pérez Santana, Arturo B. Cárdenas R.
Jose Luis Cervantes, Jorge A. Estrada C.

Instituto de Geofísica, UNAM

Con el objetivo de monitorear la actividad sísmica del Valle de México, se esta llevando a cabo la instrumentación de una red sísmica digital local. Se planean instalar aproximadamente 9 estaciones sísmicas digitales alrededor del Valle de México. Ya han sido instaladas algunas estaciones y la red está operando en modo de prueba desde final de año 1993. Un aspecto muy importante de esta red, es que los instrumentos que se usan como la estación sísmica digital, la tarjeta de recepción y el sistema de adquisición y procesamiento son diseñados y construidos en el propio instituto. Se ha demostrado que la estación digital tiene una alta confiabilidad y los datos que se proporcionan son de gran calidad. Se presentan en este trabajo las características principales de funcionamiento de la red y los desarrollos alcanzados hasta el momento.

144.S.21

UN PERFIL DE REFRACCION ENTRE BLYTHE, ARIZONA Y ENSENADA, BAJA CALIF.

F. Nuñez, J. Frez y J. González
CICESE
km. 107, Carr. Tijuana-Ensenada
Ensenada, B.C. México

Se reporta el registro y la interpretación de un perfil entre Blythe, Arizona y Ensenada, Baja California, usando una explosión localizada cerca de Blythe (como parte del proyecto Delta Force). Los datos consisten en sismogramas digitales correspondientes a 14 estaciones de tres componentes ubicadas en una línea entre Mexicali y Ensenada (cada 10 km.) además de 15 estaciones pertenecientes a la Red del Sur de California. El perfil recorre tres regiones diferentes: a) La Sierra Chocolate en el Sur de California; b) La Cuenca Salton en ambas Californias; y c) La Sierra Peninsular en Baja California; el perfil es casi perpendicular al eje central de la Cuenca Salton. La interpretación se realiza con sismogramas de componente vertical para distancias entre 40 y 260 km., así como de componentes horizontales en un rango de 110 a 260 kms. Los dibujos de tiempo vs. distancia muestran varias fases secundarias que son correlacionadas e interpretadas en un modelado de prueba y error (sismogramas sintéticos) tanto para tiempos de arribo como para amplitudes relativas. No hemos identificado arribos de ondas-S que muestren sistematicidad. Una interpretación preliminar produce un grosor de corteza de 22 km debajo de la Sierra Chocolate y una estructura de la corteza de velocidades de onda-P compuesta por capas de 5.3, 3.5 y 6.2 km/s, con grosores de 4, 8 y 10 km. respectivamente. Los resultados para estructuras de corteza del Valle Mexicali-Imperial son consistentes con la gran cantidad de mediciones de refracción hechas en los últimos años; además, aparece bien resuelta la presencia de una intrusión del manto superior debajo del Valle. Los datos son insuficientes para determinar el grosor de la corteza debajo de la Sierra Peninsular. Un perfil inverso al reportado está programado en un futuro cercano como programa de investigación conjunta entre la Universidad de Texas de El Paso y CICESE/CONACYT.

145.S.22

SISMOTECTONICA DE LA REGION DE CONFLUENCIA DE LOS SISTEMAS DE FALLAS SAN MIGUEL Y SIERRA JUAREZ, B.C.

J. Frez y J.J. González
CICESE-km. 107 Carr. Tijuana-Ensenada
Ensenada, B.C. México

El área (cuadrangular) de estudio de 1° por lado comprende la intersección de los sistemas de fallas San Miguel y Sierra Juárez; ambos sistemas son sísmicamente activos y pertenecen a la Sierra Peninsular en el norte de Baja California, México. Usando datos

de las redes del Sur de California y del Noroeste de México, se han redeterminado hipocentros y determinado mecanismo focales de temblores $M_L < 5.3$ que han ocurrido entre 1981 y 1994. Además, se describen las características de las réplicas del temblor del 3 de diciembre de 1991 a través de una red de estaciones locales. La mayor parte de la sismicidad se concentra en el alineamiento de Pino Solo en cuyos 20 km. de extensión ocurrieron entre 1975 y 1988, cuatro temblores con $5.0 < M_L < 5.3$. El alineamiento es paralelo a la Falla de San Miguel y no se asocia a falla mapeada alguna. Los epicentros de las réplicas del temblor del 3 de diciembre de 1991 se distribuyen en otro alineamiento de unos 6 km. que es perpendicular tanto a la Falla de San Miguel como al alineamiento de Pino Solo. Los temblores tienen generalmente profundidades entre 4 y 15 km. Los mecanismos focales de seis temblores con $M_L > 5.0$ son predominantemente de rumbo dextro, con excepción del temblor principal del evento de diciembre de 1991 que puede ser conjugado a los anteriores. Los mecanismos focales restantes son aparentemente de rumbo con una componente menor normal o inversa; hay también casos de mecanismos inversos, normales y con un plano nodal de bajo ángulo. Los resultados sugieren que el alineamiento del Pino Solo es parte de un conjunto de pasos discretos que se activan esporádicamente conectando la sismicidad del Valle Mexicali y la de la Sierra Peninsular.

149.S.23

PEAK FACTOR VALUES OF MEXICAN ACCELEROGRAMS

A.A. Gusev

Instituto de Geofísica,

Univ. Nacional Autónoma de México

04510 México D.F.

also at: Institute of Volcanic Geology and Geochemistry, Russian Academy of Science
Petropavlovsk-Kamchatsky 683006, Russia)

Estimates of earthquake strong motion are frequently based on accelerogram presentation as a segment of stationary Gaussian process. However, even visual inspection of accelerogramas can bring this model in doubt, in respects both of stationarity and Gaussianity. To study in detail statistical properties of near-source high-frequency radiation field, 30m horizontal accelerogramas were selected, recorded at $R < 135$ km. from several $M > 7$ Mexican earthquakes. With relatively large magnitudes, records has long enough duration to obtain reliable statistical results. Two parameters were determined for each record: peak factor PF, or peak to rms amplitude ratio and the slope K of the trend of PF vs log duration. To find K, we subdivided analysed segment into 2, 4, 8 and 16 equal parts and determined PF for

each subsegment. Both techniques demonstrate significant (5% level) deviations from the zero hypothesis of stationary Gaussian process in 40% of records.

An alternative record model was also tested of quasistationary (modulated) Gaussian process. Modulation function was estimated by smoothing the module of a record with a carefully selected time constant. This function was used as time-varying normalization function (kind of automatic gain control). Thus "stationarized" record was analysed in the same manner as the original one. However, in 25% cases deviations from zero hypothesis persisted. And for each of 4 earthquakes studied, at least one record was definitely non-Gaussian. We believe that this indicates that source radiation as it is generated at the fault is inherently non-Gaussian, but due to scattering and multipathing it can quickly lose this property, so that even at small propagation distances record in most cases is near to quasistationary Gaussian, and only in case when propagation path is specially good, non-Gaussian behavior can be observed. From the engineering point of view, the deviations of observed peak factors from ones expected in stationary Gaussian case are not large (order of 20% on the average); this may however be specific to the region or data set studied.

172.S.24

ESTRUCTURA DE LA CORTEZA SUPERIOR EN LA REGION DEL GRABEN DE COLIMA

F. Nuñez Cornú, G. Castellanos, A. Nava,
G. Reyes-Dávila, B. Márquez, G. Calderón, A. Ramírez
O. Sánchez, Z. Jiménez, G. Ornelas,
H. Tamez, N. Figueroa

Grupo de Perfiles Sísmicos Profundos de Colima

Entre septiembre y octubre de 1989 y en enero de 1990 se realizó una campaña de perfiles sísmicos profundos en la Región de Colima mediante el registro de explosiones en tierra y submarinas a lo largo de tres líneas de refracción sísmica:

- 1) Manzanillo-Peña Colorada
- 2) El Real-Zapotiltic
- 3) Cerro Nahuatl-El Encino

Las dos primeras son perpendiculares a la Costa. La línea uno está ubicada sobre el borde oriental del Bloque de Jalisco, mientras que la línea dos está ubicada sobre el Graben de Colima. La línea tres corta en dirección este-oeste dicha estructura unos ocho kilómetros al sur de la Cd. de Colima. Las líneas uno y tres fueron invertidas mientras que la línea dos solo parcialmente. Del análisis de los ensamblajes de las líneas uno y dos se puede observar directamente que existe una diferencia en la estructura de la corteza superior entre el Bloque de

Jalisco y el Graben de Colima en los primeros 50 kilómetros a partir de la línea de costa. Para la línea dos se observa una V_p aparente de 5.45 km/s para la capa superficial, sin embargo para los primeros 18 km se observa un retraso de 0.5s causado por una capa de sedimentos mientras que para la línea uno la V_p aparente observada es de 5.6 km/s.

173.S.25

AGUAMILPA UNO DE LOS MEJORES CASOS DE SISMICIDAD INDUCIDA DOCUMENTADO DEL MUNDO

Antonio Uribe C., Marco A. Delgado V.,
Sixto Fernández R.

C.F. E. Departamento de Estudios Sismotectónicos
Insurgentes Sur 949.4º Piso
Col. Cd. de los Deportes, México, D.F. 03810

A partir de 1987 el Departamento de Estudios Sismotectónicos de la Gerencia de Ingeniería Civil, inició el monitoreo de la sismicidad en el entrono del Proyecto Hidroeléctrico Aguamilpa, en el estado de Nayarit. Durante ese tiempo y hasta finales del mes de Julio de 1993 no se registró ningún sismo en el área del embalse. Después de un mes aproximadamente, de iniciado el llenado de la presa, se comenzaron a registrar pequeños sismos en la estación denominada El Casco (CAS), la actividad se incrementó gradualmente, y por ser los sismos de baja magnitud, no fué posible localizarlos con el arreglo de estaciones que se tenía, para finales de mes de agosto, el número de sismos comenzó a incrementarse exponencialmente, lo que motivó que se instalara una red sismológica local. Este trabajo presenta uno de los casos de sismicidad inducida mejor documentado del mundo, además de presentar los resultados obtenidos con la red local.

174.S.26

LA CENTRAL HIDROELECTRICA DE ANGOSTURA, CHIAPAS: FUERTES EVIDENCIAS DE UN CASO DE SISMICIDAD INDUCIDA

Bravo H. Vázquez J. Ramírez A. y Uribe A.
Av. Insurgentes Sur # 949 4º Piso
Col. de los Deportes, Depto. de Estudios
Sismotectónicos, CFE, México D.F.

Una red sismológica bien controlada en tiempo y ángulo de registro se instaló para observar la presencia de sismicidad en la central de Angostura. Usando una fuente generada a 140 m de profundidad se determinó la velocidad de onda 'p' de la primera capa del modelo de velocidades. La localización de los observatorios sismológicos fué determinada topográficamente. Se

localizaron 85 eventos en un año de observación con una magnitud máxima de 2.9 grados. Un 92% de los eventos tienen errores horizontales menores a 500m. Se observa un incremento de la sismicidad en función del tiempo, dicho incremento se concentra en una zona específica. Las mayores magnitudes se presentaron en el período de mayor sismicidad. Algunos eventos muestran la presencia característica de frecuencias bajas y dos eventos particularmente diferentes son discutidos. Dos horizontes de profundidad se observan para los eventos localizados: uno a profundidades menores a 500 m (fundamentando los resultados en los valores de s-p) y otro a profundidades de 1 a 2 km. Se intentaron mecanismos de ruptura para diferentes casos, los resultados muestran una importante componente de tensión, no se pudieron definir las direcciones de ruptura. Algunos resultados de una interpretación geológica estructural de la zona son discutidos en relación con los eventos localizados. Los datos digitales se emplearon para tener una referencia del valor pico de aceleración en función de la magnitud. La ecuación para un sismo de magnitud 4.0 predice un valor de aceleración de 30 gales. Se considera que esta ecuación debería corresponder al dato más confiable dado que se estima con datos del sitio en que se predice.

175.S.27

RECONOCIMIENTO DE FORMAS DE ONDA DE REGISTROS TELESÍSMICOS MEDIANTE REDES NEURONALES ESPACIO-TEMPORALES

Roberto Ortega Ruiz
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de
Monterrey. Campus Ciudad de México

Normalmente las arquitecturas de redes neuronales se aplican a patrones espaciales que no se encuentran necesariamente correlacionados en tiempo, por ejemplo: reconocimiento de imágenes, o de caracteres escritos. Pero existen otro tipo de patrones que por su naturaleza, se encuentran ligados fuertemente a su variación temporal, como: reconocimiento de voz, de radar o de registros sísmicos y se han desarrollado arquitecturas de redes neuronales espacio-temporales que trabajan simultáneamente con la información espacial y temporal. Este trabajo se dirige al reconocimiento de formas de onda en registros sísmicos para clasificarlos según su origen, especialmente registros telesísmicos, representando al registro sísmico como patrón espacio-temporal. Un patrón espacio-temporal es una secuencia de patrones espaciales ligados en el tiempo, el patrón espacio-temporal en un registro sísmico se representa mediante una serie de vectores del espectro de potencia en un intervalo de tiempo. La identificación de un sismo y su clasificación en telesismos, sismos locales, etc. normalmente se

realiza por un analista experto, pero en algunos casos la calificación no es tan sencilla, muchas veces es fácil confundir el arribo de una fase sísmica con la conversión de una onda de cuerpo y clasificarse erróneamente. mediante este tipo de técnicas de redes neuronales, es posible identificar automáticamente el registro, inclusive mejor que un analista, debido a que hace el reconocimiento en el dominio espectral.

Entre algunas de las aplicaciones de este trabajo están: reconocimiento y detección en tiempo real de los registros sísmicos, automatización del proceso de adquisición de datos de señales sísmicas, apoyo en la clasificación de eventos sísmicos, reconocimiento de explosiones, erupciones volcánicas, avlanchas, etc.

178.S.28

ANALISIS DE ATENUACION E INVERSION DE ONDAS SUPERFICIALES EN EL LAGO DE TEXCOCO A PARTIR DE REGISTROS DE REFRACCION

Arreguín-López, M.A., Ramos-Martínez, J.
Centro de Investigación Sísmica
Fundación Javier Barros Sierra
Carr. Ajusco No. 203, Col. Héroes de Padlierna
C.P. 14200 México, D.F.

Durante los últimos años, se han realizado numerosas investigaciones en sismología, las cuales han estado encaminadas a explicar el complejo movimiento en la cuenca de la Ciudad de México. Dos fenómenos han sido ampliamente documentados; las largas duraciones en la zona de lago y la amplificación regional del movimiento en la zona de lomas de la cuenca; para poder explicar estos fenómenos es necesario conocer mejor sus propiedades físicas. Con el fin de contribuir a este conocimiento, se realizaron experimentos de refracción en el lago de Texcoco. A partir de los datos, se aplicaron técnicas de inversión a las ondas superficiales contenidas en ellos y se estimaron los factores de atenuación de las ondas de cuerpo.

El objetivo de aplicar el proceso de inversión a ondas superficiales de pruebas in situ, en las arcillas del lago de Texcoco es obtener un modelo óptimo (representativo del subsuelo de la Ciudad de México), entendiendo por modelo óptimo aquel que produce el mejor ajuste de datos sintéticos con los datos obtenidos de los registros. El procedimiento utilizado para la inversión es el método de Marquardt, ya que por su planteamiento previene variaciones en los parámetros que no permitan la convergencia de la solución del problema inverso. Por otro lado, los datos de los experimentos son aprovechados para inferir las características de atenuación de ondas superficiales, ya que el factor de calidad Q , tiene un efecto importante sobre la amplitud y duración del movimiento del terreno durante los sismos. El método de las relaciones espectrales es utilizado para

calcular el factor de calidad. En este trabajo se presentan algunos resultados de las técnicas empleadas.

179.S.29

NATURALEZA DE LOS EVENTOS SISMICOS EN LA ZONA DE TEXCOCO TEMBLORES O EXPLOSIONES?

J. Lermo, J. Cuenca y M. Rodríguez
Instituto de Ingeniería, UNAM
C.U. 04510, Coyoacán, México, D.F.

En la zona de Texcoco, desde el año de 1973 a 1994, la actividad sísmica registrada en la red sismológica de SISMEX ha sido en forma de enjambres, reflejando ser una zona activa, como lo reportan Suárez y Jiménez (1987) en el año de 1973. Asimismo, Bravo et al., (1988) reportan una secuencia sísmica en el año de 1979. Una red sísmica local instalada en este lugar en febrero de este año, nos permitió ubicar una nueva secuencia de actividad sísmica en la zona de minas; delimitada el área de estudio, en septiembre del presente se instaló nuevamente una red sísmica local con cinco estaciones, determinando que estas secuencias sísmicas son originadas por explosiones realizadas en las minas, registrándose hasta distancias de 170 Km (estación IIS de SISMEX). En base a la diferencia de tiempos de llegada entre las estaciones de SISMEX se comprobó que la secuencia de febrero-marzo de este año tiene su origen en estas minas. Por lo tanto, es importante identificar las explosiones (no solamente de la zona de Texcoco), con el objeto de excluirlas y poder así evaluar las diversas hipótesis planteadas sobre el origen de los sismos dentro de la Cuenca de México. Sin embargo no todo es negativo, ya que los tiempos de primeros arribos y el modelado de las explosiones nos han permitido estimar modelos de velocidades para la Cuenca de México.

180.S.30

FALLAS Y FRACTURAS EN EL VALLE DE AGUASCALIENTES PARTE II: MICROZONIFICACION PRELIMINAR

Javier Lermo S.¹, Jorge Nieto O.² y Julio Cuenca S.¹

¹Instituto de Ingeniería, UNAM, C.U.

²Facultad de Ingeniería, UNAM, C.U.

Coyoacán, 04510, México, D.F. México

Desde hace más de 10 años existen evidencias de la aparición de fracturas en las zonas urbanas del Graben de Aguascalientes. Las consecuencias más graves de la

aparición de éstas son: daño significativo a las estructuras localizadas sobre las fracturas, con el incremento en el riesgo que ello implica para sus ocupantes; contaminación de acuíferos; pérdidas de agua por el rompimiento de tuberías de agua potable y alcantarillado; una sismicidad inducida, que por su magnitud y contenido espectral a altas frecuencias, puede provocar daño a estructuras de 1 y 2 pisos. El origen de estas fracturas y fallas normales, esta ligado a la evolución del Graben de Aguascalientes y esta descrito en la parte I de este estudio. Por otro lado, la acelerada extracción de agua subterránea en los últimos 20 años, ha provocado una compactación diferencial de los sedimentos de los acuíferos, cuyo colapso se ha manifestado en rupturas y sismos, detectados desde hace 6 años por la estación sismológica AGX del Servicio Sismológico Nacional (SSN) de la UNAM (fecha de su instalación) y por una red temporal de sismógrafos analógicos y autónomos dentro de la ciudad. Se estima que esta ruptura es local y de dimensiones pequeñas (una estimación aproximada sería un área de 300 x 70 m²) por las magnitudes estimadas de estos sismos inducidos. La compactación de estos acuíferos, produce en la mayoría de los casos, un desplazamiento asísmico en la superficie (creep). Se detectaron 18 sismos locales asociados a las fracturas, los cuales muestran un arribo emergente de las ondas compresionales de poca duración seguida de un paquete de ondas transversales de mayor amplitud que se confunden con las ondas superficiales. La coda de estos eventos se atenúan rápidamente. Los tres últimos sismos fueron localizados en la parte central (Fraccionamiento Jesus Terán) y norte (poblado El Puertecito) de la falla oriental. La distribución del número de eventos y su magnitud (de 1.6 a 3.4) se incrementa con el tiempo. Con el objeto de construir una microzonificación preliminar de las fracturas en función de su peligrosidad, se tomaron en cuenta la distribución a detalle de fracturas y sismos localizados, así como también su evolución y rapidez de crecimiento.

181.S.31

SECUENCIA SISMICA EN LA CUENCA DE APAN, HIDALGO DEL 24 AL 29 DE FEBRERO, 1992

Huidobro González A. y Javier Lermo S.
Instituto de Ingeniería, UNAM, C.U.
04510, México, D.F.

Durante los días 24 al 29 del febrero de 1992, se registraron una serie de temblores en la cuenca de Apan, Hidalgo, localizada en la parte central del Eje Neovolcánico. La actividad sísmica registrada de 1973 a 1992 en la red sismológica de SISMEEX nos muestra que es una zona sísmicamente activa. En mayo de 1986 se presentó una secuencia similar. Con el objeto de observar el origen de esta actividad se instaló una red sismológica tempo-

ral de cinco estaciones dentro de la cuenca de Apan, la cual operó del 25 de febrero al 2 de marzo de 1992. Utilizando datos de la red local se localizaron 17 temblores con magnitud de coda de 0.7 a 2.5. El comportamiento de la profundidad y el error cuadrático medio (RMS) para cuatro modelos corticales diferentes es similar. En lo que respecta a ubicación geográfica se obtiene una menor dispersión con el modelo cortical que se propone. Con este modelo las profundidades son de 0.5 a 7.0 km y el RMS promedio es de 0.2. La distribución de los epicentros obtenidos con la red local muestra una orientación este-oeste. Esta dirección es corroborada por la solución de mecanismo focal compuesto, que indica un fallamiento de tipo normal con componente dextral. Las localizaciones obtenidas con datos de la red de SISMEEX nos indican que la cobertura de las estaciones no es suficiente para definir la ubicación de éstas secuencias en el Valle de México.

182.S.32

ATENUACION DE LA ENERGIA SISMICA EN LA REGION DEL GRABEN DE COLIMA

Martín Cárdenas S.¹, Javier Lermo¹
y Francisco Nuñez Cornú²

¹Instituto de Ingeniería, UNAM

²Depto. 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 mas rápida paralelamente a la misma para los sismos de septiembre de 1985. Asimismo, Cárdenas et al. (1994) observaron que efectivamente existe una amplificación regional hacia el interior del continente. Datos recopilados de perfiles sísmicos profundos realizados en el área del Graben de Colima, con el objeto de investigar la estructura de la corteza a lo largo y perpendicularmente a la zona de subducción, son utilizados para realizar un estudio de atenuación. Los resultados obtenidos hasta el momento permiten cuantificar la amplificación regional hacia el continente, confirmando las observaciones de Cárdenas et al. (1994). Un análisis de los resultados permitirá proponer leyes de atenuación en función de la distancia a la costa, que serán de interés en la evaluación del riesgo sísmico.

183.S.33

ESTUDIO COMPLEMENTARIO SOBRE EFECTOS DE SITIO EN LA ZONA DE ACAPULCO

¹Julio Cuenca S., ^{1,2}Francisco J. Chávez G.

²Martín Cárdenas S.

¹Instituto de Ingeniería, UNAM,
Coyoacán 04510, México, D.F.

²Centro de Investigación Sísmica, AC, FJBS
Tlalpan 14200 México, D.F.

³Posgrado en Geofísica, UNAM; UACPyP-CCH, UNAM

La ciudad de Acapulco se localiza sobre la zona de subducción en la costa de Guerrero. Debido a ello, a la concentración de habitantes en la zona y al desarrollo en infraestructura hotelera, Acapulco presenta un riesgo sísmico importante. En 1988 se realizó un primer estudio, patrocinado por el gobierno del Estado de Guerrero. Actualmente, los alcances de ese estudio han sido rebasados debido a la existencia de nuevas construcciones y proyectos futuros. En este trabajo se presentan los resultados de un estudio complementario de efectos de sitio en la zona de Acapulco. El objetivo fue evaluar la amplificación del movimiento sísmico debido a las capas de suelo blando que cubren la zona del valle del río La Sabana. Durante mayo y junio del presente se efectuaron mediciones digitales de vibración ambiental en 35 puntos distribuidos dentro del área de interés, y se instaló una red de seis sismógrafos digitales para monitoreo sísmico. Los registros de vibración ambiental fueron analizados con la técnica de Nakamura, cálculo de cocientes espectrales de los componentes horizontales respecto al componente vertical para un mismo punto. Los registros de temblores obtenidos en la red temporal de sismógrafos fueron analizados con la técnica standard, cálculo de cocientes espectrales de componentes horizontales entre su igual componente horizontal de una estación ubicada sobre terreno firme. Se utilizó también la técnica de Nakamura. Ambas técnicas proporcionan los mismos resultados. Hemos verificado, que nuestros resultados coinciden con los de otros estudios anteriores. Las funciones de transferencia empíricas (FTE) y los mapas de valores de período dominante y de amplificación máxima obtenidos muestran el efecto de sitio que podemos esperar en la zona de este estudio para temblores futuros. La evidencia indica que la amplificación del movimiento en las capas de sedimentos blandos superficiales se deben a efectos ID.

194.S.34

ANÁLISIS DE LA SISMICIDAD ASOCIADA A LA ACTIVIDAD DEL VOLCÁN DE COLIMA DE JULIO DE 1994

Zenón Jiménez J.*, Gabriela A. Reyes D.**,
Juan M. Espíndola C.*, y Ariel Ramírez V.**

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

**Centro de Investigación en Ciencias Básicas
de la Univ. de Colima
28000 Colima, Col.

El episodio más reciente de actividad sísmo-volcánica del volcán de Colima, se inició el 4 de julio de 1994 con la ocurrencia de un enjambre de temblores de carácter tectónico de baja magnitud ($m_c < 3.5$), ocurridos bajo el flanco suroeste del edificio volcánico a una profundidad entre 2 y 7 km. y a una distancia de 8 km. del cráter del volcán. Su solución de mecanismos focales sugiere un campo de esfuerzos local predominantemente tensional en dirección noroeste-sureste. Entre el 12 y 14 del mismo mes, se presentó otro enjambre, esta vez de temblores típicamente volcánicos (tipo B). Finalmente, entre el 17 y 21 se presentó el mayor enjambre de temblores tipo B. Este, estuvo acompañado de avlanchas inicialmente pequeñas cuyo volumen aumentó hacia el fin de la actividad que culminó con una explosión freática que produjo un temblor de magnitud 3.7 (m_c). Los focos de los eventos tipo B de ambas secuencias se concentran preferentemente bajo el cráter y ocurren posiblemente en la parte baja del mismo edificio volcánico.

7
224.S.34

UNA NOTA SOBRE LA CALIBRACIÓN DE EQUIPO DE PERÍODO LARGO

Antonio Vidal, Luis Orozco, Oscar Gálvez
e Ignacio Méndez

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

Si bien actualmente ya existen equipos para registrar un intervalo amplio de frecuencias (banda ancha), hay todavía equipos que funcionan en ciertos intervalos de frecuencia como son período corto, intermedio y período largo. La presente nota reporta la calibración (obtención de la función de transferencia) del equipo formado por 3 sismómetros de período largo (10-30 segs) marca Geotech 7505 (vertical) y 8700 (horizontales), amplificadores y el tambor de registro. Esta estación, ubicada en el CICESE y de coordenadas $31^{\circ}52'06.2''N$ y $116^{\circ}39'50.7''O$ ha estado trabajando apropiadamente desde 1993 y ha producido registros analógicos de sismos importantes. Para la calibración del equipo, adicionalmente a las pruebas sugeridas por el fabricante para determinar la constante de motor, el amortiguamiento, y el período natural (calibración estática); fueron realizadas pruebas mediante la aplicación de un pulso de calibración para determinar la polaridad y la función de transferencia (calibración dinámica) del equipo ya mencionado.

A la fecha de escritura del presente resumen se encontró que los sismómetros tienen un período natural de 10 a 12 segundos, un amortiguamiento de aproximadamente el 60% del valor crítico y una constante de motor comprendida en el intervalo de 0.035 a 0.042 N/A. Los amplificadores funcionan a un paso de ganancia de 200,000. Un resultado preliminar de la función de

transferencia confirma el período de 10 segundos encontrado anteriormente y una forma similar a la función de transferencia de estaciones de la red mundial (WWSSN). Ejemplos de sismos importantes por su magnitud o por su posición geográfica y registrados por la estación son: el sismo de Guerrero, México del 24 de Octubre de 1993 a las 07h 52m ($M_b = 6.3$), el sismo de Bolivia del 9 de Junio de 1994 ($M_b = 7.8$), a las 0h 33m y recientemente un sismo ocurrido en Baja California el 11 de agosto de 1994 ($M = 4.9$) a las 2h 22m.

227.S.35

WAVE PROPAGATION IN POROUS MEDIA

Pratap Sahay, Depto. de Sismología, CICESE
A.P. # 2332,
C.P. 28830, Ensenada, B.C. México

A macroscopic description of seismic deformations in anelastic matrix filled with a viscous fluid, in terms of the center of mass ($\vec{u}^m$) and internal ($\vec{u}^i$) displacement fields, is presented her. These field variables are associated with total linear momentum flux and relative acceleration of solid and fluid constituents. The pairs ($\vec{u}^m, 0$) and ($0, \vec{u}^i$) are the natural modes of vibrations of porous media. The first mode represents motion of porous media as a whole i.e., there is no relative motion of the constituents, while in the second mode one constituent moves with respect to another in such a manner that the medium is at rest. In terms of these field variables balance equations of mass, momentum and energy are found to be of the same form as the single continuum theory. They show compatibility of new fields with dynamic measurements. It is shown that a material point in a poro-continuum undergo stretching as well as rotation about its own axis (or spin). The center of mass field is the measure of stretch and the internal field is the measure of spin. The seismic motion are found to be described by two sets of coupled equations. One set of equations is slightly modified form of the usual equations of elastodynamics for the Stokes-Vigot continuum. The other is a set of new equations; they describe an internal mode of motion where one component performs a relative motion with respect to the other component.

229.S.36

ESTUDIO DE SISMICIDAD EN LA ZONA GEOTERMICA LAS TRES VIRGENES, B.C.S.

Luis Munguía y Victor Wong

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

La información digital analizada en este estudio indica

un alto nivel de actividad sísmica para el campo geotérmico Las Tres Vírgenes. La sismicidad observada incluye eventos tectónicos, volcánicos y de tipo tremor volcánico. Los epicentros localizados definen varias zonas de actividad, entre las que sobresalen la zona ubicada en el costado oeste del Volcán El Azufre y las asociadas a las fallas El Rayo y Cuevegel. Hacia la parte norte de la zona de estudio se observó actividad sísmica en asociación con la falla El Azufre y las fallas existentes en la zona de la Sierra El Aguajito. Todas estas fallas son las responsable de los sismos de mayor magnitud detectados en el período de registro (magnitudes entre 3.0 y 4.0). Con base en diagramas de Wadati, se determinó que en la zona de Tres Virgenes el valor de la razón V_p/V_s no difiere del valor observado normalmente para sólidos de Poisson (1.73). El 45% de los eventos fueron localizados a profundidades que van de 3 a 5 km, siendo éstos los que ocurren en la zona de los volcanes, hacia la parte oeste de la zona de estudio. En la zona de falla El Rayo la distribución vertical de hipocentros define dos zonas ubicadas a profundidades de entre 3 y 5 km y entre 8 y 12 km, sin observarse sismicidad entre estas zonas. En la porción norte de la zona de estudio, la profundidad focal se incrementa en la dirección noreste. Existe la posibilidad de que la distribución global de hipocentros esté indicando la ubicación de la zona de contacto entre la cámara magmática y las rocas del medio confinante. En tal caso, la parte más somera de la cámara magmática estaría a unos 4-5 km de profundidad. Con la información producida por una estación analógica mantenida en operación de mayo a octubre de 1992 en el campo, se determinó un valor preliminar (1.33) para el parámetro b , el cual es consistente con resultados de otras regiones geotérmicas. Se hizo un intento por determinar los mecanismos focales para eventos de diferentes áreas. sin embargo, lo limitado de la información no permitió alcanzar conclusiones sólidas al respecto, por lo cual las soluciones de plano de falla determinadas se consideran como preliminares.

230.S.37

LA RED DE ACELEROGRAFOS DEL NOROESTE DE MEXICO: DATOS DE TEMBLORES RECIENTES

Luis Munguía, Victor Wong, Antonio Vidal,
Miguel Navarro y Mario González

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

En este trabajo se describe el estado actual de la red de acelerógrafos que funcionan en el norte de Baja California y la región occidental del estado de Sonora. Esta red consiste en 11 acelerógrafos digitales con sistemas de

registro en memorias de estado sólido y 14 acelerógrafos analógicos con registro en películas fotográficas de 70mm. En su mayoría, las estaciones están instaladas en campo libre y a lo largo de las principales fallas geológicas de la región, con el propósito fundamental de registrar los temblores fuertes ocasionados por estas fallas. La recuperación de la información registrada en formato digital y el proceso de digitalización de los registros analógicos se realizan mediante programas comerciales y programas desarrollados específicamente para tal fin. El resultado del procesamiento completo de la información consiste en un banco de datos que incluye las aceleraciones sin ninguna corrección y las aceleraciones, velocidades y desplazamientos corregidos por la respuesta del instrumento. Adicionalmente a esta información, el banco de datos también incluye los espectros de Fourier y los espectros de respuesta calculados a partir de las aceleraciones corregidas. Hasta la fecha, la información acumulada consiste en aceleraciones producidas por sismos con magnitudes locales de entre 3.0 y 6.6, algunos de los cuales han sido la base de estudios sísmicos de diversa índole. En este trabajo se presentan los datos de temblores ocurridos en los últimos tres años y se discuten algunos resultados obtenidos con base en esta información.

265.S.38

ESTUDIO DE LA SISMICIDAD EN LA
REGIÓN DEL ESTADO DE PUEBLA,
MÉXICO

González-Pomposo G.J.*, Valdés-González C.**

*Facultad de Ingeniería Civil y Tecnológicas,
Benémérita Universidad Autónoma de Puebla. 18
Oriente No. 3815, Puebla, Pue., México. C

En este trabajo se presenta un análisis de la actividad sísmica del estado de Puebla y sus inmediaciones, registrada durante el período de diciembre de 1985 a junio de 1991 por la Red Sísmica del Estado de Puebla (UAP). La localización epicentral de los eventos fue determinada mediante la aplicación de los programas HYPO-BASIC y HYPO71PC. Se calcularon los errores teóricos en la localización de los eventos mediante el programa HYPO.ERR los cuales coinciden con los errores estimados en las localizaciones. El análisis de los 462 eventos localizados muestra que la mayoría de los eventos tienen una profundidad menor de 50Km, con excepción de la región sur de la zona de estudio en la cual ocurren también sismos con profundidades mayores a 50 Km, los cuales parecen estar asociados al contacto entre las litosferas oceánica y continental que corresponden a las placas de Cocos y Norteamericana, respectivamente. El 81% de los eventos estudiados tienen una magnitud entre 2° y 4°, aunque es importante resaltar que en el área de estudio se han registrado eventos con magnitud mayor a 7.0°.

266.S.39

ANÁLISIS DEL FACTOR DE CALIDAD Q DE
ONDAS L_g PARA DIFERENTES
TRAYECTORIAS FUENTE-ESTACIÓN EN EL
SUR DE MÉXICO UTILIZANDO DATOS DE
BANDA ANCHA.

Pacheco, Javier y Quintanar, Luis
Instituto de Geofísica, UNAM, México D.F.

Se han determinado valores del factor de calidad Q_0 de ondas L_g para diferentes trayectorias en el sur de México utilizando los datos de banda ancha de las estaciones recientemente instaladas en la región. Los valores obtenidos para Q_0 en el rango de frecuencias de 0.1 Hz a 5 Hz son comparables a los

obtenidos anteriormente únicamente para la región de Oaxaca usando el mismo tipo de ondas. Se obtuvieron sin embargo diferencias apreciables entre trayectorias a lo largo de la costa comparadas con aquellas al interior del continente. Se hacen correlaciones de los valores de Q_0 obtenidos para las trayectorias estudiadas con la provincia geológica atravesada por las ondas sísmicas en su trayecto fuente-estación.

267.S.40

ESTRUCTURA DE VELOCIDADES
SÍSMICAS EN LA COSTA DEL PACÍFICO
NICARAGÜENSE.

Domínguez, Jaime**, Suárez, Gerardo * Segura,
Fabio ***.

* Instituto de Geofísica, UNAM. **UAPCyP-
CCH, UNAM. *** Inst. Nicaragüense de Estudios
territoriales (INETER).

En abril de 1975 se inició el funcionamiento de la Red Sismológica de Nicaragua, bajo el patrocinio del USGS. Esta red funcionó en buenas condiciones hasta diciembre de 1982; en este período, la red registró alrededor de 15000 sismos, los cuales utilizamos como base de datos para determinar la estructura del Océano Pacífico de Nicaragua. Del total de sismos, sólo nos quedamos con los sismos estables en su hipocentro, con variaciones menores a 5 km. (3300 sismos). La región de estudio abarca un volumen de 150 km de largo, 75 km de ancho y una profundidad de 200 km. Primero, se determina un modelo de velocidades de capas planas que nos permitió iniciar el proceso de inversión para una estructura tridimensional (tomografía con sismos locales), por medio de la técnica para determinar las lentitudes de cada uno de los cubos eliminados por una malla que parametriza la zona de estudio, y del trazado de rayos del foco a cada una de las estaciones para cada uno de los sismos y estableciendo el número de rayos que pasa a través de cada cubo. Los primeros resultados de este trabajo presentan velocidades V_p entre 3.45 Km/s y 8.26 Km/s, V_s entre 2.01 Km/s y 4.72 Km/s.

268.S.41

TEMBLORES MEXICANOS DE
PROFUNDIDADES INTERMEDIAS:
IMPLICACIONES PARA ONDAS DE PLACA.

Singh, S.K., *, Santoyo, M.A. ** *** y Pacheco, J.

*Instituto de Geofísica, UNAM, C.U. 04510
México D.F. ** UAPCyP, Instituto de Geofísica,
UNAM, C.U. 0410 México D.F. ***Centro
Nacional de Prevención de Desastres, México D.F

Los sismogramas regionales de temblores con profundidades intermedia ($50 \leq H \leq 80$ km) que ocurren abajo del antiplano mexicano muestran una fase que a distancias epicentrales de 150 a 450 km llega 15 a 20 segundos después de la onda P y 5 a 12 segundos antes de la onda S. Esta fase fue interpretada previamente como una onda sísmica refractada de una interfase inclinada localizada abajo de la suente, así, al parecer, proporcionando la evidencia directa de la localización estructural de la placa subducida de Cocos abajo de México. La fase fue nombrada la Onda de Placa. temblores recientes han proporcionado sismogramas de mayor calidad registrados en algunos de los sismógrafos de banda ancha. Un análisis de estos y los datos previos sugiere que se trata de una fase convertida de S a P que se propaga cerca de la superficie libre. Por lo tanto, esta fase no proporciona ninguna información acerca de la placa subducida abajo de México.

269.S.42

EL GRAN TEMBLOR DEL 19 DE JUNIO DE
1985: MOVIMIENTOS ESPERADOS DEL
TERRENO Y ESCENARIO DEL DAÑO EN EL
VALLE DE MÉXICO PROVOCADOS POR UN
TEMBLOR SIMILAR EN EL FUTURO.

Singh, S.K. *, Ordaz, M. **

*Instituto de Geofísica, UNAM, CU, 04510
México D.F. ** Instituto de Ingeniería, UNAM,
CU, 04510 México D.F.

La descripción del gran temblor del 19 de junio de 1985 es inusual: se reportaron daños y grandes intensidades tanto en el estado de Michoacán como en el valle de México. Aunque no se descarta la posibilidad de que se haya tratado de un evento costero, los reportes parecen concordar mejor con un temblor de profundidad intermedia (cerca de 50 Km) y fallamiento normal de la placa de Cocos

subducida. Singh et al (1981) le asignaron un epicentro cerca de la ciudad de Morelia (225Km al oeste de la ciudad de México) y una magnitud de 7.5. Un examen mas cuidadoso de los reportes de este y otros eventos de fallamiento norma epicentro del temblor del 6 de junio de 1964 ($M=7.3$, $H=55$ km), 220 km al suroeste de la ciudad. La magnitud del evento de 1858 pudo haber sido 7.7. Conviene notar que el valle de México está aproximadamente a la misma distancia de estas dos posibles localizaciones. En el presente trabajo se calculan acelerogramas artificiales en CU, una estación de terreno firme de la ciudad de México, producidos por un evento similar al de 1858, usando registros de un evento reciente (23 de mayo de 1994, 18 N, 100 W, $H=50$ km, $M=5.7$) como funciones de Green empíricas y una técnica propuesta por Ordaz et al (1994). Las aceleraciones máximas esperadas en CU son de entre 30 y 40 gal, valores similares al registrado durante el temblor de Michoacán en 1985 ($M 8$). Se calculan además movimientos esperados en muchos sitios del valle de México utilizando funciones de transferencia empíricas y teoría de vibraciones aleatorias. Estos movimientos, junto con el escenario de daños en el valle de México, se comparan con los correspondientes a un hipotético temblor costero con $M 8.2$. Aunque los daños globales son mayores en este último escenario, un evento tipo 1858 provocaría, en algunas zonas de la ciudad, daños mayores a los provocados por un temblor costero.

270.S.43

ATENUACIÓN SÍSMICA BAJO LA CUENCA
DE MÉXICO.

Rodríguez G., Miguel*, Campos E., Oscar**,
Nava A., Emilio*.

*Instituto de Ingeniería, UNAM, Ciudad
Universitaria 04510, México D.F. **Instituto de
Geofísica, UNAM, Ciudad Universitaria 04510,
México D.F. mrod@gea.iingen.unam.mx

En sismogramas obtenidos por la red sismotelemétrica del valle de México se observa frecuentemente que la velocidad máxima asociada a ondas P excede la velocidad máxima del paquete de ondas S. En efecto, hemos observado que este tipo de registros se obtienen tanto para sismos locales ($\Delta < 100$ km) como regionales, en trayectorias que atraviesan la cuenca de México; de tal forma que las estaciones que lo muestran dependen del acimut

entre el epicentro y la red. Los sismos regionales identificados tienen profundidades mayores a 30 km y cubren, en acimut, esencialmente todo el cuadrante.

Mediante el análisis de las curvas de atenuación de la velocidad máxima con la distancia y los cocientes epicentrales entre P y S (la respuesta de SISMEM a la velocidad del terreno es plana entre 1 y 10 Hz.) evaluamos los diferentes factores involucrados. Encontramos que la atenuación diferencial caracterizada por $Q_p/Q_s \approx 3$ puede ser el origen de estos registros.

Por otro lado, sobre la cuenca de México, la anomalía de Bouger presenta valores menos negativos con respecto a la porción centro-oriental del Eje Neovolcánico. Este alto relativo tiene una magnitud de cerca de 20 mGals y una extensión comparable a la cuenca. La anomalía puede ser explicada como debida a un levantamiento relativo del Moho por debajo de la cuenca. La presencia de un alto relativo en el manto debajo de la cuenca de México podría estar asociada a la presencia de mayores temperaturas, las cuales aunadas a la atenuación diferencial descrita sugiere la presencia de material en estado de fusión parcial.

271.S.44

SISMICIDAD RECIENTE EN LA CUENCA DE MÉXICO.

Nava A., Emilio, Rodríguez G., Miguel, Torres N., Miguel y Vázquez, Ricardo.
Instituto de Ingeniería, UNAM. Ciudad Universitaria, 04510, México D.F.
nava@redvax1.dgsca.unam.mx

En este trabajo se presenta el complemento, entre 1988 y 1994, al catálogo de sismicidad de la cuenca de México del presentado por Bravo et al., 1988. Consignamos los hipocentros y magnitud M_c de los sismos locales ocurridos dentro de la cuenca para este período. Gracias a la implantación del sistema de adquisición digital de datos sísmicos (Tottingham et al., 1989), a la red sismotelemétrica del valle de México (SISMEM), interactuando con el sistema de análisis de datos sísmicos SEISAN (Havskov & Lindholm, 1994), fue posible aumentar la eficiencia en el análisis de la sismicidad propia de la cuenca.

En base al catálogo obtenido se identificaron las siguientes zonas sismogénicas: Mixcoac,

Juchitepec, Texcoco y la región del volcán Popocatepetl. De cada una de ellas se presentan las características básicas de la sismicidad asociada, como son la localización epicentral, número de eventos y energía liberada. En Mixcoac y Juchitepec se obtuvieron mecanismos focales compuestos que corresponden a fallas normales. Además se discute la sismicidad de la cuenca en términos de las hipótesis planeadas sobre el origen de los sismos dentro de la cuenca (Singh et al., 1994 y Alberro J, 1990).

272.5.45

MODELIZACIÓN DE ATENUACIÓN SÍSMICA EN SISMOGRAMAS DE REFLEXIÓN

Salazar P., Leobardo y Rodríguez, Miguel G.
Instituto de Ingeniería, UNAM, Ciudad Universitaria 04510, México D.F. **Instituto de Geofísica, UNAM, Ciudad Universitaria 04510, México D.F. mrod@gea.iingen.unam.mx

Se presenta una metodología para estimar la atenuación sísmica utilizando puntos de tiro típicos en sismología de reflexión con objetivos petroleros, las amplitudes se caracterizan mediante curvas de atenuación las cuales representan las amplitudes de todas las trazas a un tiempo dado por un punto de tiro. Se probaron diferentes valores para representar estas amplitudes, encontrando que la moda de los valores analizados resulta ser la mas significativa. para generar sismogramas sintéticos, primero se obtiene un modelo básico a partir de los eventos de reflexión observados; enseguida se incluye perturbación casual de velocidad en cada estrato, caracterizada por la distancia de correlación, intensidad de la perturbación y la función de la correlación espacial. Finalmente, esto se incorpora en un esquema de diferencias finitas elástico de segundo orden.

Se encontró que los modelos con distancia de correlación de 5 m, perturbación del 5 % y función de correlación exponencial explica en forma y amplitud las curvas de atenuación.

273.S.46

NEOTECTÓNICA DEL ISTMO DE TEHUANTEPEC

Velasquillo, Luis G.*, Barrier, Eric**, Chávez,

Mario*, Gaulon, Roland***, Bautista, Ricardo* y Barrón, Juan R.

*Instituto de Ingeniería, UNAM, **Laboratoire de Tectonique Quantitative, URA 1315 CNRS, Université Pierre et Marie Curie, Paris, France, ***Institut de Physique du Globe, Paris, France.

Con la finalidad primordial de establecer la situación neotectónica en el Istmo de Tehuantepec (IT), se realizaron trabajos de campo para la recopilación de datos estructurales (poblaciones de planos de fallas), en los Estados de Veracruz, Oaxaca y Chiapas; comprendidos dentro de la zona del IT.

De las campañas de campo se obtuvieron datos de deslizamiento de estrías en fallas en 50 sitios del Istmo de Tehuantepec (IT). A partir de inversión de estos datos, utilizando los métodos de inversión directa y el de minimización del ángulo entre el cizallamiento teórico y el cizallamiento real (estría; Angelier 1990), se determinó lo siguiente: 1) Que en la parte Norte del IT se tiene un campo de esfuerzos extensional con una orientación de σ_3 que fluctúa de NW-SE a NE-SW, las cuales afectan a los depósitos de terrazas aluviales del Plio-Cuaternario, a depósitos de ambiente marino somero del Mioceno (?), así como a formaciones volcánicas del Neógeno-Cuaternario. Dicho campo de esfuerzos está vinculado a fallas normales preexistentes, la cuales concuerdan con los resultados obtenidos por PEMEX mediante estudios de reflexión sísmica (informes inéditos); y por Suter (1991), aunque en su caso apoyado en observaciones de elongaciones de las secciones transversales de pozos con profundidades de hasta 6 km, y alineamientos de estratovolcanos.

2) La zona Centro del IT presenta dos campos de esfuerzos dominantes: por un lado un campo de esfuerzos con σ_3 en la dirección NNW-SSE a NE-SW el cual afecta a formaciones más antiguas (Mesozoico (?)) asociadas a fallas E-W; por otro lado, un campo de esfuerzos con σ_3 en la dirección E-W asociado a fallas que fluctúan de N-S a NW-SE y NE-SW (formaciones del Plio-Cuaternario), similares a las fallas dominantes en la zona Norte. Estos resultados están sustentados del análisis de las poblaciones de fallas estudiadas en este trabajo y de la interpretación de líneas sísmicas (PEMEX, informes inéditos).

3) La zona Sur del IT al igual que la zona Centro, presenta dos campos de esfuerzos (σ_3) dominantes,

asociados a los siguientes patrones de fallamiento normal: por un lado tenemos un patrón de fallas normales con orientaciones que fluctúan de E-W a ENE-WSW, vinculadas a un campo de esfuerzos extensivo con una dirección de σ_3 de N-S a NNE-SSW; afectando principalmente a los afloramientos de rocas volcánicas intrusivas del Mioceno Tardío. Esta distensión probablemente originó la Planicie Costera Pacífica del Golfo de Tehuantepec. Por otra parte, las fallas normales con orientaciones prácticamente N-S, están vinculadas a un campo de esfuerzos extensivo con la dirección E-W.

De los resultados anteriores se puede concluir que el campo de esfuerzos extensivo en la zona Norte del IT afecta principalmente a los depósitos superficiales del Plio-Cuaternario, así como de rocas volcánicas del Neógeno-Cuaternario (Zona volcánica de los Tuxtlas). Mientras que para la zona centro el campo de esfuerzos extensivo afecta a los afloramientos de rocas volcánicas del Mioceno tardío, el cual probablemente debió ser posterior al último episodio orogénico del Mioceno superior; afectando de la misma manera, en la Planicie Costera del Pacífico a las formaciones Plio-Cuaternarias continentales, así como a las formaciones marinas en el Centro del Istmo. Este evento distensivo, posiblemente del orden neotectónico, es el último evento tectónico asociado a las deformaciones importantes dentro de las zonas Centro y Sur.

Angelier, J., 1990, *Geophys. J. Int.* No. 103, pp. 363-376.

Suter, M., 1991, *The Geology of North America Decade Map*, Vol. 1, pp. 401-421.

274.S.47

RIESGO SÍSMICO Y NEOTECTÓNICA DEL ISTMO DE TEHUANTEPEC

Chávez, Mario, Velasquillo, Luis G., Bautista, Ricardo y Barrón, Juan R.
Instituto de Ingeniería, UNAM

La región del Istmo de Tehuantepec (IT) ha sido objeto de estudios previos (Chávez et al, 1994; Padilla, 1992) cuya finalidad ha sido estimar el riesgo sísmico de sitios localizados en esa región, a partir de información general sobre la tectónica regional e información detallada sobre la sismicidad y las características de propagación de las ondas

sísmicas en dicha zona.

Para la estimación del potencial sísmico de sitios localizados en la zona del IT se utilizó, en parte, la metodología propuesta por Chávez et al (1987a, b). El potencial sísmico, es decir la probabilidad de que se presente una cierta intensidad de movimiento del terreno en un sitio dado correspondiente a un sismo de magnitud M_s , ocurrido a una distancia hipocentral D , requiere contar con una descripción de la neotectónica y la sismicidad natural regional, así como de las características de propagación de la señal sísmica en el trayecto fuente-receptor. Esta información se utiliza como entrada para modelos de riesgo sísmico. Dicho potencial de actividad sísmica de una región, o en un sitio específico, puede estimarse en términos del número de temblores de magnitud igual o mayor que una magnitud M generados en promedio por unidad de volumen y por año en las fuentes sísmicas pertenecientes a la región.

La aproximación mecánica del análisis de los juegos de fallas está enfocada como aplicación en sismología, y en particular para la estimación del riesgo sísmico del IT; pues la mayor parte de los mecanismos focales de los sismos pueden ser analizados aproximadamente de la misma manera; y por lo consiguiente, se puede lograr una correlación de los resultados, apoyándonos en gran medida de modelos de propagación de las ondas sísmicas de la Región.

En base a lo descrito anteriormente, se aplicó el método las funciones de Green empíricas en la versión de Irikura para obtener sismogramas sintéticos (adecuados para fines de predicción) asociados a cinco fallas neotectónicas potenciales activas dentro del Istmo de Tehuantepec, a las funciones de Green provienen de la campaña de microsismicidad de 1986 (Ponce et al, 1992). Los sismogramas están asociados a eventos locales con magnitudes locales que varían entre 2.5 y 4.9.

Se estimó el potencial sísmico en la estación CINTALAPA localizada al sur del Istmo de Tehuantepec en términos de las aceleraciones máximas del terreno considerando la información neotectónica de la zona (Velasquillo, 1994). Se compararon los resultados obtenidos por Padilla (1992, eventos superficiales) y los del presente estudio, observándose que para el mismo período de recurrencia (100 años), las aceleraciones máximas esperadas para los eventos superficiales con la contribución de fallas neotectónicas fueron mayores

(100 cm/s²) con respecto a los eventos superficiales sin la contribución de dichas fallas (50 cm/s²). Es decir, el potencial sísmico se incrementa al considerar las fallas neotectónicas.

De lo anterior se sigue que el incluir la información neotectónica de una región es de primordial importancia para estimar el potencial sísmico en sitios localizados en regiones donde se cuente con información microtectónica (poblaciones de fallas) y de un número de registros sísmicos.

Chávez, M., et al., Sism. Res. Lett., 65-1, 1994
Padilla, G., Tesis de Licenciatura, UNAM, 1992.

275.S.48

EFFECTOS DE SITIO DE LA RESPUESTA SÍSMICA ESTRUCTURAL DEBIDOS A IRREGULARIDADES LATERALES.

Ojeda, Edna*, Avilés, Javier*# y Pérez-Rocha,
Eduardo L. * Centro de Investigación Sísmica
A.C., Fundación Javier Barros Sierra, México,
D.F. México. #Instituto de Investigaciones
Eléctricas, CFE, Cuernavaca, Morelos, México.

Es ya conocido que en sitios de terreno blando de las ondas sísmicas sufren amplificación dinámica debida a efectos locales. Las fronteras laterales y el contacto entre los estratos producen un fenómeno de difracción múltiple que genera amplificaciones y atenuaciones en el movimiento del suelo. Sin embargo, es común que las estimaciones de los efectos de sitio se basen en resultados obtenidos de modelos unidimensionales que no toman en cuenta la influencia de estas irregularidades. Se presenta una solución unidimensional para determinar los efectos de un depósito bajo cierta condición de irregularidad lateral. El modelo consiste en un depósito de suelo, con base rígida estratificado horizontalmente y constituido por dos formaciones distintas en contacto común. El depósito se excita por un movimiento prescrito en la base del depósito. La solución del modelo se obtiene usando expansiones de funciones de onda en términos de los modos naturales de propagación del sistema, e imponiendo las condiciones de frontera en la interfaz entre los dos perfiles estratigráficos. Con la solución de este modelo se analiza la respuesta de un estrato blando el que se encuentra rodeado por un estrato duro. El estrato duro representará a la roca

basal y el estrato blando será equivalente al sitio en su período dominante de vibración y su velocidad efectiva de propagación. Se calculan funciones de transferencia para diferentes propiedades del suelo, en diferentes puntos en la superficie. Los resultados muestran la importancia del fenómeno espacial. Cerca de la frontera lateral los efectos son importantes. Para cuantificar los efectos de sitio en la respuesta estructural se obtienen espectros de respuesta y contornos de las ordenadas espectrales para varias configuraciones suelo-estructura definida por el periodo dominante del sitio y el periodo fundamental de la estructura.

276.S.49

INTERPOLACIÓN ESPACIAL DE DATOS SÍSMICOS: EL CASO DEL VALLE DE MÉXICO.

Pérez-Rocha, Luis Eduardo*, Sánchez-Sesma, Francisco J.**, Ordaz-Schröder, M** #. * Centro de Investigación Sísmica, Fundación Javier Barros Sierra, A.C, Carr. al Ajusco 203, Héroes de Padierna, Tlalpan 14200, México. ** Instituto de Ingeniería UNAM. # Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

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

longitud de onda de interés se logran excelentes resultados. Se presentan algunos acelerogramas sintéticos y que ilustran el poder de resolución de este método. En particular, para algunos problemas de ingeniería sísmica estas series de tiempo son de gran utilidad, tanto para el análisis dinámico no lineal de estructuras especiales como para el cálculo de espectros de respuesta. Por otro lado, los resultados han dado lugar a representaciones plausibles del movimiento sísmico del terreno sobre una amplia porción del valle de México mediante secuencias de animación. En ellas es posible observar la propagación y generación local de ondas superficiales. Para estos ejemplos se hizo uso de los registros del temblor de Guerrero del 25 de abril de 1989 captados por la extensa red del valle de México.

277.S.50

PROCESO DE RUPTURA DEL SISMO DEL 25 DE ABRIL DE 1989, FRENTE A LAS COSTAS DE SAN MARCOS, GUERRERO.

Santoyo, Miguel A.*, Shri Krishna Singh *, **
* CENAPRED. Delfín Madrigal 665, Santo Domingo, 04360, México D.F. ** Instituto de Geofísica, UNAM, CU, 04510, México D.F.

Se estudia la fuente del sismo del 25 de abril de 1989 ($M_s=6.9$), ocurrido frente a la costa del poblado de San Marcos, Guerrero, desde 2 puntos de vista:

1. Mediante el uso de registros telesísmicos de periodo largo, se realiza la inversión del mecanismo focal así como del momento sísmico y de la profundidad hipocentral, usando el método propuesto por Nábelek (1984).
2. Utilizando registros de aceleraciones, obtenidos cerca de la fuente, filtrados pasa banda entre 1-5 seg, se realiza la inversión de las dislocaciones sobre el plano de falla, con funciones de Green teóricas calculadas para un medio estratificado mediante el método del Número de Onda Discreto. El plano de falla se representa con una malla de fuentes puntuales. Mediante inversión, se calculan las dislocaciones en cada nodo. Para estabilizar la inversión, se imponen a la solución condiciones de positividad y suavidad en las dislocaciones. Los resultados muestran que la profundidad del hipocentro es de 15 km con un mecanismo focal inverso. Por otra parte, la fuente de este sismo es

simple, con una geometría cercana a la circular. Sin embargo, si se asigna una longitud adecuada a la función de tiempo de la fuente, es posible explicar los datos mediante una fuente puntual en el hipocentro. Con lo anterior, se observa que los datos no son capaces de resolver la dimensión de la falla, teniendo así también incertidumbre en los valores de caída de esfuerzos así como en la distribución de las dislocaciones sobre el plano de falla.

Al comparar la distribución epicentral de las réplicas con la distribución de las dislocaciones del evento principal, se observa que existe dispersión de las primeras respecto al área de las segundas. Esto sugiere que, para este caso, el área de las réplicas no define de manera clara el área de ruptura.

278.S.51

DISEÑO Y TRABAJO DE CAMPO PARA INSTALAR LA RED DE VIGILANCIA Y MONITOREO EN EL VOLCÁN POPOCATÉPETL.

Ramos, E.*, De la Cruz-Reyna, S.*,**, Quaas,
R.*,***, Guevara, E.*, y González, R.*

*Centro Nacional de Prevención de Desastres
(CENAPRED), Delfín Madrigal 665, Santo
Domingo, 04360, México D.F. ** Instituto de
Geofísica, UNAM, CU, 04510, México D.F.

***Instituto de Ingeniería- UNAM, CU, 04510,
México D.F.

El volcán Popocatepetl, ha mantenido su actividad desde hace unos 10,000 años a la fecha, y durante los cuales ha presentado distintos periodos eruptivos, que han causado daños al medio circundante de su área de influencia.

En tiempos históricos, se han reportado distintos tipos de actividad, que aparecen en algunos códigos prehispánicos y crónicas de la época colonial.

En lo que va del presente siglo, experimentó una etapa activa de 1919 a 1927 que estuvo acompañada de intensa actividad fumarólica, sismicidad y emisión de ceniza que inclusive fue reportada hasta la zona de Chalco, México.

En la actualidad, su actividad se ha visto incrementada desde principios de 1993, lo que ha motivado que distintas entidades gubernamentales y de investigación, se hayan dado a la tarea de iniciar los trabajos tendientes a instalar una red de vigilancia y monitoreo que permita dotar a las

autoridades de Protección Civil de información confiable para la toma de decisiones en caso de presentarse una emergencia en el volcán.

Dicha red se conformará de 9 estaciones sísmicas telemétricas, de las cuales cuatro serán analógicas y las restantes digitales. Estarán ubicadas en la periferia del edificio volcánico cubriéndolo de manera acimutal, con la finalidad de tener un buen control de la actividad sismovolcánica. Estas estaciones son: Altzomoni (PPA), Bonsai (PPB), Chipiquixtle (PPQ), Las Cruces (PPC), Tetexcaloc (PPT), Tlamacas (PPM), Ventorrillo (PPV), Xaltelco (PPX) y Yoloxtl (PPY). De estas, la de Tlamacas y la de Altzomoni son estaciones con equipo sísmico de los Institutos de Geofísica e Ingeniería de la UNAM, respectivamente. Del total de las estaciones arriba mencionadas, cuatro se encuentran en la jurisdicción del Estado de México y cinco en el Estado de Puebla.

En cuanto a la transmisión de las señales, se menciona que se utilizarán los sitios del cerro Calo en San Bernardino Chalchihuacan, Pue. y de Altzomoni, Méx. como estaciones repetidoras de las señales provenientes de las partes norte y oriental del mismo volcán, ya que las ubicadas en el costado occidental podrán llegar de manera directa al centro de recepción ubicado en el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). También se menciona que de las estaciones arriba señaladas, la más baja se encuentra a 2,700 msnm (Xaltelco), mientras que la más alta está a 4,580 msnm (Las Cruces).

287.S.52

EL PAPEL DE LAS FALLAS TRANSCURRENTES DEL SURESTE DE MÉXICO EN LA TECTÓNICA DE LA UNIÓN TRIPLE DE LAS PLACAS DE NORTE AMÉRICA, COCOS Y CARIBE.

Guzmán, Speziale M.* y Meneses, Rocha J.J.**

*Instituto de Geofísica, UNAM, 04510 México
D.F. (5)622-4126; e mail:

marco@ollin.igeofcu.unam.mx **PEMEX
Exploración y Producción, 11311 México D.F.
(5) 545-7968

El sistema de fallas transcurrentes del sureste de México está constituido por al menos diez grandes fallas (la mayor con una longitud cercana a los 200km) con movimiento lateral izquierdo, el cual ha

sido ampliamente documentado con evidencia geológica y en menor grado, con evidencia sísmica. Proponemos un modelo en el que el límite entre las placas Norte América y Caribe continúa, desde el sistema Motagua-Polochic, por las fallas transcurrentes, aunque éstas se encuentran desplazadas de la traza del sistema. En nuestro modelo, la provincia de fallas inversas sirve como conexión entre ambos sistemas de fallas. Esta provincia actuaría como *escalón* entre ambos sistemas. Debido al movimiento lateral izquierdo, tanto en Motagua-Polochic como en las fallas transcurrentes se esperaría que entre ambos exista comprensión, lo cual se confirma ya que la provincia de fallas inversas está formada por una serie de anticlinales angostos cortados en sus flancos por fallas inversas que generalmente eliminan el sinclinal intermedio.

La orientación de las fallas transcurrentes es E-W en su parte este, cerca del sistema Montagua-Polochic, cambiando a N60°W hacia el noroeste. Esto, aunado al hecho de que la deformación se distribuye entre diez fallas o más, hace que el movimiento relativo entre placas cuantificando en cada falla sea muy pequeño.

296.S.53

RED ACELEROGRÁFICA Y SISMOLÓGICA DE JALISCO (RASJ)

Chávez, M., Martínez, A., y Ramírez, R.
Instituto de Investigaciones para la Ingeniería
A.C. Av. Vallarta 1876-104, 44600 Guadalajara,
Jal., México.

El potencial sísmico de la región donde se localiza el estado de Jalisco se ha manifestado desde hace varios siglos con sismos altamente destructivos, como por ejemplo los ocurridos el 27/12/1568, el 11/2/1875 y el del 3/6/1932, con magnitudes MS mayor que 7, igual a 7, y de 8.2, respectivamente. Tomando en cuenta lo anterior y con el fin de monitorear la actividad sísmica regional, el Instituto de Investigaciones para la Ingeniería A.C., decidió en 1991 instalar la Red Acelerográfica y Sismológica de Jalisco (RASJ). La RASJ cuenta a la fecha con 11 estaciones acelerográficas de superficie y de 2 de pozo en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), así como con otras 2 estaciones acelerográficas de superficie en el interior del estado, una en Puerto Vallarta y otra en Ciudad

Guzmán. Las estaciones acelerográficas cuentan con un equipo SSA2 y sensores FBA23 de Kinometrics. La comunicación con las estaciones de Puerto Vallarta, Ciudad Guzmán y Colegio de ZMG se hace por medio de teléfono y modem, el resto de las estaciones son autónomas.

En lo que se refiere a las estaciones sismológicas estas serán 12, seis se localizarán alrededor de la ZMG, y las otras seis en la región de la costa de Jalisco. Cada estación contará (inicialmente) con un sismómetro WR1 de Kinometrics y el equipo auxiliar necesario Para transmitir por radio las señales sísmicas al Centro de Procesamiento de la RASJ que se encuentra operando en la ZMG. En la primera fase de la red sismológica, que se completará en marzo de 1995, se instalarán tres estaciones alrededor de la ZMG y otras tres en la zona de la costa.

301.S.54

THE AMOES SYSTEM FOR RAPID DETERMINATION OF GROUND ACCELERATIONS AFTER AN EARTHQUAKE

Ogie Kuraica
Kinometrics Instruments , 222 Vista Avenue,
Pasadena, Ca., 91107 USA. Tel. (818)795-2220,
Fax. (818)795-0868

After a damaging earthquake such as the one in Northridge on January, 17, 1994, emergency operations undertaken in the first hours are critical for saving lives and protecting property. These operations must take into account the distribution of strong ground motions caused by earthquake.

For some time, systems allowing rapid determination of the magnitude and epicenter of an earthquake based on using a continuous analog or digital telemetry links to a central processing site have been used. Recently, systems such as CUBE (Caltech USGS Broadcast of Earthquakes) have transmitted this information to civil defense agencies, local government and utilities within minutes of the actual event. although this information is valuable, it does not provide details of the extent of ground accelerations over the affected area. in addition, the Northridge

past belief that strong motion vary insignificantly over small distances in areas of similar geology, might be wrong ground motion was observed to vary significantly over a small distance of tens of meters (Lee et al, 1994; Spudich et al, 1994). The Northridge earthquake experience makes it clear that more strong motion accelerographs stations that offer greater resolution and faster access to crucial ground motion parameters are greatly needed.

Kinematics and the California Institute of Technology are jointly working on the AMOES (Automated Monitoring of Earthquake Strong-motion) program. it is partially funded by State of California with the goal to acquire and distribute strong motion parameters within minutes of the event. The AMOES system will be based on specially adapted Kinematics Altus K2 "smart" accelerographs deployed in the field. The K2 will transmit parameters of the acceleration time history to a central facility at Caltech for further processing and data distribution. The accelerographs will process the time history to calculate parameters such as peak acceleration, peak velocity, and arrival times. The data will be transmitted as an encoded packet of information to the central site. Utilizing the accelerograph to concentrate the information and only send data when the unit is triggered has a number of advantages over continuous transmission: 1) it does not require a dedicated telemetry or phone link. (This reduces the cost of the communication link and allows different transmission media to be used, thus greatly increasing the robustness of the system; 2) the central processing site is simplified and can be readily duplicated to ensure system redundancy; 3) as the system is based on distributed processing in the accelerograph, it can be readily expanded to provide higher density coverage. The initial trial employ four K2s deployed in selected locations in the So. California area. Data from these systems will be transmitted back to Caltech and processed. This data can then be broadcast to users via current paging system used by CUBE. After additional stations have been installed to give sufficiently dense coverage, the AMOES system will perform as it was designed: to have real time warning capability.

Autores	No. de Trab.	Pag.			
A. Nava.	172.S.24	109	Axen, Gary	030.TVC.13	74
Abrams, M.	121.TVC.36	84	Azpra Romero Enrique	168.CA.22	49
Acosta J.G	032.S.04	102	Baca A. Arturo	170.GEOT.16	32
Adem Julián	130.CA.10	45	Baca A. Arturo	171.GEOT.17	32
Aguayo A.	195.EXG.33	64	Balcazar García M.	146.EXG.2	62
Aguillón-Robles, Alfredo	110.TVC.26	80	Bandy, W.L.	119.TVC.34	83
Aguillón-Robles, Alfredo	111.TVC.27	80	Bandy, William	140.TVC.38	85
Aguirre-Díaz, Gerardo de	056.TVC.22	78	Bandy, W.L.	118.TVC.33	83
Aguirre-Díaz, Gerardo de	039.TVC.18	76	Bandy, W.	289.TVC.70	99
Aguirre-Díaz, Gerardo de	158.TVC.45	89	Baños López, L.	128.GEOQ.02	15
Alaniz-Alvarez, S.A.	159.TVC.46	89	Barillas-Cruz, Edy M.	152.TVC.42	87
Alaniz-Alvarez, S.A.	160.TVC.47	90	Barrera H. David	086.RG.11	104
Alatorre Miguel Angel	065.S.08	103	Barrera D	070.RG.05	18
Alatorre M.A.	066.S.09	104	Barrera H. David	086.RG.11	21
Alatorres Zamora M.A.	302.EXG.47	67	Barrier, E.	297.TVC.71	99
Alatriste Vilchis David Rey	184.EXG.30	63	Barrios Oscar L.	232.EXG.41	66
Alferov J.	018.CA.02	42	Barrón Juan R.	274.S.47	118
Alonso Reyes Faustino	155.GEOT.15	31	Barrón Juan	273.S.46	118
Alonso Reyes Faustino	096.GEOT.10	29	Bartley, J.M.	231-TVC.55	93
Alonso Reyes, Faustino	031.TVC.14	74	Batlori S. Eduardo	090.CA.07	44
Altuzar-Coello, P.	128.GEOQ.02	15	Bautista Ricardo	273.S.46	118
Alva Valdivia L.	141.EXG.25	62	Bautista Ricardo	274.S.47	118
Alvarez Rosas J.	290.GEOT.23	35	Bazán Barrón Sergio	177.RG.13	22
Amador Alberto	209.OF.17	6	Bazán Perkins Sergio D.	176.RG.12	21
Amador Alberto	208.OF.16	5	Beauce Alain	239.GEOT.19	33
Amaya Martínez, Ricardo	040.TVC.19	76	Behrens, E.W.	266.T.07	41
Andrade Tejero A.	185.EXG.31	63	Beier	300.OF.32	9
Anguiano Rojas R.A.	142.EXG.26	62	Belmonte Jiménez Salvador I.	298.EXG.46	67
Aragón A. Manuel	235.RG.16	24	Bohnel, H.	281.TVC.63	96
Aragón A. Alfonso	171.GEOT.17	32	Bonassi, Orazio	017.TVC.07	71
Aragón A. Alfonso	170.GEOT.16	32	Borja M.A.	164.CA.18	47
Aragón A. Manuel	224.RG.15	25	Bourgeois, J.	289.TVC.70	99
Aranda Juan	212.EXG.40	65	Brandi Purata Juan Marcos	131.S.17	107
Aranda Juan	098.EXG.15	59	Brassea Ochoa Jesús	234.EXG.42	66
Aranda López J.R.	126.EXG.23	61	Bravo S.	137.CA.14	46
Aranda Gómez, José Jorge	187.T.05	39	Bravo Josú L.	150.CA.15	46
Aranda López J.R.	125.EXG.22	61	Bravo H	174.S.26	110
Aranda-Gómez, José Jorge	022.TVC.08	72	Bravo Ch. Hugo	64.S.07	103
Aranda-Gómez, José Jorge	157.TVC.44	88	Bravo J.L.	263.CA.33	52
Aranda-Gómez, José Jorge	111.TVC.27	80	Bremer Martín H.	238.EXG.45	67
Aranda-Gómez, José Jorge	023.TVC.09	72	Bremer B. Martín H.	236.EXG.43	66
Aranda-Gómez, José Jorge	156.TVC.43	88	Briones Gálvez J.J.	126.EXG.23	61
Aranda-Gómez, José Jorge	110.TVC.26	80	Buendía Carrera Enrique J.	166.CA.20	48
Aranda-Gómez, José Jorge	158.TVC.45	89	Butler Jessica L	055.S.05	102
Argote Ma. Luisa	208.OF.16	5	Calderón G.	172.S.24	109
Argote Ma. Luisa	209.OF.17	6	Calmus, Thierry	147.TVC.40	86
Armienta M.A.	195.EXG.33	64	Calmus, Thierry	289.TVC.70	99
Armienta, M.A.	192.GEOQ.05	16	Camacho, A.	016.TVC.06	71
Arredondo Fregoso J. Jesús	004.GEOT.01	26	Campos Enríquez O	196.EXG.34	64
Arredondo Fragozo Jesús	011.GEOT.03	26	Campos E. Oscar	270.S.43	116
Arteguín López M.A	178.S.28	111	Campos-Enríquez, J.O.	197.TVC.51	91
Arteola Alfredo	109.GEOT.12	30	Canedo Castro, Marcela	286.TVC.68	98
Arturo B. Cárdenas R.	139.S.20	108	Carbajal Noel	219.OF.25	8
Ascencio Fernando	109.GEOT.12	30	Cárdenas S. Martín	183.S.33	112
Astachova E.	018.CA.02	42	Cárdenas Monroy Caridad	131.S.17	107
Avilés Javier	275.S.48	119	Cárdenas Martín S.	182.S.32	112
Avilés Javier	078.S.12	105	Carey, E.W.	288.TVC.69	98
			Carrasco-Núñez, G.	191.TVC.50	91
			Carrasco-Núñez, G.	190.TVC.49	91
			Carreño, Ana Luisa	246.CHIC.06	12

Carrillo M.M.I	127.GEOT.12	30
Carrillo, M.	128.GEOQ.02	15
Casarrubias Unzueta Zenón	106.GEOT.11	29
Castañeda, Oscar	033.TVC.15	75
Castañeda, Oscar	161.TVC.48	90
Castillo Hernández Daniel	154.GEOT.14	31
Castres, M.	289.TVC.70	99
Castro Valéz Rubén	218.CA.24	49
Ceniceros, N.	192.GEOQ.05	16
Centeno-García Elena	261.TVC.59	94
Centeno-García, Elena	260.TVC.58	94
Cerón Fernández A.	013.EXG.01	54
Cervantes, P.	120.TVC.35	84
Cervantes José Luis	139.S.20	108
Cervantes, P.	122.TVC.37	84
Cevallos Ferriz, Sergio R.S.	247.CHIC.07	13
Chávez Mario	274.S.47	118
Chávez García Francisco J.	012.S.01	101
Chávez G. Francisco J.	183.S.33	112
Chávez, M.	297.TVC.71	99
Chávez M.	296.S.53	122
Chávez Velazco Gerardo	224.RG.15	25
Chayes, D.A.	288.TVC.69	98
Classe, F.	016.TVC.06	71
Conce C.	092.CA.02	45
Conde C.	091.CA.08	44
Conde C.	257.CA.30	51
Conde C.	256.CA.29	51
Conde C. Gay	258.CA.31	52
Contreras L. Enrique	293.GEOT.26	37
Contreras L. Enrique	237.EXG.44	66
Contreras López Enrique	241.GEOT.21	34
Corona-Chávez, Pedro	279.TVC.61	95
Corona-Chávez, Pedro	262.TVC.60	95
Cortes, Abel	014.TVC.04	70
Cruz Abeyro	137.CA.13	46
Cruz Ronquillo, O.	192.GEOQ.05	16
Cruz Castillo M.	103.S.16	106
Cruz Hernández Alma	075.RG.10	20
Cuenca S. Julio,	183.S.33	112
Cuenca J	179.S.29	111
Cuenca S. Julio	180.S.30	111
Czarenecki, M.	288.TVC.69	98
Davydova Valentina	264.CA.34	52
De la Cruz reyna S.	278.S.51	121
Del Valle García R.	061.EXG.07	56
Delgado, H.	122.TVC.37	84
Delgado González Oscar	218.CA.24	49
Delgado V. Marco A	173.S.25	110
Delgado, H.	121.TVC.36	84
Delgado, H.	120.TVC.35	84
Delgado Argote Luis A.	235.RG.16	24
Delgado Vázquez, Marco	083.T.04	39
Delgado, Luis	220.TVC.52	92
Delgado O.E.	210.OF.18	6
Delgado Granados, Hugo	249.TVC.56	93
Delgado Rodríguez O	196.EXG.34	64
Delgado-Argote, Luis A.	152.TVC.42	87
Delgado-Rodríguez, O.	197.TVC.51	91
Díaz María Teresa	150.CA.15	46

Díaz Navarro R.	088.EXG.12	58
Diego Orozco, A.	034.TVC.16	75
Domínguez Tonatiuh R.	263.S.06	103
Domínguez Jaime	267.S.40	115
Durazo Reginaldo	216.OF.23	7
Enciso de la Vega Salvador	188.RG.14	24
Escalante J.	163.CA.17	47
Escalona Alcázar Felipe de	224.RG.15	25
Escobar López Brenda I.	043.GEOT.06	27
Esparza F.J.	200.EXG.36	65
Espíndola Juan M.	194.S.34	113
Espinos Cardaña, Juan	148.TVC.41	86
Espinosa Arrubarrena, Luis	245.CHIC.05	12
Espinosa, Juan M.	147.TVC.40	86
Espinoza Luna Juan	199.EXG.36	65
Estrada C. Jorge A.	139.S.20	108
Fabriol Hubert	239.GEOT.19	33
Fajardo Josefina	150.CA.15	46
Farrar, Edward	056.TVC.22	78
Febles Patrón J.L.	097.EXG.14	58
Fernández Sixto R	173.S.25	110
Fernández R. Sixto	64.S.07	103
Ferrari, L.	026.TVC.11	73
Ferrari, L.	025.TVC.10	72
Ferrari, L.	027.TVC.12	73
Ferrusquia V., Ismael	284.TVC.66	97
Figueroa Manuel	209.OF.17	6
Figueroa N.	172.S.24	109
Filonov, A	007.OF.01	1
Filonv, A.,	008.OF.02	2
Fletcher, J.M.	231.TVC.55	93
Flores R. Jesús .H.	136.EXG.24	61
Flores Carlos	104.EXG.18	60
Flores Juan C	64.S.07	103
Flores R. Jesús H.	146.EXG.27	62
Flores Jesús H.	151.EXG.28	63
Flores Maciel Roberto	071.RG.06	19
Flores C.F.	210.OF.18	6
Flores Carlos	105.EXG.19	60
Frañán Francisco.	069.S.10	104
Frez J	145.S.22	108
Frez J.	144.S.21	108
Frolov A.	018.CA.02	42
G. Catellanos	172.S.24	109
Galicía Pérez Marco A.	020.OF.04	2
Galindo, Ignacio	014.TVC.04	70
Gallardo Delgado L.	115.EXG.20	60
Gallardo Delgado L.	101.EXG.16	59
Gallegos Cruz A.	251.CA.24	50
Gallegos Cruz A.	251.CA.24	50
Gallegos Cruz	254.CA.27	50
Gallegos Cruz	254.CA.27	51
Gallegos Cruz A	253.CA.26	50
Gálvez Oscar	224.S.34	113
Gamper, Martha A.	107.CHIC.02	11
García Cucto Rafael	035.CA.04	43
García Ma. Teresa	002.RG.01	17
García Estrada G.H	011.GEOT.03	26
García Pérez, Frank	280.TVC.62	96
García Melendez F.J.	133.CA.12	46

García J.	210.OF.18	6	Guzmán de la Campa, A.	143.TVC.39	85
García Arthur Rosalía	065.S.08	103	Harris, R.N.	231.TVC.55	93
García Abdeslem J.	102.EXG.17	59	Hasenaka, Toshiaki	005.TVC.02	69
García Estrada G.H.	010.GEOT.02	26	Henry, B.	034.TVC.16	75
García Estrada G.H.	038.GEOT.05	27	Herguera Juan Carlos	215.OF.22	7
García Córdoba Joaquín	218.CA.24	49	Hernández Barrera David	071.RG.06	19
García, J.	225.T.06	40	Hernández Treviño, T.	285.TVC.67	98
García Arturo	002.RG.01	17	Hernández Avila L.	050.EXG.05	55
García M.	163.CA.17	47	Hernández-Bernal, M.S.	282.TVC.64	96
García-Abdeslem, Juan	266.T.07	41	Herrera B. Jaime	154.EXG.29	63
García-Arthur Rosalía	066.S.09	104	Herrera B. F.	154.EXG.29	63
Garduño M., Víctor Hugo	017.TVC.07	71	Herrera-Recinos, Joram	152.TVC.42	87
Garduño René	130.CA.10	45	Huerta, Carlos I.	147.TVC.40	86
Garduño M., Víctor Hugo	015.TVC.05	70	Huerta Carlos I.	032.S.04	102
Garduño M., Víctor Hugo	014.TVC.04	70	Huidobro González Adolfo	131.S.17	107
Gaulond Roland Mario	273.S.46	118	Huízar Alvarez, Rafael	189.GEOQ.04	16
Gaviño Juan	024.OF.05	2	Ishikawa, Ken'ichi	005.TVC.02	69
Gay C.	092.CA.08	45	Isralde, J.	016.TVC.06	71
Gay C.	263.CA.33	52	Jacques Ayala, César	233.T.08	40
Gay C.	256.CA.29	51	Jaurégui E.	163.CA.17	47
Gay C.	257.CA.30	51	Jiménez Illescas Angel R.	085.OF.09	3
Gay C.	091.CA.08	44	Jiménez Z.	172.S.24	109
Gay C.	256.CA.29	51	Jiménez I. Angel R.	084.OF.08	3
Gil Silva Eduardo	218.CA.24	49	Jiménez Zenón	194.S.34	113
Glowacka E.	100.S.15	106	Jiménez-López, Luis S.	112.TVC.28	81
Gómez Treviño E.	098.EXG.15	59	John A.	048.EXG.03	54
Gómez Treviño E.	068.EXG.10	56	John A.	047.RG.04	18
Gómez Valdés, José	211.OF.19	6	Jones, C.	288.TVC.69	98
Gómez Treviño E.	067.EXG.09	56	Juárez A.	257.CA.30	51
Gómez Valdéz José	098.EXG.15	59	Juárez Faustino	151.EXG.28	63
Gómez treviño E.	101.EXG.16	59	Juárez A.	263.CA.33	52
Gómez treviño E.	232.EXG.41	66	Kiktev D.	018.CA.02	42
Gómez Treviño E.	121.EXG.40	65	Kostoglodov, Vladimir	140.TVC.38	85
Gómez Valdés J.	212.EXG.40	65	Kover, Thomas	161.TVC.48	90
Gómez Treviño E.	200.EXG.36	65	Kover, Thomas	033.TVC.15	75
Gómez R. Roberto.	64.S.07	103	Kravchenko V.V.	041.EXG.02	54
Gómez-Tuena, A.	191.TVC.50	91	Labarthe-Hernández	112.TVC.28	81
González Partida E.	290.GEOT.23	35	Lavín M.F.	207.OF.15	5
González Partida E.	292.GEOT.25	36	Lawver, L.A.	266.T.07	41
González Carlos, Moisés	040.TVC.19	76	Lazos Ramírez, Zulema	285.TVC.67	98
González J.	144.S.21	108	Le Moye Hernández Luis	162.CA.16	47
González Partida E.	291.GEOT.24	36	Le Moye Echeverría Luis	162.CA.16	47
González Pomposo G.J.	265.S.38	115	Legorreta Rocha, Alberto	060.TVC.24	79
González García	054.EXG.06	55	Legorreta Quintero, Oranoel	056.TVC.22	78
González de León Erick M.	043.GEOT.06	27	Lermo S. Javier	180.S.30	111
González A. Huidobro	181.S.31	112	Lermo J.	179.S.29	111
González J.J.	145.S.22	108	Lermo Javier	182.S.32	112
González R.	278.S.51	121	Lermos, Javier	181.S.31	112
González-Huesca, E.A.	121.TVC.36	84	Lermo-Samaniego, Javier	250.TVC.57	93
Graef Ziehl Federico	206.OF.14	5	Lewis, T.	266.T.07	41
Graef Federico	204.OF.12	4	Leyva Contreras Armando	259.CA.32	52
Grajales Nishimura, José	094.CHIC.01	11	Leyva Contreras Armando	259.CA.32	52
GrawnderDirk	024.OF.05	2	Longoria, José F.	107-CHIC.02	11
Grijalva Noriega, Francisco	057.T.01	38	López Gómez, Gustavo	060.TVC.24	79
Guecara E.	278.S.51	121	López Martínez, Margarita	056.TVC.22	78
Guerrero, J.	288.TVC.69	98	López T. Addier	105.EXG.19	60
Guerrero, J.	289.TVC.70	99	López Avila, Javier	108.TVC.25	79
Gusev A.A.	149.S.23	109	López Gómez, Gustavo	082.T.03	38
Gutierrez W.	163.CA.17	47	López Gómez, Gustavo	083.T.04	39
Guzmán Speziale M.	287.S.52	121	López, R.	016.TVC.06	71

Lugo José	002.RG.01	17
Luyando E.	163.CA.17	47
Maciel Flores Roberto	075.RG.10	20
Maciel Flores R.	070.RG.09	20
Maciel R.	070.RG.05	18
Madrid J.A.	021.S.02	101
Maillol, J.M.	118.TVC.33	83
Marín Solís, Juan Daniel	110.TVC.26	80
Marín Solís, Juan Daniel	111.TVC.27	80
Márquez B.	172.S.24	109
Márquez Bertha	065.S.08	103
Márquez Bertha	066.S.09	104
Martínez Leal C.	185.EXG.31	63
Martínez A.	296.S.53	122
Martínez Sepúlveda	0294.F.30	8
Martínez Gorza, José Jaime	001.TVC.01	69
Martínez García Guillermo	062.OF.07	2
Martiñón García Humberto	106.GEOT.11	29
Mata-Segura, José Luis	114.TVC.30	82
Mata-Segura, José Luis	113.TVC.29	81
Maxwell, A.E.	266.T.07	41
McDowell, Fred W.	284.TVC.66	97
McDowell, Fred W.	040.TVC.19	76
Medina, Francisco	220.TVC.52	92
Medina Rodríguez Juan	086.RG.11	21
Mena M.	135.S.18	107
Méndez Delgado S.	068.EXG.10	56
Méndez delgado S.	067.EXG.09	56
Méndez Ignacio	069.S.10	104
Méndez Ignacio	224.S.34	113
Méndez P.	066.S.09	104
Mendoza L.M.	032.S.04	102
Mendoza Victor Manuel	255.CA.28	51
Meneses Rocha J.J.	287.S.52	121
Mennella, Luca	017.TVC.07	71
Mercier de Lepinay, B.	289.TVC.70	99
Michaud, F.	289.TVC.70	99
Millán, M.	197.TVC.51	91
Miroshnichenko L.I.	251.CA.24	50
Miroshnichenko L.I.	251.CA.24	50
Miroshnichenko L.I.	254.CA.27	50
Mirsohnichenko	254.CA.27	51
Mirsohnichenko	253.CA.26	50
Molinero, R.	120.TVC.35	84
Molinero, R.	122.TVC.37	84
Mondragón Telis J.	089.EXG.13	58
Monnin M.	135.S.18	107
Montaño, Tito R.	147.TVC.40	86
Montellano Ballesteros,	246.CHIC.06	12
Montero Nolasco I.	133.CA.12	46
Montesinos Silva	052.CA.05	43
Monzón, C.	008.OF.02	1
Monzón César O.	009.OF.03	1
Mora, Gabriela	220.TVC.52	92
Morales, Victoria, A.	285.TVC.67	98
Morales-Contreras, J.	281.TVC.63	96
Morán-Zenteno, D.J.	285.TVC.67	98
Morán-Zenteno, D.J.	282.TVC.64	96
Morán-Zenteno, D.J.	262.TVC.60	95
Mottl, M.J.	288.TVC.69	98

Moya J.C.	044.RG.03	18
Muhlía Agustín	150.CA.15	46
Müller Peter	204.OF.12	4
Muriel García Manuel	076.CA.06	43
Nagihara, S.	266.T.07	41
Nagihara, S.	225.T.06	40
Nagy, Elizabeth A.	046.TVC.21	77
Nakamura, Y.	266.T.07	41
Natividad B. Miguel A.	134.CA.13	46
Nava F Alejandro	065.S.08	103
Nava F Alejandro	066.S.09	104
Nava F.A.	100.S.15	106
Navarro, Carlos	014.TVC.04	70
Neri, Marco	015.TVC.05	70
Nieto O. Jorge	180.S.30	111
Nieto, J.	120.TVC.35	84
Nieto, J.	122.TVC.37	84
Nieto-Obregón, Jorge	250.TVC.57	93
Nieto-Samaniego, A.F.	159.TVC.46	89
Nieto-Samaniego, Angel F.	160.TVC.47	90
Nieto-Samaniego, A.	262.TVC.60	95
Noyola-Medrano, Ma.	158.TVC.45	89
Núñez Cornu Francisco	065.S.08	103
Núñez F.	144.S.21	108
Núñez Cornu Francisco	066.S.09	104
Núñez Cornú F.	182.S.32	112
Núñez Cronú F.	172.S.24	109
Obeso Nieblas Maclovio	084.OF.08	3
Obeso Nieblas Maclovio	085.OF.09	3
Obeso Nieblas Maclovio	084.OF.08	3
Ocampo Torres Francisco J.	205.OF.13	4
Ochoa José	213.OF.20	6
Oda Noda Bertha	255.CA.28	51
Ogie Kuraica	301.S.54	122
Ohslen Frank	193.EXG.32	64
Ojeda Edna	275.S.48	119
Ojeda Edna	078.S.12	105
Olu, K.	289.TVC.70	99
Onida, M.	016.TVC.06	71
Ordaz M.	269.S.42	116
Ordaz Schröder Mario	254.CA.27	51
Ordaz Schröder M	276.S.49	120
Ornelas Valdéz R.	088.EXG.12	58
Ornelas G.	172.S.24	109
Orozco Luis	224.S.34	113
Ortega Ruiz Roberto	175.S.27	110
Ortega Pierres	051.GEOT.07	28
Ortega-Gutiérrez, Fernando	116.TVC.31	82
Ortega-Gutiérrez, Fernando	261.TVC.59	94
Ortiz Alemán, C.	248.CHIC.08	13
Ortiz M.O.	044.OF.03	18
Pacheco J.	268.S.41	116
Pacheco Javier	266.S.39	115
Palma Pérez Oswaldo	221.GEOT.18	33
Palma Guzmán Sergio Hugo	036.GEOT.04	27
Palmer, D.R.	288.TVC.69	98
Parés Sierra Ajeandro	206.OF.14	5
Parés Sierra Alejandro	214.OF.21	7
Parra Barrera A.	124.EXG.21	61
Pasquaré, G.	025.TVC.10	72

Patiño Mercado Rafael	165.CA.19	48
Pavía Edgar	213.OF.20	6
Pavlis, Terry L.	143.TVC.39	85
Pavlis, Terry L.	006.TVC.03	69
Peña M. Elena	135.S.18	107
Péreyra Díaz D.	133.CA.12	46
Péreyra Díaz D.	134.CA.13	16
Pérez R. Gerardo	086.RG.11	21
Pérez Peraza J.	254.CA.26	50
Pérez Pineda Rosa	302.EXG.47	67
Pérez R. L. Eduardo	078.S.12	105
Pérez Flores M.A.	101.EXG.16	59
Pérez Venzor, José Antonio	023.TVC.09	72
Pérez Peraza J.	254.CA.27	50
Pérez R. Gerardo	086.RG.11	104
Pérez Flores M.A.	232.EXG.41	66
Pérez Rocha Luis Eduardo	276.S.49	120
Pérez Flores M.A.	068.EXG.10	56
Pérez Rocha Luis Eduardo	275.S.48	119
Pérez Venzor, José Antonio	022.TVC.08	72
Pérez Azucena	002.RG.01	17
Pérez Rocha Luis Eduardo.	077.S.11	104
Pérez Peraza J.	251.CA.24	50
Pérez Peraza J.	253.CA.26	50
Pérez D. Felipe de J.	090.CA.07	44
Pérez Peraza J.	251.CA.24	50
Perrilliat, María del Carmen	244.CHIC.04	12
Phillips, J.D.	266.T.07	41
Phillips, J.D.	225.T.06	40
Piñeiro Ramírez, Fernando	108.TVC.25	79
Ponce de León Alvarez Sonia	205.OF.13	4
Poveda, Arcadio	243.CHICH.03	11
Praga Pérez José de Jesús	224.RG.15	25
Puy Alquiza, María Jesús	023.TVC.09	72
Puy Alquiza, Isabel	022.TVC.08	72
Quass, r.	278.S.51	121
Quijano León José Luis	053.GEOT.08	28
Quintanar Luis	266.S.39	115
Ramírez A	174.S.26	110
Ramírez A	172.S.24	109
Ramírez Ruiz, Juan J.	095.T.09	40
Ramírez Cruz L.C.	059.EXG.07	55
Ramírez Silva G.	291.GEOT.24	36
Ramírez David L.	099.S.14	105
Ramírez V. Ariel.	194.S.34	113
Ramírez R.	296.S.53	122
Ramos E.	278.S.51	121
Ramos Salinas, Alberto	005.TVC.02	69
Ramos Martínez J.	178.S.28	111
Randall Roberts	048.EXG.03	54
Randall Roberts	047.RG.04	18
Rebollar Cecilio,	069.S.10	104
Rebollar B. Cecilio	263.S.06	103
Reyes N	257.CA.30	51
Reyes Salas, M.	128.GEOQ.02	15
Reyes D. Gabriela A.,	194.S.34	113
Reyes-Dávila G.	172.S.24	109
Ripa Pedro	299.OF.31	9
Ripa P.	300.OF.32	9
Rivera Jesús	109.GEOT.12	30

Rodríguez M.	179.S.29	111
Robles J.M	210.OF.18	6
Rocha L. A.	013.EXG.01	54
Rodríguez Castañeda, José	057.T.01	38
Rodríguez M. Juan	086.RG.11	21
Rodríguez G. Miguel	270.S.43	116
Rodríguez Ulises	200.EXG.36	65
Rodríguez Rivera, Rubén D.	285.TVC.67	98
Rodríguez Mucio	236.EXG.43	66
Rodríguez Mucio	238.EXG.45	67
Rodríguez G. Miguel	271.S.44	117
Rodríguez, M.	197.TVC.51	91
Rodríguez García M.G.	067.EXG.09	56
Rodríguez Miguel G.	272.S.45	117
Roeset J.M.,	032.S.04	102
Rojas-Beltrán, Marco	158.TVC.45	89
Roldán Quintana, Jaime	040.TVC.19	76
Roldán-Quintana, Jaime	260.TVC.58	94
Romero R. Blanca Iris	076.CA.06	43
Romero Ríos F.	292.GEOT.25	36
Romero Ríos Francisco	154.GEOT.14	31
Romero, F.	025.TVC.10	72
Romero-Espejel, Héctor	030.TVC.13	74
Romero-Ríos, F.	026.TVC.11	73
Romo J. José M.	105.EXG.19	60
Rona, P.A.	288.TVC.69	98
Ronquillo Jarillo, Gerardo	060.TVC.24	79
Rosas Elguera J.	070.RG.05	18
Rosas-Elguera, J.	027.TVC.12	73
Rosas-Elguera, J.	026.TVC.11	73
Rosinkina A.	018.CA.02	42
Rubinstein K.	019.CA.02	42
Rubinstein K.	018.CA.02	42
Rubio Pérez C.M.	049.EXG.04	55
Rubio Mercado Roberto	07.RG.08	19
Ruiz Martínez, Miguel Angel	222.TVC.53	92
Ruiz Castellanos, Mario	186.GEOQ.03	15
Ruiz Martínez, Miguel Angel	223.TVC.54	92
Saavedra G.	066.S.09	104
Sabatini, D.	016.TVC.06	71
Sabina Federica J.	087.S.13	105
Salas Cruz Alfonso	167.CA.21	48
Salas Oscar	002.RG.01	17
Salazar Enrique L	293.GEOT.26	37
Salazar P. Leobardo	272.S.45	117
Salazar L. Enrique	237.EXG.44	66
Salcido V.A.	164.CA.18	47
Saldaña R.	164.CA.18	47
Salinas Araceli	002.RG.01	17
Sánchez Sesma Francisco J.	276.S.49	120
Sánchez Conde C.	256.CA.29	51
Sánchez O.	172.S.24	109
Sánchez O.	092.CA.09	45
Sánchez O.	091.CA.08	44
Sánchez O. C.	258.CA.31	52
Sánchez Francisco J.	254.CA.27	51
Sánchez Salvador	207.OF.15	5
Sánchez O.	256.CA.29	51
Sánchez Díaz L.F.	080.EXG.11	57
Sánchez Upton Pedro	079.GEOT.09	29

Sandoval Ochoa, J. Héctor	081.T.02	38	Urrutia Fucugauchi J.	136.EXG.24	61
Santana G.	041.EXG.02	54	Urrutia Fucugauchi J.	142.EXG.26	62
Santana Pérez Jesús	139.S.20	108	Urrutia Fucugauchi J.	141.EXG.25	62
Santoyo Miguel A.	277.S.50	120	Urrutia-Fucugauchi, Jaime	280.TVC.62	96
Santoyo M.A.	268.S.41	116	Urrutia-Fucugauchi, Jaime	283.TVC.65	97
Sarmiento L. C.	154.EXG.29	63	Uto, Kozo	005.TVC.02	69
Sclater, J.G.	266.T.07	41	Valdés-González C.	165.S.38	115
Sclater, J.G.	225.T.06	40	Valdivia L.	066.S.09	104
Segovia N.	135.S.18	107	Valdivia Ornelas Luis	029.RG.02	17
Segovia Nuria	151.EXG.28	63	Valenzuela Wong Raúl	055.S.05	102
Segura Fabio	267.S.40	115	Vashenyuk E.V.	253.CA.26	50
Seidel J.L.	135.S.18	107	Vashenyuk E.V.	251.CA.24	50
Serpa, Laura	143.TVC.39	85	Vashenyuk E.V.	254.CA.27	51
Serpa, Laura	006.TVC.03	69	Vashenyuk E.V.	251.CA.25	50
Serrano Hernández David	206.OF.14	5	Vashenyuk E.V.	254.CA.27	50
Shapiro M.V.	041.EXG.02	54	Vazquez J.	174.S.26	110
Sheinbaum Julio	213.OF.20	6	Vázquez Ricardo	271.S.44	117
Sheridan, Michael F.	033.TVC.15	75	Vázquez Contreras A.	126.EXG.23	61
Sheridan, Michael F.	161.TVC.48	90	Vázquez G. Rogelio	105.EXG.19	60
Shinbaum Julio	217.OF.24	8	Vega, Francisco J.	244.CHIC.04	12
Silva Mora, Luis	038.TVC.17	75	Vega A. Raymundo	105.EXG.19	60
Silva Mora, Luis	031.TVC.14	74	Vega-Carrillo, José de Jesús	279.TVC.61	95
Singh S.K.	268.S.41	116	Velasquillo Luis G.	274.S.47	118
Singh Shri Krishna	277.S.50	120	Velazco Néctor	104.EXG.18	60
Singh S.K.	269.S.42	116	Velazco Néctor	105.EXG.19	60
Skiba N. Yuri	003.CA.01	42	Venegas Salgado S.	290.GEOT.24	36
Sosson, M.	289.TVC.70	99	Venegas Salgado S.	290.GEOT.23	35
Stock, Joan Miriam	045.TVC.20	77	Venegas, S.	025.TVC.10	72
Suárez A. Mario César	155.GEOT.15	31	Venegas Salgado S.	292.GEOT.25	36
Suárez Gerardo	138.S.19	107	Vera Alejandro	236.EXG.43	66
Suárez Arriaga Mario C.	096.GEOT.10	29	Verma, Surendra P.	117.TVC.32	83
Suárez Gerardo	267.S.40	115	Verma P. Mahendra	129.GEOT.13	30
Suárez Carlos	065.S.08	103	Victoria-Morales, Alfredo	279.TVC.61	95
Suárez Carlos	066.S.09	104	Vidal Antonio	224.S.34	113
Suárez Plascencia Carlos	029.RG.02	17	Villacaña Cruz Francisco J.	160.CA.23	49
Suárez Arriaga Mario C.	051.GEOT.07	28	Villareal Macés S.G.	115.EXG.20	60
Suter, Max	056.TVC.22	78	Villeneuve, M.	289.TVC.70	69
Suter, Max	058.TVC.23	79	Villuendas Alvarez S.	133.CA.12	46
Taméz H.	172.S.24	109	Wada Fumino	188.RG.14	24
Taméz E.	135.S.18	107	Wyssession Michael E.	055.S.05	102
Tejeda Martínez Adalberto	132.CA.11	45	Yi Tan	139.S.20	108
Tejeda A.	163.CA.17	47	Yoshida, Takeoshi	005.TVC.02	69
Tereschenko I.	008.OF.02	1	Zamorano J.J.	044.RG.03	18
Tolson-Jones, G.	262.TVC.60	95	Zamorano Juan	002.RG.01	17
Torres Rodríguez Vicente	242.GEOT.22	35	Zárate P.	070.RG.05	18
Torres Vera Marco Antonio	138.S.19	107	Zárate del Valle, Pedro F.	095.GEOQ.01	15
Torres Rodríguez Vicente	240.GEOT.20	34	Zárate del Valle Pedro F.	072.RG.07	19
Torres Miguel	271.S.44	117	Zarraluqui V.	163.CA.17	47
Torres-Hernández, J. Ramón	113.TVC.29	81	Zenteno Gerardo	151.EXG.28	63
Torres-Hernández, J. Ramón	114.TVC.30	82	Zobin Vyacheslav M.	028.S.03	101
Toscano R.	066.S.09	104			
Traslosheros Carlos	199.EXG.36	65			
Trasviña Castro Armando	203.OF.11	4			
Trasviña Castro Armando	042.OF.06	2			
Tristán-González, Margarito	114.TVC.30	82			
Tristán-González, Margarito	113.TVC.29	81			
Uchiuni, Shigeru	005.TVC.02	69			
Uribe A.	174.S.26	110			
Uribe C. Antonio.	64.S.07	103			
Uribe Antonio	173.S.25	110			

Recordamos a todos los miembros de la Unión que la cuota para 1994 es de N\$ 75.00 (SETENTA Y CINCO 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. Luis A. Delgado
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.

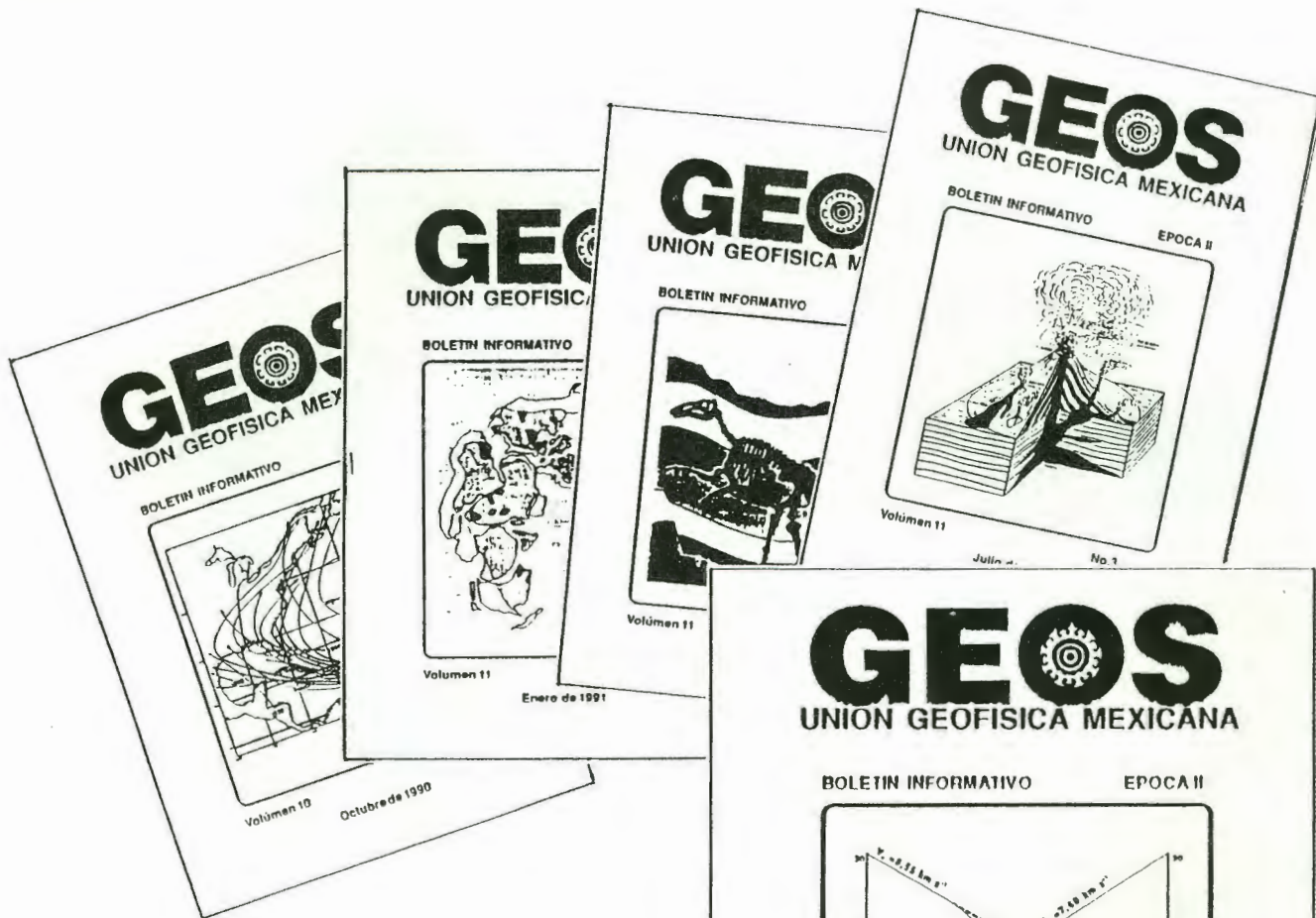
GEOS, revista a la venta en:

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



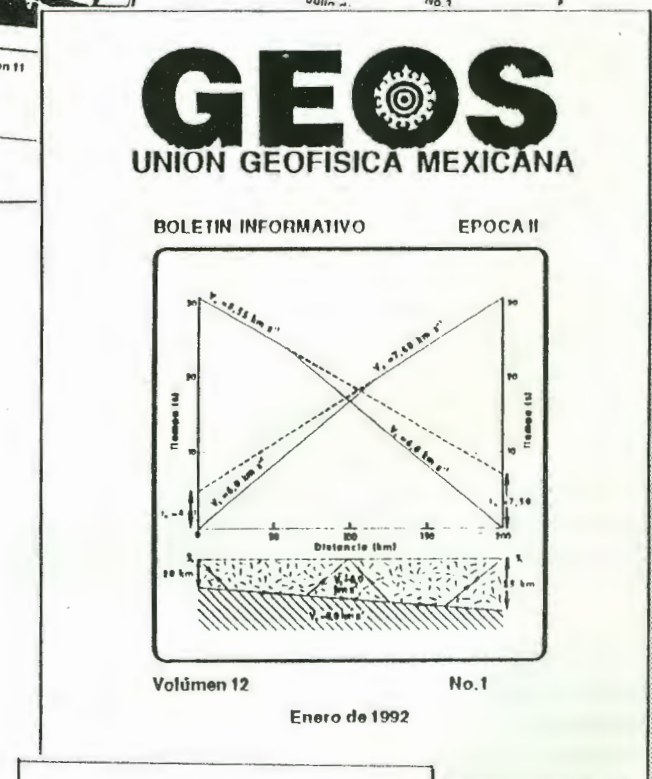
geofísica internacional

CONTENTS

Volume 30, 3, January-March 1992

Proceedings of the 3rd Latin American Conference on Space Geophysics (1991)

J. D. ROEDERER: The Earth's magnetosphere: an introduction	1
W. D. GONZALEZ, A. L. CLIA DE GONZALEZ and B. J. YERUTIAN: Ionospheric irregularities resulting during solar wind perturbations: toward a solar wind origin	11
H. PEREZ DE TEJADA: Signature of the Venus ionosphere	19
J. F. VALDES-GALINDA: Ionospheric irregular field fluctuations and the propagation of cosmic rays	29
B. ARROYO and B. PEREZ-THOMAS: Solar activity and "Ti Hsu"	41
B. PEREZ-THOMAS and H. PERAZO: Ionospheric particle acceleration by a random electric field in coronal holes	47
M. LANZAFORTA and X. BRAVO: Solar microwave bursts in millimetric observations from Mexico City	51
P. VALDES-RODRIGUEZ and M. A. ABED: High-energy plasma flows observed by the Los Hornos Experiment and high-frequency observations from the Los Hornos Experiment	55
E. C. YERUBARI and M. STEINBERG: The response of Los Hornos detectors to the 1989/1990 solar cycle	61
E. C. YERUBARI, T. R. BRINSMAN and M. STEINBERG: A simple model for Los Hornos Experiment	70
L. LOPEZ-MONTEZ, B. LA ROSA-LEZAMA, E. ARRIAGA-PALMER, P. DELGADO, J. VILLALBA and J. GONZALEZ: The solar wind and the ionosphere of the Earth	79
P. BILAZIAN and A. M. PEREZ-TEJADA: Mapping activity in the magnetosphere using ground-based data with MEX and TMI Earth images	91



geofísica internacional

CONTENTS

Volume 30, 3, April-June 1992

D. HERRERA ALVARADO, C. CABALLERO MIRANDA, J. ORTIZ, P. PARRAL, C. RUIZ and B. LUCHINI: Geophysical interpretation of seismic activity in the Sierra de Los Hornos, State of Mexico. A preliminary study during and post-monsoon season	61
A. F. BERNARDEZ-REYES and E. PERAZO: On the solution of the problem of the Earth's magnetic field during the 1989/1990 solar cycle	71
J. LUCHINI, A. PEREZ-TEJADA, M. BAYASALAS: Signature of the ground motion during the 1989/1990 solar cycle in the Sierra de Los Hornos	81
R. MUEHLER: Seismic tomography and the role of the Earth's mantle	91
J. J. CAMPOS-CHAVEZ, J. D. CAMPOS-CHAVEZ and J. SOROTUJA-FLORES: The Earth's magnetic field and the ionosphere during the 1989/1990 solar cycle	101