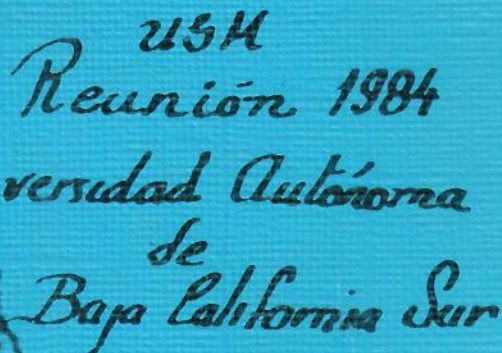
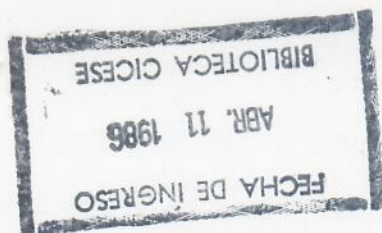


BIBLIOTECA  
E. CICSE**boletín, época II**





Editores: Francisco Medina M.  
Juan Manuel Espíndola C.

Agradecemos la colaboración para  
la preparación de este número del M. en C.  
Francisco Suárez y la ayuda secretarial de  
Martha Elba Barrera, Dalila Lara Miranda,  
Ana Pereda, Guadalupe Rodríguez y Dora  
Alicia Gloria Haro.

PATROCINADORES

CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y ENSEÑANZA SUPERIOR DE  
ENSENADA.

CENTRO DE CIENCIAS DE LA ATMOSFERA - UNAM.

COORDINACION DE CIENCIAS - UNAM.

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA.

INSTITUTO DE GEOFISICA - UNAM.

SARH - DIR. GRAL. DE CONTROL DE RIOS E ING. HIDRAULICA.

SEP - DIR. GRAL. DE INVEST. CIENTIFICA Y ENSEÑANZA TECNOLÓGICA.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR.

## EDITORIAL

La Reunión de la UGM que tendrá lugar el próximo mes de Noviembre congregará en la Ciudad de La Paz, B.C.S la gran mayoría de los investigadores en el área de la Geofísica con que cuenta el país. Se presentarán más de 160 trabajos que representan a alrededor de 40 instituciones nacionales e inter nacionales.

El interés que las reuniones de la UGM ha despertado siempre no hace sino poner de manifiesto que ésta juega un papel realmente importante dentro del ámbito académico nacional.

Es claro, sin embargo, que la Unión no ha logrado el papel preponderante que podría llegar a tener en el desarrollo de las Ciencias de la Tierra, Ciencias que pese a su importancia en el desarrollo del país han recibido poca promoción y estímulo.

La visión de sus fundadores y la motivación que nos llevó a reactivarla debe ser seguida ahora por un impulso decidido que la convierta en un organismo dinámico que promueva y desarrolle la investigación, la docencia y la comunicación entre los profesionales de las Ciencias de la Tierra y que sea, efectivamente, el portavoz nacional de nuestros intereses académicos.

Por los motivos antes expuestos queremos despertar su interés en la elección de una mesa directiva que logre estos objetivos y hacemos un llamado a los miembros en general para que con su colaboración logremos que la UGM comience una nueva etapa.

Juan Manuel Espíndola



UNION GEOFISICA MEXICANA

MESA DIRECTIVA

|                     |                            |
|---------------------|----------------------------|
| PRESIDENTE:         | Dr. Héctor Pérez de Tejada |
| VICEPRESIDENTE:     | Dr. Federico Sabina        |
| SECRETARIOS:        |                            |
| Investigación       | Dr. Julián Adem            |
| Docencia            | Dr. José Frez              |
| Difusión            | Dr. Juan M. Espíndola      |
| TESORERO:           | Dr. Javier Otaola          |
| VOCALES:            |                            |
| Noroeste            | Dr. Luis Munguía           |
| Noreste             | M.C. José L. Comparán      |
| Centro              | M. I. Enrique Lima         |
| SECRETARIO GENERAL: | M.C. Francisco Medina      |

COMITE ORGANIZADOR  
REUNION 1984

|                        |              |
|------------------------|--------------|
| Dr. J. Adem            | CCA - UNAM   |
| Dr. S. Alvarez         | CICESE       |
| C.P. U. Ceceña         | UABCS        |
| Dr. R. Cruz Orozco     | UABCS        |
| Dr. J.M. Espíndola     | IGF - UNAM   |
| Dr. I. Herrera         | IGF - UNAM   |
| M.C. F. Medina         | IGF - UNAM   |
| Dr. H. Pérez de Tejada | IGF - UNAM   |
| Dr. J. Otaola          | IGF - UNAM   |
| Dr. F. Sabina          | IIMOS - UNAM |

# INSTITUCIONES PARTICIPANTES

|             |                                                                      |            |
|-------------|----------------------------------------------------------------------|------------|
| ADC         | Asesoría y Desarrollo Creativo                                       | México     |
| AC-URSS     | Academia de Ciencias                                                 | URSS       |
| BU-USA      | Brown University                                                     | USA        |
| CICESE      | Centro de Investigación Científica y Estudios Superiores de Ensenada | México     |
| CECP        | Coord. Ejecutiva de Cerro Prieto CFE                                 | México     |
| CCA-UNAM    | Centro de Ciencias de la Atmósfera-UNAM                              | México     |
| DG-CFE      | Departamento de Geotermia CFE                                        | México     |
| ESCM-UABCN  | Escuela Superior de Ciencias Marinas UABCN                           | México     |
| FI-UNAM     | Facultad de Ingeniería UNAM                                          | México     |
| HyLSA       | Hojalata y Lámina S.A.                                               | México     |
| ININ        | Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares                      | México     |
| INEG        | Instituto Nacional de Estudios Geográficos SPP                       | México     |
| II-UNAM     | Instituto de Ingeniería UNAM                                         | México     |
| IG-UNAM     | Instituto Geografía UNAM                                             | México     |
| IOM         | Instituto Oceanográfico de Manzanillo S.M.                           | México     |
| IIMASS-UNAM | Instituto Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas UNAM   | México     |
| IAC         | Indemaq. A.C.                                                        | México     |
| IIE         | Instituto de Investigaciones Eléctricas                              | México     |
| IPN         | Instituto Politécnico Nacional                                       | México     |
| IC-UK       | Imperial College                                                     | U.K.       |
| IMP         | Instituto Mexicano del Petróleo                                      | México     |
| ISA         | Infosistemas S.A.                                                    | México     |
| LFCF-Fr     | Laboratorio de Física Clermont-Ferrand                               | Francia    |
| LU-UK       | Leicester University                                                 | U.K.       |
| NU-UK       | Newcastle University                                                 | U.K.       |
| OU-USA      | Oregon State University                                              | USA.       |
| SP-USA      | Sohio Petroleum Co.                                                  | USA.       |
| SIO         | Scripps Institute Oceanography Ca.                                   | USA.       |
| SARH        | Dirección General Control de Ríos e Ingeniería Hidráulica SARH       | México     |
| UAP         | Universidad Autónoma de Puebla                                       | México     |
| UNCR        | Universidad Nacional de Costa Rica                                   | Costa Rica |
| UTRFA       | Universidad Trier                                                    | RFA        |
| UMRFA       | Universidad Munster                                                  | RFA        |
| UBA-Arg.    | Universidad de Buenos Aires                                          | Argentina  |



# INSTITUCIONES PARTICIPANTES

|          |                                          |           |
|----------|------------------------------------------|-----------|
| UFC-Bs   | Universidad Fed. de Ceara CNPq           | Brasil    |
| UANL     | Universidad Autónoma de Nuevo León       | México    |
| UAV      | Universidad Autónoma de Veracruz         | México    |
| UCSD-USA | Universidad California San Diego         | USA       |
| UABCS    | Universidad Autónoma Baja California Sur | México    |
| UT-Arg.  | Universidad Nacional de Tucumán          | Argentina |
| UN-USA   | Universidad de Nevada                    | USA       |
| USGS     | United States Geol. Survey               | USA       |
| UNA-Gr.  | Universidad Nacional Atenas              | Grecia    |
| UCSC-USA | Universidad California Sta. Cruz         | USA       |
| UP-Fr    | Universidad Paris VII                    | Francia   |

## C O N T E N I D O

### FISICA Y QUIMICA DEL INTERIOR DE LA TIERRA

FQII                      A-1      -      A                      28

### SISMOLOGIA

S                              B-1      -      B                      22

### EXPLORACION GEOFISICA Y GEOHIDROLOGIA

EGG                      C-1      -      C                      32

### OCEANOGRAFIA FISICA

OF                              D-1      -      D                      4

### CIENCIAS DE LA ATMOSFERA

CA                              E-1      -      E                      20

### ESTUDIOS ESPACIALES Y PLANETARIOS

EEP                              F-1      -      F                      8

### INDICE DE AUTORES





REGIONAL HEAT FLOW BASED ON THE SILICA CONTENT OF GROWNDWATERS  
FROM NORTHCENTRAL MEXICO

Peter R. Marvin, M. S.  
SONIO Petroleum Co., Tech. Center one Lincoln Centre  
5400 LBS Freeway Suite 1200 LB/25  
Dallas Texas, 75240

The Rio Grande rift is a well-developed, expansional feature characterized by deep basins, very high heat flow, widespread volcanism, a thin crust, and extensive normal faulting. It has been suggested these features can be used to identify the Rio Grande rift from the Basin and Range in southern New Mexico and west Texas.

This study presents evidence of a deep thermal regime related to the Rio Grande rift which bifurcates near the Us-Mexico border. The rift continues as the Los Muertos Bolson in the west and the Presidio Bolson in the east. The rift terminates with these bolsons. The thermal regime identified in northern Mexico has similar attributes to the thermal anomaly of the rift in southern New Mexico, such as a broadening of the thermal anomaly to the west, and an association with the same surficial features in Mexico used to identify the rift in the United States.

More than 650 new heat flow estimates for northern Mexico have been compiled using the silica heat flow method. A regional heat flow map incorporating the silica heat flow data as well as heat flow data obtained by traditional techniques has been produced. High heat flow values (greater than  $105 \text{ mWm}^{-2}$ ) are located along the western and eastern flanks of the Basin and Range.

A comparison of heat flow determined using the silica heat flow method and heat flow obtained by more traditional techniques shows the silica method provides reasonable heat flow estimates whenever the technique can be documented for an adequate heat flow data set. The reliability of the heat flow estimate is expected to improve as more silica data become available.



# CONSIDERACIONES SOBRE EL FLUJO TERMICO PARA APLICARSE EN MEXICO

Javier Saúl Salgado Pareja\* y Luis del Castillo García\*\*

\*Departamento de Geofísica-Univ. Aut. de Puebla

\*\*Dirección de Graduados e Investigación

Instituto Politécnico Nacional-México

Se Discute los principales aspectos, tanto teóricos como prácticos del tratamiento de flujo térmico, como herramienta de vital importancia para el entendimiento geológico-geofísico de nuestro planeta. El tratamiento se inicia con el análisis de la ecuación de la conducción del calor y se proporciona un enfoque hacia la interpretación de las soluciones de la misma, que sin duda alguna, son las que determinan el comportamiento del flujo térmico a las diferentes capas de la tierra.

Se hace hincapié en los factores de control físico que determinan las correcciones que son estrictamente necesarias aplicar en todo estudio geotérmico, puesto que juegan un importante papel en las técnicas de medición del flujo térmico. Dichos factores son: variación diurna y anual de la temperatura superficial, corrección topográfica, efecto generado por los medios en las condiciones superficiales, efecto de variaciones en la conductividad térmica, efecto de intrusiones, efectos de cambios climáticos pasados; erosión, sedimentación y elevación; movimiento de agua subterránea y algunos disturbios de temperatura causados por la perforación de pozos. Algunos de ellos son posibles de obtener mediante los sistemas de recolección de datos y la elaboración de cartas geofísicas de apoyo en el país, las cuales algunas están en proceso de elaboración a nivel nacional con enlaces al nivel internacional.

Al discutir las técnicas geofísicas que se han empleado hasta ahora en nuestro país en la búsqueda de campos geotérmicos como fuentes de energía para disminuir la dependencia en los hidrocarburos, se analiza una que por sus características y método simple de observación es mucho más conveniente aplicarla en México en función del costo-operación y de la construcción de instrumentos sencillos de medición para profundidades someras, esto es del orden de 2 m.

Al abordar el estudio del comportamiento térmico de la tierra se intenta determinar la variación de la temperatura con la profundidad y, si es posible, conocer la distribución de temperaturas o gradientes a través del tiempo para proporcionar ajustes a los modelos en función de la estructura geológica local y el tipo de rocas presentes congruentes con las nuevas hipótesis de la tectónica global en relación a normar criterios de exploración integrada al conjuntar interpretaciones y correlaciones con otros métodos tradicionales de exploración geofísica.



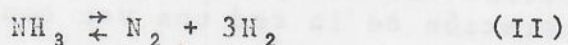
COMPOSICION QUIMICA DE FLUIDOS GEOTERMICOS:  
EL CAMPO DE LOS AZUFRES, MICH.

E. Portugal-Marín, E. Santoyo-Gutiérrez, S. P. Verma y D. Nieva  
Instituto de Investigaciones Eléctricas  
División Fuentes de Energía  
Departamento de Geotermia  
Apartado Postal 475  
Cuernavaca, Mor. 62000.

En los últimos años se han aprovechado los campos geotérmicos para la producción de energía eléctrica. El vapor de esos sistemas contiene gases inorgánicos y orgánicos que varían con el tiempo y con la posición del campo.<sup>1</sup>

En las primeras etapas de desarrollo, los datos de la composición química de los fluidos geotérmicos, junto con otros constituyen una de las fuentes importantes de información que pueden ser usadas para determinar la geometría del yacimiento, la posible ocurrencia de mezcla de fluidos geotérmicos con aguas suprayacentes y la separación de fases en el yacimiento.

Los análisis de las muestras de gases recolectadas (junio '84) en el campo geotérmico de Los Azufres, Mich., nos muestran un contenido de CO<sub>2</sub> arriba del 96% del total de gas "seco" encontrándose en algunos casos hasta un 99%. Estos resultados pueden ser formulados para estimar la temperatura de fondo de los pozos en base a las siguientes reacciones de equilibrio<sup>2</sup>, asumiendo, que la cantidad de CO<sub>2</sub> y otras



especies disueltas en la fase líquida es despreciable comparada con la cantidad de agua presente y que la fracción mol de CO<sub>2</sub> es mucho mayor que las fracciones mol de las otras especies gaseosas en el sistema con excepción del agua. Con estos resultados podemos comprobar las hipótesis anteriormente mencionadas.

Referencias

1. A. Truesdell y N. Nehring (1978/79) PAGEPH 117, 276-289.
2. W>F> Giggenbach (1980) Geochim. Cosmochim. Acta 44, 2021-2032.



OBSERVATORIO VULCANOLOGICO Y SISMOLOGICO DE  
COSTA RICA, UNIVERSIDAD NACIONAL

F. Guendel y E. Malavassi  
Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica  
Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

Costa Rica ha estado sujeta a grandes terremotos en tiempos históricos, entre los cuales se pueden mencionar los eventos de 1904 ( $M_s=7.75$ ), 1934 ( $M_s=7.7$ ) y 1941 ( $M_s=7.5$ ) en la región sur; 1916 ( $M_s=7.3$  y  $M_s=7.3$ ), 1950 ( $M_s=7.7$ ) y 1952 ( $M_s=7.0$ ) en la región norte, y 1952 ( $M_s=7.0$ ) en la región central del país.

Recientemente y después de 26 años de ausencia de liberación de energía a ese nivel se vuelve a presentar eventos que indican la posibilidad del inicio de un nuevo ciclo de liberación de energía acumulada. A partir de 1978, han ocurrido nuevos eventos importantes como 1978 ( $M_s=7.0$ ), 1979 ( $M_s=6.5$  y  $M_s=6.4$ ) y 1983 ( $M_s=7.2$  y  $M_s=6.3$ ).

Este nuevo incremento en actividad sísmica en Costa Rica ha motivado el inicio del proyecto para la "Instalación de una Red Sismográfica Permanente de cobertura nacional y la preparación de un programa de reducción de peligros causados por sismos" (AID-OFDA). Se instala al presente la segunda etapa de tres que culminará a mediados de 1985. Con la segunda etapa se complementará 15 estaciones verticales de período corto, una de ellas de tres componentes con respuesta Wood-Anderson. Al finalizar el proyecto se contará con un total de 23 estaciones verticales de período corto y tres de ellas de tres componentes con respuesta Wood-Anderson.

Parte fundamental del proyecto es la transferencia de tecnología y la formación de personal técnico y científico nacional con miras a asumir el manejo y operación de la red una vez concluido el proyecto.

El personal científico viene realizando modelaje sintético de eventos históricos y recientes, así como el análisis de otros parámetros físicos asociados a los eventos. Relocalización de eventos históricos y de los datos de la Red Mundial (1964-1984), análisis de patrones espacio-temporal de la sismicidad presente. Los resultados del análisis serán utilizados en la planificación sísmica de Costa Rica.

La información recolectada en los primeros meses de operación de la nueva red sismográfica constituye un aporte importante al entendimiento de los procesos tectónicos regionales.

ANALISIS DE LA MEDICION DE ESPECTROS DE MASAS EN FOTOPLACAS  
UTILIZANDO UN MICRODENSITOMETRO JOYCE-LOEBL

M. A. Armienta\*, D. J. Terrell\*, L. Virueña\*\*

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

\*\*Indemaq, A. C. México

Al efectuar la interpretación de las placas fotográficas obtenidas con el espectrómetro de masas MS702, se encontraron algunas inconsistencias en los resultados cuantitativos. Es frecuente también encontrar que en otras ramas de ciencias de la tierra se obtiene información en forma fotográfica.

Una etapa importante en el proceso de interpretación consiste en la obtención de gráficas utilizando un microdensitómetro.

El microdensitómetro Joyce-Loebl de nuestro laboratorio, realiza las lecturas comparando con un haz de referencia la densidad óptica del espécimen. En este instrumento pueden variarse básicamente tres parámetros.

Con objeto de optimizar las lecturas y eliminar las probables fuentes de error en esta etapa, se leyó varias veces la misma placa modificando los diferentes parámetros.

Se inició el proceso de digitalización mediante una interfase para una micro-computadora "Jaguar". Se ha implementado el programa para la lectura de las alturas de los picos y está en proceso la obtención de sus áreas. La digitalización permitirá tener directamente concentraciones de manera rápida, evitando varios pasos en el proceso de interpretación de los fotoplacas, eliminando con ésto posibles fuentes de error.



MODELO MATEMATICO DEL REGIMEN TERMICO DE LA CALDERA  
DE LOS HUMEROS, PUEBLA, MEXICO.

Prof. R.M. González-Morán, S.P. Verma  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán  
04510, México, D. F.

La caldera de los Humeros es una zona que presenta grandes posibilidades para la explotación de energía geotermoeléctrica. Por esta razón es importante determinar el patrón de temperaturas generado por las fuentes de calor relacionadas con intrusivos y cámaras magmáticas.

El primer paso de la modelación de este sistema es calcular las dimensiones de dichas fuentes. En este trabajo se utilizó información de varios métodos: en el caso de las intrusiones en base a datos gravimétricos y magnetométricos (Mena y González-Morán, 1977-78); González-Morán y Suro, 1982); para obtener las dimensiones de la cámara se utilizaron consideraciones físicas (Fedotov, 1980) y químicas (Verma, 1984), presentando ambas una coincidencia bastante aceptable.

Seguidamente se obtiene la distribución de temperaturas causadas por la intrusión instantánea de las fuentes en las diferentes etapas eruptivas de la Caldera, se calcula resolviendo numéricamente con la ecuación de conservación de energía.

Los resultados obtenidos presentan una gran correlación con los perfiles de temperatura medidos en los pozos que ya se han perforado dentro de la Caldera.

LA DINAMICA DE LA LITOSFERA Y LA EVOLUCION  
GEOLOGICA DE MEXICO

Dante J. Morán  
Laboratorio de Paleomagnetismo y Tectonofísica  
Instituto de Geofísica, UNAM

La integración de la corteza continental de México y Centroamérica, desde el Precámbrico, se ha desarrollado en espacios de confluencia simultánea de diferentes límites de placas litosféricas. Este hecho ha dejado impreso en la estructura

geológica de México un mosaico intrincado de terrenos y de dominios geológicos sobrepuestos.

Las porciones más antiguas del basamento cristalino de México, ubicadas en el Norte, están relacionadas en su mayor parte a la evolución proterozoica de la parte meridional del Cratón Norteamericano y muestran movimientos importantes para el Fanerozoico. Por otra parte, los terrenos precámbricos del oriente y sur de México, con afinidad grenvilliana, no presentan relaciones tectónicas bien definidas con Norteamérica y es probable su evolución independiente durante el final del Precámbrico y principios del Paleozoico.

Para la primera parte del Paleozoico confluyen en México las margenes pasivas de la Cordillera y el Marathon Ouachita, mientras que para el sur se reconocen vestigios de un límite convergente con colisión continental.

A partir del inicio de la disgregación de la Pangea, durante el Mesozoico, se instauran en el espacio de México dos dominios contrastados surcados probablemente por fallas laterales izquierdas de dimensiones regionales. El primer dominio es la expresión de uno o varios límites convergentes con la probable acreción de terrenos menores. El segundo dominio corresponde a una margen pasiva desarrollada en el oriente con una sedimentación controlada por altos y bajos fondos marinos.

FQIT-08-106

#### FRACTURAMIENTO TENSIONAL Y TECTONICA EXTENSIONAL ASOCIADA AL SISTEMA DE FALLA AGUA BLANCA

Alfredo Gutiérrez G.\* y Francisco Suárez V.\*\*

\*Escuela Superior de Ciencias Marinas, UABC  
Apartado Postal 453, Ensenada, B. C.

\*\*Centro de Investigación Científica y de Educación  
Superior de Ensenada, B. C. (CICESE)  
División Ciencias de la Tierra  
Apartado Postal 2732, Ensenada, B. C.

Las características estructurales del afallamiento secundario asociado al sistema de falla Agua Blanca corresponde a procesos tectónicos de carácter extensional, siendo éste de tipo rotacional. Este tipo de deformación se origina a través de un movimiento conjugado de dos fallas de rumbo. Para el caso particular de Agua Blanca, ésta presenta dos sectores de falla localizadas al norte y al sur de la península de Punta Banda en la Bahía de Todos Santos,



extendiéndose fuera de la costa, flanqueándose a las Islas de Todos Santos ubicadas dentro de la misma bahía.

Resultados del análisis estructural realizados en la zona de Punta Banda e Islas de Todos Santos, se obtiene que la región ha estado sujeta a un proceso de deformación del tipo rotacional. Lo anterior lo confirman los rasgos estructurales (fallas normales e inclinación de estratos) que están afectando a las rocas sedimentarias de la Formación Rosario del cretácico superior presentes en la Península de Punta Banda.

Estructuras similares a las encontradas en Punta Banda fueron observadas en la Isla Norte de Todos Santos, en donde un depósito sedimentario de edad miocénica fue afectado por fallas normales con una fuerte componente de rotación.

En base a lo anterior se postula que el sector sur de la Falla de Agua Blanca permaneció activo al menos hasta el mioceno tardío, y no hasta finales del cretácico como ha sido interpretado en trabajos anteriores. A partir del pleistoceno, la máxima actividad de Agua Blanca se concentra en el sector norte, la cual guarda una orientación diferente al sector sur.

FQIT-09-107

RIESGO GEOLOGICO DEL SISTEMA DE FALLA ROSE CANYON-VALLECITOS  
EN AL ZONA METROPOLITANA TIJUANA, B. C.-SAN DIEGO, CAL.

Juan Manuel Espinoza\* y Francisco Suárez\*\*

\*Coordinadora Ejecutiva de Cerro Prieto  
Apartado Postal 3-636, Mexicali, B. C.

\*\*Centro de Investigación Científica y de Educación  
Superior de Ensenada, B. C. (CICESE)  
Apartado Postal 2732, Ensenada, B. C.

Desde el temblor de Long Beach  $M_L=6.3$  en 1933 y el de San Miguel  $M_L=6.8$  en 1956, geólogos y geofísicos han postulado la posibilidad de la existencia de un sistema de fallas que se extienden desde el área de Long Beach, Ca., hasta las ciudades de San Diego-Tijuana, en donde el sistema cambia su orientación atravesando y afectando la parte continental de la porción nor-occidental de Baja California. No obstante que las fallas que constituyen al sistema Newport-Inglewood-Rose Canyon-Vallecitos-San Miguel, se consideran como activas; en la región de San Miguel-Tijuana poca ha sido la actividad sísmica registrada en los últimos 100 años, lo que ha motivado cierta confianza en los residentes de esa área de que la posibilidad de que un evento sísmico de magnitud mayor pueda ocurrir



en esa región, es remota.

Ante la incertidumbre sobre la posible continuidad del sistema de fallas mencionadas anteriormente, y específicamente en la zona de Tijuana-San Diego, se han llevado a cabo estudios geológicos y geofísicos tendientes a identificar el trazo real de la falla de Vallecitos en la vecindad de la ciudad de Tijuana. Resultados preliminares indican que en la región de estudio no existen evidencias suficientes que apoyen la teoría de una posible comunicación entre la Falla Vallecitos-Rose Canyon. Se realizó simultáneamente un levantamiento gravimétrico y magnético cubriendo un área de 190 km<sup>2</sup> al SE de Tijuana. Se establecieron 150 estaciones separadas 0.5 a 1 km, obteniéndose un plano de anomalías de Boujen corregido por topografía y un plano de anomalías magnéticas relativas de intensidad total. Los resultados obtenidos indican que no existe una extensión de la Falla de Vallecitos que pase por la zona de Tijuana. Lo anterior en principio se confirma la interpretación geológica obtenida en un levantamiento superficial, en el que no se observan discontinuidades en la litología producidos por el movimiento de una falla. Sin embargo, en la vecindad del área estudiada y sobre el trazo visible de la Falla de Vallecitos se identificaron estructuras (depresiones elípticas) que indican un movimiento reciente de dicha falla.

Conclusiones preliminares indican que la Falla de Vallecitos es una estructura joven en un estado evolutivo que no se ha manifestado en su superficie en toda su extensión y que asociado a lo anterior existen procesos de deformación a nivel de corteza sílica que origina una distribución aleatoria en una actividad sísmica; o bien la Falla de Vallecitos termina al SE de Tijuana y transfiere su movimiento a través de un sistema de fallas normales ubicadas dentro de la zona de estudio.



FQIT-10-108

SIMULACION (2D) DE SONDEOS ELECTROMAGNETICOS PROFUNDOS EN LA  
ZONA DE SUBDUCCION LITOSFERICA DE MEXICO.

Luis Javier Alvarez; Ana Lillian Martín del Pozo  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Ciudad Universitaria, Coyoacán 04510  
México, D. F.

John F. Hermance  
Department of Geological Sciences  
Brown University  
Providence, R.I. 02912, EE.UU.

Los métodos magnetotelúricos han probado ser herramientas de gran utilidad en el estudio de rasgos estructurales corticales y en la detección y evaluación de reservorios magmáticos. Como parte del programa de colaboración entre el grupo de investigaciones electromagnéticas del Instituto de Geofísica de la UNAM y el Departamento de Geología de la Universidad de Brown (EEUU), se planea llevar a cabo sondeos electromagnéticos profundos a lo largo de dos líneas que cruzan la faja volcánica mexicana.

Como desarrollo preliminar para la realización de sondeos magnetotelúrico (MT) y de variaciones magnéticas (VM) en la zona mexicana de subducción (Guerrero-Oaxaca) se ha elaborado una sección geológica y de resistividad eléctrica en un corte vertical que va de Acapulco, Guerrero a Tuxpan, Veracruz. Esta se ha utilizado como modelo de dos dimensiones para la simulación numérica. En la sección se incluye la información geológica, gravimétrica, sismológica, y de flujo de calor asequible en la literatura. Los resultados de la simulación se utilizan para determinar la estrategia de campo.

FQIT-11-109

ESTRUCTURA CORTICAL, ANOMALIAS DE BOUGUER E ISOSTATICA,  
FLUJO TERMICO Y TECTONICA DEL CENTRO Y SUR DE MEXICO

R. Molina Garza, M. Mena Jara y J. Urrutia Fucugauchi  
Laboratorio de Paleomagnetismo y Tectonofísica  
Instituto de Geofísica, UNAM  
04510, México, D. F.

Se presentan los resultados de la interpretación de anomalías gravimétricas de la región central y sur de México. Para este estudio se contó con observaciones gravimétricas a lo largo de tres



perfiles (>400 km): de Colima, Colima a Juchipila, Zacatecas, de la Huacana, Michoacán a Silao, Guanajuato y de Zumpango del Río, Guerrero a Zacualtípan, Hidalgo y de los planos de anomalías de Bouguer para la Faja Volcánica Trans-Mexicana (FVTM): aproximadamente entre los paralelos 18°N y 21°N. El modelado de la estructura cortical a partir de los perfiles se realizó con el método de Talwani, para lo que se analizaron varios modelos. El espesor de corteza que mejor aproxima a las anomalías isostáticas es de alrededor de 35 km, por lo que éste se consideró como valor inicial para los distintos modelos. Para el análisis del plano de anomalías de Bouguer, se incluyó el cálculo de mapas de continuación analítica hacia arriba y hacia abajo, primera y segunda derivada y sus continuaciones analíticas. Los resultados se correlacionaron con datos de sismología de refracción, de ondas superficiales y de flujo térmico, lo cual permite una interpretación más confiable de la estructura cortical y tectónica de la región.

FQIT-12-110

#### ESTRUCTURA CORTICAL, FLUJO TERMICO, MAGMATISMO DE ARCO Y TECTONICA DE MEXICO

J. Urrutia Fucugauchi y R. Molina Garza  
Laboratorio de Paleomagnetismo y Tectonofísica  
Instituto de Geofísica, UNAM  
04510, México, D. F.

Se presentan mapas preliminares de espesor cortical, de flujo térmico y de dataciones radiométricas en rocas ígneas (arcos magnéticos) para México. Las isopácas siguen aproximadamente el contorno de las líneas de costa en las margenes del Pacífico y del Golfo de México. El espesor cortical es mayor debajo de la porción central-sur del altiplano y de la porción central-este de la Faja Volcánica trans-Mexicana (FVTM). El flujo térmico es generalmente mayor de 1.5 unidades de flujo térmico (HFU), excepto en los terrenos Paleozoico y Precámbricos del Sur de México y en la porción norte de la planicie del Golfo de México (~1 HFU). Alto flujo térmico (>2 HFU) es observado en la Sierra Madre Occidental (SMDc) y FVTM, los cuales representan arcos magmáticos del Mesozoico-Cenozoico temprano y Cenozoico tardío-Reciente, respectivamente. La distribución de las edades radiométricas en las provincias magmáticas indican que la actividad magmática ha migrado con el tiempo. En la porción noroeste del país, incluyendo a la SMDc, la actividad se desplazó hacia el este entre ~140 m.a. y ~50 m.a. y posteriormente se desplazó hacia el oeste. En la FVTM, la actividad calco-alcalina más reciente se viene desplazando hacia el sur. En la provincia de Chiapas (incluyendo el volcán El Chichón), la actividad magmática se desplaza hacia el norte-noreste desde hace unos 25 m.a.



LAS GLACIACIONES DE PRECAMBRICO TARDIO-INVESTIGACIONES  
PALEOMAGNETICAS

J. Urrutia Fucugauchi\* y Don H. Tarling\*\*

\*Laboratorio de Paleomagnetismo

Instituto de Geofísica, UNAM

04510, México, D. F.

\*\*Department of Geophysics, School of Physics

The University, Newcastle upon Tyne NE1 7RU, England

Las glaciaciones del Precámbrico tardío presentan un interesante problema de paleogeografía y paleoclimatología ya que los depósitos glaciales se encuentran asociados a calizas, dolomitas, varvitas, lechos rojos, estratos eolíticos y estramatolíticos, etc. que aparentemente indican climas cálidos y latitudes bajas. Dentro de los modelos propuestos se tiene: (1) glaciación global, (2) glaciaciones de latitud alta episódicas, acompañadas a largos desplazamientos polares y (3) glaciación de latitud baja. En este trabajo se reportan resultados paleomagnéticos adicionales para los depósitos glaciales y sedimentarios de la Formación Port Askaig, Islay y Garvallachs, Escocia. Estos resultados indican paleolatitudes bajas para el tiempo de depósitos de las tilitas y de las calizas, dolomitas y varvitas. Estudios de depósitos similares en otros lugares de Norte América, Africa, Australia, Noruega y Groenlandia también indican paleolatitudes bajas para las glaciaciones del Precámbrico tardío. Los resultados disponibles parecen apoyar la ocurrencia de glaciaciones severas globales para el Precámbrico tardío.

PALEOMAGNETISMO Y TECTONICA DEL MARGEN CONTINENTAL  
SUR DE MEXICO

J. Urrutia Fucugauchi\*, J.F.W. Negendank\*\*, y H. Bohnel\*\*\*

\*Laboratorio de Paleomagnetismo y Tectonofísica  
Instituto de Geofísica, UNAM  
04510, México, D. F.

\*\*Geologie der Fachgruppe Geographie  
Universitat Triet, Triet-Tarforst D-5500 Triet  
Republica Federal Alemana

\*\*\*Institut Fur Geophysik, Universitat Munster, Gievenbecker  
Weg 61, D-4400 Munster, República Federal Alemana

Se presentan los resultados de un proyecto de investigación conjunto México-Alemania Federal para el estudio del margen continental del sur de México. Estudios en términos de Tectónica de Placas sugieren que el proceso tectónico dominante durante los últimos 100 m.a. o mas ha sido la convergencia con placas "oceánicas"; sin embargo la historia ha sido compleja e involucrado varios procesos incluyendo acreción de terrenos al y remoción de terrenos del margen continental. El caracter de margen truncado tectónicamente fue reconocido por varios investigadores en el pasado y se han sugerido varios modelos que incluyen largos desplazamientos laterales dextrales o sinistral.

Dentro de este proyecto de investigación se realizaron estudios diversos, incluyendo paleomagnetismo, magnetismo de rocas, petrografía, observaciones con microscopio electrónico, estudios de campo de mapeo de indicadores tectónicos (diaclasas), etc.

Los resultados para los intrusivos de Acapulco, Ocotito y Xaltianguis, en el sur de Guerrero sugieren que el terreno Kolapa, en el cual se localizan, fue acrecionado al margen continental antes del Terciario temprano.



FQIT-15-113

ESTUDIO PALEOMAGNETICO DE ROCAS MESOZOICAS DE IXTAPAN  
DE LA SAL, MEXICO.

J. Urrutia Fucugauchi\* y Daniel A. Valencio\*\*  
\*Laboratorio de Paleomagnetismo y tectonofísica  
Instituto de Geofísica, UNAM  
04510, México, D. F.

\*\*Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias  
Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Se presentan resultados paleomagnéticos de 25 muestras de bloque colectadas en tres sitios de una secuencia de rocas metavolcánicas expuestas en el área de Ixtapan de la Sal, México. Las muestras presentan grados variables de metamorfismo y alteración hidrotermal, que han resultado en esquistos verdes (2 sitios) y andesitas alteradas (1 sitio). Las muestras tienen magnetizaciones estables durante la desmagnetización por campo magnéticos alternos decrecientes (CMAD) y por altas temperaturas. Se observan las dos polaridades normal y reversa, y la magnetización es llevada por minerales de alta coercitividad, posiblemente hematita, por lo que ésta es de origen secundaria. Dataciones de K-Ar en muestras de dos sitios dan edades de  $108 \pm 5$  m.a. y  $125 \pm 5$  m.a., las cuales correlacionan el evento de compresión regional que afectó la región durante el Cretácico temprano. Se sugiere que las magnetizaciones observadas fueron adquiridas durante el Cretácico temprano, asociadas con el evento de deformación y alteración.

FQIT-16-114

REGIMEN TERMICO EN LA COSTA DE OAXACA

Flores, L.\*, Prol, R.M.\*, V.M. Sugrobov\*\*, Ya. B. Smirnov\*\*,  
G. Juárez\*, A.P. Gorshkov\*\*, V.G. Bondarenko\*\*,  
V.A. Rashidov\*\*, L.N. Nedopekin\*\* y V.A. Gavrilov\*\*

\*Instituto de Geofísica-UNAM

\*\*Academia de Ciencias de la URSS

Se presentan nuevos datos de batimetría, magnetometría, perfiles sísmicos, conductividad térmica y flujo térmico obtenidos durante el crucero "Estudio del Régimen Térmico en la zona de la Trinchera Mesoamericana", para la región de la trinchera cercana a Puerto Angel, Oaxaca y que está relacionada con la zona de subducción que comprende el estado de Oaxaca y una recopilación de datos sísmicos y

gravimétricos de la zona sur de México obtenidos por diversos autores.

La correlación efectuada con estos datos muestra una considerable diferencia en la caracterización del régimen tectónico que predomina en la parte de la trinchera posterior a la cresta de Tehuantepec, hacia Centro América, y la parte de la trinchera cercana a Guerrero y Colima.

EQIT-17-115

#### FENOMENOS DE TERMALISMO EN EL VALLE DE GUAYMAS, SONORA, MEXICO

Rosa Ma. Prol

Instituto de Geofísica, UNAM

Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán

04510, México, D. F.

Debido a la observación de temperaturas mayores de  $35^{\circ}\text{C}$  en pozos del Valle de Guaymas, se implementó un estudio para determinar la ocurrencia de termalismo en la zona. Este estudio incluyó mediciones de gradiente de temperatura en pozos de exploración y en algunos pozos abandonados, así como el análisis químico de muestras de agua tomadas en pozos de riego y en algunos de agua potable.

Los resultados obtenidos indican la presencia de termalismo y además que es posible relacionar el origen de estos fenómenos con la actividad de las principales estructuras de la zona.

Las observaciones efectuadas muestran que la distribución de las manifestaciones de termalismo se encuentra determinada en gran parte por el patrón de afallamiento y el filtrado de la recarga proveniente de las sierras aledañas.



COMPOSICION ISOTOPICA  $\text{He}^3/\text{He}^4$  EN SISTEMAS HIDROTERMALES Y  
SU RELACION CON EL FLUJO TERMICO EN LA REGION DEL  
CINTURON VOLCANICO TRANSMEXICANO.

Polak, B. G.\*\*\*, V. I. Konovov\*\*\*; I.L. Kamensky\*\*\*,  
E.M. Prasolov\*\*\*; R.M. Prol\*; A. González\*\*; A. Razo\*\*; R. Molina\*\*

\*Instituto de Geofísica, UNAM  
\*\*Comisión Federal de Electricidad  
\*\*\*Academia de Ciencias de la URSS

En los últimos años se han desarrollado una serie de técnicas indirectas para evaluar el flujo térmico que caracteriza una región determinada. Una de estas técnicas es la que utiliza la composición isotópica  $\text{He}^3/\text{He}^4$  para obtener el valor del flujo de calor a partir de una relación de tipo estadístico entre ambos parámetros (Polak, et al., 1982). Esta técnica se aplicó para determinar valores de flujo de calor en la zona del Cinturón Volcánico Mexicano (C.M.V.). Al ser comparados estos resultados con valores de flujo térmico obtenidos por el método tradicional (Blackwell, et al., 1977) se observa una concordancia entre las tendencias de ambos sistemas de datos.

GEOTERMOMETROS Y REGIMENES TERMICOS EN LA REPUBLICA MEXICANA

Prol, R. M., G. Juárez  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán  
04510, México, D. F.

La abundancia de manantiales termales en la República Mexicana los hace una fuente ideal de datos acerca del estado de las diferentes provincias térmicas. Los resultados de los análisis químicos de aguas de manantiales termales (tibios y calientes), proporcionados por la Comisión Federal de Electricidad, fueron procesados para obtener temperaturas de equilibrio en base a las concentraciones determinadas en las muestras.

Al ser vaciados en mapas los datos de temperaturas pueden ser utilizados como indicadores de tipo de provincia térmica a la que pertenecen. Se hace también una comparación de los valores calculados de temperatura con los de flujo de calor para establecer una relación entre ambos y efectuar una comparación con la obtenida por Swanberg y Morgan (1978) para los Estados Unidos.

VARIACIONES EN EL REGIMEN TECTONICO A LO LARGO DE LA  
TRINCHERA MESOAMERICANA

Prol, R.H.\*, V. M. Sugrobov\*\*, Ya B. Smirnov\*\*,  
L. Flores\*, G. Juárez\*, A. P. Gorshkov\*\*, V. G. Bondarenko\*\*,  
V.A. Rashidov\*\*, L.N. Nedopokin\*\*, V.A. Gavrilov\*\*

\*Instituto de Geofísica, UNAM

\*\*Academia de Ciencias-URSS

La parte de la Trinchera Mesoamericana, localizada al norte de la cresta de Tehuantepec presenta características que la diferencian notablemente de la parte centroamericana, en donde se tiene desarrollado un sistema típico de arco insular.

Para explicar las divergencias entre los conceptos clásicos de Zona de Subducción-Eje Volcánico y los fenómenos observados en la parte norte, éstos se han relacionado frecuentemente con el resultado del choque de la zona de dispersión con el continente.

Durante el crucero "Estudio del flujo de calor en la Trinchera Mesoamericana", se obtuvieron datos de flujo de calor, batimetría, magnetometría y perfiles sísmicos a lo largo de la parte norte de la Trinchera, desde su borde en la zona sur de las Islas Marías, hasta la región en las cercanías de Puerto Angel. Estas observaciones, aunadas a los datos obtenidos anteriormente por otros autores, muestran variaciones significativas en los diferentes parámetros, los cuales deben reflejar el régimen tectónico que predomina en cada porción de la trinchera. Estos datos muestran que existen diferencias en el régimen tectónico a lo largo de la trinchera. Además los datos de flujo de calor muestran que las variaciones en el estado térmico de la frontera entre placas están relacionadas no solamente con la edad de la placa oceánica, sino con particularidades en la intersección entre ésta y la placa continental.



EMANOMETRIA DE RADON EN LA ZONA GEOTERMICA DE LOS AZUFRES, MICH.

Segovia, N.\*, Romero, M.\*, Monnin, M.\*\*\*, Seidel, J.L.\*\*,  
S. de la Cruz\*\*\* y M. Mena\*\*\*F.Mercado+,A.Sánchez+

\*Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares

\*\*Laboratorio de Física Corpuscular Clemont-Ferrand, Francia

\*\*\*Instituto de Geofísica, UNAM

+ Instituto de Investigaciones Eléctricas

Utilizando una red de detectores de nitrato de celulosa, para observar los cambios en el flujo de  $^{222}\text{Rn}$ , a 1 m de profundidad en el suelo de la zona geotérmica de los Azufres, Mich., se han logrado establecer a lo largo de más de dos años de observaciones periódicas, patrones de comportamiento de la emanación de Radón para diferentes áreas cubiertas por la red, de éstas sobresalen las anomalías obtenidas en un perfil que corta transversalmente a la falla Maritaro en las cercanías del pozo de producción No. 5. En dicho perfil se observa los valores de emanación más bajos de la zona geotérmica, coincidiendo el mínimo con el eje de la falla.

Este mínimo puede ser provocado por la superposición de tres efectos:

- a) la intensa actividad geotérmica en la falla genera un mecanismo de transporte muy eficiente que ha producido un agotamiento de  $^{222}\text{Rn}$  y sus elementos padres en los alrededores del plano de falla.
- b) La solubilidad de gases nobles en agua es una función de la temperatura. Para la mayoría de los gases nobles el mínimo de solubilidad ocurre entre 100 y 200 C (Mitchell y Terrell 1984). Si la mezcla de agua-vapor que sale por la falla ha pasado por una región, en la profundidad, en ese rango de temperatura, el  $^{222}\text{Rn}$  que hubiere venido en solución se sobresaturará y habrá una pérdida de Radón a esa profundidad: Por tanto, la mezcla que alcance la superficie será pobre en ese gas.
- c) El transporte difusivo de Radón en la vecindad de la falla se vé limitada por la mayor cantidad de agua que satura los poros del suelo.

Por otro lado se discuten las correlaciones entre parámetros atmosféricos como precipitación y evaporación y las variaciones temporales de los perfiles de nivel de Radón.



FQIT-22-120

VARIACION SECULAR DEL CAMPO GEOMAGNETICO EN EL Terciario y  
CUATERNARIO Y MAGNETOESTRATIGRAFIA EN ROCAS VOLCANICAS  
DEL CENTRO DE MEXICO

A. L. Martin del Pozzo\*, M. Bremer Bremer\*, H. Bohnel\*\* y  
J. Urrutia Fucugauchi\*

\*Laboratorio de Paleomagnetismo y Tectonofísica  
Instituto de Geofísica, UNAM  
04510, México, D. F.

\*\*Institut für Geophysik, Universität Münster, Gievenbecker Weg  
61 D-4400 Münster, República Federal Alemana

Los datos paleomagnéticos permiten resolver problemas de correlación y datación en secuencias volcánicas jóvenes y proporcionar una magnetoestratigrafía volcánica. En este trabajo se reportan datos paleomagnéticos nuevos para varias unidades de la cuenca de México y valle de Toluca, incluyendo la Sierra de Santa Catarina, la Sierra de Chichinautzin y conos volcánicos del área de Toluca. La integración de estos datos con la información disponible para la región permite estimar la variación secular del campo geomagnético durante el Cenozoico-tardío, en las diversas épocas de polaridad como Brunhes y Matuyama y definir los cambios de dirección, de posición polar y de polaridad de campo geomagnético.

FQIT-23-121

EVOLUCION GEOQUIMICA-ISOTOPICA DEL VOLCANISMO  
CENOZOICO-PRESENTE EN LA REGION DEL GOLFO DE  
CALIFORNIA: RESULTADOS PRELIMINARES

D.J. Terrell\*, M.A. Armienta\*, S.P. Verma\*\*,  
G. Rogers\*\*\* y A. D. Saunders\*\*\*

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

\*\*Instituto de Investigaciones Eléctricas, Cuernavaca, Mor., México

\*\*\*Leicester University, Inglaterra

Enmarcada en la teoría "Tectónica de Placas", la formación y evolución del Golfo de California se estudia con relación a la separación de la península de Baja California. Inicialmente asociado a un proceso de subducción, el volcanismo de la península permite estudiar el fenómeno de término de subducción.

Los resultados preliminares de 21 muestras de la región de Jaraguay muestran valores muy bajos de la razón Rb/Sr y altas de Zr/Hf, características vistas también en magmas de post-subducción en



## Los Andes.

Por su edad y condiciones climáticas la península de Baja California es un lugar único, ideal para el estudio del fenómeno de término de subducción. En esta plática se presenta la intención del estudio, se mencionan los obstáculos en el muestreo y se señalan los criterios para la selección de las muestras.

FQIT-24-122

### RECONSTRUCCION DE LAS FASES ERUPTIVAS DEL VOLCAN DE COLIMA A TRAVES DE SUS FLUJOS PIROCLASTICOS

A.L. Martin del Pozzo y V.H. Romero M.  
Laboratorio de Paleomagnetismo y Tectonofísica  
Instituto de Geofísica, UNAM  
04510, México, D. F.

Durante la historia eruptiva del Volcán de Colima ha existido diferentes fases explosivas que produjeron flujos piroclásticos. Se presentan los mapas preliminares de los diferentes flujos así como el análisis de la composición y granulometría que caracteriza cada proceso. Los depósitos más extensos, los flujos de la yerbabuena presentan una gran cantidad de fragmentos líticos en una matriz fina y pueden separarse en varias unidades de las cuales se distinguen surges, flujos aglomeráticos y unidades con materiales más finos. Su distribución relacionada con el borde de abierto del antiguo Volcán de Colima, el volumen de estos productos y su morfología sugieren que se originaron al formarse la caldera. Posteriormente el volcán ha producido numerosos flujos menores que se caracterizan por gran cantidad de líticos aunque la matriz fina en algunos casos es dominante, así como lahares y flujos merapianos pequeños.

FQIT-25-123

### CONCENTRACION DE GASES NOBLES EN BASALTOS OCEANICOS

D.J. Terrell  
Instituto de Geofísica, UNAM  
04510, D. F., México

Basado en análisis de He en rocas y emanaciones del fondo marino, algunos investigadores han sugerido la existencia de gases primordiales en el interior del manto terrestre. También ha sido muy difícil explicar el origen del argón "inicial" al fechar muestras del



suelo marino, por el método K-Ar.

Estas ideas pueden aclararse al investigar la concentración de los gases nobles en ese tipo de muestras.

Los gases nobles son químicamente inertes. Por ello sólo son sus solubilidades y presiones parciales relativas las que determinan el patrón de composición de la fuente magmática. Esto nos permite el estudio de algunos parámetros físicos sin la complejidad relacionada a reacciones químicas.

Diferencias regionales ha sido encontradas en la razón  $^3\text{He}/^4\text{He}$ . Esto sugiere la posibilidad de identificar diferentes fuentes magnéticas por medio de su composición de gases nobles. Cuando rocas se originan de una fuente magmática, los procesos que las crean (fusión parcial, cristalización fraccional, etc.) modifican la composición de gases nobles de tal manera que siguen líneas de equilibrio. La posibilidad de encontrar diferentes fuentes magmáticas fue demostrada por un par de muestras que pertenecen a dos líneas de equilibrio diferente.

FQIT-26-124

#### LAGUNA DEL CRATER DEL CHICHON: UN SISTEMA DE EQUILIBRIO?

Servando de la Cruz-Reyna  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Ciudad Universitaria  
04510, México, D. F.

Tres semanas después de concluido el episodio eruptivo de Marzo-Abril de 1982, la alta precipitación pluvial del Sur de México provocó la formación de tres lagunas cratéricas en el Volcán El Chichón. A lo largo de la temporada de lluvia las lagunas crecieron hasta formar una sola que cubre aproximadamente el 10% por ciento del área dentro del borde del cráter.

Esta laguna es la manifestación superficial de un sistema hidrotermal profundo que mantiene un importante interacción con las partes altas de la cámara magmática. Virtualmente todas las fumarolas que emergen del cráter han atravesado esa agua y parte de los materiales volcánicos son retenidos en la laguna. La filtración y la evaporación tienden a disminuir el volumen de la laguna y la precipitación a recuperarlo. Este estado de equilibrio es delicado e incluso alteraciones menores es el estado de actividad del volcán pueden modificarlo apreciablemente, por lo que la laguna cratérica representa uno de los mejores indicadores de las condiciones internas del volcán.



IMPORTANCIA DE LOS ESTUDIOS DE DEFORMACION EN VOLCANES  
ANDESITICOS Y RIOLITICOS DE MEXICO

Servando de la Cruz-Reyna, Manuel Mena J.  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán  
04510, México, D. F.

Tres de los volcanes de más alto riesgo en México han demostrado episodios de crecimiento de domos asociados con períodos de actividad explosiva. El Chichón, por ejemplo, es un complejo dómico cuya última erupción fue antecedida por una etapa de rápido crecimiento de un domo central y posiblemente de deformaciones criptodómicas laterales. El Volcán de fuego de Colima se mantiene desde 1975 en un estado de erupción tipo Merapiano de baja intensidad, consecuencia del crecimiento del domo toloide que obtura su cráter principal. La Caldera de la Primavera, causante de enormes derrames cuaternarios ha llevado asociadas las implantaciones de domos rióticos. La observación de crecimientos dómicos pueden representar por tanto una poderosa herramienta para el pronóstico de actividad eruptiva.

Se discuten tres métodos fácilmente aplicables en México para la observación de las deformaciones dómicas:

- a) Por medio del establecimiento de inclinómetros utilizando sensores de burbuja tipo Wesphal,
- b) Por medio de dos tipos de redes geodésicas. Una local para la vigilancia de deformaciones en un radio de no más de 5 km, y una más amplia que pueda detectar las deformaciones del edificio del volcán como un todo; ambas redes se realizarían con distonciómetros electrónicos para el control de las variaciones en los lados de las figuras geodésicas y teodolitos para el control de las variaciones de los ángulos; y finalmente,
- c) Por el uso de gravimetría iterativa preferentemente sobre una red de nivelación preestablecida.

El uso de uno o más métodos que actúan complementariamente dependen de las características del volcán y de las facilidades logísticas para su implementación.

FQIT-28-126

ANALISIS DE LAS COLUMNAS ERUPTIVAS DEL VOLCAN CHICHON,  
MARZO-ABRIL, 1982. VELOCIDAD DE SALIDA, PRESION DE CAMARA MAGNETICA Y  
ENERGIA CINETICA ASOCIADA.

Francisco Medina M.  
Instituto de Geofísica-UNAM  
Apdo. Postal 877, Ensenada, B. C., México

Usando como base los datos de la cantidad de material arrojado y los tiempos de duración observados, en las erupciones de Marzo-Abril de 1982, del volcán Chichón, se evalúan las alturas que desarrollaron las columnas eruptivas y las velocidades máximas de salida para el flujo eruptivo. Las velocidades resultantes son superiores a los 450 m/seg. Con los datos de velocidad máxima se calculan las presiones internas desarrolladas en el nivel de fragmentación de la cámara magnética. Las presiones resultantes se proponen ligadas al porcentaje de agua en cada erupción. Para la erupción del día 3 de abril, este porcentaje es del orden de 15%, este alto valor así como el súbito crecimiento del radio del cráter se postulan como el origen de los surges (derrames acarreados por el flujo turbulento) desarrollados en esta erupción.

Adicionalmente, se evalúan las energías cinéticas desarrolladas en cada erupción, las energías térmicas y las eficiencias de conversión de energía térmica a cinética.

FQIT-29-129

FORMACION DE DEPOSITOS BASALES Y "SURGES" EN EL VOLCAN CHICHONAL

J. M. Espíndola  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Ciudad Universitaria  
04510, México, D. F.

Se explica el mecanismo de formación de surges en erupciones volcánicas explosivas y se describen las halladas en los alrededores del Volcán Chichonal que resultaron de su última fase explosiva. Estas, tienen longitudes transversales del orden de las decenas de metros y su presencia puede explicarse en términos de algunos parámetros físicos del volcán.



FQIT-30-130

MAGNETOESTRATIGRAFIA Y MAGNETISMO DE ROCAS  
EN LOS AZUFRES, MICHOACAN

Campos Enriquez, J. O.\*, Morán Zenteno, D. J.\*\*\*, y  
Urrutia Fucugauchi, J.\*\*

\*Departamento de Exploración, Gerencia de Proyectos Geotérmicos-C.F.E

Alejandro Volta 655, Col. de los Electricistas, Morelia, Michoacán

\*\*Laboratorio de Paleomagnetismo y Tectonofísica,  
Instituto de Geofísica, UNAM  
04510, D. F., México

Se reportan resultados de un estudio de magnetoestratigrafía, magnetismo de rocas y petrografía del campo geotérmico de Los Azufres, Michoacán. Se colectaron 107 muestras orientadas a 12 sitios, que corresponden a 5 unidades expuestas en el área del campo geotérmico. Dentro de los objetivos del trabajo se tienen: (1) usar los datos paleomagnéticos para magnetoestratigrafía (correlación y datación de las unidades), (2) caracterizar las unidades estudiadas en base a sus propiedades magnéticas y petrográficas, (3) estudiar posibles efectos de alteración hidrotermal en las propiedades magnéticas y (4) estudiar posibles efectos de la neotectónica del área.

FQIT-31-159

ACERCA DE LA EXISTENCIA DE UN PUNTO TRIPLE EN EL SUR DE MEXICO

Reynaldo Mota  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán  
04510, México, D. F.

Cuando se considera el modelo dinámico de la zona Sur de México, se enfrenta al dilema de la posición del punto triple que resulta de la reunión de las Placas Cocos, Norteamericana y del caribe.

Algo se ha especulado sobre la posición y aún sobre el carácter que debe tener, incluso algunos autores aparentemente niegan su existencia física, sin embargo de los estudios realizados como consecuencia del temblor de Guatemala del 4 de febrero de 1976, algunos de los resultados proporcionan la base para establecer la posibilidad de que el punto triple sea de carácter más complejo de lo que se suponía.

Como resultado de algunos estudios de microsismicidad realizados en la Costa de Chiapas, se tienen algunos datos que ayudan a confirmar la existencia del punto triple, sólo queda algo por especular y es la falta de evidencia sísmica precisa sobre la traza del límite entre las placas Caribe y Norteamericana en las cercanías de dicho punto triple.

EQIT-32-160

#### BOSQUEJO SISMOTECTONICO DEL SUR DE MEXICO

Reynaldo Mota\*, Jean Andrieux\*\* y Jean Bonnin\*\*

\*Instituto de Geofísica, UNAM

\*\*Laboratoire de Dynamique de la Litosphere  
Universite de Paris VII

La zona sísmica del sur de México se puede dividir en cuatro regiones de características diferentes, aún cuando toda la actividad se considera el resultado de la interacción de las placas del Pacífico, Norteamericana, Cocos, del Caribe y de Rivera.

En este trabajo se consignan algunas de esas diferencias, la región mejor diferenciada es la correspondiente al Istmo de Tehuantepec y Costa de Chiapas por ser la que se ha podido reconocer tectónicamente en el campo, de las otras: la de Oaxaca, Guerrero-Michoacán y Jalisco-Colima se indican las particularidades que resultan de la sismicidad y de algunos mecanismos focales.

La zona Istmo de Tehuantepec-Chiapas parece ser la transición entre una parte de zona de subducción normal (Centroamericana) y una zona con algunas anomalías (Oaxaca) comparables a la región de Perú Central en Sudamérica, la zona de Guerrero-Michoacán presenta algunas complicaciones que se pueden atribuir a la proximidad del punto de intersección entre la cordillera del Pacífico oriental con la trinchera de Acapulco y la zona de falla de Rivera. La zona Jalisco-Colima presenta una marcada reducción en la frecuencia de ocurrencia de la actividad sísmica pero presenta algunos rasgos interesantes y aún están en estudio.



ESQUEMA TECTONICO DEL VALLE LA PAZ-CARRIZAL:  
IMPLICACIONES PARA LA HIDROLOGIA SUBTERRANEA

León del Río L. y Norma Galván L.  
Asesoría y Desarrollo Creativo  
A.P. 13-057, C.P. 03500, D. F., México

Los recursos hidráulicos de México son modestos, ya que casi la mitad de su territorio tiene el clima seco o semiseco. Esta condición impone como requisito previo a cualquier proyecto de desarrollo el garantizar el suministro adecuado de agua. Es en este sentido que se desarrolla este trabajo, como una contribución con un método económico, rápido y confiable con aplicación a muchas regiones del país.

El Valle de la Paz está situado en la parte sur de la Península de Baja California, aproximadamente mide 50 km de largo por 10 de ancho. En él se reciben los escurrimientos de numerosos arroyos intermitentes que drenan la región. La superficie del valle la componen aluviones y sus alrededores la forman rocas metafórficas e ígneas.

Estructuralmente el valle ocupa un graben. Este se desarrolló en dirección del fracturamiento principal que se observa en la parte sur de la península: N°15 O, además, está seccionado en bloques. Estos se desarrollaron aparentemente después de la formación del graben, siguiendo la dirección del fracturamiento segundo en importancia: N° 75 E. Los bloques se pueden agrupar en 8 principales, de los cuales en dos, El Novillo y El Carrizal, se tienen las características con mayor atractivo para considerarlas como primeras alternativas para emprender un programa de exploración tendiente a la exploración de sus acuíferos.

Sin embargo, por la tectónica del graben y la orogenia regional, es probable que su estructura hidrológica diste de ser simple.

INVESTIGACIONES DE MAGNETISMO DE ROCAS Y PALEOMAGNETISMO EN  
LA REGION DE TIERRA COLORADA-CHILPANCINGO, GUERRERO

D. Contreras Tebar\*, L. Ramírez Cruz\*, H. López Loera\*\* y  
J. Urrutia Fucugauchi\*

\*Laboratorio de Paleomagnetismo y Tectonofísica

Instituto de Geofísica, UNAM

Delegación Coyoacán, 04510, D. F., México

\*\*Gerencia de Geofísica, Subdirección de Exploración, HYLSA,  
Monterrey, N. L., México

Se reportan resultados paleomagnéticos y de magnetismo de rocas para varias unidades tales como la Formación Agua de Obispo, Formación Alquitrán y la monzonita Ocotito. Uno de los objetivos del trabajo fue el caracterizar las propiedades magnéticas (magnetización inducida, magnetización remanente, volumen y composición de principales minerales magnéticos, etc.) de las distintas unidades expuestas en la región para el modelado e interpretación de datos magnéticos. De tal forma que el estudio está aplicado a un problema de prospección. Por otro lado, los resultados obtenidos además permiten realizar una interpretación de sus implicaciones tectónicas.



GRAVEDAD Y ESTRUCTURA EN LA BOCA DEL GOLFO DE CALIFORNIA Y  
LA PLACA RIVERA

Osvaldo Sánchez\*, Richard W. Couch\*\* y Gordon Ness\*\*  
\*Instituto Oceanográfico de Manzanillo, Sría. de Marina  
\*\*Conmar-Oregon State University

El mapa de anomalía gravimétrica de aire libre, muestra las manifestaciones de rasgos estructurales tales como: la Trinchera Mesoamericana en su parte norte, la zona de Fractura de Rivera, Estlandia, el escarpe y cuenca de las Islas Marías.

Con el propósito de investigar el tipo de corteza y la estructura de la misma entre las Islas Marías y la línea de costa, lo cual es necesario considerar en cualquier reconstrucción de la apertura del Golfo de California. Se construyó una sección geofísica transversal al sur de las islas. Dicha sección muestra corteza oceánica al oeste de las islas con sus tres capas características y una profundidad a la discontinuidad de Moho de aproximadamente 10 km; una zona de transición por debajo de las islas y corteza de tipo continental al este. La profundidad de la discontinuidad de Moho aumenta gradualmente hacia el noroeste a partir de la zona de transición, hasta alcanzar unos 40 km aproximadamente a 150 km de la costa sobre la sección.

En la zona transición justamente por debajo del talud continental la corteza oceánica se empieza a vencer hacia abajo a medida que se acerca al continente, pero es cortada abruptamente. También se observa ligeramente como la corteza oceánica se introduce por debajo de la corteza continental; lo cual sugiere que en el pasado hubo subducción de la corteza oceánica y que posteriormente cambió a movimiento transversal.

S-01-001

# EXPERIMENTOS NUMERICOS EN LA INVERSION DE TIEMPOS DE RECORRIDO

Juan A. Madrid  
Centro de Investigación Científica y de Educación  
Superior de Ensenada, B. C. (CICESE)  
Apdo. Postal 2732  
Ensenada 22830, Baja California, México.

Se desarrolla un método para calcular derivadas parciales de tiempos de recorrido y residuos usando teoría de rayos. Estas cantidades se usan para invertir estructuras por métodos usuales. Las derivadas son exactas y no es necesario resolver el problema de dos extremos fijos para determinar el residuo con precisión. Se dan ejemplos directos y sencillos de inversión de estructuras y se investigan algunas estrategias para realizar la inversión. La extensión del método a tres dimensiones es obvia.

S-02-002

# ATENUACION SISMICA EN EL NORTE DE BAJA CALIFORNIA

Cecilio J. Rebollar  
Centro de Investigación Científica y de Educación  
Superior de Ensenada, B. C. (CICESE)  
División Ciencias de la Tierra  
Apdo. Postal 2732  
Ensenada 22830, Baja California, México

Los espectros de los sismos registrados digitalmente en 1983 fueron utilizados para calcular la atenuación sísmica de la corteza en Baja California Norte. En este estudio se obtuvo el factor de calidad sísmica aparente ( $Q$ ), independientemente de la frecuencia en el rango de 3 a 25 Hz y como función de la frecuencia. Se encontró que  $Q_g$  depende de la distancia del evento sísmico. A distancias pequeñas (4-16 km)  $Q_g$  varía entre 10 y 80, y a distancias lejanas (~83 km)  $Q$  tiene un valor aproximado de  $555 \pm 23$ . Esto indica que  $Q$  se incrementa con la profundidad con valores de  $Q$  cercanos a 10 para dos o tres kilómetros de la corteza, hasta aproximadamente 550 para una profundidad de 15 km.

El valor  $Q_c$  de coda como función de la frecuencia fue calculado para eventos que fueron registrados en la falla de San Miguel en tres estaciones digitales alrededor de la falla. Se encontró que la atenuación de coda ( $Q_c$ ) en las frecuencias de 3, 6, 12 y 14 Hz tiene valores de  $91 \pm 32$ ,  $195 \pm 44$ ,  $285 \pm 43$  y  $594 \pm 114$ , respectivamente. De donde encontramos que  $Q_c$  como función de la frecuencia esta dado por  $Q_c = 36f^{0.87}$ .



A PROGRESS REPORT ON A LONG PERIOD SEISMIC ARRAY IN CENTRAL MEXICO

Joan Gomberg\*,

James N. Brune\*, Guy Masters\*, Keith Priestley\*\*, and  
Alejandro Nava\*\*\*

\*Institute of Geophysics and Planetary (A-025) Scripps  
Institution of Oceanography, University of California at  
San Diego, La Jolla, California 92093.

\*\*Seismological Laboratory, Mackay School of Mines,  
University of Nevada at Reno, Reno, NV 89557.

\*\*\*IIMAS, Universidad Nacional Autónoma de México  
Apdo. Postal 20-726, Delegación de Alvaro Obregón,  
01000, México, D. F.

For the past two years, three long-period seismic stations have been operating in the cities of Durango, Chihuahua and Monterrey, México. Pen and ink recording was supplemented with digital recorders in June of 1984. These data collected from these stations are being used to study the structure of the crust and upper mantle of the Mexican Plateau; in particular to determine fundamental parameters such as crustal thickness, and seismic velocity depth profiles with respect to the possible existence of an upper mantle low velocity zone and high velocity lid. We are using WWSSN and SRO data in addition to the data collected in México.

We have measured surface wave dispersion in the band 8-100 sec period, as well as travel times of S phases from earthquakes in southern México. A linearized inversion of the dispersion data results in a well constrained crustal thickness of  $40 \pm 3$  km and a strong indication that a moderate low velocity zone for shear waves exists in the upper mantle of the Central Plateau. Programs for the computation of synthetic seismograms have been developed and are now being used. Data from SRO network are being used in a body waveform fitting technique to determine source mechanisms of events in southern México. With the source mechanism determined, the effect of the structure along the propagation path to the stations in México can be studied by calculation of synthetic surface wave seismograms.



ESTUDIO DE ESPECTROS SISMICOS EN EL NW DE BAJA CALIFORNIA

Acosta Chang, José G., Reyes Zamora, Alfonso y Mendoza G. Luis.  
Centro de Investigación Científica y de Educación  
Superior de Ensenada, B. C. (CICESE)  
División Ciencias de la Tierra  
Apdo. Postal 2732  
Ensenada 22830, Baja California, México

Se utilizaron datos digitales recolectados en la zona que comprende las fallas San Miguel, Agua Blanca y Vallecitos en la Costa Oeste de la Península de Baja California. A partir de una técnica de cocientes espectrales de onda coda, se estimaron los valores del factor de calidad (Q) para dos grupos de eventos: uno al Norte de la región, registrados en estaciones cercanas a ellos y el otro al Sur, con registros en la estación Trinidad, también en el Sur. En ambos casos se obtuvieron valores de Q dependientes de la frecuencia, con tendencias y valores aproximadamente iguales, de tal manera que se les ajustó una ley del tipo  $Q(f) = cf^b$ , donde  $c=80$  y  $b=0.9$  (correlación = 0.98).

Hemos observado que entre los espectros de amplitud de onda 'S' y de coda, a diferentes tiempos a lo largo del sismograma, existe gran similitud en forma, notándose sólo cierto escalamiento en las amplitudes en función del tiempo. Si corregimos los espectros de coda por expansión geométrica y atenuación con la ley antes obtenida, el espectro resultante queda muy parecido al de 'S' en forma y amplitud. Ahora bien, si usamos el espectro de amplitud de coda corregido, y el espectro de fase de onda 'S' y hacemos la transformada de Fourier al tiempo, obtenemos una señal sintética casi idéntica a la onda 'S' registrada, tanto en forma como en amplitudes. Estos resultados pueden tener importancia en la determinación de la naturaleza de las ondas coda.

Para un mismo terremoto, se corrigieron los espectros de 'S' para trasladarlos a la fuente, de estaciones con el mismo azimut al epicentro, para observar diferencias en esos espectros que pudiesen indicar efectos de sitio alrededor de cada estación y buscar algún patrón sistemático de esos efectos a través de la comparación de diferentes tambores.

Con la aplicación de filtros digitales sobre los sismogramas completos, dentro de varias bandas de frecuencia, hemos determinado las frecuencias que preponderantemente contribuyen a la amplitud máxima en las diferentes porciones del sismograma. Se ha intentado relacionar los resultados de estas determinaciones con el tipo de fuente sísmica, trayectoria y sitio alrededor de la estación.



UN METODO DE REGULARIZACION PARA INVERTIR UNA ECUACION  
INTEGRAL DE FREDHOLM DE PRIMERA CLASE

José Frez

Centro de Investigación Científica y de Educación  
Superior de Ensenada, B. C. (CICESE)  
División Ciencias de la Tierra  
Apdo. Postal 2732  
Ensenada 22830, Baja California, México

Existen varios casos en geofísica en que es necesario invertir una ecuación de Fredholm de primera clase para datos sujetos a errores. Tres procedimientos generalmente usados son el método de Backus-Gilbert, el basado en la descomposición en valores singulares y los métodos de regularización. En este trabajo, se propone un método de regularización basado en la minimización de una combinación lineal de normas cuadráticas de los residuales, de la derivada de orden  $n$  de la función incógnita y de la contribución del espacio nulo de la derivada, es decir, de un polinomio de grado  $n-1$ . El Procedimiento utiliza funciones de Green para invertir el operador regularizante; incluye además parámetros globales y locales para controlar tanto el grado de ajuste, como la estabilización de la estimación y el peso que se da a alguna estimación previa que se toma como punto de partida. Se reemplaza los cálculos de covariancia y de resolución, que generalmente son caros y oscuros en significación, por un muestreo sistemático en el espacio de resoluciones, que resulta barato e intuitivo. En la interpretación de los resultados de problemas geofísicos altamente redundantes, se utiliza la información previa, aún la que se posee a nivel cualitativo. El resultado se presenta en forma de familias de resoluciones simples con máxima resolución. El procedimiento se aplica a la solución de dos ecuaciones integrales que se toman de la literatura y a la inversión de velocidades de fases de ondas superficiales. En este último ejemplo, los resultados pueden sugerir la existencia de discontinuidades en las estructuras sísmicas, las que pueden ser exploradas en etapas sucesivas de la inversión.

Se desarrolla la generalización del procedimiento para el caso de varias funciones datos y/o incógnitas y en la presencia de discontinuidades a valores fijos del argumento correspondiente.



S-06-069

EL TEMBLOR DEL 7 DE FEBRERO DE 1984 EN JUCHITEPEC, MEXICO.

M. Rodríguez, J. Lermo, F. Chávez y R. Castro  
Instituto de Ingeniería  
Ciudad Universitaria, Coyoacán  
04510, México, D. F.

El temblor de referencia con magnitud  $M_c=3.7$ , produjo intensidades de VI (MM) en la región de Juchitepec, la cual se encuentra a 35 km al Sureste de la ciudad de México. Para diversos lugares de la ciudad de México la intensidad fue de III. Este temblor se registró en la gran mayoría de las estaciones sismológicas que operan en el país bajo el paralelo  $22^\circ$  Lat N.

Las coordenadas estimadas para el epicentro son; Lat N  $19.128^\circ$  y Lon O  $98.872^\circ$ , con una profundidad menor a 17 km.

Tres días después del sismo, y durante diez días, se operó una red sísmica local alrededor de la zona epicentral mediante la cual, y después de una redistribución de las estaciones, se obtuvo un conjunto de datos de actividad microsísmica con buena calidad, que consiste en 39 eventos localizados con al menos tres registros en papel ahumado. Diez de estos eventos se capturaron también en registro digital.

La distribución en espacio de los epicentros y la tectónica local sugiere que el sismo principal se localiza en la intersección de lineamientos estructurales Oestenoroeste-Estesureste y Suroeste-Noroeste, como evidencia de actividad tectónica actual.

S-07-070

SISMICIDAD EN EL ESTADO DE CHIAPAS DE 1981 A 1983.

A. Martínez, C. Javier  
Instituto de Ingeniería  
Ciudad Universitaria, Coyoacán  
04510, México, D. F.

Durante los últimos años se han venido realizando estudios especiales relativos a la simicidad en el estado de Chiapas; en esto se ha considerado exclusivamente la sismicidad de la parte continental, no por esto se menosprecia la actividad correspondiente a la región oceánica.



Desde 1980 se han instalado un buen número de estaciones sismográficas en diferentes puntos del Estado, en aquellos sitios donde se consideró necesario para realizar estudios especiales de microsismicidad; algunas de ellas con carácter provisional, de las cuales se encuentran funcionando actualmente doce, de éstas cinco son telemétricas y siete autónomas. Con esto se ha logrado controlar en forma más eficaz la actividad sísmica originada en Chiapas, así como una mayor veracidad en los datos epicentrales.

A lo largo de estos tres años se han localizado aproximadamente 3 950 eventos, con magnitudes que varían entre 1.5 y 5.4, mismos que se encuentran representados en las "Cartas Sísmicas del Estado de Chiapas".

El trabajo se dividió en tres periodos de doce meses cada uno; al hacer un análisis comparativo entre ellos, se han observado variaciones importantes tanto en la frecuencia de ocurrencia así como en la intensidad sísmica, lo cual se atribuye a la complejidad geológica del Estado. Así mismo, se distinguieron áreas sobresalientes debido a su gran actividad, como son la parte central del Estado y la zona costera, entre Arriaga y Pijijiapan.

Este tipo de estudios son de suma importancia para la realización de grandes obras civiles, sobre todo considerando la complejidad geológica y, por ende, sísmica de este Estado.

S-08-071

#### UN MODELO ESTRUCTURAL DEL AREA DE LA TRINCHERA DE ACAPULCO.

A. A. Porres, F. F. Castrejón y F. A. Nava  
Instituto de Geofísica-UNAM  
04510, México, D. F.

La interpretación de fases sísmicas, observadas en registros de la Red Sísmica Mexicana de Apertura Continental (RESMAC), mediante diferencias de tiempos de viaje y trazado de rayos fue utilizada para determinar que tan apropiados son dos modelos, usados comunmente, para representar la corteza del área en cuestión. Los modelos representan bidimensionalmente la corteza oceánica en subdicción mediante capas planas, paralelas inclinadas, y la corteza continental mediante capas planas, paralelas, horizontales.

El modelo MEX01 (modificado del modelo MEX usado para localización rutinaria por RESMAC) presenta una sola capa a profundidades intermedias (15-20 km); pero fases observadas requieren la presencia de interfases en ese rango de profundidades. El modelo COC I (modificado de un modelo para la zona costera) requiere velocidades más bajas a profundidades intermedias. Ambos



modelos requieren una capa somera de baja velocidad ( $\sim 4.2$  km/sec).

Combinando características favorables de ambos modelos e introduciendo los cambios necesarios se elaboró un nuevo modelo MEXD que, aunque no necesariamente es único, es consistente con las observaciones.

S-09-072

#### UN MODELO DINAMICO PARA LA SIMULACION DE RUPTURAS EN FALLAS.

F. A. Nava y C. Lomnitz  
Instituto de Geofísica-UNAM  
04510, México, D. F.

Se presenta un modelo para la simulación de rupturas en fallas basado en un mínimo de suposiciones. El modelo contempla la alimentación tectónica de esfuerzos así como la redistribución de esfuerzos causados por rupturas en la misma falla. La primera fase del modelo lo lleva desde la ausencia de esfuerzos hasta el comienzo del ciclo sísmico, mediante la introducción de la alimentación tectónica y la presencia de "microfallas" (i.e. inhomogeneidades del terreno). La segunda fase (estacionaria) presenta la ocurrencia de premonitores, eventos grandes y réplicas; siendo el patrón de ocurrencia determinado por dos parámetros el nivel de ruptura y el "gasto" de creación de falla y de excitación de ondas sísmicas. Es posible definir "magnitudes" y "momentos" asociados con las rupturas (i.e. eventos) grandes está determinada por el esfuerzo promedio en la falla e ilustra el papel de retroalimentación de las fallas en el movimiento interplacas.

S-10-073

#### SISMICIDAD INDUCIDA EN EL EMBALSE DE CHICOASEN, CHIAPAS MEXICO.

M. Rodríguez , E. Nava , y J. León  
Instituto de Ingeniería-UNAM  
Comisión Federal de Electricidad

El llenado del embalse formado por la presa de Chicoasen en el sureste de México inició en abril de 1980 y concluyó tres meses después. Este embalse tiene una profundidad máxima de 190 m y su volumen máximo es de  $1.6 \times 10^9$  m<sup>3</sup>. Dentro de la región en que se encuentra este embalse, el monitoreo sísmico se implantó desde principios de 1975, con una estación sismográfica, y fue hasta fines



de 1980 en que se instaló una red sísmica local de siete estaciones.

En este estudio se presenta el análisis de la actividad sísmica local observada, de abril de 1980 a abril de 1984, en términos de 1) los hipocentros y su distribución espacio-temporal, 2) las magnitudes de los sismos observados, 3) las soluciones de mecanismo focales y 4) relaciones Vp/Vs.

El efecto sísmico más notable ante el llenado del embalse se presentó en el cuerpo principal de éste; sin embargo once meses después del principio del llenado, los efectos directos del embalse en la sismicidad terminaron en la región del cuerpo principal, y el grueso de la actividad se encuentra desde entonces, fuera de un radio de 10 km del centro del embalse; y, solamente, durante algunos meses después de la erupción del volcán Chichonal se observó incremento de actividad sísmica en esta región. El nivel del agua regularmente se mantiene cerca de los 392 m ( $\pm 0.7$  m) SNM; sin embargo, variaciones mayores se reflejan en incremento de actividad.

Las magnitudes estimadas son menores de 3.5, y las mayores se asignan regularmente a sismos localizados al noroeste de la cortina y se asocian a la actividad sísmica de la falla Tecpatan-Bochil.

Los mecanismos focales estudiados del centro y sur del embalse muestran que los ejes de compresión coinciden con los esfuerzos esperados del análisis tectónico de la región, esto es, como una zona de compresión horizontal, y sugieren que la sismicidad observada está asociada a la liberación de esfuerzos preexistentes en la región.

S-11-074

DESARROLLO DE LA SECUENCIA SISMICA ASOCIADA AL TEMBLOR  
DE OAXACA ( $M_s = 7.8$ ) DEL 29 DE NOVIEMBRE DE 1978.

R. E. Ruíz-Kitcher  
Instituto de Geofísica-UNAM  
04510, México, D. F.

Se hace una interpretación del conjunto de eventos asociados (premonitores y réplicas) al terremoto de Oaxaca.

La actividad anterior al evento principal se pudo separar en dos tendencias, de las cuales se obtuvieron dos mecanismos focales compuestos de fallamiento normal pero con rumbos octogonales entre sí y ángulos de buzamiento similares. Esta concentración de eventos premonitores se localizó en la parte continental de la litósfera.

La solución de mecanismo focal del evento principal es de una



falla de cobijadura y el ángulo de buzamiento coincide con la inclinación propuesta para el plano de Benioff y su foco queda localizado ligeramente al Sur de los eventos premonitores (hacia la trinchera).

Las réplicas presentan mecanismo focal de fallas normales en su mayoría y algunas en fallas inversa, el rumbo predominante es subparalelo a la trinchera. La distribución de los focos se puede dividir en dos grupos uno que se queda situado en la parte continental de la litósfera y el otro en la litósfera oceánica, este último grupo quedó localizado al Sur del evento principal.

El conjunto de estas soluciones nos reflejan el proceso de liberación de la energía en forma de sismos en una zona de deformación producida por la interacción frontal de las placas (zona de subducción).

S-12-075

#### RESIDUALES EN TIEMPOS DE VIAJE DE PRIMEROS ARRIBOS Y SU RELACION CON LA CORTEZA CONTINENTAL EN LA ZONA DE SUBDUCCION MEXICANA.

J. Lermo y M. Rodríguez  
Instituto de Ingeniería-UNAM  
Ciudad Universitaria, Coyoacán  
04510, México, D. F.

El proceso de localización de hipocentros mexicanos permitió observar en estaciones nacionales, residuales en tiempos de viaje de los primeros arribos; sistemáticos y del orden de 3s, (Rodríguez et. al. 1983). Con el objeto de obtener, mediante residuales confiables, una estimación de un modelo de velocidades de la corteza continental en la zona de subducción mexicana, se procedió de la siguiente manera.

Se buscaron sismos para los que se tenían estimaciones precisas de sus hipocentros, éste es el caso de aquellas réplicas localizadas mediante una red local, para los temblores de Oaxaca en 1978 ( $M_s=7.8$ ), Petatlán 1979 ( $M_s=7.6$ ), Huajuapán de León 1980 ( $M_s=7.0$ ), Playa Azul 1981 ( $M_s=7.3$ ) y Ometepec 1982 ( $M_s=6.9$ ). Una selección que considera las réplicas mejor localizadas, de mayor magnitud y con registros claros en las estaciones de SISMEEX forma el conjunto de datos básicos con el cual se obtuvo el conjunto de residuales. Estos residuales se calculan con respecto a un modelo cortical utilizado rutinariamente en el Instituto de Ingeniería, el cual idealiza mediante capas planas la estructura de la corteza en México.

Aún cuando estos residuales pueden utilizarse como correcciones



para localizaciones de hipocentros, la distribución y densidad de estaciones sismológicas en México es pobre, entonces los hipocentros son poco confiables. Sin embargo, la relación de estos residuales con la distancia y el azimut muestra que el modelo utilizado rutinariamente es rápido ( $\approx +3.5s$ ) y con fuertes anomalías azimutales ( $\approx -2.0s$ ), sugiriendo éstas, variaciones horizontales de las velocidades y capas inclinadas.

Para minimizar los residuales obtenidos tanto en las estaciones continentales como costeras, es necesario idealizar la estructura de la corteza mediante un modelo promedio de capas inclinadas con espesores de 5, 20 y 11 km y velocidades de 4, 6.1, 6.9 y 8.0 km/seg, en la línea de costa e inclinaciones en las capas profundas cercanas a 3 y 6 grados.

S-13-076

FORMA DE ONDA P DE GRANDES TEMBLORES SOMEROS A LO LARGO  
DE LA ZONA DE SUBDUCCION MEXICANA

S. K. Sing , T. Domínguez , M. Rodríguez , R. Castro.  
Instituto de Geofísica  
Instituto de Ingeniería  
Ciudad Universitaria, Coyoacán,  
04510, México, D. F.

El análisis cualitativo de sismogramas Wiechert se complementó con análisis cuantitativo de sismogramas Galitzin-Wilip y Press Ewing europeos para obtener conclusiones respecto a la simplicidad o complejidad de las formas de ondas P para grandes temblores superficiales ocurridos desde 1907 a lo largo de la zona de subducción. Estos sismogramas se compararon con sismogramas de período largo de la WWSSN de temblores recientes. Los temblores ocurridos en la región de Oaxaca son simples con excepciones. En las regiones de Guerrero y Michoacán existen temblores simples y complejos. Las profundidades de los eventos son someras ( $10 \leq H < 20$  km) siendo la mayoría de 16 km.

La interfase entre las placas se caracteriza por asperezas con diferentes tamaños separadas por áreas donde la deformación asísmica puede existir. Sin embargo en Oaxaca, la simplicidad de los eventos, una magnitud característica de  $M_s \sim 7.8$  y una razón de momentos calculados con ondas superficiales y ondas P de 1.5, sugieren la existencia de asperezas de dimensión semejante separadas por barreras.

Originalmente se consideró que los eventos del 22 de febrero de 1943 ( $M_s = 7.7$ ) y 14 de marzo de 1979 ( $M_s = 7.6$ ) se debieron a la ruptura



de la misma área, sin embargo los registros muestran diferencias notables en la forma de la onda P. Esto sugiere que, la localización del evento del 22 de febrero no es correcta o que cada evento tuvo un proceso de ruptura diferente.

S-14-077

CONDITIONAL PROBABILITIES FOR THE OCCURRENCE OF LARGE PLATE  
BOUNDARY EARTHQUAKES ALONG THE MEXICAN SUBDUCTION ZONE: 1984-2004

S. P. Nishenko (USGS, MS-967, P. O. Box 25046, DFC, Denver, Co 80225)  
S. K. Singh (Instituto de Geofísica-UNAM, C. U., México 04510, D. F.)

The Mexican subduction zone from the Gulf of Tehuantepec ( $94^{\circ}\text{W}$ ) to Banderas Bay ( $105.5^{\circ}\text{W}$ ) is divided into 11 zones or segments based on patterns of prior earthquake occurrences. We have calculated the conditional probabilities for the occurrence of a large or great plate boundary earthquake for each of the 11 segments during the next 20 years (1984-2004). Our calculations are derived by using a simple Weibull probabilistic approach with input being the dates of the last large shock, the average or expected recurrence times, and the standard deviation of time intervals between events. Dates of the last large shock are available for 9 of the 11 zones considered. Average of expected repeat times were estimated, with varying degrees of precision, from the times of historic events and intervals inferred from the rates of plate motion and source size. The standard deviation of repeat times ranges from 19% to 33% of the average repeat time. Estimates of conditional probability based on time-varying Weibull models are compared with those based on a Poisson model, which is time-invariant. A test of these techniques for 1960-1980 successfully forecast all the large shocks which have occurred during that time. Presently, four of the segments (Central Oaxaca, Ometepe, Petatlan and Colima) have low probabilities ( $<30\%$ ) for recurrence. Five segments (East Oaxaca, West Oaxaca, Acapulco, Guerrero, and Jalisco) are estimated to have conditional probabilities of greater than 30% for earthquakes of magnitudes 7 to 8 during the next 20 years. The segments-East Oaxaca, West Oaxaca, and Acapulco-have well constrained probabilities, while the remaining segments presently have large uncertainties.



SISMOTECTONICA DEL VALLE DE MEXICALI, 1977-1980

González, J. J., J. Frez, A. Reyes, L. Munguía, F. Suárez  
Centro de Investigación Científica y de Educación  
Superior de Ensenada, B. C. (CICESE)  
División Ciencias de la Tierra  
Apartado Postal 2732  
Ensenada 22830, Baja California, México.

Durante los pasados siete años el CICESE ha realizado diversos estudios sobre la sismicidad del Valle de Mexicali. Estamos por concluir la formación de un banco de primeros arribos para la región, desde 1977, para eventos  $M_L > 2.0$ , compaginando datos proporcionados por USGS-CALTECH y los obtenidos por CICESE con estaciones locales.

El período de diciembre 1976 a junio 1980 ha tenido alta actividad sísmica, incluyendo dos eventos  $M_L > 6.0$  al norte de los  $32^\circ$  de latitud. En un cálculo de la constante "b" de la relación Gutenberg-Richter, se obtiene para este período un valor de  $\sim 1.0$  para  $M_L \leq 4.5$ , notándose un exceso de sismos de  $M_L \leq 4.5$ . En cambio, al considerar el período de 1932 a la fecha, con  $M_L \geq 4.5$  y al norte de los  $31^\circ$ , se observa la deficiencia de al menos un simo  $M_L > 6.0$ .

En la zona entre las fallas Imperial y Cerro Prieto la sismicidad muestra una tendencia predominante a ocurrir en forma de enjambres, tanto en tiempo como en espacio, llenando huecos no cubiertos previamente. Hacia el centro de las fallas, la actividad es del tipo "evento principal-réplicas" con indicios de sismicidad premonitora para eventos fuertes que ocurren en la falla Cerro Prieto.

La capa sismogénica se encuentra inmediatamente debajo de los sedimentos, extendiéndose desde los 5 hasta los 10 km de profundidad. La sismicidad de enjambres parece ocurrir en forma columnar, lo que sugiere la penetración de diques magmáticos en el basamento granodiorítico. Los mecanismos focales en las fallas Imperial y Cerro Prieto son de deslizamiento de rumbo lateral derecho, mientras que en la región entre ellas se presentan mecanismos de deslizamiento de rumbo combinados con falla normal. El perfil NO-SE de hipocentros indica la dimensión del Centro de dispersión de Cerro Prieto.

Adicionalmente, hemos logrado determinar la existencia de variaciones de la razón de velocidades ( $V_p/V_s$ ) en la capa sedimentaria con un valor  $\geq 2.3$  en la parte más superficial. Esto hace posible el uso de la onda S como herramienta de gran valor en la prospección geofísica que se efectúa actualmente en la región.



INTERPOLAZION EN EL DOMINIO DE FRECUENCIAS Y  
SISMOGRAMAS SINTETICOS

J. Frez, P. Lesage y J. Soares  
Centro de Investigación Científica y de Educación  
Superior de Ensenada, B. C. (CICESE)  
División Ciencias de la Tierra  
Apdo. Postal 2732  
Ensenada 22830, Baja California, México.

El cálculo de sismogramas se hace generalmente en el dominio de frecuencias, aplicándose luego una transformada inversa discreta de Fourier (TIDF) para obtenerlos en el tiempo. Debido a limitaciones en el muestreo de frecuencias, la serie de tiempo puede sufrir del efecto de alias lo que produce, por ejemplo, que arribos que debieran estar al final del sismograma pueden aparecer al comienzo de él. En este trabajo, se analiza esta situación y se proponen soluciones basadas en la interpolación en el dominio de frecuencias. Aplicamos esta idea a los métodos distintos de cálculo de sismogramas sintéticos completos para medios lateralmente homogéneos.

El primer método es el de Apsel-Luco, el que empleamos para distancias locales. Hemos aplicado directamente en el espectro tanto una interpolación lineal como una polinomial cúbica con condiciones de continuidad hasta en su segunda derivada. Al hacer esto, se obtiene desdoblamiento y modulación de la señal en el dominio del tiempo. Este resultado numérico puede ser predicho por el de un sencillo ejercicio matemático que consiste en aplicar un interpolador lineal al espectro de un pulso discreto. El efecto de la TIDF sobre el interpolador produce los efectos que se mencionaron anteriormente. Otras alternativas son discutidas subsecuentemente.

Al tratar de resolver la dificultad dentro del método de sumatoria de modos normales, se aplicó la interpolación a las velocidades de fase y de grupo, las integrales de energía y las atenuaciones de fase de cada modo, factores que figuran en cada término de la sumatoria. Esta técnica produce un buen resultado, lo que se ilustra con ejemplos de sismogramas calculados para el caso torsional y a distancias telesísmicas.

Se discute el significado de estos resultados y el trabajo posterior a desarrollar.



CONDICIONES DE CONTINUIDAD EN LA ESTIMACION  
LOCAL DE VELOCIDADES DE ONDAS SUPERFICIALES

F. Esparza y J. Frez

Centro de Investigación Científica y de Educación  
Superior de Ensenada, B. C. (CICESE)  
División Ciencias de la Tierra  
Apdo. Postal 2732  
Ensenada 22830, Baja California, México

Con propósitos de estabilización, hemos aplicado condiciones de continuidad en la dependencia en frecuencias de un estimador de velocidades regionales de ondas superficiales. Las observaciones resultan de mediciones de velocidades medias o, lo que es equivalente, de tiempos totales de recorrido para cada componente espectral. Para ello, aplicamos un método mínimo-cuadrático regularizado. El funcional regularizador consiste en la norma cuadrática de la derivada de orden  $p$  de las velocidades regionales. También se explora la posibilidad teórica y numérica de incluir la contribución del espacio nulo de dicha derivada.

Las ecuaciones matriciales que resultan tienen la forma  $AX + XB = C$  y para su solución se utiliza la técnica de los productos de Kronecker. El algoritmo resultante se aplica a datos de velocidades de fases, tanto de onda Love como Rayleigh, y observadas en recorridos oceánicos que pasan por regiones de diferentes edades geológicas.

RESULTADOS PRELIMINARES DE LA DISTRIBUCION DE LA  
VELOCIDAD DE LA ONDA P EN LA REGION NORTE DE LA PENINSULA  
DE BAJA CALIFORNIA

C. Huerta y J. Frez  
Centro de Investigación Científica y de Educación  
Superior de Ensenada, B. C. (CICESE)  
División Ciencias de la Tierra  
Apdo. Postal 2732  
Ensenada 22830, Baja California, México

En este trabajo se analiza sismogramas de la red RESNOR para hacer estudios regionales del sur de California y el norte de Baja California. Los datos se complementan con determinaciones hipocentrales hechas por RESNOR, determinaciones y tiempos de arribo hechos por USGS-CALTECH, e información obtenida del boletín de ISC. El rango de distancias epicentrales utilizado va de 130 a 760 km, utilizándose eventos con magnitud local mayor que 3.7.

Un examen de los sismogramas de RESNOR evidencia las diferencias de caminos de recorrido típicos de la región, fundamentalmente entre trayectorias a lo largo del eje central de la depresión del Salton, aquéllas que recorren el macizo peninsular y las que provienen del Golfo de California. Las diferencias se encuentran en la apariencia de los arribos primarios y secundarios, sus amplitudes y la longitud y otras características de la coda y la atenuación aparente de toda la traza del sismo.

Se han construido curvas de camino-tiempo para varios perfiles regionales que van de territorio estadounidense a mexicano y viceversa con la información disponible. La variación de las velocidades de ondas P indican un decrecimiento desde valores de 8.2 hasta 7.5 km/seg, yendo desde la costa del Pacífico al Valle de Mexicali. Las variaciones en las velocidades de la fase P es mucho mayor y alrededor de 6.40 km/sg.

Se discute la significación numérica y física del resultado y se acompaña una descripción de la sismicidad de la región.



S-19-082

CALCULO DE MECANISMOS FOCALES A TRAVES DEL USO DE LA RAZON (SV/P)  
PARA EVENTOS REGISTRADOS EN EL SISTEMA DE FALLA SAN MIGUEL

Victor Wong y José Frez  
Centro de Investigación Científica y de Educación  
Superior de Ensenada, B. C. (CICESE)  
División Ciencias de la Tierra  
Apdo. Postal 2732  
Ensenada 22830, Baja California, México.

La razón de amplitudes de la onda "S" a la onda "P", tal como se observa en un sismograma de componente vertical para distancias epicentrales cercanas proporciona un método para el cálculo del mecanismo focal del sismo. El método consiste básicamente en comparar las razones de amplitud (Sv/P) observadas y las calculadas en base a teoría de dislocación y, luego, hacer un ajuste por prueba y error de los parámetros de la falla.

La metodología mencionada anteriormente se aplicó a 24 eventos sísmicos ocurridos en el período de julio de 1982 a enero de 1983 en la región del Sistema de Fallas de San Miguel. La sismicidad fue registrada por 8 estaciones sismológicas con registro digital como analógico. Realizamos diversos experimentos numéricos para calcular el mecanismo focal y a la vez evaluar la metodología. Se discute los resultados en términos de la tectónica local y regional.

S-20-147

EVIDENCES OF THE EXISTENCE OF AN ABNORMAL SEISMIC  
SIGNAL ATTENUATION IN SOUTHERN

Jaime Yamamoto  
Instituto de Geofísica, UNAM  
04510, D. F., México

The analysis of earthquakes occurred off the coast of Chiapas, Mexico indicate the existence of an abnormal high seismic signal (P-waves) attenuation in a certain range of distances and azimuths. This feature is observed primarily in seismic stations located east of North America. In the present paper three possible explanations of this phenomenon origin are discussed based on our own observations and other studies.

B-16



## ENJAMBRES SISMICOS EN CHIAPAS: UN FENOMENO FRECUENTE

Reynaldo Mota, Servando de la Cruz y Manuel Mena  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán  
04510, México, D. F.

Cuando se habla de actividad sísmica en Chiapas, generalmente se piensa en los grandes sismos que ocurren en la costa, o en los que ocurren en la zona cercana a la frontera con Guatemala, pero poco se sabe de la actividad asociada a las grandes fallas que zurcan el territorio chiapaneco.

Entre 1975 y 1976 tuvo lugar en la región de Cerro Brujo, cerca de Chiapas de Corzo, un enjambre sísmico que se prolongó casi por un año. De aproximadamente 900 sismos registrados entre 15 y 24 de noviembre de 1975, todos se localizaron a distancias menos de 15 km de Amatal, con magnitud máxima del orden de  $m_b=3$ . Los temblores se originaron en una zona de 8 km de largo por 3 km de ancho y profundidades no mayores de 4 km.

Durante el mes de octubre de 1983, se realizó el estudio de un enjambre de temblores que causó alarma entre la población de los pueblos de Chavarría y Garrido Ganabal, los eventos que se registraron son de carácter superficial y quedaron localizados en una pequeña área elíptica de eje mayor aproximadamente sobre la traza de una falla asociada al sistema Ocosingo-Malpaso, y entre una extensión máxima de 2 a 3 km.

En febrero de 1984 se investigó otro enjambre en la zona de Agua Blanca, Mpo. de Palenque; en esa ocasión la actividad posiblemente estuvo asociada a una zona de pequeñas fallas normales, que quedan en posición transversal al sistema Ocosingo, Malpaso, pero que aparecen cartografiadas en una zona al norte y aparentemente independiente del sistema de fallas antes mencionado. Estas pequeñas fallas podrían ser el resultado de reajuste debido a la deformación de esa parte de la Sierra de Chiapas. Nuevamente, los eventos se limitaron dentro de un área pequeña con no más de 2 km de extensión lateral.

Las características de los enjambres, con numerosos eventos de magnitudes bajas, distribuidos aleatoriamente en el tiempo y con intensidades relativamente altas, limitadas a regiones de área muy pequeña, permiten especular que posiblemente son originados por sistemas de rupturas de falla de dimensión muy reducida con desplazamientos en el plano de falla relativamente grandes. La presencia de grandes obras de infraestructura energética en Chiapas hace indispensable un estudio más profundo de los enjambres sísmicos que allí aparecen con frecuencia.



S-22-149

# COMPLEJIDAD DE LAS ZONAS SISMOGENETICAS: EN CASO DEL SUR DE OAXACA

L. Ponce, Fco. Núñez-Corru y L. Quintanar  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Ciudad Universitaria  
04510, México, D. F.

Para el Sur del Estado de Oaxaca, México, se reanaliza la actividad sísmica de gran magnitud ( $M > 7.0$ ) ocurrida en los últimos 100 años. Para el período 1882-1927, se revisa la información sobre los daños reportados y los sismogramas disponibles en Tacubaya desde comienzos del presente siglo. El Período 1928-1949 es estudiado principalmente con datos instrumentales de Tacubaya y Veracruz; la relocalización de las réplicas asociadas a los sismos mayores ( $M > 7.0$ ) se obtiene relativa a "eventos de calibración" cuya posición epicentral es relativamente confiable (error  $< 20$  km). Para el período 1950-1984, utilizando la técnica de evento maestro y del programa JHD, se relocaliza la actividad sísmica de mediana y gran magnitud ( $M > 4.3$ ).

Se observa que, en general, los sismos de gran magnitud ocurridos en el sur del Estado de Oaxaca durante el último siglo, han liberado su energía en unidades sismogénéticas distintas; esto significa que sus períodos de recurrencia serían del orden de 100 o más años. Es notable la complejidad espacial de las áreas de ruptura a lo largo de la zona de subducción que presenta más de un frente de actividad sísmica.

El análisis espacio-temporal de la actividad sísmica de mediana magnitud ( $M > 4.3$ ) ocurrida durante los últimos 34 años, al correlacionarse con los resultados anteriores, muestran algunos patrones que pudieran ser útiles en la predicción a mediano plazo.

S-23-150

## UNA NUEVA RED SISMOLOGICA EN COSTA RICA

E. Malavassi\*, K. McNally\*\*, F. Guendel\* y J. Lower\*\*

\*Univ. Nal. Costa Rica

\*\*U.C.S.C., U.S.A.

La nueva red sismológica UNA está siendo instalada en Costa Rica



como un proyecto cooperativo del programa de Investigación Vulcanológica y Sismológica de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica y el Laboratorio de Charles F. Richter, Universidad de California Santa Cruz, E.U.A.

En su primera etapa, la red costa de ocho estaciones de período corto localizadas en la parte central de Costa Rica. Las estaciones son autónomas y están colocadas en sitios alejados y alimentadas por celdas solares y baterías. Las señales de las estaciones son telemetrizadas mediante enlaces de radio a la ciudad de Heredia, donde son registradas analógicamente en tambores con una sola base de tiempo.

La lectura rutinaria de los datos es llevada a cabo por personal local en Heredia. La localización y magnitud de los eventos detectados se reportan mensualmente en un boletín sismológico preliminar con distribución internacional desde abril de 1984.

Actualmente se está procediendo a la instalación de nuevas estaciones, y se contempla lograr una cobertura completa de la actividad sísmica en el país en un futuro próximo.

Aunque la presente red lleva poco tiempo de operación, ya se cuenta con resultados valiosos para el mejor conocimiento de los procesos tectónicos en Costa Rica. Otra aplicación importante de los datos de esta red es el monitoreo de la sismicidad asociada con la fuerte actividad volcánica en Costa Rica.

S-24-151

THE WHOLE EARTHQUAKE CYCLE OF THE MIDDLE AMERICA  
TRENCH OFFSHORE MEXICO

J. González, K.C. McNally, E. Brown & K. Datille  
(All at C. F. Richter Seismological Laboratory  
Univ. California Santa Cruz)

The spatial, temporal and mechanistic progression of seismic slip has been documented for an entire earthquake cycle (35 years) of large ( $7.0 < M_s < 7.8$ ) shallow earthquakes along the Middle America Trench (MAT) offshore Mexico. All activity ( $m_b > 4.0$ ) has been relocated with fault mechanism determined as possible), and synthesized to create a complete earthquake cycle in this region. Aftershocks, background activity, seismic quiescence, and a previously unrecognized temporal dependence of downdip normal faulting are documented relative to all the large earthquake.

Two major zones of activity have been identified: (1) a shallow



zone of thrust faulting and (2) a downdip zone of normal faulting. Relative to these zones, the earthquake cycle is as follows. For a few months to two years after the mainshock (AM) there is a high rate of activity in the thrust zone. In the next 26 years a background rate of activity is maintained. In the normal zone, however, events are nearly absent throughout this period. At 20 years AM, there is a short increase in downdip activity. 26 years AM (seven years before the main shock), activity in the thrust zone increases, coincident (in time) with a strong onset of activity within the downdip zone. Three to five years before the main shock there is an onset of quiescence in the thrust zone, which is maintained up to the mainshock. Downdip activity, in some cases, continues throughout the quiescence.

The downdip activity prior to the main shock may reflect stress redistributions and loading of the thrust zone. Also, as a possible precursor, this activity provides, with quiescence, further constraints for intermediate term prediction of large MAT earthquakes. The rupture area of the 1957 Acapulco earthquake ( $M_s=7.5$ ) is being analyzed in light of these new observations, and provides a test of the predicted implications of our synthesized earthquake cycle.

S-25-152

#### ESPECTROS DE DISEÑO SISMICO PROBABILISTAS EN UN SITIO ESPECIFICO

M. Chávez\* y M. Arroyo\*\*

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

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

Para estimar la seguridad de proyectos de ingeniería como presas, plantas nucleares, etc., es de fundamental importancia determinar su comportamiento ante cargas sísmicas. Entre los pasos necesarios para llevar a cabo esto último, la selección de la excitación sísmica es uno de los más importantes dado que se tienen grandes incertidumbres relacionadas con los movimientos del terreno esperados en un sitio específico.

En esta contribución se propone una metodología para determinar el espectro de diseño sísmico para un sitio específico. La metodología toma en cuenta la ocurrencia de temblores en el campo cercano, así como los efectos locales en el sitio de interés.

El primer efecto se incluye utilizando una muestra de acelerogramas registrados en roca a distancias epicentrales cortas y aplicando factores de escala apropiadas a dichos acelerogramas de tal manera que reflejen las aceleraciones máximas esperadas en el sitio



de interés. Los efectos de las características geotécnicas de estratos superficiales en los espectros de respuesta del sitio se consideran por medio de un análisis probabilístico (en el dominio de la frecuencia) de la respuesta sísmica de dicha estratigrafía. Este análisis utiliza los acelerogramas de la muestra mencionada anteriormente como excitación en la base de la estratigrafía y conduce a los espectros de respuesta esperados (50 y 84 percentiles) en la superficie.

Los efectos de las incertidumbres en las propiedades del suelo en el sitio son incluidos utilizando los estimadores puntuales de Rosenblueth.

S-26-153

#### EVENTOS DETERMINANTES DEL RIESGO SISMICO EN BAJA CALIFORNIA

J. Figueroa  
Instituto de Ingeniería, UNAM  
04510, México, D. F.

En 1973 en la reunión anual que celebró la Unión Geofísica mexicana en Ensenada, presenté una ponencia relativa a la importancia sísmica de la Baja California, hice alusión a 1211 temblores importantes por ser de una magnitud del grado de 4 en adelante, que han ocurrido y dejado sentir sus efectos en la Península desde el año de 1900.

Durante este período se resalta el hecho de haberse localizado 51 temblores destructores, lo que marca un verdadero récord en lo relativo a riesgo sísmico, entretanto, confirmando los estudios sísmicos, también se hicieron estudios gravimétricos y magnéticos, comprobándose la existencia preponderante de dos provincias tectónicas, una al NE y la otra al SW, ambas caracterizadas por una gruesa capa de sedimentos que cubren la cuenca, por lo que se detecta y sobresale un afallamiento que geológicamente se estima sobresaliente en el Terciario, y que ha originado en su desarrollo una actividad incesante en la Península. Basta ver un mapa de la República para ver que es incesante la migración de la Península en el tiempo, desde la región de la Bahía de Banderas y marcada con la situación de numerosas fallas escalonadas a través del Golfo de California, continuando más allá de la desembocadura del río Colorado, y cortando también una porción continental hasta adelante de San Francisco California constituyendo una parte importante de la falla de San Andrés.

Esta sucesión incesante origina la enorme cantidad de sismos particularmente aglomerados en la región limítrofe de la Baja



## California con los Estados Unidos.

Puesto que han habido temblores tan fuertes y cuando hemos hecho alusión alguna vez al macrosismo, que en el Valle Imperial Imperial ocurrió con una magnitud 7.1, el 18 de mayo de 1940, tenemos que llamar la atención sin entrar en el campo de los pronósticos fatalistas, en un terreno que ineludiblemente nos lleva a una verdadera hecatombe, cuando ocurra el desprendimiento total de la región señalada, y que es caracterizado como para señalar que son los eventos sísmicos determinantes en la ocurrencia ineludible de este fenómeno que afortunadamente lo estamos considerando en un desarrollo geológico que puede tener un paréntesis de duración impredecible, pero una fatal conclusión para centros de tan elevada prosperidad como lo constituye las Californias Alta y Baja.

Las medidas que incesantemente se hacen bajo todos los dominios de la investigación muestran que si no ha habido un lapso que haya interrumpido el proceso, tampoco uno que lo haya acelerado extraordinariamente.

Hay elementos suficientemente confirmatorios que se encuentran en las investigaciones de la Universidad de California, del Instituto Tectónico de California y también, entre otras instituciones de manera sobresaliente, las que desarrolla la Universidad Nacional Autónoma de México a través de los Institutos de Ingeniería, Geología y Geofísica.

EGG-01-004

AVANCE DEL LEVANTAMIENTO GRAVIMETRICO REGIONAL  
EN LA REPUBLICA MEXICANA

Antonio Hernández Navarro  
Departamento de Geodesia Física  
Dirección General de Geografía  
INEGI, SPP  
San Antonio Abad 124 P.B.  
Col. Tránsito, Del. Cuauhtémoc  
06820 México, D.F.

Se presenta el avance logrado por la Dirección General de Geografía en el proyecto, así como los planes futuros para continuarlo.

EGG-02-013

SISTEMA DE EXPLORACION AEROMAGNETOMETRICA

Héctor López Loera  
Vinicio Suro-Pérez  
Alfonso Ochoa Cony  
HYLSA, S.A.  
Dirección de Minería y Logística  
Subdirección de Exploración  
Ave. Munich y Guerrero  
Apdo. Postal 996  
Monterrey, N.L.

Se exponen las bases del Sistema de Exploración Aeromagnetométrico (S.E.A.), describiendo brevemente los diferentes procesos que la integran. Se presenta un ejemplo en el que se muestran las ventajas alcanzadas en calidad, oportunidad y costo cuando se aplica el S.E.A. a la investigación del subsuelo.



EGG-03-014

DETERMINACION PRACTICA DE FACTORES QUE AFECTAN LA DETECCION  
DE LA SEÑAL AERORADIOMETRICA

Alfonso Ochoa Cony  
Héctor López Loera  
HYLSA, S.A.  
Dirección de Minería y Logística  
Subdirección de Exploración  
Ave. Munich y Guerrero  
Apdo. Postal 996  
Monterrey, N.L.

Para un levantamiento Aeroradiométrico, se muestran las ventajas que, sobre el uso de tablas y/o nomogramas, tiene la determinación práctica in situ y particular, de factores tales como: zonas de contribución y grado de atenuación de la señal radiométrica y la altura de vuelo máxima permisible, factores que contribuyen a mejorar la calidad del levantamiento.

EGG-04-015

SELECCION Y VERIFICACION DE ANOMALIAS AEROMAGNETOMETRICAS

Saúl Sánchez Quiroz-Héctor López Loera  
HYLSA, S.A.  
Dirección de Minería y Logística  
Subdirección de Exploración  
Ave. Munich y Guerrero  
Apdo. Postal 996  
Monterrey, N.L.

En este artículo se presenta una metodología para la selección y verificación de anomalías aeromagnéticas asociadas a estructuras volcánicas potencialmente productoras de yacimientos de Fierro.

# UN ALGORITMO RAPIDO PARA CORRECCION TOPOGRAFICA

Vinicio Suro-Pérez  
HYLSA, S.A.  
Apdo. Postal 996  
Ave. Munich y Guerrero  
Monterrey, N.L.

Se presenta un algoritmo para efectuar la corrección topográfica, donde los cálculos en cada anillo son agilizados empleando árboles binarios, mencionando cómo esta técnica es usada asumiendo densidad constante y densidad variable.

Ejemplos de su uso en exploración minera son mostrados, comparándose los tiempos de procesamiento del algoritmo contra los métodos tradicionales. Además se discuten diferencias al emplear densidad constante y variable en los resultados.

# INVESTIGACION PRACTICA EN LA EXPLORACION GEOFISICA DE CUERPOS HEMATITICOS CON METODOS ELECTRICOS

José Fco. Hernández Martínez  
Héctor López Loera  
HYLSA, S.A.  
Ave. Munich y Guerrero  
Apdo. Postal 996  
Monterrey, N.L.

En este trabajo se presentan los primeros resultados de la prospección geofísica de cuerpos de fierro predominantemente hematíticos con los métodos eléctricos de Resistividad y Polarización Inducida. El objetivo de la aplicación de los mencionados métodos (empleando pseudosecciones eléctricas y sondeos eléctricos verticales), en el caso que se presenta, fue el de definir la actitud del cuerpo hematítico, dado que geológicamente se planteaban las alternativas:

1. Cuerpo vetiforme (tabular y vertical).
2. Cuerpo flotante (tabular y subhorizontal).

Los resultados obtenidos con el estudio realizado, apoyaron la alternativa 2, lo cual fue corroborado con barrenación.



RELOJ PORTATIL SINCRONIZADO  
CON EL TIEMPO UNIVERSAL COORDINADO (UTC).

Fernando Favela y Carlos Duarte  
Centro de Investigación Científica y de Educación  
Superior de Ensenada, B. C., (CICESE)  
División de Ciencias de la Tierra.  
Apdo. Postal 2732  
Ensenada 22830, Baja California, México.

Se ha diseñado y construido un sistema capaz de proporcionar señales de tiempo con calidad patrón, para aplicaciones geofísicas. El dispositivo cuenta con su propia base de tiempo y además tiene la capacidad para sincronizarse continuamente con el Tiempo Universal Coordinado (UTC), mediante la señales codificadas que envía la National Bureau of Standards (NBS) a través de sus estaciones WWV o WWVB.

El sistema recibe el código enviado por la estación cada minuto y procede a reconocer e interpretar la señal del tiempo. Si tiene éxito en el reconocimiento, el sistema actualiza su reloj interno. En caso de no reconocer el código, a consecuencia de una mala recepción de la señal de radio, el reloj interno no es afectado y se incrementa un contador que acumula las veces consecutivas en que no se ha tenido éxito en el reconocimiento del código del tiempo. El valor registrado por este contador permite estimar la calidad de las lecturas proporcionadas por el instrumento.

El sistema está desarrollado alrededor de un microprocesador, lo cual permite disponer de las señales de tiempo a prácticamente cualquier periodicidad y en cualquier formato, ya que estas características pueden programarse. El consumo de energía del sistema es mínimo, lo que hace posible su adaptación a instrumentos portátiles que funcionen con baterías.

Este sistema es el primero de una serie de instrumentos modulares orientados a aplicaciones geofísicas que se están desarrollando en la División de Ciencias de la Tierra del CICESE.

EKG-08-034

## METODO DE GRAFICACION TRIDIMENSIONAL

Alvarez-Madrigal M.  
Instituto de Geofísica, U.N.A.M.  
Ciudad Universitaria  
04510 México, D.F.

En la física así como en otras ciencias y actividades humanas es necesario el registro gráfico de las medidas que se hacen y ver como es que se distribuyen unas respecto de las otras, y en un gran número de ocasiones necesitamos graficar 3 variables simultáneamente para tener una idea respecto a el comportamiento de las variables.

Esta es la presentación de un método para poder graficar tridimensionalmente de una manera fácil que tiene las siguientes ventajas:

1. Se puede seleccionar el ángulo de visión de la gráfica.
2. Se puede ampliar o reducir las zonas de interés.
3. Es tan fácil de manejar y hacerlo que puede ser adaptado a cualquier computadora.

EKG-09-035

## DISEÑO, DESARROLLO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA INTERACTIVO DE GRAFICACION X Vs Y "SIG/TEK/XY" Y SUS APLICACIONES EN GEOFISICA

Fausto J. Rivero G.  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Ciudad Universitaria  
04510 México, D.F.

Hoy en día algunos de los principales factores que contribuyen al avance de la ciencia son: la velocidad con que se procesa la información y la capacidad de desplegarla en gráficos de manera adecuada.

En Geofísica como en muchas otras áreas del quehacer científico es de vital importancia el tener representaciones gráficas de buena calidad.

Se describe un sistema interactivo de graficación X Vs Y (SIG/TEK/XY) que resuelve en buena medida la problemática expuesta.



El SIG/TEK/XY lee datos del teclado o de cinta magnética, obtiene los máximos y los mínimos para los dos ejes, ajusta una ventana adecuada a los datos y genera un gráfico. Hecho lo anterior, el investigador dispone de un gráfico que le dará una orientación primaria de la distribución de sus datos. En este momento el investigador tiene a su alcance un conjunto de rutinas para el manejo y depuración de sus datos, para amplificar zonas de interés, seleccionar símbolos, etc., entre otras.

En el momento en que el gráfico aparece en el graficador cuenta con títulos de los ejes, títulos en la parte superior y nota de pie de figura, asimismo se ofrece al investigador la posibilidad de trazar varias curvas dentro del mismo gráfico.

La versatilidad en el diseño de SIG/TEK/XY permite adaptarlo con un mínimo de esfuerzo a las necesidades específicas de cada investigador y más aún es fácil de implementar prácticamente en cualquier equipo de cómputo que cuente con periféricos para graficación.

El SIG/TEK/XY opera actualmente en una microcomputadora tektronix 4051 con un graficador tektronix 4060 conectado por medio de una interface GPIB.

Algunas de las aplicaciones que se han hecho con SIG/TEK/XY son: gráficos de desmagnetización de muestras tipo según el método de análisis vectorial de Zijderveld, perfiles geomagnéticos y gravimétricos entre otras.

EGG-10-057

#### MAPA GRAVIMETRICO DE OAXACA, MEXICO

Mena, M., Monges, J., M. Martínez y Marta Rojas  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Ciudad Universitaria  
04510 México, D.F.

La incidencia de proyectos de investigación sísmológica y geológica que requieren del apoyo de levantamientos gravimétricos en el estado de Oaxaca, México, nos llevó a realizar una recopilación de toda la información gravimétrica del estado de Oaxaca y zonas costeras aledañas; con los resultados de dicha recopilación y con las observaciones realizadas exprofeso elaboramos y presentamos en este trabajo el mapa de las anomalías de Bouguer simple para una densidad de  $2.67 \text{ gm/cm}^3$  para el estado de Oaxaca en una escala de 1:500 000.



EGG-11-058

RESULTADOS DEL ESTUDIO GRAVIMETRICO REALIZADO EN  
EL VALLE DE GUAYMAS, SONORA

Tomás González-Morán  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Ciudad Universitaria  
04510 México, D.F.

El levantamiento gravimétrico llevado a cabo en el Valle de Guaymas, Son. cubre alrededor de 1200 km<sup>2</sup> con una densidad de estaciones distribuidas aproximadamente cada 2.5 km.

Los resultados del procesamiento y análisis de esta información junto con datos geológicos y otros trabajos geofísicos llevados a cabo en el área definieron una zona tectónicamente muy compleja.

El efecto combinado de los controles estructurales han dado lugar a una superficie regular del basamento, formado por una serie de fosas y escalones.

EGG-12-059

ESTUDIOS GEODESICOS EN EL NORTE DE  
BAJA CALIFORNIA

P. Lesage, J.J. González y D. Darby  
Centro de Investigación Científica y de  
Educación Superior de Ensenada  
División de Ciencias de la Tierra  
Ensenada, B.C., México

Utilizando métodos geodésicos de trilateración, se está llevando a cabo el estudio de las deformaciones del suelo cerca de las principales fallas activas del norte de Baja California.

En la red de 10 puntos de la Mesa de Andrade, sobre la falla Cerro Prieto, se hicieron tres levantamientos completos en Noviembre de 1980, Junio de 1982 y Diciembre de 1983. Al suroeste de la falla, donde se encuentra la Mesa, se observa, en el segundo período, una compresión y un movimiento de cisalle lateral derecho en un rumbo cercano al acimut de la falla. Estas deformaciones son aproximadamente la mitad de las estimadas en el período anterior. Se observa además, sobre el período 1980-83, una extensión y un movimiento de cisalle lateral derecho en un rumbo



35 al oeste del acimut de la falla.

En la falla Imperial, se construyó una red de 8 puntos situada inmediatamente al sureste del epicentro del temblor del 15 de Octubre de 1979. Se hicieron levantamientos en Marzo de 1983 y en Mayo de 1984. No se observan deformaciones significativas durante este período de 14 meses.

En las fallas de San Miguel y de Vallecitos, se observaron deformaciones de cisalle lateral derecho, utilizando los datos obtenidos en dos redes de 4 puntos en 1974 y 1982.

La instalación de 4 nuevas marcas en la red de Cerro Prieto, la extensión a 8 puntos de la red de San Miguel y la construcción de una nueva red de 8 puntos en la falla de Vallecitos, nos proporcionarán información más completa sobre los movimientos tectónicos de esta región.

EGG-13-060

#### APROXIMACIONES INTERNAS Y EXTERNAS DE PROBLEMAS VARIACIONALES

Gonzalo Alduncin  
División de Estudios de Posgrado de  
la Facultad de Ingeniería, UNAM.  
04510 México, D.F.

Se presentan técnicas para la construcción sistemática de aproximaciones de diferencias finitas y elementos finitos para diversas formulaciones variacionales de problemas elípticos.

EGG-14-061

METODO APROXIMADO PARA LA SIMULACION DE ACUIFEROS  
SEMICONFINADOS CON CARGA Y DESCARGA

Carlos Cruickshank Villanueva  
Instituto de Ingeniería, UNAM  
04510 México, D.F.

Los materiales arcillosos son en general altamente compresibles e impermeables pero tienen módulos de deformación diferentes según si sufren presiones arriba o abajo de su presión de consolidación; esto último se traduce en términos geohidrológicos como diferentes coeficientes de almacenamiento. Estos materiales tienen interés geohidrológico cuando se encuentran en contacto con acuíferos ya que intercambian cantidades significativas de agua con ellos; esos acuíferos son llamados semiconfinados.

Un grupo de investigación dirigidos por el Dr. Ismael Herrera desarrolló un método numérico para simular el flujo en acuíferos semiconfinados que ha demostrado dar la solución más exacta y eficiente al problema. Sin embargo, no puede aplicarse directamente al caso de variaciones cíclicas de la carga hidráulica por el efecto histerético señalado arriba del material confinante.

Se presenta en el trabajo un método aproximado para extender la solución del Dr. Herrera al caso tratado. La solución se comparó con los resultados de una integración del flujo vertical con diferencias finitas, la cual toma en general mucho más tiempo de cómputo, obteniendo buena concordancia en todas las situaciones probadas. Se probó también al reproducir algunas mediciones de campo.

EGG-15-062

INTERPOLACION POR SPLINES: EVALUACION DE SU  
PRECISION Y EFICACIA

Pedro González Casanova  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Ciudad Universitaria  
04510 México, D.F.

En la literatura geofísica se han utilizado diversas técnicas de interpolación por splines. Estos algoritmos aún no han sido



clasificados en distintas categorías y grupos. Asimismo la evaluación de la precisión y eficiencia de los splines se ha realizado solo en forma parcial.

El presente trabajo tiene dos propósitos: a) establecer una clasificación de los distintos tipos de splines y b) realizar una evaluación comparativa y absoluta (es decir, con base a modelos geomagnéticos) de la precisión y eficiencia de estas técnicas de interpolación.

Aquí dividimos los splines en dos categorías: cuasibidimensionales y estrictamente bidimensionales, el primer grupo tiene su fundamento en el producto tensorial de splines unidimensionales, mientras que los splines estrictamente bidimensionales se buscan en la minimización de la curvatura.

La diferencia práctica entre las dos categorías estriba en que mientras los splines cuasibidimensionales solo se aplican a distribuciones cercanas a líneas paralelas, los estrictamente bidimensionales son útiles para interpolar distribuciones enteramente aleatorias.

El resultado de la evaluación realizada indica que la diferencia entre el error máximo de ambos tipos de interpolación es de 2.7% mientras que la desviación estándar de los errores y el error medio son prácticamente iguales. La evaluación se realizó para distintos modelos geomagnéticos y para diferentes distribuciones de puntos.

EGG-16-063

#### UNA TEORIA UNIFICADA PARA METODOS DISCRETOS

Ismael Herrera  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Ciudad Universitaria  
04510 México, D.F.

Se discute un método directo de análisis basado en la interpretación, por medio de fórmulas de Green, de las ecuaciones que resultan de aplicar el método de residuos pesados a funciones discontinuas. Se explica la manera en que los métodos de diferencias finitas, elementos finitos y métodos de frontera son incorporados dentro de este esquema.

EGG-17-064

# ALGUNOS RESULTADOS NOVEDOSOS EN DIFERENCIAS FINITAS

Ismael Herrera, Lucía Chargoy  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Ciudad Universitaria  
04510 México, D.F.

En este trabajo se presenta una aplicación de la Teoría Unificada, desarrollada por uno de los autores (Ismael Herrera), a ecuaciones diferenciales ordinarias de orden dos.

Se considera un problema de frontera en el que los valores de la función son prescritos. Mediante fórmulas de Green se introducen operadores de frontera, de salto y de promedio. Así el problema admite dos formulaciones variacionales que son equivalentes, una en función de los valores prescritos y la otra que contiene explícitamente información acerca de la solución buscada.

Se supone que la solución buscada es lisa y las funciones de prueba se toman como solución de la ecuación homogénea adjunta, obteniéndose un sistema de  $N$  ecuaciones y  $2E$  incógnitas, cuya solución produce los valores exactos de la función y sus derivadas en los nodos.

Se ilustra con un ejemplo en el que el operador es no-simétrico.

EGG-18-065

# UN MODELO NUMERICO TRIDIMENSIONAL DEL FLUJO DE AGUA EN MEDIOS POROSOS

Leonardo Traversoni  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Ciudad Universitaria  
04510 México, D.F.

Cuando se estudia el flujo en medios porosos aplicado a acuíferos confinados o no, se observa que el mismo depende de variables físicas que presentan grandes heterogeneidades. La simulación numérica de los mismos presenta serios obstáculos en cuanto a la convergencia al diferir estas variables de un punto a otro en varios órdenes de magnitud.



El presente trabajo es un modelo que utiliza el esquema de Galerkin de Elementos Finitos para simular el flujo horizontal y Diferencias Finitas para simular el vertical. Es en esta última parte donde se presentan en la realidad las mayores heterogeneidades y a la cual se aplica un método ideado por Herrera a fin de mejorar su tratamiento numérico.

EGG-19-066

UN MODELO DE SIMULACION DE FLUJO NO SATURADO  
CONSIDERANDO EL FENOMENO DE HISTERESIS

Leonardo Traversoni D.  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Ciudad Universitaria  
04510 México, D.F.

Se presenta un modelo numérico computacional para simular el movimiento del agua en suelos indistintamente saturados y no saturados, considerando en este último caso el fenómeno de histéresis en base a las fórmulas empíricas desarrolladas por O. Palacios y A. Golovánov en 1978 y los trabajos de Mualem de 1973 a 1977 publicados en el Water Resources Research.

El esquema, fundamentalmente iterativo, calcula, considerando el proceso de mojado y secado como un proceso con memoria, la conductibilidad hidráulica del suelo en función de la humedad y ésta en función del potencial de agua en el suelo.

El método provee una precisión que oscila entre el 2% y el 0.1% de error intrínseco al mismo y un error menor al experimental al comparar contra datos de campo.

Este algoritmo básicamente aplicable a todos los lugares donde se aprecia flujo no saturado los que no necesariamente se encuentran en la superficie únicamente así como a todos los casos donde se presenta una interfase gaseosa.

El programa anexo es transparente al usuario el cual debe determinar solamente los vértices del contorno de la geometría del dominio así como los puntos de mayor interés y sus características físicas.

EGG-20-083

PROCESADO Y ANALISIS PARA PARES DE ESTACIONES DE M.T.

G. Rubí y R. Fernández  
División Ciencias de la Tierra  
Centro de Investigación Científica  
y de Educación Superior de Ensenada  
Ave. Espinoza 843, Ensenada, B.C.

Se estudian las relaciones entre pares de estaciones magnetotélúricas, obtenidas en sondeos llevados a cabo en las cercanías de Tecate, B.C.N.

Estimamos y comparamos el uso de referencia remota en M.T., sus ventajas, reducción de ruido y estimaciones estadísticas correspondientes. Se analizan igualmente los diferentes criterios de estimación de errores aleatorios y de parcialización en los resultados.

EGG-21-084

DETERMINACION DEL EFECTO QUE TIENE EL DICROMATO DE  
POTASIO SOBRE LA PRODUCCION DE PIGMENTOS FOTOSINTETICOS EN  
Phaseolus vulgaris, MEDIANTE LOS METODOS RADIOMETRICO,  
ESPECTROFOTOMETRICO Y FLUORESCENCIA DE RAYOS X.

M.Y. Colín Rodea  
B. Hernández Chao  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Ciudad Universitaria  
04510 México, D.F.

El principal objetivo de este trabajo es determinar el efecto que tiene el dicromato de potasio sobre la producción de pigmentos fotosintéticos (clorofilas) en Phaseolus vulgaris, y tratar de establecer alguna relación entre estos resultados y sus propiedades espectrales.

Para ello se obtuvieron los espectros de reflectancia de las hojas, se cuantificó la concentración total de clorofilas por el método de Arnon (1949) y se estimó la presencia de cromo en las hojas contaminadas, por fluorescencia de rayos X.

Se observó que existe una correlación de tipo lineal entre la concentración total de clorofilas y la concentración de cromo en función del tiempo, pudiéndose establecer una ecuación lineal que



sirve para describir el comportamiento del fenómeno observado, bajo las condiciones en las que se realizó este trabajo.

Con el análisis estadístico aplicado no se observó relación alguna entre la reflectancia de las hojas y su contenido total de clorofilas. Posiblemente el principal responsable de las variaciones en el espectro de reflectancia en la región del visible, sea algo más complejo que la concentración de clorofilas, tal como la interacción de todos los pigmentos, la disposición histológica y el contenido de agua intercelular.

EGG-22-085

#### PARAMETROS QUE INFLUYEN EN LAS PROSPECCIONES GEOELECTRICAS DE LOS SISTEMAS HIDROTERMALES

Hugo Palma Guzmán  
Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos  
Alejandro Volta 655, Col Electricistas  
Morelia, Michoacán CP. 58290

Dentro de los llamados recursos geotérmicos, los sistemas hidrotermales, agua caliente y vapor dominante, son utilizados con mayor énfasis en la producción de electricidad. Estos tienen características, tanto físicas como químicas, que los diferencian del medio que los rodea; las cuales pueden estimarse en base a la resistividad eléctrica por medio de prospecciones geoeléctricas.

Los parámetros relevantes en la resistividad eléctrica de las rocas geotérmicas (reservorio en general) son: la matriz de la roca; la temperatura; la presión hidráulica y confinante; la química, saturación y presión del fluido de poro.

Aunque la matriz de la roca es generalmente semiconductora a las condiciones encontradas de los yacimientos geotérmicos, la conducción eléctrica es llevada principalmente por los fluidos a través de los espacios porosos. Sin embargo, la superficie de conducción y la mineralización metálica producen pequeñas contribuciones a la conductividad total.

En las prospecciones geoeléctricas el factor humano es de gran relevancia, se manifiesta desde el planteamiento del problema sobre la zona de trabajo, la elección del método prospectivo, la recopilación de los datos, hasta la interpretación de éstos. Esto último es especialmente significativo para la creación de modelos geológicos que indiquen el ambiente en el que se encuentra el sistema hidrotermal.



## ESTUDIOS GEOFISICOS EN LA ZONA GEOTERMICA DE TRES VIRGENES, B.C.S.

José Antonio Romero de León  
Gerencia de Proyecto Geotermoeléctricos  
Alejandro Volta 655, Col. Electricistas  
Morelia, Michoacan, CP. 58290

La zona de estudio se localiza a 23 km al NW del Puerto de Santa Rosalía, B.C.S., conteniendo manifestaciones termales hasta de 97°C, así como rasgos geológico-estructurales que la colocan, en lo que se refiere a energía geotérmica, con buenas posibilidades de contener un yacimiento.

Geológicamente el área se encuentra dentro de un marco geológico que se desarrolló durante el cenozoico; siendo afectada por una falla de tipo transforme de dirección NW-SE que originó una zona de debilidad. El análisis químico practicado a los gases y aguas de las manifestaciones termales, indican la existencia de un reservorio geotérmico a profundidad con temperaturas cercanas a los 257°C; el estudio de emanometría de Radón muestra zonas con fracturas y fallas abiertas, de posible relación al movimiento de fluidos hidrotermales en la porción central y noroccidental del área de estudio.

La integración de la información geofísica (resistividad, gravimetría y magnetometría), muestra como zonas de interés aquellas con valores inferiores a los 010 ohm-m de resistividad aparente y menores de 5 ohm-m en el horizonte conductivo (resistividad calculada) ubicándose éstas al NW, SE y parte central del área. Los resultados de gravimetría y magnetometría definieron estructuras no visibles en superficie, basadas en el modelado matemático de cuerpos, sobre perfiles previamente establecidos. concluyéndose que la parte central de la zona esta conformada por una serie de bloques escalonados al SW, ligeramente basculados al NE, que junto con la falla Tres Vírgenes conforman un graben, pudiendo favorecer esto el ascenso de fluidos termales.



## ANALISIS DE TRASLAPES DE CURVA SEV DEL VALLE DE GUAYMAS

Guillermo Campos Coy y Ramiro Rodríguez Castillo  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Ciudad Universitaria  
04510 México, D.F.

El método S.E.V. es quizá el método que brinda más información acerca de las distintas capas que conforman la cubierta sedimentaria de una cierta zona. Por ello su utilización, por ejemplo, en investigaciones geohidrológicas es de vital importancia ya que es este método el que mayor información brinda acerca de la existencia y localización de capas de sedimentos permeables e impermeables.

Ahora bien, durante la realización de un S.E.V., es necesario realizar traslapes o empalmes con el fin de mantenerse dentro del rango de medición del aparato receptor. Las mediciones realizadas en las estaciones de empalme, brindan además información acerca de heterogeneidades laterales.

El tipo de curva S.E.V. o sea la forma de ésta que se espera para una cierta estructura de subsuelo ha sido ampliamente estudiado, sin embargo poco se ha revisado el tipo de tendencia general que presentan los traslapes en una zona con determinadas características.

En este trabajo se presenta un estudio comparativo de la forma y tendencia de los traslapes que se presentan para aberturas grandes de AB/2 (600 y 800 ms) en una zona cuya geología es conocida (Valle de Guaymas).

EGG-25-088

CARACTERIZACION GEOFISICO-GEOMIDROLOGICA DEL CONO DE  
ABATIMIENTO EN MAYTORENA, VALLE DE GUAYMAS, SON., MEX.

Ramiro Rodríguez Castillo  
J. Rodrigo Medina Bañuelos  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Ciudad Universitaria  
04510 México, D.F.

El cono de abatimiento generado en la zona de explotación Maytorena del Valle de Guaymas, Son., presenta una fenomenología

interesante desde puntos de vista geofísico y geohidrológico. La geometría del mismo es definida tradicionalmente por piezometría, presentando dimensiones que pueden ser evidenciadas también geoeléctricamente (aprox. 65 km<sup>2</sup>).

Este trabajo presenta una correlación: piezométrica, geoeléctrica y geoestructural (paquetes arcillosos impermeables), de la morfología del cono de abatimiento, con el fin de poner de manifiesto el posible control estructural sobre éste.

Se analizaron sondeos eléctricos verticales (SEV's) realizados en la zona en el transcurso del proyecto Guaymas, así como resultados de los demás métodos geofísicos implementados.

EGG-26-089

DIFERENCIACION GEOELECTRICA ENTRE PAQUETES ARCILLOSOS Y FORMACIONES PERMEABLES DEL VALLE DE GUAYMAS, SON.

Ramiro Rodríguez Castillo .  
Depto. de Exploración  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Ciudad Universitaria  
04510, México, D.F.

La diferenciación geoeléctrica de formaciones arcillosas que comprenden lentes de arcilla y estratos granulares permeables saturados con aguas de distinto grado de mineralización, requiere de un cuidadoso manejo de las curvas SEV (Sondeos Eléctricos Verticales), ya que su carácter resistivo es muy parecido.

En este trabajo se presenta el análisis de 150 SEV realizados en el Valle de Guaymas, y cuya interpretación se apoyó en simulación de curvas SEV basadas en modelos estratigráficos de cortes litológicos de pozos del Valle.

Un estudio comparativo entre las curvas SEV de campo y las elaboradas por los modelos propuestos permitió diferenciar los paquetes preferencialmente arcillosos y de baja permeabilidad de los granulares permeables.



EGG-27-090

INTERPRETACION DE ANOMALIAS AEROMAGNETICAS  
EN LA REGION SUR DE MICHOACAN

Esperanza Zenteno Zúñiga  
Luis Alba Valdivia  
J. Urrutia Fucugauchi  
Laboratorio de Paleomagnetismo y Tectonofísica  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Ciudad Universitaria  
04510 México, D.F.

Se presentan los resultados de la interpretación de anomalías aeromagnéticas de la región sur de Michoacán. En la región sur del país se localizan numerosos yacimientos de F asociados a intrusivos ácidos e intermedios del Cretácico-Terciario temprano en calizas cretácicas. Entre los más importantes se tienen los de Peña Colorada, Colima, El Encino y Pehuamo, Jalisco, Las Truchas, Michoacán y El Violín y Tíber, Guerrero. Para este trabajo se contó con información aeromagnética, geológica y topográfica del CRNNR (actualmente CRN) e información geológica-geofísica adicional. Para la interpretación se calcularon mapas de continuación analítica hacia arriba y hacia abajo, primera y segunda derivada en superficie y sus continuaciones y reducción al polo. El modelado de anomalías selectas se realizó a partir de perfiles con el método de Talwani. Para el modelado se consideró las contribuciones relativas del magnetismo inducido y del magnetismo remanente (incluyendo intensidad y dirección).

EGG-28-091

LOS FILTRAJES ESPACIALES COMO AUXILIARES EN  
LA INTERPRETACION GRAVIMETRICA

Román Alvarez  
Instituto de Investigaciones en Matemáticas  
Aplicadas y en Sistemas, UNAM  
04510 México, D.F.  
Pedro González Casanova  
Instituto de Geofísica, UNAM  
04510 México, D.F.

En los levantamientos gravimétricos y magnetométricos a menudo es difícil discernir las anomalías causadas por cuerpos medianos o pequeños; la dificultad se incrementa a medida que disminuye el contraste de la propiedad física del cuerpo anómalo



respecto a aquella del medio circundante. Las continuaciones analíticas hacia arriba y hacia abajo se han utilizado para ayudar a definir las dimensiones de los cuerpos así como sus profundidades; sin embargo, en las primeras se pierde aún más información sobre los cuerpos pequeños y en las segundas se incurre en ambigüedades debido a las divergencias que ocurren al penetrar las fuentes del campo (i.e., se introducen muchas componentes de alta frecuencia).

Se presenta como método alternativo o complementario el de los filtrajes espaciales de un conjunto de datos equiespaciados en una superficie dada. Los datos gravimétricos obtenidos en el Valle de Guaymas son utilizados para ilustrar como los filtrajes espaciales pueden hacer resaltar cuerpos y estructuras que difícilmente podrían inferirse los datos de anomalía de Bouguer. Los resultados obtenidos muestran 2 estructuras de graben en la dirección aproximada N-S interrumpidos por otra estructura sobresaliente, en la misma dirección. Al disminuir la longitud de onda espacial del filtro aparece la estructura fina de la región, misma que muestra que un gran cuerpo de anomalía positiva al NE de la región está constituido en realidad por bloques y fosas más pequeñas, las cuales no son evidentes en los datos de dicha anomalía. Finalmente se recomienda utilizar este tipo de filtrajes previamente al modelado tridimensional, ya que ayuda considerablemente a proponer los cuerpos del modelo.

EGG-29-092

PROFUNDIDAD DE PENETRACION Y RESISTIVIDAD APARENTE  
EN EL METODO MAGNETOTELURICO CUANDO SE CONSIDERA  
EL CAMPO DE LA FUENTE

Luis Javier Alvarez  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Ciudad Universitaria  
04510, México, D.F.

Al considerar el campo fuente en la formulación del método magnetotelúrico dada por Price (1962), las definiciones de profundidad de penetración y resistividad aparente utilizadas para ondas planas no son adecuadas. Se presenta la formulación que da lugar a las definiciones correspondientes y que tienen en cuenta la naturaleza finita de la fuente. Se comparan respuestas de modelos en una dimensión con estas definiciones, con el enfoque de ondas planas (Cagniard, 1953) y con una línea de corriente.



LA LEY DE ARCHIE Y LOS PARAMETROS EFECTIVOS DE ARRHENIUS

J.A.C. de Paiva

Universidade Federal Do Ceará-CNPq

Instituto de Física

60.000 - FORTALEZA - CEARA - BRASIL

Román Alvarez

Instituto de Investigaciones en Matemáticas

Aplicadas y en Sistemas, UNAM

04510 México, D.F.

La Ley de Archie  $\sigma = \sigma_{\omega} \cdot a \cdot \phi^m$  es una relación empírica entre la conductividad eléctrica del electrolito ( $\sigma_{\omega}$ ) que satura una roca de cierta porosidad ( $\phi$ ) y la conductividad del conjunto roca-electrolito ( $\sigma$ ). No obstante, es inmediato ver que tal relación no describe correctamente la conductividad de una roca cuando su porosidad tiende a cero ( $m$  y  $a$  son constantes para ajustar la expresión a datos medidos).

Utilizando el tratamiento de parámetros efectivos de Arrhenius propuesto por nosotros recientemente es posible tratar el sistema roca-electrolito como una mezcla binaria, siempre y cuando ambas componentes tengan un comportamiento de Arrhenius. Las discrepancias entre este tratamiento y la Ley de Archie son ejemplificadas con datos de la literatura sobre arenisca Berea y su salmuera (i.e., el fluido que llena los poros) entre 25 y 275 °C. La muestra contenía 82% de cuarzo en su matriz y la salmuera tenía una concentración de NaCl de 0.5% en peso.

Encontramos los parámetros efectivos de Arrhenius considerando la salmuera y la muestra seca como los puntos extremos del sistema binario. Un punto intermedio fue calculado utilizando la Ley de Archie para porosidades en torno de 50%. Los resultados muestran que los dos tratamientos producen los mismos valores de conductividad eléctrica para cantidades de electrolito mayores que 20%. Para menores proporciones de electrolito los valores de ambos tratamientos difieren en hasta 2 órdenes de magnitud. Esta discrepancia la atribuimos a la imposibilidad de la Ley de Archie de describir correctamente la conductividad eléctrica cuando la porosidad  $\phi$  tiende a cero.

## COMPORTAMIENTO DE ARRHENIUS EN SOLUCIONES ACUOSAS

J.A.C. de Paiva  
Universidade Federal Do Ceará-CNPq  
Instituto de Física  
60.000 - FORTALEZA - CEARA - BRASIL

Las propiedades eléctricas de soluciones electrolíticas acuosas han sido estudiadas desde diversos enfoques en su dependencia de la concentración, la temperatura y la presión. Estos enfoques incluyen al geoquímico, en donde las salmueras hidrotermales contienen altas concentraciones de NaCl. Las propiedades eléctricas de estas soluciones pueden también tener importancia en la descripción del comportamiento de la conductividad eléctrica de las rocas que contienen diversas cantidades de dichas soluciones.

Como la dependencia de la conductividad eléctrica con la temperatura de rocas secas y saturadas es gobernada por el comportamiento de Arrhenius podríamos esperar que estas soluciones presenten tal comportamiento. Sin embargo, hasta los resultados más recientes de mediciones de conductividad en sistemas roca-electrolito, no se ha puesto de manifiesto el comportamiento de Arrhenius de estas soluciones. En este trabajo se hace ver que el comportamiento de Arrhenius esperado en el electrolito ocurre sólo a intervalos de temperatura limitados. Para encontrar los parámetros de Arrhenius (i.e., energía de activación y factor pre-esponencial) utilizamos datos de salmuera de la arenisca de Cerro Prieto y de la arenisca Berea a concentraciones de 0.5% en peso para temperaturas entre 25 y 275°C.



DESCRIPCION DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA EN ROCAS  
EN FUNCION DE SU COMPOSICION MINERAL

Román Alvarez  
Instituto de Investigaciones en Matemáticas  
Aplicadas y en Sistemas, UNAM  
04510 México, D.F., México  
J.A.C. de Paiva  
Universidade Federal do Ceará-CNPq  
Instituto de Física  
60.000 - FORTALEZA - CEARA - BRASIL

Existen en la literatura diversos tratamientos para describir la conductividad eléctrica en función de la composición de muestras binarias. De éstos, tres han sido aplicados al estudio de la conductividad de rocas: la teoría del medio efectivo, la teoría de Landauer y el tratamiento del promedio geométrico. Comparando estas teorías con resultados experimentales de tres sistemas binarios de minerales (Albita-Cuarzo, Albita-Anortita y Forsterita-Fayalita) hemos encontrado que ninguna de ellas describe adecuadamente dichos resultados.

En virtud de que prácticamente todas las mediciones de conductividad contra la temperatura hechas en rocas de composiciones complejas (i.e., constituidas por varios minerales), así como las efectuadas en minerales independientes, siguen un comportamiento de Arrhenius, proponemos utilizar lo que denominaremos parámetros efectivos de Arrhenius (i.e., el factor pre-exponencial y la energía de la activación) que son combinaciones no-lineales de los parámetros de Arrhenius de los minerales independientes, encontramos que las conductividades de las mezclas arriba referidas pueden ser adecuadamente descritas si la energía de activación efectiva contra la composición en una parábola y si el logaritmo del factor pre-exponencial en función de la composición es asimismo una parábola. Con estos parámetros efectivos se puede describir la conductividad de una mezcla binaria para cualquier composición. Las mezclas binarias Ab-Qz, Ab-An y Fo-Fa son utilizadas para ejemplificar el procedimiento aquí propuesto.



EGG-33-096

## MODELADO TELURICO DEL VALLE DE GUAYMAS

Román Alvarez  
Instituto de Investigaciones en Matemáticas  
Aplicadas y en Sistemas, UNAM  
04510 México, D.F.

El Valle de Guaymas ha sido estudiado recientemente con varios métodos geofísicos incluyendo un levantamiento telúrico de 50 km-línea. Se trata de cuatro líneas, una en la dirección N-S y tres en direcciones cercanas al E-W intersectando a la primera. El objetivo del estudio es el de identificar rasgos tectónicos cuya presencia pueda afectar a dos acuíferos que existen en el valle: el acuífero superior y el acuífero inferior.

El levantamiento telúrico se efectuó con una separación nominal de estaciones de 500m y las frecuencias utilizadas fueron 8 Hz y 0.1 a 1 Hz. Esta última banda se prefirió a la banda más comunmente usada de 0.03 a 0.06 Hz debido a que no se requería una penetración mayor a 2 Km. El método de levantamiento utilizado fue el de dipolos colineales o método de cociente de campo eléctrico.

Se efectuó un modelado tridimensional de los resultados que ajusta adecuadamente las 4 líneas telúricas. El modelo de basamento del valle es uno de fosas y pilares que sugiere, junto con cierto termalismo en el área, actividad tectónica reciente. Este modelo se contrapone a la existencia de acuíferos continuos de gran extensión, sugiriendo más bien interrupciones y desplazamientos de las formaciones porosas, que han seguido los movimientos del basamento.

EGG-34-097

## ELABORACION DE UN MODELO FUNCIONAL GEOLOGICO-GEOFISICO EN EL VALLE DE GUAYMAS, SONORA

Adrián Ortega Guerrero  
Ramiro Rodríguez Castillo  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Ciudad Universitaria  
04510 México, D.F.

Los resultados preliminares de los diferentes métodos geofísicos implementados en el Valle de Guaymas (Magnetometría,



gravimetría, eléctrico de resistividad y telúrico), definieron una distribución sumamente compleja de parámetros físicos en el subsuelo entre los primeros 100 y 1500 m de profundidad.

A partir de la evaluación de los contrastes físicos en el subsuelo; de una correlación parcialmente automatizada de cortes litológicos; de un análisis de sistemas preferenciales de fallas y fracturas a partir de fotografías aéreas, con una extrapolación de las elipses de formación en el subsuelo, así como su efecto en sedimentos de información piezométrica; se elaboró un modelo funcional geológico-geofísico, que explica con buena aproximación el comportamiento hidráulico y de intrusión salina en el valle, todo ello a partir de un control sedimentario-estructural.

En el presente artículo se muestran los principales criterios de interpretación, junto con las secciones más representativas de correlación entre los cuatro diferentes métodos geofísicos y la información geológica superficial y del subsuelo; para finalmente presentar el modelo que define la geometría y distribución de diferentes paquetes litológicos en el subsuelo, así como una distribución de los parámetros hidrogeológicos característicos.

EGG-35-098

UN ESTIMADOR DE CONFIANZA PARA EL METODO DEL PUNTO  
AUXILIAR APLICADO A ESTUDIOS DE RESISTIVIDAD

J.L. Comparán\*, R.A. Herrera\*, E. Guerra\*, A. García\* y E. Gómez+

\*FCFM, U.A.N.L.

A.P. No. 777

San Nicolás de los Garza, N.L.

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

Espinoza 843

Ensenada, B.C.

Entre los métodos gráficos de interpretación, el método del punto auxiliar es el más ampliamente utilizado en la actualidad. Por lo general, su aplicación es rápida y permite obtener resultados suficientemente exactos. Sin embargo, una de sus principales desventajas consiste en la dificultad de estimar al final de la interpretación, la varianza en los parámetros del modelo.

En este trabajo se presenta un procedimiento para cuantificar, de una manera relativa, la confiabilidad de la interpretación. Para medir el ajuste a los datos, se utiliza el mismo criterio que en los métodos numéricos de inversión. Esto



permite estimar los errores relativos entre uno y otros métodos aunque no se calculen los errores absolutos. Los cálculos son sencillos y solo requieren de estimar la varianza de las desviaciones y la varianza experimental. Dado el carácter cuantitativo de los estudios de resistividad, se enfatiza la necesidad de incluir por lo menos este tipo de estimador en las interpretaciones de rutina.

EGG-36-099

#### INVERSION LINEAL DE DATOS DE RESISTIVIDAD Y POLARIZACION INDUCIDA: CASOS DE UNA Y DOS DIMENSIONES

Z.H. García, P. Mata y E. Gómez  
División Ciencias de la Tierra  
Centro de Investigación Científica y de  
Educación Superior de Ensenada, B.C.  
Ave. Espinoza 843, Ensenada, B.C.

En general, el problema de invertir datos de polarización inducida y de resistividad no es lineal para contrastes arbitrarios. Sin embargo, formas asintóticas para bajos contrastes en resistividad, pueden invertirse linealmente cuando la propiedad estimada en una función arbitraria de la posición. Se presentan resultados para sondeos verticales de polarización inducida. También se incluyen resultados sobre estructuras bidimensionales en la presencia de fuentes lineales. En este caso, el problema puede resolverse completamente en un plano sin necesidad de incluir variaciones a lo largo de las estructuras. Para ambos casos, se presentan ejemplos sobre la resolución, estabilidad y grado de ambigüedad de la solución inversa.

EGG-37-100

#### OPERADORES APROXIMADOS PARA LA INVERSION DE DATOS MAGNETOTELURICOS

R.M. Vega, E. Gómez  
División Ciencias de la Tierra  
Centro de Investigación Científica y de  
Educación Superior de Ensenada, B.C.  
Espinoza 843, Ensenada, B.C.

La inversión de datos magnetotelúricos puede efectuarse actualmente de varias formas diferentes. Por un lado, las técnicas iterativas de inversión no lineal permiten resolver el



problema en su totalidad, pero requieren de bastante tiempo de computación. Por otro lado, las técnicas basadas en operadores aproximados son mucho más eficientes computacionalmente, pero su aplicación ofrece solo resultados con poca resolución.

El objetivo del presente trabajo consiste en obtener fórmulas de inversión cuya exactitud y grado de dificultad sean intermedios a los de los métodos existentes. El desarrollo está basado en una representación de la resistividad aparente como un promedio ponderado de la resistividad verdadera. Dependiendo como se pondere la resistividad, se obtienen fórmulas de inversión con diversos grados de exactitud. Los resultados obtenidos con estas aproximaciones se comparan con modelos obtenidos aplicando los métodos existentes.

EGG-38-101

#### SOLUCIONES ASINTOTICAS PARA MODELAR EN DOS DIMENSIONES POLARIZACION INDUCIDA Y RESISTIVIDAD

A. Sánchez, E. Salazar, R. Cavazos y E. Gómez  
División Ciencias de la Tierra  
Centro de Investigación Científica y de  
Educación Superior de Ensenada. B.C.  
Ave. Espinoza #843, Ensenada, B.C.

Existen varios tipos de soluciones para el problema bidimensional de polarización inducida y resistividad. Por un lado están las soluciones analíticas que permiten modelar estructuras con geometrías relativamente simples. Por el otro lado están las soluciones numéricas que permiten mayor flexibilidad, pero requieren de cálculos relativamente largos.

En el presente trabajo se presenta una solución asintótica para bajos contrastes en resistividad. La ventaja principal de esta aproximación reside en su simplicidad y en su fácil evaluación numérica para geometrías arbitrarias. Se incluyen pruebas de convergencia y, para estimar la exactitud de la solución, se hacen comparaciones con resultados independientes.

Los cálculos se efectúan en paralelo utilizando dos formulaciones equivalentes. La primera en términos de una integral de línea y la segunda en términos de una integral de área. Finalmente se hacen comparaciones con resultados para estructuras tridimensionales.



EGG-39-102

# MODELADO BIDIMENSIONAL DE PERFILES DE RESISTIVIDAD EN UNA ZONA COSTERA

Rogelio Vázquez, Raymundo Vega, Arturo Cruz  
Centro de Investigación Científica y de  
Educación Superior de Ensenada, B.C.  
Ave. Espinoza #843, Ensenada, B.C.

Se cuenta con un conjunto de sondeos eléctricos verticales en la zona costera al Sur de la ciudad de Ensenada, los cuales han sido interpretados con el método de punto auxiliar y modelado en una dimensión.

Hemos aplicado un algoritmo de modelado bidimensional de perfiles de resistividad utilizando diferencias finitas. Con dicho programa se va aproximando hasta que la diferencia del valor calculado y el medido, es menor que un límite predeterminado de acuerdo a la precisión de los datos de campo.

Los resultados de esta interpretación se comparan con los obtenidos a partir de modelos de capas horizontales. Se discuten las diferencias en las proximidades de inhomogeneidades laterales y se hace la correlación con las evidencias geológicas del área.

EGG-40-103

# REDES INFINITAS Y SU APLICACION EN GEOFISICA DE EXPLORACION

Ricardo Fernández  
División Ciencias de la Tierra  
Centro de Investigación Científica y de  
Educación Superior de Ensenada, B.C.  
Ave. Espinoza #843, Ensenada, B.C.

En este trabajo llevamos a cabo el desarrollo teórico sobre redes infinitas aterrizadas y no aterrizadas como herramienta en la interpretación en el método de resistividad y métodos electromagnéticos en la Geofísica de Exploración. La teoría ha sido implementada numéricamente para la solución en 1-D en resistividad.

La extensión a 2 y 3-D para ambos métodos es más complicada y se discute ampliamente en este trabajo.



## LEVANTAMIENTO MAGNETOTELURICO EN LA CALDERA DE LOS HUMEROS

Mario Martínez, José M. Romo  
División Ciencias de la Tierra  
Centro de Investigación Científica y de  
Educación Superior de Ensenada, B.C.  
Ave. Espinoza #843, Ensenada, B.C.

Durante el invierno de 1983, usando el equipo magnetotelúrico del CICESE y apoyados con personal del Departamento de Geofísica de Exploración del CICESE y del Departamento de Geofísica de la Comisión Federal de Electricidad, se realizó un levantamiento de 21 sondeos magnetotelúricos en la caldera de Los Humeros.

La Caldera de Los Humeros se localiza al Sureste del eje neovolcánico mexicano y presenta condiciones muy favorables para poseer un gran potencial geotérmico. Actualmente ya han sido perforados los yacimientos superficiales y al menos una de las perforaciones presenta muy buenos resultados. El basamento de este yacimiento está formado por calizas compactas que presentan grandes temperaturas y el interés en particular de este estudio es el de buscar posibles zonas de alta porosidad bajo estas calizas.

Los datos han sido procesados, editados e interpretados. En este trabajo, se presentan los resultados obtenidos.

## MODELACION NUMERICA DE ACUIFEROS SEMI-CONFINADOS

Roberto Yates  
Infosistemas, S.A. de C.V.  
Tecamachalco, Estado de México

Se presenta el modelo numérico basado en ecuaciones integro-diferenciales, utilizando elementos finitos para resolver las ecuaciones que gobiernan el flujo subterráneo en acuíferos semi-confinados. Frecuentemente el medio semi-confinado está formado de arcillas como en la Ciudad de México, y sistemas similares se encuentran en diversas partes de la República Mexicana.

EGG-43-161

TRATAMIENTO ANALITICO SOBRE LA RELACION ENTRE POROSIDAD  
Y RESISTIVIDAD DE YACIMIENTOS PETROLIFEROS

Mendoza Romero G.  
Perez Rosales C.  
Instituto Mexicano del Petróleo  
México, D.F.

Una de las relaciones básicas en la evaluación de formaciones geológicas es la Ley de Archie. Desde su formulación en 1941, diversos investigadores la han modificado al intentar generalizarla; sin embargo, las expresiones obtenidas poseen diversas limitaciones.

Recientemente, Pérez-Rosales derivó la relación general,  $F_R(\phi)$ , entre el factor de resistividad y la porosidad tomando como base un modelo constituido por esferas sólidas, dieléctricas, dispersas en un medio conductor y fundamentándose en las ideas sugeridas por J.C. Maxwell, y H. Fricke, aunque en dicha derivación se emplean tres principios físicos que permiten caracterizar en forma más consistente a las rocas de los yacimientos, no se contempla aún el caso de sistemas que contengan tanto porosidad intergranular como de fracturas.

En este trabajo se propone un modelo que toma en cuenta ambas porosidades y se presenta un desarrollo relativo a estos sistemas. Los resultados permiten confirmar aún más la validez de la relación generalizada  $F_R(\phi)$  y su aplicabilidad a rocas fracturadas heterogéneas de litología compleja.

EGG-44-158

DIFRACCION DE ONDAS ELASTICAS CON METODOS DE FRONTERA

Francisco J. Sánchez-Sesna e Ismael Herrera  
Instituto de Ingeniería, UNAM  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Ciudad Universitaria  
04510 México, D.F.

Se presenta una breve revisión de la aplicación de métodos de frontera en elastodinámica en conexión con problemas de difracción de ondas elásticas. Con mayor detalle se discute el método de Trefftz que consiste en representar los campos difractados y refractados mediante combinaciones lineales de soluciones que



forman familias T-completas (T en honor a Trefftz) de las ecuaciones que gobiernan la propagación de ondas elásticas. Las condiciones de frontera se satisfacen en el sentido de cuadrados mínimos. Se presentan ejemplos en los que se trata la difracción de ondas SH, SV, P ó de Rayleigh por irregularidades en la superficie de un semiespacio elástico. Se discuten las ventajas y limitaciones del método.

EGG-45-157

# SOLUCION NUMERICA AL PROBLEMA DE DIFUSION DOMINADA POR CONVECCION

Miguel Ramírez Villa y Juan M. Espíndola Castro  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Ciudad Universitaria  
04510 México, D.F.

Presentamos soluciones numéricas para la ecuación de difusión dominada por convección en una dimensión i.e.:

$$-\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - Pe^{-1} \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial t} = 0$$

donde x y t son coordenadas espaciales y temporal a dimensionales, u(x,t) es la concentración normalizada y Pe es el número de Peclet. La solución se logra por medio de diferencias finitas pesadas que se obtienen a través de fórmulas de Green siguiendo la teoría desarrollada por Herrera.

EGG-46-156

# DISPERSION ACUSTICA DE BAJA FRECUENCIA POR UN CUERPO BLANDO

Federico J. Sabina  
Instituto de Investigaciones en Matemáticas  
Aplicadas y en Sistemas, UNAM  
Apdo. Postal 20-726  
01000 México, D.F.

Se analiza el problema de dispersión de ondas acústicas planas por un cuerpo blando en el régimen de baja frecuencia. Se obtienen expresiones explícitas para el tercer término del desarrollo de la sección transversal de dispersión para un cuerpo de forma arbitraria en función de la solución de tres problemas de potencial. Se cree que este resultado es nuevo.

A partir de una formulación integral, se establece una sucesión de problemas de potencial. Se encuentra que el tercer término del desarrollo de la sección transversal está dado en función de seis problemas de potencial. Sin embargo, por medio de ciertas relaciones de reciprocidad, se obtiene que son necesarios solo tres de ellos. En otras palabras, solamente se requiere la solución de los problemas de potencial hasta el segundo orden.

Recientemente la solución de estos problemas ha sido encontrada para un disco elíptico por Roy y Sabina (1983 J. Acoustic Soc. Am. 73, 1494-1498). Se calcula su sección transversal de dispersión a ese orden, mostrando así la aplicabilidad del resultado general. Además se muestra la fórmula correspondiente para el disco circular.

Los resultados de este trabajo pueden tener interés en la acústica submarina.

EGG-47-154

#### APLICACION DEL METODO DE INTERPOLACION POR SPLINES A PROBLEMAS HIDROLOGICOS

Henrik Marcin Niedzielski  
Pedro González Casanova  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Ciudad Universitaria  
04510 México, D.F.

En el presente trabajo se aplicó un método de interpolación por splines para obtener una configuración del nivel frático, realizándose así mismo una integración numérica con objeto de determinar el volumen del cono de abatimiento.

El tipo de splines utilizados son los de "placa delgada" que se fundamentan en la minimización de la curvatura. Este método se empleó para la determinación de las hidroisoipsas en la zona de Guaymas.

En esta zona existe un acuífero libre explotado durante casi 20 años, lo que provocó un gran cono de abatimiento con un área de alrededor de 400 km<sup>2</sup>. Se hicieron configuraciones pisométricas para los años de 1967 y 1975 durante los cuales se han explotado cerca de  $200 \times 10^3$  metros cúbicos por año. Mediante integración numérica se obtuvo una estimación del volumen del cono de abatimiento de este período. Encontrándose que el 90% del agua extraída proviene de agua almacenada no renovable.





OF-01-031

EFFECTOS ESTOCASTICOS AMBIENTALES SOBRE EL CRECIMIENTO POBLACIONAL  
ATUNERO EN EL OCEANO PACIFICO DEL ESTE.

Walter Ritter Ortíz  
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM  
Circuito Exterior, C. U., 04510 México, D. F.

Un modelo simple es usado para conocer el efecto de variación aleatoria ambiental sobre el crecimiento poblacional atunero del Océano Pacífico del Este, donde las distribuciones de probabilidad de los tamaños poblacionales son derivadas para poblaciones denso dependiente y denso independiente, examinándose los efectos de estocasticidad en su razón de incremento y su capacidad de sosten. Consideraciones de optimización administrativa en la explotación del recurso son incorporados en el modelo.

OF-02-036

EFFECTOS DEL GOLFO DE CALIFORNIA EN LA PROPAGACION DE ONDAS  
EN LA COSTA OCCIDENTAL DE MEXICO.

Adán Mejía Trejo y Pedro Ripa Alsina  
Centro de Investigación Científica y de Educación  
Superior de Ensenada, CICESE  
Ensenada, B. C., 22830, México.

Hay evidencia de propagación de ondas en la costa occidental de México, encontrándose en ocasiones que las señales llegan al norte hasta Alaska (Enfield y Allen, 1980), mientras que en otras ocasiones no se detectan más allá del Golfo de California (Christensen, De la Paz y Gutiérrez, 1983). Esta diferencia de comportamiento está ligado probablemente a la escala de tiempo.

Existen trabajos acerca de la propagación de perturbaciones (Enfield y Allen 1980, Allen y Romea 1980, Brink 1982, Smith 1978) y del comportamiento de la marea en canales, bahías y golfos (Buchwald 1971, Garret 1975, Wang y Mooers 1976, Miles 1971). Con datos de nivel del mar Cristensen, De la Paz y Gutiérrez (1983), encuentran perturbaciones con características de ondas de Kelvin internas y ondas de plataforma que se propagan hacia el norte a lo largo de la costa de México, y son atrapadas en el Golfo de California, desconociéndose su origen todavía.

El trabajo estudia la posible responsabilidad del Golfo de California en la eliminación de las ondas provenientes del sur,



construyendo un modelo analítico y comparando con los resultados existentes.

OF-03-037

CIRCULACION SUPERFICIAL Y PROPIEDADES CINEMATICAS DE LA REGION  
SUR DE LA BAHIA DE TODOS SANTOS, B. C.

Reginaldo Durazo Arvizu y Luis G. Alvarez  
Centro de Investigación Científica y de Educación  
Superior de Ensenada, B. C. CICESE  
Espinoza # 843, Ensenada, B. C., 22830, México.

Utilizando cruces de deriva y radar se efectuaron mediciones de corrientes superficiales en una región de 8x8 kilómetros en la parte sur de la Bahía Todos Santos, B. C. ( $31^{\circ}43'N$  a  $31^{\circ}55'N$  y  $116^{\circ}37'W$  a  $116^{\circ}45'W$ ). Los experimentos se realizaron durante los meses de marzo, junio, julio y octubre de 1980 y enero y mayo de 1981. Con los datos registrados se describió la circulación superficial en el área de estudio, y además se efectuaron cálculos de las propiedades cinemáticas divergencia horizontal y vorticidad relativa. Para el cálculo de estas propiedades se utilizaron dos métodos. Uno que considera la razón de cambio del área y de la orientación del grupo de flotadores, y otro que usa el método de regresión lineal descrito por Okubo y Ebbesmeyer (1976). Los resultados muestran una fuerte relación de los vientos locales y la dirección de la corriente superficial. Respecto a las propiedades cinemáticas, se encontró que los valores calculados en divergencia horizontal y vorticidad para la región de estudio son del orden de  $10^{-4} s^{-1}$ . Los efectos friccionales de la barra del estero de Punta Banda, en el interior de la Bahía, producen marcados gradientes horizontales de velocidad que se reflejan en cambios notables de los valores de divergencia y vorticidad. Estos cambios fueron observados esencialmente alrededor de la isobata de los 10 metros. Se encontró además que ambos métodos de análisis aportaron resultados similares cuando el área del grupo de flotadores es mayor de  $10^4 m^2$ .

OF-04-038

EFFECTOS DE TERCER ORDEN EN LA MAREA DEL PACIFICO,  
CERCA DE ACAPULCO.

Gabriel Godin\*\* y Guillermo Gutiérrez\*  
\*Centro de Investigación Científica y de Educación  
Superior de Ensenada, B. C. (CICESE)  
Ave. Espinoza # 843, Ensenada, B. C. 22830, México.



**\*\*CICESE, Investigador Visitante.**

Oscilaciones verticales, atribuibles al término de tercer orden de la fuerza generadora de mareas, son conspicuas en la banda semidiurna cerca de la frecuencia  $L_2$ , en registros del nivel del mar de Acapulco en la costa del Pacífico de México y en otros lugares. Como la magnitud relativa de la contribución de tercer orden sólo se puede derivar de observaciones similares en algunos lugares estimados, no es posible tomar en cuenta entradas de tercer orden en correcciones nodales convencionales.

OF-05-039

**DISTRIBUCION ESTADISTICA DE LA "PENDIENTE"  
(STEEPNESS) DE LA OLA.**

Hugo G. Peña y Roberto Montes S.  
Centro de Investigación Científica y de Educación  
Superior de Ensenada, B. C. (CICESE)  
Espinoza # 843, Ensenada, B. C., 22830, México.

Con base en la distribución estadística conjunta de altura y período, se deduce la función de densidad de probabilidad de la pendiente ( $H/L$ ) de la ola. Esta distribución resulta ser proporcional a la de Rayleigh (el factor de proporcionalidad, si bien no es constante, es siempre muy cercano a la unidad). La comparación con datos obtenidos de registros de olas es excelente.

Se obtiene también la distribución teórica conjunta de período y pendiente de la ola, la cual no puede ser comparada debido a que las observaciones no son suficientes.

OF-06-040

**INCERTEZA EN EL CALCULO DE VARIABLES OCEANOGRAFICAS  
A PARTIR DE DATOS HIDROGRAFICOS.**

Consuelo Carrasco, G. Marione y P. Ripa  
Centro de Investigación Científica y de Educación  
Superior de Ensenada, B. C. (CICESE)  
Ave. Espinoza # 843, Ensenada, B. C. 22830, México.



Una fuente muy rica de información sobre el estado físico de los océanos la constituye los datos hidrográficos obtenidos mediante lances de un sensor de conductividad, temperatura y presión. Típicamente, este instrumento mide valores independientes cada 20 cm, lo que constituye un registro prácticamente constante en la vertical; la resolución horizontal y temporal es lógicamente mucho más pobre. A partir de estas variables medidas directamente, se calcularán otras como salinidad y densidad (mediante algoritmos bien establecidos), estabilidad estática y diferencias de geopotencial (que requieren de la deriva e integral vertical del campo de densidad respectivamente), y corrientes geostróficas (calculadas en base a los gradientes del campo geopotencial).

Este trabajo concierne la estimación de la incerteza de éstas últimas variables. En particular, de aquellas obtenidas mediante diferenciación de los datos primarios y en regiones donde niveles poco generosos de la razón señal/ruido exigen del ingenio del investigador para la obtención de resultados físicamente significantes. Por ejemplo, estabilidad estática en las regiones abismales y corrientes geostróficas en la zona ecuatorial.

La aplicación de métodos estadísticos tradicionales a este problema no es siempre fácil, o incluso posible, debido a que: primero, las mediciones son esporádicas; las diferencias observadas en un mismo lugar son reflejo de la variación temporal natural y, segundo, la variabilidad observada (y, por tanto, también la estadística a utilizarse) es fuertemente inhomogenea en el espacio (por ejemplo, con niveles crecientes al acercarse a la superficie o al Ecuador).



CA-01-008

VAPOR DE AGUA ATMOSFERICO SOBRE LA REGION TROPICAL  
DE AMERICA DURANTE EL VERANO DE 1979.

PARTE I: CAMPO DE AGUA PRECIPITABLE

David Villalobos Fierro y Sergio Reyes Coca  
Centro de Investigación Científica y de Educación  
Superior de Ensenada, B. C. (CICESE)  
Ensenada, B. C. 28230, México.

Se examina el comportamiento estacional del campo de vapor de agua atmosférico en términos del agua precipitable. El análisis se basa en datos obtenidos cada 12 hrs. para los meses de mayo a septiembre de 1979. El paquete final de datos se deriva de una mezcla entre datos del nivel III-b de FGGE (Primer Experimento Mundial del Tiempo) y del análisis objetivo de los datos originales del satélite TIROS-N, y de las fotografías de la cobertura de nubes y de radiosondeo. Los resultados del agua precipitable se presentan en forma de mapas de promedio mensual de tres capas atmosféricas (1000 a 700 mb, 700 a 500 mb y 500 a 300 mb). Los isolíneas del agua precipitable en las tres capas seleccionadas muestran tanto el efecto superficial (orografía, temperatura superficial del aire y del mar), como los fenómenos de advección y transporte a mayor altura. La evolución temporal y espacial muestra las características sinópticas prevalecientes durante el verano 1979. Se detecta la circulación monsonica donde la República Mexicana se caracteriza por ser una región de baja presión atmosférica y tener una gran concentración de agua precipitable en los niveles superiores. Se muestra que los campos de agua precipitable presentan anomalías que son claramente correlacionadas con el comportamiento anómalo de las perturbaciones tropicales observadas en las vertientes del Pacífico y el Atlántico, así como con el campo de lluvia y temperatura registrados en México.

CA-02-09

VAPOR DE AGUA ATMOSFERICO SOBRE LA REGION TROPICAL  
DE AMERICA DURANTE EL VERANO DE 1979.

PARTE II: CAMPO DE VIENTO Y FLUJOS HORIZONTALES

Sergio Reyes C., Victor Rivera A. y Rogelio Hasimoto B.  
Centro de Investigación Científica y de Educación  
Superior de Ensenada, B. C. (CICESE)  
Ensenada, B. C., 28230, México.

Se examina el comportamiento temporal y espacial del campo de viento y del flujo zonal y meridional del vapor de agua para varios



niveles de presión y para el total verticalmente integrado. El análisis se basa en información obtenida cada 12 hrs. durante los meses de mayo a septiembre de 1979. El paquete final de datos se deriva del nivel III-b de FGGE (First Garp Global Experiment) y del análisis objetivo de los datos originales del satélite TIROS-N, de la cobertura de nubes y de radiosondeo. Se obtienen mapas promedio mensual de los campos de las componentes -U- y -V-, de la persistencia, la divergencia y la vorticidad, mostrando los patrones de circulación y las características observadas a diferentes niveles en el verano de 1979. Los resultados del flujo horizontal del vapor de agua son presentados en forma de series de tiempo para distintos segmentos zonales y meridionales alrededor de la República Mexicana. Las series de tiempo y los correspondientes espectros de potencia muestran las principales oscilaciones y las anomalías detectadas. Se obtiene que el flujo horizontal más intenso se observa sobre la región norte del Golfo de México. La región mexicana de la vertiente del Pacífico también muestra una intensificación en el transporte de vapor de agua, sin embargo, este es del orden de un 20 menor que el el Golfo de México. Los flujos horizontales se caracterizan por oscilaciones espectrales del orden de 10 y 6 días en el trópico y del orden de 9 y 6 días en latitudes medias. Se concluye que las anomalías registradas en el campo de precipitación sobre México y en el número de perturbaciones tropicales durante ese verano de 1979 tienen su origen en el debilitamiento del flujo horizontal del vapor de agua sobre la vertiente del Pacífico.

CA-03-010

VARIABILIDAD DE BAJA FRECUENCIA DE LOS FLUJOS DE MOMENTO,  
CALOR SENSIBLE Y LATENTE EN LOS OCEANOS DEL MUNDO DURANTE 1979.

Sergio Reyes C., Olga Elena Ramírez S. y Enrique García B.

Centro de Investigación Científica y de Educación

Superior de Ensenada, B. C. (CICESE)

Ensenada, B. C., 28230, México.

Se utilizan las aproximaciones aerodinámicas y de similaridad para estimar los flujos de calor sensible,  $H$ , calor latente,  $Q$ , y de momento,  $\tau$ , en los océanos mundiales. El conjunto de datos base se obtuvo del Primer Experimento Mundial del Tiempo y consiste de los campos de temperatura del aire, viento y humedad específica a la altura de 1000 mb y de la temperatura superficial del mar. A partir de éstos, se genera una malla tridimensional con 32 puntos de longitud, 17 puntos de latitud y 365 días de diciembre de 1978 a noviembre de 1979. La climatología de los flujos superficiales muestra claramente la variación estacional, la influencia de los continentes, las principales corrientes marinas y las características típicas de las regiones tropicales y polares. En promedio anual se



observa una mayor transferencia de calor latente en las regiones tropicales ( $\sim 280 \text{ W/M}^2$ ) que en las regiones polares ( $\sim 80 \text{ W/M}^2$ ), sin embargo, el calor sensible muestra una mayor transferencia en los polos ( $\sim 100 \text{ W/M}^2$ ) que en el trópico ( $\sim 40 \text{ W/M}^2$ ). En particular, en las regiones nororientales del Pacífico y el Atlántico se observa un mayor flujo de calor sensible que en las regiones noroccidentales. El análisis espectral de las series del flujo de calor sensible muestra considerable energía en la banda de 30 a 50 días, por lo que mediante un filtro pasa banda se aísla este modo y se obtienen secciones transversales de tiempo para bandas latitudinales a los  $55^\circ\text{S}$  y  $55^\circ\text{N}$ , encontrándose una propagación de Oeste a Este con número de onda 2 y velocidad de fase del orden de  $5^\circ/\text{día}$  para las épocas de diciembre a febrero ( $55^\circ\text{N}$ ) y de junio a agosto ( $55^\circ\text{S}$ ). Se obtienen mapas diarios del modo de 30 a 50 días para el flujo  $H$  y se detectan perturbaciones de baja frecuencia en las regiones polares que se propagan hacia el Este siguiendo trayectorias irregulares

CA-04-011

#### ATMOSPHERIC POLLUTION POTENTIAL IN MEXICO

K. K. Kanuga  
Facultad de Física  
Universidad Veracruzana  
Apartado Postal 270  
Jalapa, Ver., México

Making use of the radiosonde data monitored at the nine stations in the Republic of México, a study of the atmospheric pollution potential has been made, based on morning mixing heights, afternoon mixing heights, and horizontal wind speeds. An index "Ventilation Factor" has been involved for different stations for all the seasons, to critically examine the pollution potential. The study would be very useful for careful planning vis-a-vis future possible industrialization and urbanization of the country.



CA-05-041

CORRELACION ENTRE LA INCIDENCIA DE LOS CICLONES TROPICALES  
EN EL ESTE DEL GOLFO DE MEXICO Y LOS DEFICITS DE LLUVIA  
EN LA ALTIPLANICIE MEXICANA

Pedro A. Mosiño Alemán  
Centro de Ciencias de la Atmósfera-UNAM  
Circuito Exterior, C. U., México, D. F.

Se muestra mediante líneas de regresión la relación inversa que guardan las precipitaciones sobre el antiplanicie mexicano y la presencia de huracanes en el este del Golfo de México.

Se adelanta una explicación tentativa del hecho anterior como resultante de la Subsistencia del aire sobre la altiplanicie producida por la circulación atmosférica a 700 y 500 mbs, asociada a la presencia de tales perturbaciones.

CA-06-042

UN ESQUEMA DE ANALISIS SEMI-OBJETIVO PARA LOS TROPICOS

Ismael Pérez García  
Centro de Ciencias de la Atmósfera  
04510, México, D. F.

Un método de análisis objetivo para el campo de viento en regiones trópicas se ha desarrollado, tomando como fuente de datos una fotografía de satélite. Se ha seguido la línea sugerida (el Método de corrección sucesiva) por Berthorssen y Doss (1955) y Cressman (1954) y empleándose los resultados de E. Ruprecht y W. M. Gray (1976), T. T. Fujita y Cool., y otros, que han estudiado el campo dinámico de los sistemas nubosos en regiones tropicales y han obtenido la vorticidad y divergencia promedio en estos sistemas. El resultado final consiste en resolver un par de ecuaciones elípticas para la función de corriente y la potencia a partir del cual se obtiene el campo de viento ya corregido, vía la observación y de la fotografía de satélite.

CA-07-043

## EL BIOCLIMA DE LA CIUDAD DE MEXICO

E. Jauregui y L. Godínez  
Instituto de Geografía-UNAM,  
Ciudad Universitaria  
04510, México, D. F.

Se examina los principales elementos del bioclima de la ciudad de México. La extensión del área metropolitana es tal que algunas variables exhiben contrastes dentro del perímetro urbano tales como la precipitación, la temperatura, humedad.

Se utiliza un índice de incomodidad (temperatura/humedad) para evaluar el grado de confort en siete puntos distribuidos en el área de estudio. De acuerdo con este criterio sólo en la estación calurosa (marzo-mayo) el índice se aproxima al límite de confort. Se presentan diagramas de barra de la frecuencia de clases del índice de incomodidad. Asimismo, se examinan climogramas de temperatura efectiva para tres puntos de la ciudad. Se presentan gráficas de la insolación posible que muestran que ésta es mayor en la mitad norte de la ciudad haciendo que el bioclima ahí sea menos favorable. Finalmente se hace un intento de zonificación del bioclima en la capital.

CA-08-044

## ESTUDIOS DE PARAMETROS OCEANOGRAFICOS EN EL MODELO TERMODINAMICO DEL CLIMA.

Julián Adem y Victor Manuel Mendoza  
Centro de Ciencias de la Atmósfera  
Circuito Exterior, Ciudad Universitaria  
04510, México, D. F.

En el modelo termodinámico del clima la ecuación de conservación de energía térmica, aplicada a la capa superior oceánica, se usa como base para la predicción de las anomalías de la temperatura mensual de la superficie de los océanos, en el Hemisferio Norte.

En este trabajo se realiza un estudio comparativo variando en las predicciones el valor de los siguientes parámetros oceanográficos: el coeficiente de transporte turbulento horizontal o coeficiente de Austausch; el ángulo de deriva, la magnitud de la corriente oceánica, la profundidad de la capa de mezcla, y los factores  $K_4$  y  $K_3$  que determinan respectivamente, las cantidades de



calor cedido a la atmósfera por evaporación y por transporte turbulento vertical en la superficie del océano.

Partiendo del principio de que las mejores predicciones se obtienen para aquellos parámetros cuyo valor es el más realista, los resultados demuestran que: a) el valor del coeficiente de Austausch depende básicamente del tamaño del océano considerado, b) el valor del ángulo de deriva y el de la magnitud de la corriente oceánica obtenidos están de acuerdo con lo predicho por la teoría de Ekman, y c) los valores de  $K_4$  y  $K_3$  obtenidos para el caso en que la profundidad de la capa de mezcla es de 100 metros, concuerdan con los valores encontrados por Jacobs en 1951.

CA-09-045

# ANALISIS DE LA DINAMICA DE LA LLUVIA OROGRAFICA PARA EL SURESTE DE LA REPUBLICA MEXICANA

T. Morales Acoltzi y J. García Mañeda  
Centro de Ciencias de la Atmósfera-UNAM  
04510, México, D. F.

Usando las ecuaciones de movimiento linealizadas se investiga la respuesta de una corriente estratificada bajo un forzamiento combinado orográfico-térmico.

La magnitud del calentamiento asociado a la liberación de calor latente por condensación se calcula a partir de la precipitación observada.

Se analiza la relación de fase entre el calentamiento y el movimiento vertical.

Se simula el calentamiento y enfriamiento asociado al flujo de aire saturado sobre una montaña sin que se efectúe precipitación.

Se estudia la influencia de la liberación intensa local de calor latente asociado con precipitación orográfica sobre el flujo.

Los resultados corresponden para la región del Sureste de la República Mexicana.



CA-10-046

## DESARROLLO DE LA ISLA DE CALOR EN CIUDADES GRANDES DE MEXICO

E. Jauregui  
Instituto de Geografía, UNAM  
04510, México, D. F.

Los estudios de clima urbano en los trópicos se han iniciado recientemente. En el trabajo se determinan las variaciones diurnas y estacionales de la intensidad de los contrastes térmicos ciudad/campo para algunas de las grandes áreas urbanas del país. Existe una relación (como en las latitudes templadas) entre el tamaño del área urbana y la intensidad de la isla de calor. Se propone una relación empírica para los trópicos entre estas dos variables. Algunas de los rasgos observados en la isla de calor están ligados a la estacionalidad de los controles del tiempo atmosférico, como es, en el clima subhúmedo tropical, una gran variación estacional lluvia/secas lo que conduce a una variación marcada en el clima de radiación, así como la variación en la estabilidad de las masas de aire. Finalmente se intenta una caracterización del fenómeno (isla de calor) para regiones de México.

CA-11-047

## ANALISIS ESTADISTICO DE LA BRISA EN LA PLANICIE COSTERA DE VERACRUZ

E. Jauregui, M. A. Valdovinos y J. M. Rodríguez  
Instituto de Geografía, UNAM  
C. U. México, D. F. e  
Ingeniería Ambiental, C.F.E.  
Laguna Verde, Ver., México

Se examina las características del régimen brisa/terral en un área costera del centro/sur de Veracruz donde el fenómeno ocurre en un 26-36% del tiempo. Este viento es importante para las estimaciones de difusión y transporte de los contaminadores aéreos producidos cerca de la costa. La brisa tiene una penetración considerable haciéndose evidente en lugares como Jalapa y afectando la distribución de la nubosidad así como la humedad que es transportada desde la superficie del mar hacia el interior de la planicie. Los contrastes térmicos que generan la brisa en un día despejado y con vientos regionales muy débiles son de 4 a 6°C en una distancia de 15 km. Dicho contraste exhibe una variación diurna que culmina entre las 11 y 15 hrs. La dirección de la brisa muestra un giro característico en el sentido de las manecillas del reloj hasta ajustarse al viento regional. La intensidad de la brisa es más de



dos veces la correspondiente al terral. El análisis de contingencia de la dirección e intensidad del viento local muestran que en un porcentaje considerable las direcciones del viento en la red (de 5 estaciones) o son coincidentes o se encuentran dentro de un sector de 34 a ambos lados de la dirección de referencia. Finalmente se hace un análisis de correlación entre las variables meteorológicas de superficie tales como el viento y la temperatura.

CA-12-048

#### MODELO BAROCLINICO DE VIENTO TOTAL

Le Moyne L., Villanueva U. E. y Castro T. R.

Centro de Ciencias de la Atmósfera

Ciudad Universitaria

04510, México, D. F.

Dentro de un esquema Baroclínico equivalente en la obtención de la ecuación "omega" se introduce el viento total generando un campo hipotético de temperatura para calcular la  $\omega$  real y establecer el pronóstico de isohipsas a siete niveles.

CA-13-049

#### MODELO PROBABILISTICO DE PRONOSTICO POR PUNTO

Le Moyne, L., Castro, R. T. y Villanueva, U. E.

Centro de Ciencias de la Atmósfera

Ciudad Universitaria

04510, México, D. F.

Se propone un modelo de tipo probabilístico con una ecuación de costos  $C(y-\hat{y})=(y-\hat{y})^2$  con un Bayesiano  $B(\omega)=\min C(s,\omega)$  y una estrategia  $s \Rightarrow \hat{y} = \alpha_0 \xi_0(x) + \alpha_1 \xi_1$  donde  $\xi_i$  son polinomios de tipo ortogonal los que aplicados a cada punto de observación a distintos niveles generan un patrón a futuro de isohipsas, permitiendo el pronóstico a 300, 500 y 700 mb.

CA-14-050

Modelo Probabilístico de Pronóstico Ondulatorio  
Le Moyne, L., Castro, T. y Villanueva, U. E.  
Centro de Ciencias de la Atmósfera  
Ciudad Universitaria  
04510, México, D. F.

Se genera un campo inicial ondulatorio en Serie de Fourier para las isohipsas de 300, 500 y 700 mb, para una secuencia de días tomados cada 24 horas, las que se desarrollan en teoría probabilística Bayesiana con estrategia polinomial ortogonal sobre los coeficientes de Fourier, pronosticando a futuro el campo de isohipsas.

CA-15-051

SOLUCION NUMERICA DE LA ECUACION DE BALANCE

Eugenio del Valle Sánchez y Luis Díaz Hernández  
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM  
Circuito Exterior, C. U.  
04510, México, D. F.

El pronóstico de este trabajo consiste en resolver una ecuación de tipo Monge-Ampere para el caso elíptico, como un problema de valores a la frontera.

Esta ecuación es conocida en meteorología como ecuación de balance, y es deducida de la ecuación de la divergencia al omitir el cambio local de la divergencia con respecto al tiempo en dicha ecuación.

La ecuación de balance se ha utilizado para inicializar modelos de ecuaciones primitivas. La inicialización consiste en poner en balance el campo de masa (geopotencial), con el campo de movimiento, ya que dado el campo de masa a través de la ecuación de balance, se puede encontrar la función corriente.

Por lo general, en las condiciones iniciales existen imbalances entre el campo de masa y el de viento, debido a errores tanto en las observaciones como en el análisis.

Este repercute en un modelo de ecuaciones primitivas en una redistribución del campo de masa y de viento a través de la dispersión y disipación de ondas de gravedad-inerciales, generadas por dichos imbalances.



La solución conserva la parte rotacional del viento, la cual es de un orden de magnitud mayor que la parte divergente.

CA-16-052

SOLUCION DE LA ECUACION DE HELMHOLTZ USANDO ANALISIS DE  
FOURIER Y SU APLICACION EN LA PREDICCION NUMERICA

F. J. Barreto Baéz y T. Morales Acoltzi  
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM  
Ciudad Universitaria  
04510, México, D. F.

En estudios de dinámica atmosférica se presenta frecuentemente una ecuación diferencial parcial del tipo de Helmholtz.

Se utiliza un método numérico no-iterativo para la solución de la ecuación del modelo Barotrópico Equivalente sobre una malla de  $24 \times 24$ . El método fue desarrollado por R. W. Hockney, que aplicó originalmente a problemas de plasmas y emisores de iones.

Este método muestra superioridad para dominios rectangulares, donde las condiciones de frontera pueden ser de Dirichlet, de Neumann o bien periódicas, no obstante, aunque es un método de solución directa, es necesario calcular los coeficientes de las funciones desarrolladas en series de Fourier, y así el método no ofrece mayores ventajas que otros métodos iterativos, sin embargo, cuando el problema en cuestión permite condiciones de Frontera periódica, puede utilizarse el método de Reducción Cíclica Recursiva con lo cual se reduce considerablemente el tiempo de proceso.

Se analizan los resultados de los experimentos numéricos usando como testigo el método iterativo de sobrerelajación.

CA-17-053

PROFUNDIDADES OPTICAS

L. Lemus y C. Gay  
Centro de Ciencias de la Atmósfera  
Circuito Exterior, Ciudad Universitaria  
04510, México, D. F.

Los albedos y las profundidades ópticas para dos cuerpos de agua son calculados utilizando la aproximación de Dos-Haces de la ecuación



de transferencia radiativa. Los resultados obtenidos se utilizan para inferir el tipo de partículas en ambos sistemas.

CA-18-054

CONCENTRACION DE OXIDANTES (O<sub>3</sub>) EN EL AREA DE  
CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO. (1982-1984)

H. Bravo., y R. Torres J.  
Departamento de Contaminación Ambiental  
Centro de Ciencias de la Atmósfera  
Circuito Exterior, Ciudad Universitaria  
04510, México, D. F.

Se reportan las concentraciones encontradas de oxidantes, como ozono en superficie, obtenidas a partir de 1982 a 1984.

El muestreo se lleva a cabo utilizando el analizador Beckman modelo 950, cuyo principio de detección es de Químiluminiscencia, la calibración del instrumento es interna y se realiza semanalmente.

Esta información indica que los valores promedios horarios estacionales, se han incrementado tomando como base los primeros muestreos realizados para esta zona en años anteriores.

Se detectó un incidente de altas concentraciones de ozono durante la noche, lo cual sale del patrón de fluctuación de ozono diario.

CA-19-055

ESTUDIO DEL FORZAMIENTO ATMOSFERICO DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Antoine Badan-Dangon\* y Clinton D. Winant\*\*  
\*Centro de Investigación Científica y de Educación  
Superior de Ensenada, B. C. (CICESE)  
\*\*Scripps Institution of oceanography, La Jolla, Ca.

Hemos conducido un estudio de la distribución espacial de variables de las capas bajas de la atmósfera sobre el Golfo de California. El estudio, desarrollado, en verano de 1983 y finales de invierno 1984, por medio de un avión instrumentado, nos permite evaluar la magnitud de los flujos de momentum, calor y humedad a través de la superficie del Golfo. Las trayectorias de los vuelos, hechos a 30 m de altura, fueron diseñadas para estudiar la coherencia



de estas propiedades en direcciones longitudinal y transversal al Golfo y establecer mapas de ellas en la región de las grandes islas y en la Cuenca de Guaymas. Se hicieron un total de cerca de 80 sondeos para determinar la estructura vertical de la atmósfera y hacer mapas de la altura de la inversión, característica de la región del Golfo de California.

La diferencia dominante entre verano e invierno es la cantidad de humedad presente en las capas de la atmósfera, misma que es elevada en verano, por la presencia de una masa de aire tropical. Esto se debe a que el viento sopla del Sureste durante el verano, mientras que en invierno, el viento sopla del Noreste y la humedad disminuye considerablemente. El campo de viento es extremadamente coherente sobre todo en el Golfo y bien correlacionado con el de humedad. Esto es, la inversión causa un cisallamiento pronunciado en el campo de viento.

CA-20-056

#### MODELO DE LA CAPA DE MEZCLA SUPERIOR DEL OCEANO EN BASE A PARAMETROS METEOROLOGICOS

Sergio Guzmán R.

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

Circuito Exterior, C. U.

04510, México, D. F.

La influencia de los parámetros meteorológicos sobre la parte superior del los Océanos es estudiada en base a un modelo de la capa de mezcla. Los parámetros meteorológicos escogidos son los que rutinariamente son medidos. Los fenómenos oceanográficos son expresados en base a estos parámetros. El modelo es probado en el Océano Pacífico del Este a la altura de México.

CA-21-134

#### UN MODELO BAROCLINICO DE ECUACIONES PRIMITIVAS

Orlando Delgado D.

Centro de Ciencias de la Atmósfera

Circuito Ext. de Ciudad Universitaria

México, D. F.

En el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM se han realizado modelos atmosféricos que filtran las ondas rápidas, pero



estos tienen que hacer uso de la hipótesis geostrofica. Este trabajo es un intento de superar las fallas anteriores, sobre todo en latitudes bajas donde la hipótesis geostrofica tiene validez nula.

Para esto se utilizan las ecuaciones que describen ondas de sonido, de gravedad e inerciales pero que son controladas mediante la ecuación de balance.

Las ecuaciones primitivas se aplican en una franja que circunda la tierra y que va del Ecuador hasta  $45^\circ$  de latitud norte. La maya tiene puntos distanciados cada 555.55 kms, y es de tiempo escalonado, ya que la distribución de las variables cambia a cada paso de tiempo, es decir, en los pasos impares se tiene una distribución, y en los pares otra distinta.

Los resultados obtenidos, son usando la ecuación de balance que como se dijo anteriormente, evitan la inestabilidad computacional, y son mejores que los resultados obtenidos con el método que propone ELIASSEN (1958).

CA-22-135

LA INTEGRACION NUMERICA Y EL ESTADO DEL TIEMPO EN LA REGION IV  
DURANTE AGOSTO Y SEPTIEMBRE DE 1984

Luis Rodolfo Meza Peredo  
Centro de Ciencias de la Atmósfera  
Circuito Ext. de la Ciudad Universitaria  
México, D. F.

Con objeto de ver la persistencia del estado del tiempo atmosférico en nuestro país, se hace un minucioso estudio de las perturbaciones principales que lo afectaron en el transcurso de agosto y septiembre de 1984.

Empleando, el análisis sinóptico que se realiza en el laboratorio de meteorología sinóptica, en el Centro de Ciencias de la Atmósfera, simultáneamente se presentará la persistencia que guarda el modelo baroctrópico filtrado en la región de pronóstico.

Este modelo, emplea la ecuación de vorticidad Quasigeostrofica en 500 M.B. y pronostica el campo de Geopotencial, la vorticidad y la advección de los sistemas.

La integración se ha llevado a cabo en diferentes tipos de proyecciones, y los resultados son satisfactorios, ya que van de acuerdo con la persistencia del estado del tiempo.



EXPERIMENTOS NUMERICOS EN LA INTEGRACION DEL MODELO BAROCLINICO  
FILTRADO, QUE SE TRABAJA EN EL CENTRO DE CIENCIAS  
DE LA ATMOSFERA SOBRE LA IV REGION EN UNA FRANJA COMPRENDIDA  
ENTRE LOS 10 SUR Y 50 NORTE

Fco. Javier Villicaña Cruz  
Centro de Ciencias de la Atmósfera  
Circuito Ext. de Ciudad Universitaria  
México, D. F.

La gran necesidad que tiene nuestro país de proporcionar un pronóstico adecuado del tiempo atmosférico; a llevado al Centro de Ciencias de la Atmósfera a experimentar varios modelos de pronóstico. En este trabajo se presentarán los resultados que se obtienen al integrar numéricamente un modelo baroclínico filtrado, que considera los niveles de 1000, 750, 500, 250 y cero milibars, para hacer pronósticos sobre los niveles de 750, 700, 500 y 250 mb de los campos Geopotencial, vientos y espesores.

Este pronóstico se obtiene considerando la ecuación de la vorticidad cuasigeostrofica en los niveles de 750 y 250 mb; en el nivel de 500 mb se toma en cuenta la ecuación de la energía, creándose en estas ecuaciones originalmente un sistema cerrado, donde las incógnitas son el espesor y el geopotencial promedio de la capa considerada.

La integración se lleva a cabo sobre una proyección cónica de Lambert y sobre una proyección Mercator, para demostrar nuevamente las necesidades que tiene nuestro país de hacer el análisis sinóptico sobre una proyección Mercator, ya que la aplicabilidad de esta proyección presenta más y mejores perspectivas de utilidad.

SOBRE LAS CONDICIONES DE FRONTERA EN LA INTEGRACION  
NUMERICA DE MODELOS ATMOSFERICOS DE TIPO FILTRADO Y  
PRIMITIVO

Enrique Buendía C.  
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM  
Circuito Ext. Ciudad Universitaria  
México, D. F.

Actualmente en nuestro país se están experimentando cuatro modelos de pronóstico del tiempo atmosférico sobre la región IV,



ellos son:

1. a) Modelo barotrópico filtrado.  
b) Modelo baroclínico equivalente.
2. Modelo baroclínico filtrado.
3. Modelo baroclínico primitivo y
4. Modelo baroclínico de dos capas primitivo

No obstante de que los modelos filtrados se han trabajado desde la década de los cincuenta actualmente, el autor ha comprobado de que si se considera, que el geopotencial (en 500mb) a lo largo de la frontera se mantiene constante para los modelos 1a. y 1b., la convergencia de la solución es más rápida si además se interrumpe el flujo zonal y meridional a una distancia  $2x$ , ( $x=y$ ) antes de la frontera, con ello se logra que la vorticidad y energía cinética se conserven en el área de pronóstico.

Si uno no desea evitar el flujo atmosférico zonal, y el ruido producido por las fronteras rígidas que lo interrumpen, se integran los 4 modelos cíclicamente en un área de pronóstico adecuada para la región IV. Con ello el desplazamiento de los sistemas en la región proporcionando resultados adecuados.

En el caso de los modelos primitivos se consideran condicionales de frontera de canal, tanto en área limitada como fuera de la región de pronóstico como en los modelos cíclicos.

CA-25-138

#### REGIMEN DIARIO DE RADIACION SOLAR DIRECTA

Agustín Muhlia y Amando Leyva  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Circuito Exterior, Ciudad Universitaria  
04510, México, D. F.

Se calcula la intensidad de radiación solar directa que llega, en el transcurso del día, a una superficie perpendicular al rayo y a una superficie horizontal con respecto a la superficie terrestre en un punto de coordenadas geográficas dadas. Para el efecto se usa la ecuación integral de la extinción atmosférica, considerando como principales atenuadores de la radiación: a) el aire puro, b) el ozono, c) el vapor de agua, d) el bióxido de carbono (éstos tres últimos elementos se consideran en capas de espesor medio climatológico) y e) una capa homogénea de aerosol continental estándar. Se incorpora el concepto de espesor óptico normalizado del aerosol con el objeto de determinar su transmisión en términos de la concentración de partículas. Los resultados se presentan en forma de tablas y gráficas.



CA-26-139

MEDICIONES DE OZONO TOTAL EN LA CIUDAD DE MEXICO E INFLUENCIA DEL  
OZONO TROPOSFERICO

J. L. Bravo  
Instituto de Geofísica, UNAM  
04510, México, D. F.

Se analizan los resultados de observaciones de ozono atmosférico total realizadas en la ciudad de México con un espectrofotómetro Dobson, se determina su variación anual y se detecta también una variación cuasibianual. Se reporta una variación diurna anormalmente elevada que no se presenta en una localidad rural cercana a la ciudad de México. Esta variación podría ser explicada por la presencia de  $SO_2$  y  $O_3$  de origen antropogénico de la tropósfera, sin embargo, se demuestra que la cantidad de  $SO_2$  en la atmósfera de la ciudad de México no es suficiente para explicar dicha variación, quedando como causa más probable la presencia de ozono troposférico.

CA-27-140

SULFATOS DE AEROSOL ATMOSFERICOS Y SU RELACION  
CON ALGUNOS PARAMETROS METEOROLOGICOS

S. Salazar y J. L. Bravo  
Instituto de Geofísica, UNAM  
04510, México, D. F.

En el presente trabajo se determinan concentraciones de sulfatos en aerosol atmosférico y se obtiene la relación de éstos con algunos parámetros meteorológicos, tales como: humedad relativa, velocidad del viento, visibilidad y turbiedad en la región visible y ultravioleta del espectro. Los resultados muestran que existe una alta correlación de éste radical con los parámetros de turbiedad: 0.69 con el coeficiente de turbiedad de Angstrom y 0.71 con el coeficiente de turbiedad en la región UV del espectro.



IMPACTO ATMOSFERICO SOBRE MEXICO DE LAS ERUPCIONES  
DE MARZO-ABRIL DE 1982 DEL VOLCAN "EL CHICHON"

I. Galindo, J. Otaola, G. Zenteno y J. L. Bravo  
Instituto de Geofísica-UNAM  
04510, México, D. F.

Se estudia el impacto sobre la troposfera de México producido por las erupciones de marzo-abril de 1982 del volcán "El Chichon", utilizando datos de radiación solar y temperatura del aire en superficie. Se describe la secuencia de eventos ocurridos durante 1982-1983 en términos de anomalías mensuales de las series de tiempo de datos medios mensuales provenientes de diferentes observatorios situados en las costas del Golfo de México, parte central del país y el litoral del Pacífico Mexicano. Para el análisis de los efectos atmosféricos atribuibles a la presencia de las capas estratosféricas de aerosol volcánico, rico en ácido sulfúrico, solamente se consideran aquellas anomalías que ocurren simultáneamente tanto en la radiación solar directa y la turbiedad atmosférica como en el campo de temperaturas. Los resultados muestran que, después de las erupciones ocurrió en el verano de 1982 un calentamiento regional de corta duración (1-2 meses), posteriormente se observó un enfriamiento generalizado con duración aproximada de un año, alcanzando valores extremos de la temperatura durante el invierno 1982-1983. Al término de este período, al final de la primavera, existió un segundo calentamiento también generalizado asociado a un aumento importante de la turbiedad atmosférica y la consiguiente reducción en la intensidad de la radiación solar. Los resultados encontrados se corroboran con los perfiles latitudinales de la distribución del aerosol volcánico (centrado entre los  $10^{\circ}$  S y  $30^{\circ}$  N) determinados mediante sensores diversos, incluyendo sistemas lidar colocados en aviones que en varias ocasiones sobrevolaron durante 1982-1983 desde los  $90^{\circ}$  N a los  $56^{\circ}$  S (McCormick et, al, 1984). Los resultados de los modelos de transferencia radiactiva para el estudio de impacto atmosférico de erupciones volcánicas están también de acuerdo con la primera parte de nuestros resultados, sin embargo, el segundo período no ha sido descrito anteriormente y es un indicador de las propiedades ópticas cambiantes del aerosol volcánico durante su evolución (decaimiento) en el tiempo.



RESULTADOS DE LAS CALIBRACIONES DEL ESPECTRO-  
FOTOMETRO DOBSON EN LAS LONGITUDES DE ONDA "B"

A. Mota y J. L. Bravo  
Instituto de Geofísica, UNAM  
04510, México, D. F.

Se presentan los resultados de la calibración del espectrofotómetro Dobson en las longitudes de onda "B" (3088°A, 3291°A). Esto se hace con el objeto de determinar el contenido de bióxido de azufre en la atmósfera, ya que este gas interfiere en la medición del contenido total de ozono en la atmósfera cuando se emplea el espectrofotómetro Dobson de dichas longitudes de onda.

Esta calibración consiste de la localización de las longitudes de onda en los posicionadores espectrales, la determinación de la transmisividad de la cuña óptica del espectrofotómetro y la calibración del aparato en una escala absoluta. Esto se ha conseguido mediante el empleo de lámparas de descarga ( $Hg_1$ ,  $Hg_2$ ,  $In_1$ ,  $In_2$ ,  $Zn$ ,  $He$ ,  $Cd_1$ ,  $Cd_2$ ) con envoltura de cuarzo, mediante la realización de la prueba de de dos lámparas y empleando un método de extrapolación.

Los resultados se presentan en forma de tablas y se da un ejemplo de determinación del contenido de  $SO_2$  en la atmósfera de la ciudad de México.

CA-30-143

## VARIACIONES SECULARES EN LA ACTIVIDAD SOLAR

J. A. Otaola y G. Zenteno  
Instituto de Geofísica  
04510, México, D. F.

El análisis espectral de la producción de  $^{14}C$  en la atmósfera durante los últimos 1600 años (300-1900 d.c.) muestra la existencia de variaciones superseculares en la actividad solar. La significación y estabilidad de estas oscilaciones es probada mediante la reproducción del registro histórico. La extensión de este registro hacia el futuro muestra que una nueva oscilación del tipo Sporer, similar a la ocurrida durante el siglo XV, es muy probable que ocurra de nuevo alrededor del año 2300.

CA-31-144

LOS DESVANECIMIENTOS ("fading") DE LAS ONDAS CORTAS,  
UNA NUEVA AYUDA EN EL PRONOSTICO DEL TIEMPO A CORTO PLAZO

José Merino y Coronado  
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

La transmisión de las ondas cortas de la radio se ve afectada cuando la ionosfera en la cual se reflejan está modificada por grandes fenómenos meteorológicos y cuando la troposfera por la cual pasa la trayectoria de las ondas cortas está modificada por los fenómenos eléctricos que allí tienen lugar cuando ocurren fenómenos meteorológicos, como huracanes tropicales y extra tropicales y frentes fríos y calientes. La observación de los desvanecimientos (fading) de las señales de onda corta de un grupo de estaciones transmisoras escogidas ofrece un método de ayuda al pronóstico del tiempo sencillo y barato.

CA-32-145

EVALUACION DE UN MODELO ANALOGICO-ESTADISTICO DEL  
PRONOSTICO DE TRAYECTORIA DE HURACANES

Luis F. Gómez A.  
S.A.R.H.

Dirección Gral. de Control de Ríos e Ingeniería Hidráulica  
Subdirección de Previsión Atmosférica  
Depto. de Proceso Numérico

Siendo los huracanes un fenómeno que afecta año con año la Costa Oriental de nuestro país, es necesario contar a nivel operativo de técnicas contables, que permitan con oportunidad y seguridad determinar el comportamiento de dichos fenómenos. La confiabilidad de un modelo puede establecerse estadísticamente, de manera que se cuantifique su confiabilidad y rango de la misma. En este trabajo se muestra dicha cuantificación.



PERFIL TROPOSFERICO SOBRE LA CIUDAD DE MEXICO

Luis F. Gómez

S.A.R.H

Dirección Gral. de Control de Ríos e Ingeniería Hidráulica

Subdirección de Previsión Atmosférica

Depto. de Proceso Numérico

Tomando como base la información de radio sondeo, en un período de diez años, el análisis del comportamiento troposférico de la temperatura, permite la obtención de los períodos y rangos de fluctuación de la temperatura, que configuran un perfil a lo largo del año, de la capa de 700 MB O 200 MB.

EEP-01-003

EFFECTOS DE TERMINOS NO LINEALES SOBRE EL FLUJO PROTONICO  
EN EL ATARDECER

Victor H. Ríos

Laboratorio de Ionósfera-Instituto de Física  
Universidad de Ciencias Exactas y Tecnología  
Universidad Nacional de Tucumán  
Argentina

Se investiga en este trabajo el acoplamiento entre la región F y la protonósfera, mediante datos experimentales y el correspondiente modelado teórico.

Se ha usado las temperaturas del modelo del IRI para reproducir la caída rápida en las primeras horas de la noche y se examinó el flujo de plasma con énfasis particular sobre la posibilidad de velocidades supersónicas. La inclusión de los términos de aceleración en las ecuaciones de momento proveen un efecto de amortiguamiento del flujo protónico hacia abajo. La concentración máxima NmF2 calculada en base a este flujo, está de acuerdo con los resultados experimentales.

EEP-02-019

INFLUENCIA DE LOS GRADIENTES EN LA DINAMICA DE LA  
MAGNETOSFERA JOVIANA.

Ennio R. Sánchez

Instituto de Geofísica  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Apdo. Postal 877, Ensenada, Baja California, México

La gran variedad de fenómenos que ocurren en la magnetósfera joviana son capaces de desarrollar gradientes de temperatura, densidad y campo magnético en diversas regiones de ella. Desde ese punto de vista son de especial interés tres regiones: 1) la vecindad del toro de plasma producido por el satélite Io, 2) las zonas latitudinales próximas al magnetodisco y 3) la región adyacente interior a la hoja de corriente en la magnetopausa durante y después de las compresiones sufridas por la magnetósfera.

Los gradientes generados son fuente de energía que puede ser transferida a las partículas magnetosféricas por medio de interacciones resonantes entre éstas y las oscilaciones generadas precisamente por los gradientes. Dichas oscilaciones, denominadas en



general ondas de deriva (drift waves), presentan un gran variedad de modos y condiciones de inestabilidad y resonancia.

el propósito del presente trabajo es: 1) determinar en cada una de las regiones mencionadas el modo o los modos de oscilación posibles y 2) discernir si su interacción con las partículas en cada caso se traduce en un amortiguamiento del modo (energización de partículas) o bien, en un crecimiento de la inestabilidad. Se discuten las consecuencias que estas interacciones pueden tener en la dinámica de la magnetósfera joviana.

EEP-03-021

#### FLUJO DE PLASMA EN LA IONOSFERA DEL PLANETA MARTE

Héctor Pérez de Tejada  
Instituto de Geofísica  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Ensenada, Baja California, México.

Se presenta un estudio de la velocidad, densidad y temperatura del plasma medido en la estela de Marte. La deficiencia del momento de flujo que implican los perfiles de velocidad y densidad en esta región sugiere la existencia de un flujo ionosférico similar al detectado en la ionósfera de Venus. De los valores de la densidad ionosférica obtenidos con los vehículos Marte 6 y Vikingo 2, es posible inferir que la velocidad del flujo de plasma ionosférico en Marte es del orden de 6-8 km/sec, y por consiguiente, mayor que la velocidad de escape del planeta. Las consecuencias de la existencia de tal flujo serán examinadas en relación con la evolución de la atmósfera marciana.

EEP-04-022

#### MEDICION DE ONDAS ION CICLOTRON EN EL MEDIO INTERPLANETARIO

Zenteno, G., Pérez Enríquez, R. y Hurtado, A.  
Instituto de Geofísica-UNAM  
Ciudad Universitaria, México 04510, D. F.

El modelo de partículas para ráfagas solares predice la presencia de ondas ion ciclotrón en el medio interplanetario provenientes de regiones activas. Estas ondas son en su mayor parte, disipadas a los pies de los anillos coronales pero, algunas de ellas pueden escapar, a través de un tubo magnético en el Viento Solar,



hacia el espacio exterior. Debido a su alta frecuencia (2 MHz), la observación directa de dichas ondas no se ha llevado a cabo. En este trabajo, se propone un experimento para la medición de las ondas ion ciclotrón en el medio interplanetario, provenientes de regiones activas en el Sol antes o en ausencia de ráfagas.

EEP-05-023

SOBRE ABUNDANCIAS ISOTOPICAS Y EL MODELO DE  
PARTICULAS EN RAFAGAS SOLARES.

Pérez Enríquez, R. y Zenteno, G.  
Instituto de Geofísica, UNAM  
C. P. 04510, México, D. F.

Durante la etapa de preparación de la Ráfaga, las partículas son aceleradas eficientemente en los anillos magnéticos de las Regiones Activas por turbulencia hidromagnética. Por lo tanto, un gran número de partículas se convierten en "resonantes" en el esquema de Kennel y Petschek y generan ondas ion ciclotrónicas, cuando la temperatura de los electrones,  $T_e$ , es aproximadamente un orden de magnitud mayor que la temperatura de los iones,  $T_i$ , y ondas magnetoacústicas cuando  $T_e \approx T_i$ . Esto implica que el mecanismo de calentamiento preferencial en la zona de la Ráfaga comienza mucho tiempo antes (décimos de horas) que la Ráfaga misma. Sólo cuando la Ráfaga tiene lugar, somos capaces de "ver" este proceso en acción.

EEP-06-24

VARIACION SECULAR DE DECLINACION MAGNETICA EN MEXICO

José Carlos Cañon Martínez  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Delegación Coyoacán  
04510 México, D. F.

Desde 1769 se dispone de medidas de declinación magnética en la República Mexicana, a partir de 1952 estas medidas se han venido realizando regularmente en estaciones de repetición a través de toda la República. Los valores medios anuales deducidos para estas estaciones (1960-1975), junto con los correspondientes valores medios anuales del Observatorio Magnético de Teoloyucan son analizados para obtener una ecuación para la variación secular de la Declinación magnética sobre el país.



Usando esta ecuación se obtuvieron los valores para 1976.0, a partir de estos valores y de la ecuación para el cambio anual en la Declinación el valor de la Declinación para cualquier lugar de la República puede ser convenientemente extrapolado para una época determinada. La extrapolación es razonablemente precisa para un período de 5 años.

EEP-07-025

#### CAMBIO SECULAR DEL CAMPO GEOMAGNETICO HASTA LA EPOCA 1980.

M. en C. Lucía Chargoy Espínola  
Instituto de geofísica, UNAM  
Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán  
04510 México, D. F.,

Con los coeficientes de la ecuación del potencial de Gauss, publicados periódicamente para los centros mundiales de datos, se analiza la variación secular del campo geomagnético. En este trabajo se hace el análisis para la época 1980 y se presentan los resultados junto con los de épocas anteriores, para resaltar las variaciones ocurridas a lo largo de 145 años de observación.

El análisis se presenta en dos partes, primero se toma el sistema de referencia con origen en el centro geográfico y en la segunda parte, el origen del sistema de referencia se sitúa en el centro geomagnético.

EEP-08-026

#### EL CICLO DE ONCE AÑOS DE RAYOS COSMICOS Y SU RELACION CON LOS DECRECIMIENTOS FORBUSH.

Durand, H., R. Gall  
Instituto de Geofísica-UNAM  
Ciudad Universitaria, 04510, México, D. F.

Los decrecimientos durante las misiones de los Pioneros han demostrado que el paso de ondas de choque a través de la heliósfera externa, altera durante varios meses la intensidad de rayos cósmicos. Estos descubrimientos, así como ciertas predicciones teóricas, han llevado a la hipótesis de que el ciclo de once años de rayos cósmicos es inducido por las mismas causas que producen los decrecimientos Forbush. En un intento por determinar si esta hipótesis es válida, se calcularon varias correlaciones entre la intensidad de rayos



cósmicos a 1UA, medida en varias estaciones y diversos parámetros relacionados con los eventos Forbush, como el número de decrecimientos Forbush, el número de ráfagas solares, el índice de tormenta de Pomerantz, etc. De este estudio se concluye que el ciclo de once años de Rayos Cósmicos es fuertemente influido por los mecanismos generadores de los eventos Forbush.

EEP-09-027

PULSACION PC5 DETECTADA DURANTE LA TORMENTA GEOMAGNETICA  
DE FEBRERO 4 DE 1983.

José A. López Cruz Abeyro  
Departamento de Geomagnético  
Universidad de México  
04510, México, D. F.

Esta pulsación ocurre durante la depresión del campo magnético terrestre como se aprecia claramente en el magnetograma. La pulsación con forma sinusoidal se inicia alrededor de las 18:00 horas del tiempo local (24:00 Tiempo Universal), durante una actividad magnética de  $K_p=6$ , con una amplitud máxima en la componente H de alrededor de  $30^p$  gammas y una declinación de 2 minutos de arco. Esto implica que la componente Norte Sur geográfica es de aproximadamente 29.99 gammas y la componente Este-Oeste es  $5.9 \times 10^{-3}$  gammas, con componente vertical cero. Esto sugiere que la pulsación inside sobre la tierra como una onda plana con una polarización tal que el eje mayor de la elipse esta casi orientado en la dirección norte-sur. El período de la PC5 es de aproximadamente 6 minutos.

EEP-10-028

CRITICA A LOS MODELOS COMUNES PARA ESTUDIAR LA ACELERACION  
DE PARTICULAS EN ONDAS DE CHOQUE.

Valdéz-Galicia, J. F. , Moussas, X. , Quenby, J. J.  
Instituto de Geofísica, UNAM  
04510, México, D. F.

Univ. Nal. de Atenas, Penepistimiopolis,  
GRIS 771, Atenas, Grecia  
Blackett, Lab., Imperial College,  
Londres SW7, 2BZ, Inglaterra

La aproximación más comunmente usada para estudiar la aceleración de partículas en regiones cercanas a ondas de choque



consiste en suponer que el campo eléctrico asociado a ésta es la estructura dominante en estas regiones; por tanto el problema puede ser simplificado grandemente con sólo una transformación de sistema de referencia que suprima la presencia del mencionado campo eléctrico. Sin embargo, mediciones del satélite Helios 2 cercanas a una onda de choque muestran que detrás de ella existen campos eléctricos muy grandes que muy bien pueden anular la aproximación referida.

Se presentan trayectorias de partículas cercanas a la onda de choque.

EEP-11-029

METODO DE INTEGRACION NUMERICA PARA MOVIMIENTOS  
ALTAMENTE OSCILATORIOS DE PARTICULAS CARGADAS  
EN MEDIOS ELECTROMAGNETICOS.

Alvarez-Madrigal, M. y Pérez Peraza, Jorge  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Ciudad Universitaria, 03510, México, D. F.

Es de gran importancia tanto en física de plasmas como en astrofísica conocer la trayectoria detallada de las partículas cargadas en los medios electromagnéticos en que se mueven. Pero, debido a que las configuraciones de campo son generalmente complicadas el sistema de ecuaciones diferenciales que describen ese movimiento suele ser bastante complejo. Además, las grandes dimensiones del sistema donde se mueven dificultan, (sino imposibilitan) la resolución analítica del problema, y por tanto es necesario disponer de un método de integración numérica.

En este trabajo se muestra como se elaboró el método que hace posible resolver sistemas de ecuaciones diferenciales que representan el movimiento de las partículas cargadas en campos electromagnéticos de grandes dimensiones, en los que las partículas oscilan a una gran frecuencia.

EEP-12-030

## GROSOR DE LAS ONDAS DE CHOQUE EN EL MEDIO INTERPLANETARIO

Alvarez-Madrigal, M., Durand, H. Rangel, T.  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Ciudad Universitaria, 03510 México, D. F.

Durante los eventos solares se producen ondas de choque las cuales se propagan a través del medio interplanetario.

La propagación de estas ondas causa un incremento de densidad, intensidad de campo magnético y velocidad, asociado a la estructura del frente de la Onda, causando perturbaciones en las atmósferas y magnetósferas planetarias.

En este trabajo se obtiene una expresión para el grosor de estas ondas, el cual está directamente relacionado con la cantidad de energía que depositan por unidad de volumen en el medio interplanetario. Lo que puede servir para saber a que distancia se disipan, lo cual sería una medida del radio de la heliosfera.

La finalidad de este trabajo es calcular el grosor de una manera sencilla y manejable, ya que en la física de plasmas a menudo se encuentran expresiones que son manejables por su complejidad.

EEP-13-131

## EFFECTO DISPERSOR DE LAS ONDAS DE CHOQUE SOBRE LOS RAYOS COSMICOS

Héctor Durand  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Ciudad Universitaria, 04510, D. F., México

Durante los eventos de rayos cósmicos conocidos como decrecimiento Forbush se ha observado que el inicio del evento es función de la hora local, es decir, el momento del inicio depende de la dirección en que esté mirando el observador. Usando el modelo de decrecimiento Forbush propuesto por B. Thomas y R. Gall se concluye que el fenómeno se debe a una descolimación de las partículas enfriadas conforme se acerca la onda a la Tierra.



## ANALINIS AUTOCONSISTENTE DE SERIES DE FOURIER (2a. Etapa)

A. Orozco T. y A. Godínez  
Instituto de Geofísica, UNAM  
04510, D. F., México

Se presenta la segunda fase del método Autoconsistente de Fourier para el análisis de series de tiempo corto. En la primera fase (Orozco, A. 1981) el Método Autoconsistente requería el conocimiento previo del número de señales y el período de cada una. En esta segunda fase el método puede proporcionar tanto el número de señales como sus períodos y fases con una precisión mayor del 1%.

El método trabaja con series de tiempo limpias (sin ruido) y sin Tendencia a largo plazo y puede detectar señales con períodos de  $2. \Delta t \leq T \leq N. \Delta t$  donde  $\Delta t$  es la frecuencia de muestreo,  $N$  el número total de datos y  $T$  el período de las señales componentes.

INTERIORES DE PLANETAS TERRESTRES DEDUCIDOS A PARTIR  
DE SU DENSIDAD MEDIA Y DE SU RADIO

Héctor Durand  
Instituto de Geofísica, UNAM  
Ciudad Universitaria, 04510, México, D. F.

De los datos conocidos acerca de la densidad media y el radio de los planetas de tipo terrestre se obtiene una gráfica en que los puntos correspondientes a cada planeta caen en dos rectas.

Se propone un modelo que explique esta regularidad en base al cual será posible conocer el ancho y la densidad de las diversas capas que formen la estructura de un determinado planeta.

| Autor           | Resumen     | Página | Institución |
|-----------------|-------------|--------|-------------|
| <b>A</b>        |             |        |             |
| Acosta J.       | S -04-012   | B-3    | CICESE      |
| Adem J.         | CA -08-044  | E-5    | CCA-UNAM    |
| Alba L.         | EGG -29-090 | C-18   | IGF-UNAM    |
| Alduncin. G.    | EGG -13-060 | C-8    | FI -UNAM    |
| Alvarez L.      | OF -03-037  | D-2    | CICESE      |
| Alvarez L.J.    | FQIT-10-108 | A-10   | IGF-UNAM    |
|                 | EGG -29-092 | C-19   | IGF-UNAM    |
| Alvarez M.      | EGG -08-034 | C-5    | IGF-UNAM    |
|                 | EEP -11-029 | F-6    | IGF-UNAM    |
|                 | EEP -12-030 | F-7    | IGF-UNAM    |
| Alvarez R.      | EGG -28-091 | C-18   | IIMAS       |
|                 | EGG -30-093 | C-20   | IIMAS       |
|                 | EGG -32-095 | C-22   | IIMAS       |
|                 | EGG -33-096 | C-23   | IIMAS       |
| Andrieux J.     | FQIT-32-160 | A-25   | UP -Fr.     |
| Armienta M.     | FQIT-05-032 | A-5    | IGF-UNAM    |
|                 | FQIT-23-121 | A-19   | IGF-UNAM    |
| Arroyo M.       | S -25-152   | B-20   | II -UNAM    |
| <b>B</b>        |             |        |             |
| Badan A.        | CA -19-055  | E-11   | CICESE      |
| Barreto F.      | CA -16-052  | E-10   | CCA-UNAM    |
| Bohnel H.       | FQIT-14-112 | A-13   | UM-RFA      |
|                 | FQIT-22-120 | A-19   | UM-RFA      |
| Bondarenko V.   | FQIT-16-114 | A-14   | AC-URSS     |
|                 | FQIT-20-118 | A-17   | AC-URSS     |
| Bonnin J.       | FQIT-32-160 | A-25   | UP-Fr.      |
| Bravo J.L.      | CA -26-139  | E-16   | IGF-UNAM    |
|                 | CA -27-140  | E-16   | IGF-UNAM    |
|                 | CA -28-141  | E-17   | IGF-UNAM    |
|                 | CA -29-142  | E-18   | IGF-UNAM    |
| Bravo H.        | CA -18-054  | E-11   | CCA-UNAM    |
| Bremer M.       | FQIT-22-120 | A-19   | UM-RFA      |
| Brown E.        | S -24-151   | B-19   | UCSC-USA    |
| Brune J.        | S -03-006   | B-2    | UCSD-USA    |
| Buendía, E.     | CA -24-137  | E-14   | CCA-UNAM    |
| <b>C</b>        |             |        |             |
| Campos G.       | EGG -24-087 | C-16   | IGF-UNAM    |
| Cañón C.        | EEP -06-024 | F-3    | IGF-UNAM    |
| Carrasco C.     | OF -06-040  | D-3    | CICESE      |
| Castillo del L. | FQIT-02-007 | A-2    | IPN         |
| Castrejón F.    | S -08-071   | B-6    | IGF-UNAM    |
| Castro T.       | CA -12-048  | E-8    | CCA-UNAM    |
|                 | CA -13-049  | E-9    | CCA-UNAM    |
|                 | CA -14-050  | E-9    | CCA-UNAM    |
| Castro R.       | S -06-069   | B-5    | II -UNAM    |
|                 | S -13-076   | B-10   | II -UNAM    |
| Cavazos R.      | EGG -38-101 | C-26   | CICESE      |
| Chargoy L.      | EGG -17-064 | C-11   | IGF-UNAM    |
|                 | EEP -07-025 | F-4    | IGF-UNAM    |



|                |             |      |          |
|----------------|-------------|------|----------|
| Chávez F.      | S -06-069   | B-5  | II -UNAM |
| Chávez M.      | S -25-152   | B-20 | II -UNAM |
| Colín M.       | EGG -21-084 | C-13 | IGF-UNAM |
| Comparan J.L.  | EGG -35-098 | C-24 | UANL     |
| Contreras D.   | FQIT-34-163 | A-27 | IGF-UNAM |
| Couch R.       | FQIT-35-165 | A-28 | OSU-USA  |
| Cruickshank C. | EGG -14-061 | C-9  | II -UNAM |
| Cruz A.        | EGG -39-102 | C-27 | CICESE   |
| Cruz De la S.  | FQIT-21-119 | A-18 | IGF-UNAM |
|                | FQIT-26-124 | A-21 | IGF-UNAM |
|                | FQIT-27-125 | A-22 | IGF-UNAM |
|                | S -21-148   | B-17 | IGF-UNAM |
| D              |             |      |          |
| Darby D.       | EGG -12-059 | C-7  | CICESE   |
| Datille K.     | S -24-151   | B-19 | UCSC-USA |
| Delgado O.     | CA -21-134  | E-12 | CCA-UNAM |
| Del Valle E.   | CA -15-051  | E-9  | CCA-UNAM |
| Díaz L.        | CA -15-051  | E-9  | CCA-UNAM |
| Domínguez T.   | S -13-076   | B-10 | II -UNAM |
| Duarte C.      | EGG -07-033 | C-4  | CICESE   |
| Durand H.      | EEP -08-026 | F-4  | IGF-UNAM |
|                | EEP -12-030 | F-7  | IGF-UNAM |
|                | EEP -13-131 | F-7  | IGF-UNAM |
|                | EEP -15-133 | F-8  | IGF-UNAM |
| Durazo R.      | OF -03-037  | D-2  | CICESE   |
| E              |             |      |          |
| Enríquez J.    | FQIT-30-130 | A-24 | CFE      |
| Esparza F.     | S -17-080   | B-14 | CICESE   |
| Espíndola J.M. | FQIT-29-129 | A-23 | IGF-UNAM |
|                | EGG -45-157 | C-30 | IGF-UNAM |
| Espinoza J.M.  | FQIT-09-107 | A-8  | CECP-CFE |
| F              |             |      |          |
| Favela F.      | EGG -07-033 | C-4  | CICESE   |
| Fernández R.   | EGG -20-083 | C-13 | CICESE   |
|                | EGG -40-103 | C-27 | CICESE   |
| Figueroa J.    | S -26-153   | B-21 | II -UNAM |
| Flores L.      | FQIT-16-114 | A-14 | IGF-UNAM |
|                | FQIT-20-118 | A-17 | IGF-UNAM |
| Frez J.        | S -05-068   | B-4  | CICESE   |
|                | S -15-078   | B-12 | CICESE   |
|                | S -16-079   | B-13 | CICESE   |
|                | S -17-080   | B-14 | CICESE   |
|                | S -18-081   | B-15 | CICESE   |
|                | S -19-082   | B-16 | CICESE   |
| G              |             |      |          |
| Galindo I.     | CA -28-141  | E-17 | IGF-UNAM |
| Gall R.        | EEP -08-026 | F-4  | IGF-UNAM |
| Galván N.      | FQIT-33-162 | A-26 | ADC      |
| García A.      | EGG -35-098 | C-24 | UANL     |
| García E.      | CA -03-010  | E-2  | CICESE   |
| García J.      | CA -09-045  | E-6  | CCA-UNAM |

|              |             |      |            |
|--------------|-------------|------|------------|
| García Z.    | EGG -36-099 | C-25 | CICESE     |
| Gavrilov V.  | FQIT-16-114 | A-14 | AC-URSS    |
|              | FQIT-20-118 | A-17 | AC-URSS    |
| Gay C.       | CA -17-053  | E-10 | CCA-UNAM   |
| Godín G.     | OF -04-038  | D-2  | CICESE     |
| Godínez G.   | CA -07-043  | E-5  | IG -UNAM   |
| Godínez T.   | EEP -14-132 | F-8  | IGF-UNAM   |
| Gomber J.    | S -03-006   | B-2  | UCSD-USA   |
| Gómez F.     | CA -32-145  | E-19 | SARH       |
|              | CA -33-146  | E-20 | SARH       |
| Gómez E.     | EGG -35-098 | C-24 | CICESE     |
|              | EGG -36-099 | C-25 | CICESE     |
|              | EGG -37-100 | C-25 | CICESE     |
|              | EGG -38-101 | C-26 | CICESE     |
| González A.  | FQIT-18-116 | A-16 | CFE        |
| González J.  | S -24-121   | B-19 | UCSC-USA   |
| González J.  | S -15-078   | B-12 | CICESE     |
|              | EGG -12-059 | C-7  | CICESE     |
| González P.  | EGG -15-062 | C-9  | IGF-UNAM   |
|              | EGG -47-154 | C-31 | IGF-UNAM   |
| González T.  | FQIT-06-067 | A-6  | IGF-UNAM   |
|              | EGG -11-058 | C-7  | IGF-UNAM   |
| Gorshkov A.  | FQIT-16-114 | A-14 | AC-URSS    |
|              | FQIT-20-118 | A-17 | AC-URSS    |
| Guendel F.   | FQIT-04-020 | A-4  | UN-CR      |
|              | S -23-150   | B-18 | UN-CR      |
| Guerra E.    | EGG -35-098 | C-24 | UANL       |
| Gutiérrez A. | FQIT-08-106 | A-7  | ESCM-UABCN |
| Gutiérrez G. | OF -04-038  | D-2  | CICESE     |
| Guzmán S.    | CA -20-056  | E-12 | CCA-UNAM   |

# H

|              |             |      |          |
|--------------|-------------|------|----------|
| Hasimoto R.  | CA -02-009  | E-1  | CICESE   |
| Hernance J.  | FQIT-10-108 | A-10 | BU-UJA   |
| Hernández A. | EGG -01-004 | C-1  | INEGI-SP |
| Hernández B. | EGG -21-084 | C-13 | IGF-UNAM |
| Hernández J. | EGG -06-018 | C-3  | Hylsa    |
| Herrera I.   | EGG -16-063 | C-10 | IGF-UNAM |
|              | EGG -17-064 | C-11 | IGF-UNAM |
|              | EGG -44-158 | C-29 | IGF-UNAM |
| Herrera R.   | EGG -35-098 | C-24 | UANL     |
| Huerta C.    | S -18-081   | B-15 | CICESE   |
| Hurtado A.   | EEP -04-022 | F-2  | IGF-UNAM |

# J

|             |             |      |          |
|-------------|-------------|------|----------|
| Jáuregui E. | CA -07-043  | E-5  | IG -UNAM |
|             | CA -10-046  | E-7  | IG -UNAM |
|             | CA -11-047  | E-7  | IG -UNAM |
| Javier C.   | S -07-070   | B-5  | II -UNAM |
| Juárez G.   | FQIT-16-114 | A-14 | IGF-UNAM |
|             | FQIT-19-117 | A-16 | IGF-UNAM |
|             | FQIT-20-118 | A-17 | IGF-UNAM |



|   |              |             |      |          |
|---|--------------|-------------|------|----------|
| K | Kamensky I.  | FQIT-18-116 | A-16 | AC-URSS  |
|   | Kanuga K.    | CA -04-011  | E-3  | UAV      |
|   | Kononov I.   | FQIT-18-116 | A-16 | AC-URSS  |
| L | LeMoyné L.   | CA -12-048  | E-8  | CCA-UNAM |
|   |              | CA -13-049  | E-8  | CCA-UNAM |
|   |              | CA -14-050  | E-9  | CCA-UNAM |
|   | Lemus L.     | CA -17-053  | E-10 | CCA-UNAM |
|   | León J.      | S -10-073   | B-7  | II -UNAM |
|   | Lermo J.     | S -06-069   | B-5  | II -UNAM |
|   |              | S -12-075   | B-9  | II -UNAM |
|   | Lesage P.    | S -16-079   | B-13 | CICESE   |
|   |              | EGG -12-059 | C-7  | CICESE   |
|   | Leyva A.     | CA -25-138  | E-15 | IGF-UNAM |
|   | Lomnitz C.   | S -09-072   | B-7  | IGF-UNAM |
|   | López J.     | EEP -09-027 | F-5  | IGF-UNAM |
|   | López-L. H.  | FQIT-34-163 | A-27 | Hylsa    |
|   |              | EGG -02-013 | C-1  | Hylsa    |
|   |              | EGG -03-014 | C-2  | Hylsa    |
|   |              | EGG -04-015 | C-2  | Hylsa    |
|   |              | EGG -06-018 | C-3  | Hylsa    |
|   | Lewer J.     | S -23-150   | B-18 | UCSC-USA |
| M | Madrid J.    | S -01-001   | B-1  | CICESE   |
|   | Malavassi E. | FQIT-04-020 | A-4  | UN-CR    |
|   |              | S -23-150   | B-18 | UN-CR    |
|   | Marcín H.    | EGG -47-154 | C-31 | IGF-UNAM |
|   | Marione G.   | OF -06-040  | D-3  | CICESE   |
|   | Martin A.L.  | FQIT-10-108 | A-10 | IGF-UNAM |
|   |              | FQIT-22-120 | A-19 | IGF-UNAM |
|   |              | FQIT-24-122 | A-20 | IGF-UNAM |
|   | Martínez A.  | S -07-070   | B-5  | II -UNAM |
|   | Martínez C.  | EGG -10-057 | C-6  | IGF-UNAM |
|   | Martínez M.  | EGG -41-104 | C-28 | CICESE   |
|   | Marvín P.    | FQIT-01-005 | A-1  | SP-USA   |
|   | Masters G.   | S -03-006   | B-2  | UCSD-USA |
|   | McNally K.   | S -23-150   | B-18 | UCSC-USA |
|   |              | S -24-151   | B-19 | UCSC-USA |
|   | Medina J.    | EGG -25-088 | C-16 | IGF-UNAM |
|   | Medina F.    | FQIT-28-126 | A-23 | IGF-UNAM |
|   | Mejía A.     | OF -02-036  | D-1  | CICESE   |
|   | Mena M.      | FQIT-11-109 | A-10 | IGF-UNAM |
|   |              | FQIT-21-119 | A-18 | IGF-UNAM |
|   |              | FQIT-27-125 | A-22 | IGF-UNAM |
|   |              | S -21-148   | B-17 | IGF-UNAM |
|   |              | EGG -10-057 | C-6  | IGF-UNAM |
|   |              | EGG -43-161 | C-29 | IMP      |
|   | Mendoza G.   | S -04-012   | B-3  | CICESE   |
|   | Mendoza L.   | CA -08-044  | E-5  | CCA-UNAM |
|   | Mendoza V.   | FQIT-21-119 | A-18 | CPE      |
|   | Mercado F.   | CA -31-144  | E-19 | CCA-UNAM |
|   | Merino J.    | CA -22-135  | E-13 | CCA-UNAM |
|   | Meza L.      | FQIT-11-109 | A-10 | IGF-UNAM |
|   | Molina R.    | FQIT-12-110 | A-11 | IGF-UNAM |

|            |             |      |          |
|------------|-------------|------|----------|
| Molina R.  | FQIT-18-116 | A-16 | CFE      |
| Monges J.  | EGG -10-057 | C-6  | IGF-UNAM |
| Monnin M.  | FQIT-21-119 | A-18 | LFCF-Fr  |
| Montes R.  | OF -05-039  | D-3  | CICESE   |
| Morales T. | CA -09-045  | E-6  | CCA-UNAM |
|            | CA -16-052  | E-10 | CCA-UNAM |
| Morán D.   | FQIT-07-105 | A-6  | CFE      |
|            | FQIT-30-130 | A-24 | CFE      |
| Mosiño P.  | CA -05-041  | E-4  | CCA-UNAM |
| Mota A.    | CA -29-142  | E-18 | IGF-UNAM |
| Mota R.    | FQIT-31-159 | A-24 | IGF-UNAM |
|            | FQIT-32-160 | A-25 | IGF-UNAM |
|            | S -21-148   | B-17 | IGF-UNAM |
| Moussas X. | EEP -10-028 | F-5  | UNT-Gr.  |
| Muhlia A.  | CA -25-138  | E-15 | IGF-UNAM |
| Munguía L. | S -15-078   | B-12 | CICESE   |

# N

|              |             |      |          |
|--------------|-------------|------|----------|
| Nava A.      | S -03-006   | B-2  | IGF-UNAM |
|              | S -08-071   | B-6  | IGF-UNAM |
|              | S -09-072   | B-7  | IGF-UNAM |
|              | S -10-073   | B-7  | IGF-UNAM |
| Nedopekin L. | FQIT-16-114 | A-14 | AC-URSS  |
|              | FQIT-20-118 | A-17 | AC-URSS  |
| Negendank.J. | FQIT-14-112 | A-13 | UT-RFA   |
| Ness G.      | FQIT-35-165 | A-28 | OU-USA   |
| Nieva D.     | FQIT-03-017 | A-3  | IIE      |
| Nishenko P.  | S -14-077   | B-11 | USGS     |
| Núñez F.     | S -22-149   | B-18 | IGF-UNAM |

# O

|           |             |      |          |
|-----------|-------------|------|----------|
| Ochoa A.  | EGG -02-013 | C-1  | Hylsa    |
|           | EGG -03-014 | C-2  | Hylsa    |
| Orozco A. | EEP -14-132 | F-8  | IGF-UNAM |
| Ortega A. | EGG -34-097 | C-23 | IGF-UNAM |
| Otaola J. | CA -28-141  | E-17 | IGF-UNAM |
|           | CA -30-143  | E-18 | IGF-UNAM |

# P

|               |             |      |          |
|---------------|-------------|------|----------|
| Palma H.      | EGG -22-085 | C-14 | CFE      |
| Pavia J.      | EGG -30-093 | C-20 | VFC-Br.  |
|               | EGG -31-094 | C-21 | VFC-Br.  |
|               | EGG -32-095 | C-22 | UFC-Br.  |
| Peña H.       | OF -05-039  | D-3  | CICESE   |
| Pérez C.      | EGG -43-161 | C-29 | IMP      |
| Pérez E.R.    | EEP -04-022 | F-2  | IGF-UNAM |
|               | EEP -05-023 | F-3  | IGF-UNAM |
| Pérez I.      | CA -06-042  | E-4  | CCA-UNAM |
| Pérez P.J.    | EEP -11-029 | F-6  | IGF-UNAM |
| Pérez de T.H. | EEP -03-021 | F-2  | IGF-UNAM |
| Polak B.      | FQIT-18-116 | A-16 | AC-URSS  |
| Ponce L.      | S -22-149   | B-18 | IGF-UNAM |
| Portugal E.   | FQIT-03-017 | A-3  | IIE      |
| Porres A.     | S -08-071   | B-6  | IGF-UNAM |
| Prasolov E.   | FQIT-18-116 | A-16 | AC-URSS  |



|              |             |      |          |
|--------------|-------------|------|----------|
| Priestley K. | S -03-006   | B-2  | UN-USA   |
| Prol R.M.    | FQIT-06-017 | A-6  | IGF-UNAM |
|              | FQIT-16-114 | A-14 | IGF-UNAM |
|              | FQIT-17-115 | A-15 | IGF-UNAM |
|              | FQIT-18-116 | A-16 | IGF-UNAM |
|              | FQIT-19-117 | A-16 | IGF-UNAM |
|              | FQIT-20-118 | A-17 | IGF-UNAM |
|              |             |      |          |
| Q            |             |      |          |
| Quenby J.J.  | EEP -10-028 | F-5  | IC-UK    |
| Quintanar L. | S -22-149   | B-18 | IGF-UNAM |
|              |             |      |          |
| R            |             |      |          |
| Radishov V.  | FQIT-16-114 | A-14 | AC-URSS  |
|              | FQIT-20-118 | A-17 | AC-URSS  |
| Ramírez L.   | FQIT-34-163 | A-27 | IGF-UNAM |
| Ramírez M.   | EGG -45-157 | C-30 | IGF-UNAM |
| Ramírez O.   | CA -03-010  | E-2  | CICESE   |
| Rangel T.    | EEP -12-030 | F-7  | IGF-UNAM |
| Razo A.      | FQIT-18-116 | A-16 | CFE      |
| Rebollar C.  | S -02-002   | B-1  | CICESE   |
| Reyes A.     | S -04-012   | B-3  | CICESE   |
|              | S -15-078   | B-13 | CICESE   |
| Reyes S.     | CA -01-008  | E-1  | CICESE   |
|              | CA -02-009  | E-1  | CICESE   |
|              | CA -03-010  | E-2  | CICESE   |
| Río del L.   | FQIT-33-162 | A-26 | ADC      |
| Ríos V.H.    | EEP -01-003 | F-1  | UNT-Arg. |
| Ripa P.      | OF -02-036  | D-1  | CICESE   |
|              | OF -06-040  | D-3  | CICESE   |
| Ritter W.    | OF -01-031  | D-1  | CCA-UNAM |
| Rivera V.    | CA -02-009  | E-1  | CICESE   |
| Rivero F.    | EGG -09-035 | C-5  | IGF-UNAM |
| Rodríguez J. | CA -11-047  | E-7  | CFE      |
| Rodríguez M. | S -06-069   | B-5  | II-UNAM  |
|              | S -10-073   | B-7  | II-UNAM  |
|              | S -12-075   | B-9  | II-UNAM  |
|              | S -13-076   | B-10 | II-UNAM  |
| Rodríguez R. | EGG -24-087 | C-16 | IGF-UNAM |
|              | EGG -25-088 | C-16 | IGF-UNAM |
|              | EGG -26-089 | C-17 | IGF-UNAM |
|              | EGG -34-097 | C-23 | IGF-UNAM |
| Rogers G.    | FQIT-23-121 | A-19 | LU-UK    |
| Rojas M.     | EGG -10-057 | C-6  | IGF-UNAM |
| Romero J.    | EGG -23-086 | C-15 | CFE      |
| Romero M.    | FQIT-21-119 | A-18 | ININ     |
| Romero V.    | FQIT-24-122 | A-20 | IGF-UNAM |
| Romo J.      | EGG -41-104 | C-28 | CICESE   |
| Rubí G.      | EGG -20-083 | C-13 | CICESE   |
| Ruiz E.      | S -11-074   | B-8  | IGF-UNAM |
|              |             |      |          |
| S            |             |      |          |
| Sabina F.    | EGG -46-156 | C-30 | IIMAS    |
| Salazar E.   | EGG -38-101 | C-26 | CICESE   |
| Salazar S.   | CA -27-040  | E-16 | IGF-UNAM |

|               |             |      |          |
|---------------|-------------|------|----------|
| Salgado J.    | FQIT-02-007 | A-2  | UAP      |
| Sánchez A.    | EGG -38-101 | C-26 | CICESE   |
| Sánchez A.    | FQIT-21-119 | A-18 | IIE      |
| Sánchez E.    | EEP -02-019 | F-1  | IGF-UNAM |
| Sánchez F.    | EGG -44-158 | C-29 | IIMAS    |
| Sánchez O.    | FQIT-35-165 | A-28 | IOM-SM   |
| Sánchez S.    | EGG -04-015 | C-2  | Hylsa    |
| Santoyo E.    | FQIT-03-017 | A-3  | IIE      |
| Saunders A.   | FQIT-23-121 | A-19 | LU-UK    |
| Seidel J.     | FQIT-21-119 | A-18 | LFCF-Fr. |
| Segovia N.    | FQIT-21-119 | A-18 | ININ     |
| Singh S.K.    | S -13-076   | B-10 | IGF-UNAM |
|               | S -14-077   | B-11 | IGF-UNAM |
| Smirnov B.    | FQIT-16-114 | A-14 | AC-URSS  |
|               | FQIT-20-118 | A-17 | AC-URSS  |
| Suárez J.     | S- 16-079   | B-13 | CICESE   |
| Suárez F.     | FQIT-08-106 | A-7  | CICESE   |
|               | FQIT-09-107 | A-8  | CICESE   |
|               | S -15-078   | B-12 | CICESE   |
| Sugrovob V.   | FQIT-16-114 | A-14 | AC-URSS  |
|               | FQIT-20-118 | A-17 | AC-URSS  |
| Suro V.       | EGG -02-013 | C-1  | Hylsa    |
|               | EGG -05-016 | C-3  | Hylsa    |
| T             |             |      |          |
| Tarling D.    | FQIT-13-111 | A-12 | NU-UK    |
| Terrel D.J.   | FQIT-05-032 | A-5  | IGF-UNAM |
|               | FQIT-23-121 | A-19 | IGF-UNAM |
|               | FQIT-25-123 | A-20 | IGF-UNAM |
| Torres R.     | CA -18-054  | E-11 | CCA-UNAM |
| Traversoni L. | EGG -18-065 | C-11 | IGF-UNAM |
|               | EGG -19-066 | C-12 | IGF-UNAM |
| U             |             |      |          |
| Urrutia J.    | FQIT-11-109 | A-10 | IGF-UNAM |
|               | FQIT-12-110 | A-11 | IGF-UNAM |
|               | FQIT-13-111 | A-12 | IGF-UNAM |
|               | FQIT-14-112 | A-13 | IGF-UNAM |
|               | FQIT-15-113 | A-14 | IGF-UNAM |
|               | FQIT-22-120 | A-19 | IGF-UNAM |
|               | FQIT-30-130 | A-24 | IGF-UNAM |
|               | FQIT-34-163 | A-27 | IGF-UNAM |
|               | EGG -27-090 | C-18 | IGF-UNAM |
| V             |             |      |          |
| Valdes J.F.   | EEP -10-028 | F-5  | IGF-UNAM |
| Valdovinos M. | CA -11-047  | E-7  | CFE      |
| Valencio D.   | FQIT-15-113 | A-14 | UBA-Arg. |
| Vázquez R.    | EGG -39-102 | C-27 | CICESE   |
| Vega R.       | EGG -37-100 | C-25 | CICESE   |
|               | EGG -39-102 | C-27 | CICESE   |
| Verma S.P.    | FQIT-03-017 | A-3  | IIE      |
|               | FQIT-06-067 | A-6  | IIE      |
|               | FQIT-23-121 | A-19 | IIE      |



|               |      |         |      |          |
|---------------|------|---------|------|----------|
| Villicaña F.  | CA   | -23-136 | E-14 | CCA-UNAM |
| Villalobos D. | CA   | -01-008 | E-1  | CICESE   |
| Villanueva E. | CA   | -12-048 | E-8  | CCA-UNAM |
|               | CA   | -13-049 | E-8  | CCA-UNAM |
|               | CA   | -14-050 | E-9  | CCA-UNAM |
| Virueña L.    | FQIT | -05-032 | A-5  | IAC      |
|               |      |         |      |          |
| W             |      |         |      |          |
| Winant C.     | CA   | -19-055 | E-11 | SIO      |
| Wong V.       | S    | -19-082 | B-16 | CICESE   |
|               |      |         |      |          |
| Y             |      |         |      |          |
| Yamamoto J.   | S    | -20-147 | B-16 | IGF-UNAM |
| Yates R.      | EGG  | -42-128 | C-28 | ISA      |
|               |      |         |      |          |
| Z             |      |         |      |          |
| Zenteno E.    | EGG  | -27-090 | C-18 | IGF-UNAM |
| Zenteno G.    | CA   | -28-141 | E-17 | IGF-UNAM |
|               | CA   | -30-143 | E-18 | IGF-UNAM |
|               | EEP  | -04-022 | F-2  | IGF-UNAM |
|               | EEP  | -05-023 | F-3  | IGF-UNAM |



