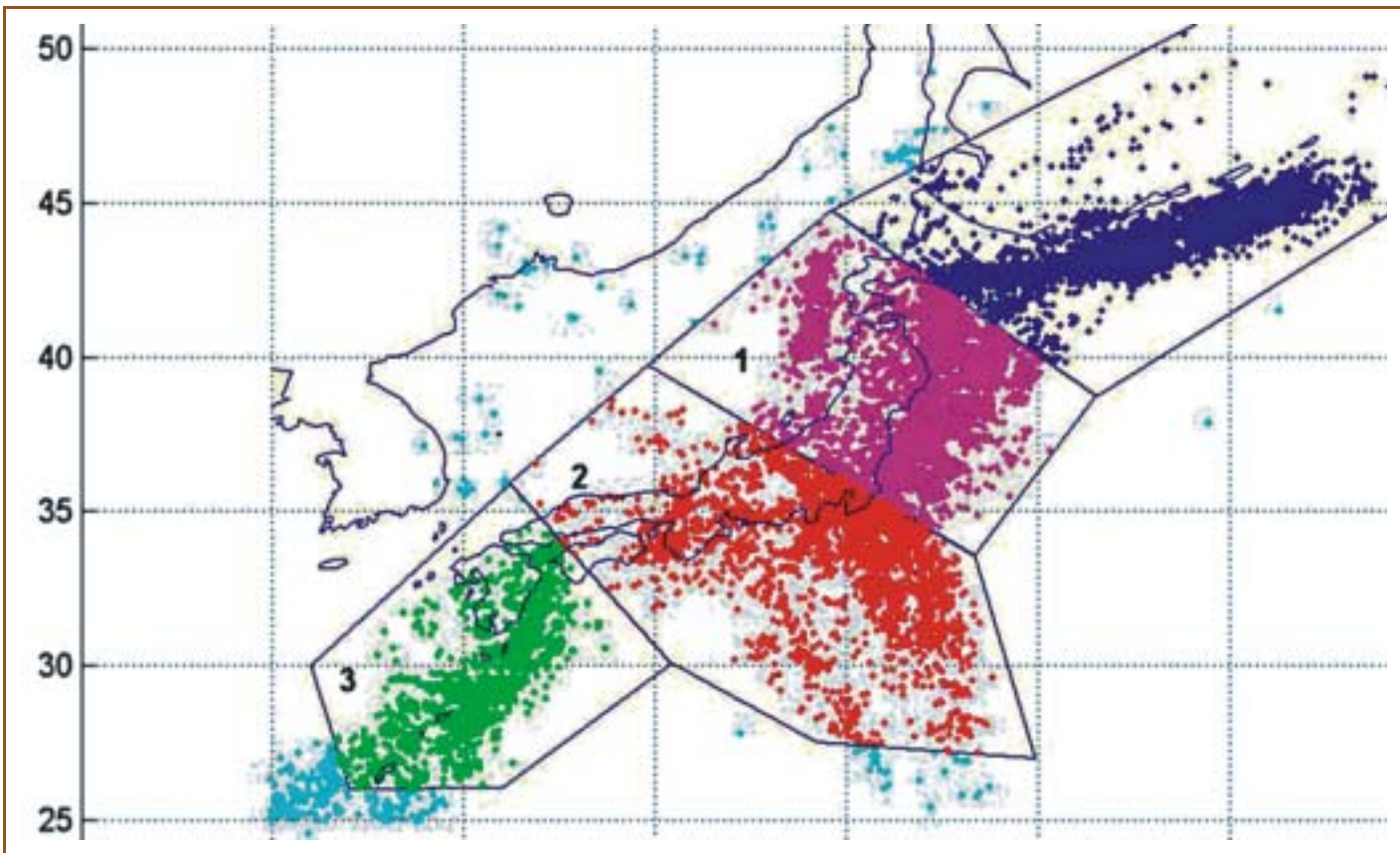


BOGOTÁ



GEOS se publica tres veces al año patrocinada por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) y editada conjuntamente por la UGM y el CICESE.

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.
Mesa Directiva 2004-2005

Dr. Julián Adem Chain
Presidente Honorario

Dr. Luca Ferrari Pedraglio
Presidente

Dr. Luis Alberto Delgado Argote
Vicepresidente

Dr. Jaime Urrutia Fucugauchi
Secretario General

Dr. Roberto Molina Garza
Tesorero

Dr. Vladimir Kostoglodov
Secretario de Investigación

Dr. José Manuel Romo Jones
Secretario de Difusión

Dr. Fernando García García
Secretario de Educación

Editores Principales

Luis A. Delgado Argote
ldelgado@cicese.mx
CICESE

José Manuel Romo Jones
jromo@cicese.mx
UGM

Comité Editorial

Harald Böhnelt, Instituto de Geofísica, UNAM
Noel Carbajal Pérez, IPICyT
Oscar Campos, Instituto de Geofísica, UNAM
Gerardo Carrasco, Instituto de Geología, UNAM
Ana Luisa Carreño, Instituto de Geología, UNAM
Carlos Flores Luna, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
José Luis Frías Salazar, INEGI
Juan García Abdeslem, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
René Garduño, Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Manuel Grajales N., Instituto Mexicano del Petróleo
Margarita López Martínez, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Alejandro Hinojosa Corona, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Miguel Lavín Peregrina, División de Oceanología, CICESE
Luis Munguía Orozco, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Jorge Ledesma Vázquez, Facultad de Ciencias Marinas, UABC
Guillermo Pérez, PEMEX
Domitilo Pereyra, Universidad Veracruzana
Francisco José Sánchez Sesma, UNAM
Miguel Téllez, UABC
Gustavo Tolson, Instituto de Geología, UNAM
Carlos Suárez Plascencia, Universidad de Guadalajara
Héctor Pérez de Tejada, Instituto de Geofísica, UNAM

Apoyo Técnico Editorial
Jomagú Diseño Gráfico
María Cristina Álvarez Astorga
Alejandro F. Nava Pichardo

GEOS, boletín informativo de la Unión Geofísica Mexicana, contiene artículos de investigación originales así como artículos de divulgación y notas cortas, sobre aspectos relevantes para la difusión de la actividad científica, tecnológica y docente en las Ciencias de la Tierra, así como noticias de interés para los miembros de la UGM. Las instrucciones para los autores se encuentran al final de cada revista y en <http://www.ugm.org.mx/geos.html>

correspondencia a:
Editorial GEOS
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada
Ensenada, B.C., México
Tel.: (646)175-0500, Ext. 26060

EDITORIAL	437
ARTÍCULOS DE INVESTIGACION	
ESTIMACIÓN DE VELOCIDADES DE FASE A PARTIR DEL ANÁLISIS DE MICROTREMORES CON EL MÉTODO SPAC Hortencia Citlali Flores-Estrella, Cinna Lomnitz-Aronsrau, Sergio Yussim-Guarneros	438
LA ESTIMACIÓN MARKOVIANA DIRECTA DE PELIGRO SÍSMICO EN SISTEMAS SISMOGÉNICOS COMO UN CASO PARTICULAR DE APRENDIZAJE NEURONAL TIPO PERCEPTRÓN Claudia Herrera y F. Alejandro Nava	446
REPORTE DE UN ENJAMBRE SÍSMICO DE FEBRERO-ABRIL DE 2004, EN LA BAHIA DE LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR Mario González E., Sergio Mayer G. y Alfredo Aguirre E.	451
SISMICIDAD DEL CENTRO Y SUR DE MÉXICO Javier Fco. Pacheco, Casiano Jiménez, Jesús Pérez Santana, Jorge A. Estrada, José L. Cruz, Arturo Cárdenas, Tan Li Yi, María de los Ángeles Gutiérrez, Bernardino Rubí, José A. Santiago.	457
REPORTES	
BOLETIN DE LA RED SÍSMICA DEL NOROESTE DE MÉXICO GRUPO RESNOM	462
PROMETEO Y EL CAMBIO GLOBAL: LA DÉCIMA OLIMPIADA DE CIENCIAS DE LA TIERRA Enrique Gómez Treviño	468
NOTICIAS DE LA UGM	
DIRECTORIO DE MIEMBROS DE LA UGM	475
COMUNICACIONES	
POLITICA EDITORIAL	496

¿Son los desastres temas de oportunidad?

En las áreas de las ciencias de la tierra sólida, atmósfera y oceanografía es difícil conseguir financiamiento para hacer investigación, sobre todo, para mantener redes de monitoreo para estudiar la dinámica del planeta. Es claro que, en su mayor parte, invertir en estos temas no produce bienes económicos directos, aunque bien puede ayudar a amortiguar la pérdida o afectación a esos valores cuando ocurren fenómenos naturales.

A raíz del devastador sismo del pasado 26 de diciembre en Sumatra (M=9.3), la opinión pública y los organismos encargados de la protección civil se han sensibilizado de nuevo. El interés por estos temas se renueva cada vez que se presenta un evento de magnitud importante que interrumpe nuestra tranquilidad cotidiana, por lo que expertos adscritos al Foro Consultivo Científico y Tecnológico instaron a legisladores miembros de las comisiones de Ciencia y Tecnología, Salud y Seguridad Nacional, a tomar medidas para instalar una red de monitoreo contra maremotos y *tsunamis* a lo largo de las costas del país, así como a crear sistemas de advertencia que ayuden a desarrollar planes y programas coordinados de respuesta social.

Suponiendo que las propuestas de los expertos tengan eco entre las autoridades responsables de garantizar el financiamiento de las ciencias y dictar sus políticas, e imaginando un ambiente bien coordinado, también sería conveniente atender la propuesta surgida recientemente de un coloquio sobre instituciones de investigación y educación superior (IIES), que señala que se debe contar con recursos del Estado para integrar la educación superior pública y privada a los proyectos nacionales a través de redes de investigadores. Si se considera que el estudio de los fenómenos naturales es un asunto de nivel nacional, entonces esta tarea deben hacerla las IIES siguiendo, como se recomienda, un sistema de organización en redes. Para efectuar el complejo trabajo del monitoreo y procesamiento de los datos no es necesario crear nuevas instituciones, sino fortalecer a las existentes apoyándolas con nuevas plazas, ofreciendo fondos que fomenten la movilidad académica en un sentido amplio y dándoles un trato preferencial en el pago de impuestos al adquirir equipos de investigación nuevos. La comunidad académica, a través de sus sociedades y las mismas instituciones, debe aprovechar este momento de sensibilización hacia los fenómenos naturales para presentar propuestas al Estado, en un momento en el que prácticamente se ha detenido el crecimiento de las IIES, tanto por el cierre de plazas, como por la insuficiencia y la obsolescencia de su infraestructura. También es momento de que el Estado revise su política de apoyo a los proyectos nacionales de largo plazo en lugar de apoyar a los proyectos de grandes empresas, incluso transnacionales.

ESTIMACIÓN DE VELOCIDADES DE FASE A PARTIR DEL ANÁLISIS DE MICROTREMORES CON EL MÉTODO SPAC

Hortencia Citlali Flores-Estrella¹, Cinna Lomnitz-Aronsfrau¹, Sergio Yussim-Guarneros²

¹ Departamento de Sismología, Instituto de Geofísica, UNAM

² Colegio de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM

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

E-mail: cinna@prodigy.net.mx

E-mail: yussim@servidor.unam.mx

RESUMEN

El análisis de registros de microtremores se ha convertido, por su bajo costo y facilidad de registro, en una herramienta de las más utilizadas para la estimación de efectos de sitio. Sin embargo, en la mayoría de las ocasiones se utilizan métodos que, en el mejor de los casos, sólo permiten obtener una frecuencia fundamental del terreno y proporcionan poca información acerca de su amplificación.

Por otra parte, existen métodos de análisis de microtremores que producen información más útil y completa, como puede ser la dispersión de velocidades de fase; uno de estos métodos es el *Spatial Autocorrelation Method*, SPAC, que aunque no ha sido muy utilizado en México, puede ser una alternativa para el análisis de microtremores, con el objetivo de estimar velocidades de fase de ondas sísmicas en diversas condiciones geológicas.

Palabras clave: microtremor, SPAC, velocidad de fase.

ABSTRACT

Microtremor analysis has become one of the most useful techniques to estimate site effects, mainly because of its low cost and simple record. However, most of the works apply methods that only result on an estimation of the fundamental frequency, with little information about the associated amplification.

In the other hand, there are microtremor analysis methods that provide more useful and complete information, as the phase velocity dispersion curve; one of these methods is the Spatial Autocorrelation Method, SPAC, and even when it hasn't been widely applied in Mexico it is shown that it can be considered as an alternative to calculate phase velocities in the Valley of Mexico, even in places with different geologic conditions.

Key words: microtremor, SPAC, phase velocities.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el uso de registros de microtremores (o ruido ambiental) en estudios geotécnicos y en la estimación del efecto de sitio se ha incrementado considerablemente, sobre todo en áreas de alto riesgo sísmico, donde la expansión y complejidad de las ciudades y de las estructuras contemporáneas ha vuelto imperativo estimar el riesgo sísmico asociado a los efectos de sitio con estudios de microzonificación de una forma eficiente, multidisciplinaria y a un bajo costo.

Sin embargo, la mayoría de los estudios realizados en nuestro país a partir del análisis de registros

de microtremores, utilizan métodos simples (como cocientes H/V) que sólo dan información sobre la frecuencia fundamental del sitio, y en algunas ocasiones sobre la amplificación asociada. En este trabajo exponemos el uso del método SPAC en el Valle de México por primera vez, así como sus alcances y limitaciones en distintas condiciones geológicas; también, se muestra la posibilidad de obtener datos de la velocidad de fase de Ondas Rayleigh a partir de registros de microtremores. Los resultados obtenidos son congruentes con la geología de cada sitio, y con resultados de trabajos previos.

Microtremores

Los microtremores también se conocen como microtrepidaciones, microsismos, ruido sísmico de fondo, campo natural, vibración o ruido ambiental, oscilaciones omnipresentes o microtemblores. Los microtremores pueden definirse como: a) vibraciones en la superficie debidas a la incidencia oblicua de ondas de cuerpo que se propagan en todas direcciones con la misma energía; b) una superposición de ondas superficiales, que constituyen un campo estacionario y homogéneo; y, c) el ruido ambiental generado por fuentes naturales y culturales, como el tráfico vehicular o la actividad humana. Esta última definición es la considerada en el presente trabajo.

Algunas de las ventajas que ofrece el uso de registro de microtremores son (Bard, 1998):

- Que pueden ser medidos casi en cualquier momento y en cualquier lugar;
- Que los instrumentos para su medición y análisis son simples, y;
- Su medición no genera problemas ambientales.

En la gran diversidad de trabajos que analizan registros de microtremores con el fin de estimar los efectos de sitio, algunos autores han reportado similitudes con los resultados obtenidos a partir de registros de eventos sísmicos (Lermo *et al.*, 1988, Lermo, 1992, Gutiérrez y Singh, 1992); por otro lado, también hay autores que no encuentran ninguna correlación entre los resultados de ambos análisis (Asten, 1976; Bard, 1998; Trifunac y Todorowska, 2000). Esta discrepancia puede ser explicada por la diferencia en las propiedades de las fuentes generadoras, de los trayectos de las ondas y de que los microtremores dependen del tiempo y del sitio donde se registran. No obstante, los registros de microtremores pueden ser útiles si se analizan con métodos teórica y físicamente bien fundamentados.

Los registros de microtremores en la banda de 0.1 a 0.5 segundos pueden ser utilizados para responder a uno de los problemas en la ingeniería sísmica: Establecer el espesor y la velocidad de cizalla de sedimentos no consolidados que sobreyacen a la roca del basamento, dado que en este intervalo se propagan en el modo fundamental y en modos superiores de ondas Rayleigh (Bard, 1998). Además, ya que los microtremores se pueden considerar como un campo estacionario y homogéneo de ondas superficiales, se puede calcular la velocidad de fase de ondas Rayleigh (que está controlada predominantemente por la velocidad de ondas S), y proveer información adecuada sobre el modelo de velocidad de ondas S, a partir del cual se puede obtener una estimación de los efectos de sitio.

Origen y características de los microtremores

La propagación y las características de las fuentes de los microtremores han sido estudiadas desde el siglo XIX (Asten, 1976), y desde entonces se observó la complejidad de la propagación multimodal y multidireccional. Sin embargo, hasta mediados del siglo XX se comenzaron a utilizar registros de microtremores con el objetivo de estudiar los efectos locales; aunque la idea original de esos trabajos era errónea en cuanto al origen e interpretación de los microtremores, ya que se consideraba que su fuente era ruido blanco y que contenían básicamente ondas de cuerpo (Bard, 1998).

Debido a la utilidad de los microtremores en trabajos en zonas urbanas, su estudio y análisis continuó hasta que algunos autores comenzaron a delimitar el tipo de ondas que los conforman. En la actualidad es aceptado que los microtremores consisten básicamente de ondas superficiales Rayleigh y Love (Aki, 1957, Asten, 1976, Tokimatsu, 1997, Bard, 1998, Liu *et al.*, 2000, Trifunac y Todorowska, 2000, Kuroiwa, 2002, Diagourtas *et al.*, 2001, Rodríguez y Midorikawa, 2002, Sherbaum *et al.*, 2002, Flores-Estrella, 2004) afectadas por la estructura geológica del sitio, dado que las fuentes están distribuidas al azar y en un área considerable.

Los microtremores ocurren en el intervalo de frecuencias de 0.01 a 30 Hz; sin embargo, en la exploración geofísica sólo interesa la banda de 0.1 a 10 Hz, ya que en esta banda parte de la energía se transmite como ondas Rayleigh, cuyos modos y velocidades de propagación se pueden estimar y medir con arreglos instrumentales para obtener información sobre las características de los parámetros elásticos de la corteza terrestre, hasta profundidades de 20 km (Asten, 1976).

En cuanto a las fuentes que producen los microtremores se señala que (Bard, 1998):

- A bajas frecuencias (por debajo de 0.3 y hasta 0.5 Hz.) son causados por las olas oceánicas que ocurren a grandes distancias, y es posible encontrar buena correlación de los microtremores con condiciones meteorológicas de gran escala en el océano;
- A frecuencias intermedias (entre 0.3-0.5 Hz. y 1 Hz.) los microtremores son generados por el oleaje que rompe en las costas, por lo que su estabilidad es significativamente menor;
- Para altas frecuencias (mayores a 1 Hz) las fuentes de los microtremores están ligadas a la actividad humana por lo que reflejan los ciclos de ésta, poniéndose de manifiesto por cambios en la amplitud de los espectros.

Siempre que se utilicen registros de microtremores en la estimación de efectos de sitio hay que recordar que se asume que las trayectorias de las

ondas son simples y similares; esto es, que no existe dispersión tridimensional, y que las trayectorias pueden ser aproximadas por la dispersión geométrica elemental y por la atenuación inelástica.

La discrepancia que existe entre los resultados obtenidos a favor y en contra del uso de microtremores para estimar el efecto de sitio obliga a tomar con reservas los resultados y a una investigación más rigurosa de los métodos de análisis. Afirmaciones tales como que "los microtremores son muy prácticos y atractivos como una herramienta en la ingeniería" (Trifunac y Todorowska, 2000) son más bien optimistas, aunque no del todo ciertas. Una conclusión común es que los estudios de microtremores pueden estimar la frecuencia fundamental y la amplificación asociada que se puede esperar para un evento sísmico; sin embargo, esta afirmación sólo es cierta para algunas distancias epicentrales y para ciertas condiciones geológicas, por lo que los resultados deben ser verificados comparándolos con estimaciones independientes de la respuesta del sitio.

Los registros de ruido ambiental han sido muy útiles en el análisis de puentes y edificios, y no habría porqué pensar que no son útiles para suelos y depósitos recientes o cualquier formación geológica; sin embargo, para alcanzar estos objetivos es necesario enfocar las energías en métodos de análisis que sean verificados con resultados independientes, ya que algunos pueden arrojar información no útil en el campo cercano de un terremoto. Posiblemente un arreglo instrumental denso (una malla de 100 x 100 m) daría idea de cómo analizar los registros de microtremores, para descubrir características de la respuesta de un sitio ante futuros sismos (Trifunac y Todorowska, 2000).

Arreglos instrumentales para el registro de microtremores

Una de las formas de registrar microtremores, con el fin de estimar el efecto de sitio, es utilizar arreglos instrumentales; estos arreglos instrumentales, también llamados arreglos de microtremores, son disposiciones geométricas de sensores, equipos digitalizadores, algunas veces amplificadores y equipo de cómputo para el registro digital de la información.

En la Fig. 1 se muestran esquemáticamente dos arreglos instrumentales: uno realizado con siete estaciones (a), y otro sólo con cuatro (b). La geometría de los arreglos no debe ser circular necesariamente, pero sí debe procurarse mantener una distancia igual entre los sensores, ya que hay métodos que sólo pueden ser aplicados a registros de sensores equidistantes (Tokimatsu, 1997).

Los métodos que utilizan registros obtenidos de arreglos instrumentales hacen uso de las características dispersivas de las ondas superficiales en un medio estratificado. La mayoría de los estudios utilizan el componente vertical, ya que se puede asumir fácilmente que está dominada por ondas Rayleigh. La ventaja de estos registros es que se pueden utilizar métodos de

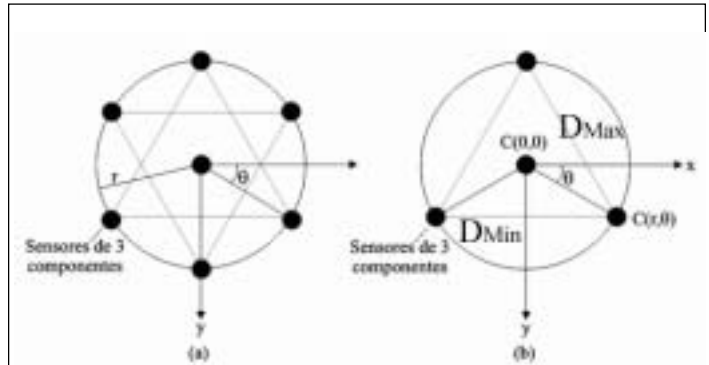


Figura 1. Esquema de dos arreglos instrumentales para el registro de microtremores analizados con métodos como el SPAC o el F-K. (a) Arreglo con siete instrumentos equiespaciados, analizados con el método SPAC o F-K; (b) arreglo con sólo cuatro instrumentos equiespaciados, analizados con el método SPAC.

análisis como el *Spatial Autocorrelation Method*, o método de auto-correlación espacial, SPAC (Aki, 1957), o el método F-K (Capon, 1969), que proporcionan la velocidad de fase de ondas Rayleigh, a partir de la cual es posible estimar la estructura de velocidades y finalmente, el efecto de las condiciones del subsuelo en las características del movimiento (Horike, 1985, Tokimatsu, 1997, Yamamoto, 1998, Liu et al., 2000, Flores-Estrella y Aguirre-González, 2001, Rodríguez et al., 2003, Flores-Estrella, 2004). También se pueden utilizar métodos más simples, que pueden ser aplicados a registros de una sola estación, como los cocientes espectrales H/V (Nakamura, 1989).

MÉTODOS DE ANÁLISIS

Los métodos de análisis de microtremores también se conocen como métodos de ondas superficiales, y en general, se pueden dividir de la siguiente forma (Tokimatsu 1997):

- **Métodos activos:** registran ondas Rayleigh inducidas por una fuente impulsiva o por una fuente oscilatoria con movimiento vertical armónico; en estos métodos los sensores verticales son ubicados en la superficie en línea con la fuente, y la velocidad de fase se calcula a partir del análisis espectral. Este método es útil para explorar profundidades de 10 a 20 m, ya que para llegar a caracterizar profundidades mayores se necesitaría una fuente muy grande.
- **Métodos pasivos:** registran microtremores usando un arreglo instrumental bidimensional sobre la superficie, o bien un solo instrumento; puede ser sólo con el componente vertical o con las tres componentes de movimiento. El análisis de estos datos se puede realizar con métodos que permiten obtener las características de dispersión de ondas superficiales, o bien características de las capas más superficiales

como son: la frecuencia fundamental y la amplificación asociada.

Una clasificación de los principales métodos de análisis de microtremores se muestra en la tabla 1. En esta tabla se muestran: el número de puntos de observación requeridos, las componentes del movimiento que se usan en el análisis, el tipo de onda que se asume y el resultado óptimo. Como se puede ver, los datos de arreglos instrumentales que son analizados con métodos de velocidad de fase proveen más información acerca de las características del terreno. Incluso, se ha encontrado que los perfiles de velocidades de ondas S, estimados a partir del análisis de datos de arreglos instrumentales, son comparables con los obtenidos de pozos hasta una profundidad aproximadamente igual a la máxima abertura del arreglo, con la ventaja de que los arreglos instrumentales para el registros de microtremores se pueden realizar en cualquier momento, casi en cualquier lugar, a un bajo costo económico y de manera simple (Tokimatsu, 1997).

Método SPAC (Aki, 1957)

El método SPAC asume que los microtremores están formados por ondas superficiales, y tiene como objetivo calcular la velocidad de fase para cada frecuencia, a partir de registros simultáneos de microtremores obtenidos de un arreglo instrumental de siete o de cuatro estaciones, como los mostrados en la figura 1. La metodología consiste de las siguientes etapas: el registro de ondas superficiales, el cálculo de los coeficientes de correlación y la estimación de la velocidad de fase con base en las ecuaciones que se exponen a continuación.

La forma más simple de aplicar este método es utilizar el componente vertical de registros simultáneos de microtremores de un arreglo instrumental de cuatro estaciones, como el mostrado en la figura 1 (b). A partir de estos datos, el análisis comienza con la obtención de los espectros de potencia de los registros a partir de la transformada rápida de Fourier (FFT). La función de autocorrelación para el registro de la estación central C(0,0) (figura 1 b), está dada por:

$$S_0(f) = E[X_0^*(f) \cdot X_0(f)] \quad , (1)$$

donde $X_0(f)$ es el espectro de potencia, y $X_0^*(f)$ es el complejo conjugado del mismo.

Para cualquier punto exterior, $C_j(r,\theta)$, (Fig. 1 b), la función de autocorrelación está dada por:

$$S_j(r,\theta,f) = E[X_j^*(r,\theta,f) \cdot X_j(r,\theta,f)] \quad , (2)$$

donde $X_j(r,\theta,f)$ es el espectro de potencia, y

$X_j^*(r,\theta,f)$ es el complejo conjugado del mismo.

La función de cross-correlación entre la estación del centro, $C(0,0)$, y la estación en el punto externo, $C_j(r,\theta)$, está definida por:

$$S_{0j}(r,\theta,f) = E[X_0^*(f) \cdot X_j(r,\theta,f)] \quad . (3)$$

donde $X_0^*(f)$ es el complejo conjugado del espectro de potencia para el registro de la estación del centro, y $X_j(r,\theta,f)$ es el espectro de potencia del registro de la estación en el punto exterior.

Finalmente, el coeficiente de correlación espacial entre las dos estaciones ($C(0,0)$ y $C_j(r,\theta)$) está dado por:

$$\gamma_{0j}(r,\theta,f) = \text{Re} \left[\frac{S_{0j}(r,\theta,f)}{\sqrt{S_0(f) \cdot S_j(r,\theta,f)}} \right] \quad , (4)$$

donde $\text{Re}[\bullet]$ significa la parte real de un número complejo.

Para encontrar el coeficiente de correlación en

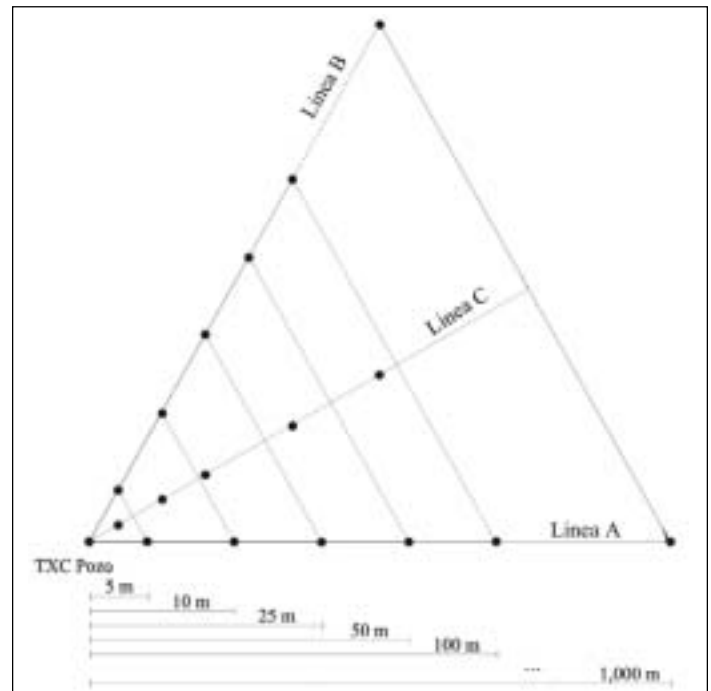


Figura 2. Esquema de los arreglos instrumentales realizados en el Lago de Texcoco, las líneas punteadas representan la distancia entre estaciones: 5, 10, 25, 50, 100, 200, 400, 550 y 1000 m. Los puntos representan los instrumentos.

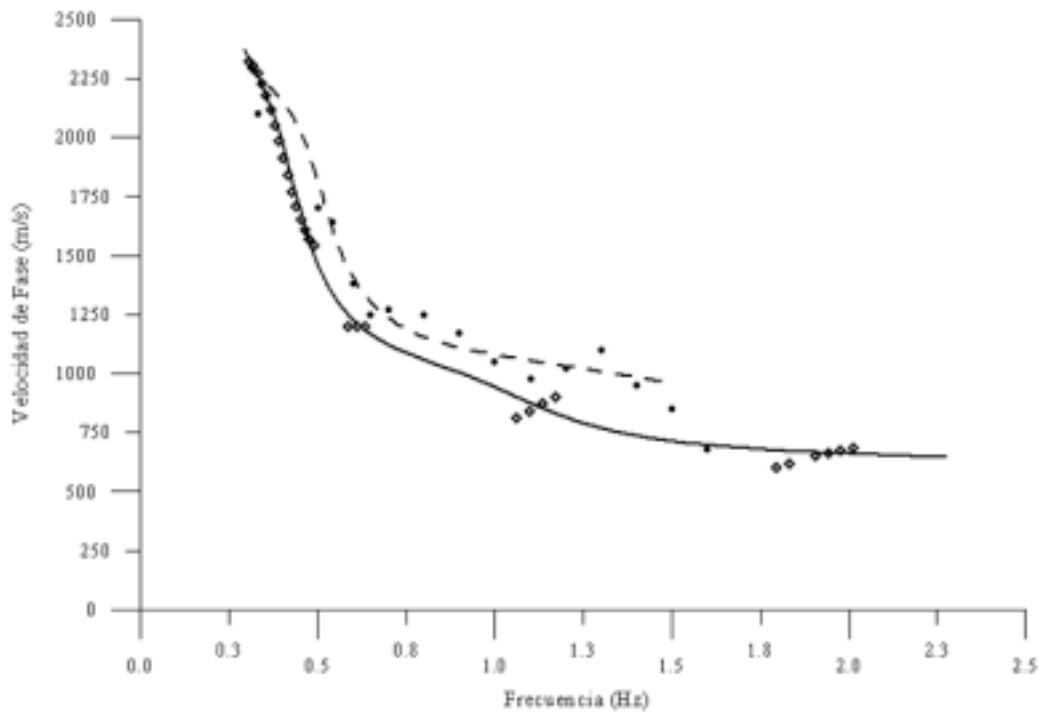


Figura 3. Los rombos y la línea continua muestran los valores de fase obtenidos a partir del análisis con el método SPAC de tres arreglos instrumentales de cuatro estaciones. Los círculos y la línea punteada muestran los valores de velocidad de fase obtenidos con el método F-K (Kagawa, 1996).

todas las direcciones del arreglo instrumental se calcula el promedio azimutal con la siguiente integral:

$$\rho(r, f) = \frac{1}{2} \int_0^{2\pi} \gamma_{oj}(r, \theta, f) d\theta \quad (5)$$

Esta ecuación muestra cómo los coeficientes de auto-correlación espacial son obtenidos mediante el promedio de una función de coherencia normalizada entre dos sitios, respecto a la dirección θ . Además, esta integral se simplifica con la función Bessel de primera especie y orden cero J_0 :

$$\rho(r, f) = J_0\left(\frac{2\pi f}{c(f)} r\right) \quad (6)$$

donde f es la frecuencia, r es la distancia entre estaciones, y $c(f)$ es la velocidad de fase para cada frecuencia. A partir de los coeficientes de correlación calculados $\rho(r, f)$ se interpola el argumento de la ecuación 6 para ajustarlo a la Función Bessel teórica de orden cero, y del argumento interpolado se calcula $c(f)$.

En general, a partir de los arreglos

instrumentales se pueden calcular dos coeficientes de auto-correlación espacial: uno entre las estaciones de los vértices del arreglo, $C_j(r, \theta)$ -correlación externa-; y otro coeficiente entre las estaciones de los vértices, $C_j(r, \theta)$ y la estación central, $C(0,0)$ -correlación interna-.

Otra forma de utilizar el método SPAC, es con las componentes horizontales de los registros de microtremores; la única diferencia es que en vez de usar la función Bessel de orden cero, se considera la función Bessel de orden dos (Yamamoto, 1998). Por otro lado, se ha propuesto una modificación del método SPAC (Rodríguez *et al.*, 2003), que consiste en sustituir la correlación espacial por la estacionaridad temporal de los microtremores, lo cual permite usar cualquier geometría en el arreglo instrumental; sin embargo, se requiere de registros muy largos en tiempo, para que la crosscorrelación temporal entre cualquier par de estaciones sea equivalente a la crosscorrelación espacial en un arreglo equidistante. Así, en vez de registrar simultáneamente en un arreglo circular de radio fijo, se asume que la dirección de propagación predominante rota con el tiempo; de este modo, un par de estaciones que registra durante un periodo de tiempo largo, registra el campo de propagación en un gran número de azimuts,

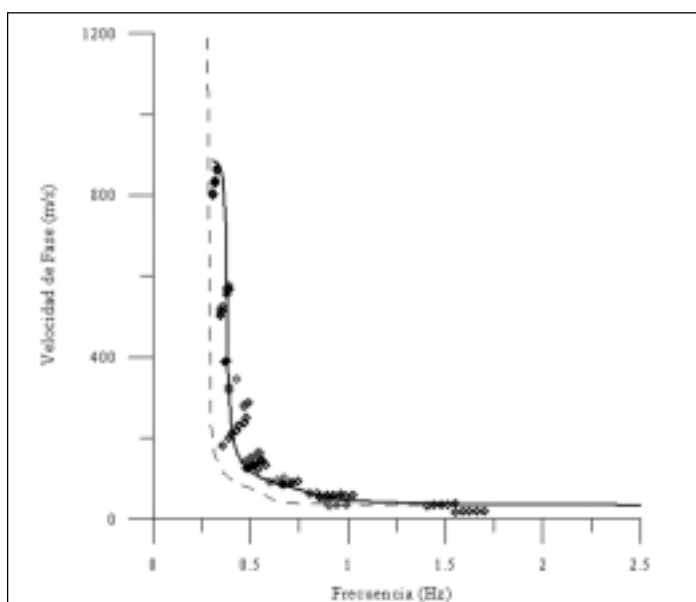


Figura 4. Los rombos corresponden a los valores de velocidad de fase estimados a partir del análisis los datos de los arreglos instrumentales, con el método SPAC; la línea continua corresponde a la velocidad de fase del modelo de velocidades encontrado a partir de un experimento de SCPT (Stephenson y Lomnitz, 2004); por último, la línea discontinua corresponde a la velocidad de fase del modelo de velocidades propuesto por Ramos-Martínez et al. (1997).

lo que sería equivalente al promedio azimutal.

Uno de los problemas del método SPAC es el número de estaciones requeridas (Morikawa *et al.*, 1998); por eso se ha propuesto una modificación de dicho método utilizando solamente dos estaciones, basándose en el hecho de que el método siempre calcula la correlación entre dos estaciones. La comparación de resultados obtenidos con esta modificación respecto a los obtenidos mediante el método SPAC típico y con el método F-K es favorable, y las diferencias se pueden deber más a la naturaleza de los microtemores que al método utilizado en su análisis.

APLICACIONES EN MÉXICO

El método SPAC fue aplicado por primera vez en el Valle de México en dos sitios con condiciones geológicas completamente distintas entre sí: Ciudad Universitaria (CU), en Zona de Lomas, y en el Lago de Texcoco (TXC), en Zona de Lago, según la zonificación propuesta por Marsal y Masari (1969). En el caso de CU se realizaron tres arreglos instrumentales: de 1000 (Flores-Estrella y Aguirre-González, 2001), 300 y 150 m de lado (Flores-Estrella, 2004), todos siguiendo el esquema de la Fig. 1(b). En el caso de TXC se realizaron nueve arreglos instrumentales de 5, 10, 25, 50, 100, 200, 400, 550 y 1000 m de lado (Flores-Estrella, 2004); estos fueron realizados siguiendo el esquema de la Fig. 2, en la cual el principio del arreglo geométrico es el mismo que la Fig. 1(b): un arreglo triangular equilátero con cuatro instrumentos: uno en cada vértice y uno al centro, por lo que la metodología no cambia.

En los arreglos instrumentales se utilizaron sensores triaxiales GURALP CMG 40T y equipos digitalizadores REFTEK, y se registró durante media hora en cada estación a 100 muestras por segundo.

Los resultados obtenidos del análisis de los registros de CU se muestran en la Fig. 3. Los rombos muestran los valores de fase obtenidos en Flores-Estrella y Aguirre-González, (2001), y Flores-Estrella, (2004); la línea continua muestra la curva de dispersión ajustada. Los círculos y la línea discontinua muestran los resultados obtenidos por Kagawa (1996), quien analizó registros de cuatro arreglos instrumentales de siete estaciones (Fig. 1 a) utilizando el método F-K.

Los valores de velocidad de fase entre los dos experimentos son muy similares entre sí, y ambos cumplen con las características geológicas de un sitio en Zona de Lomas del Valle de México. La diferencia radica en el número de instrumentales utilizado para los arreglos de microtemores: cuatro para el análisis con el método SPAC, y siete para el análisis con el método F-K. Además, el análisis con el método SPAC requirió de tres arreglos, mientras que el análisis con el método F-K requirió de cuatro. Por lo tanto, para el caso de CU el método SPAC resulta ser una alternativa más económica y sencilla de aplicar.

En el caso del lecho del antiguo Lago de Texcoco y dadas las condiciones de baja velocidad de las capas más superficiales, se requirió un mayor número de arreglos instrumentales para obtener valores de velocidad de fase en un intervalo amplio de frecuencias. En la Fig. 4 los rombos representan los valores de velocidad de fase obtenidos del análisis con el método SPAC. La línea continua muestra la curva de dispersión propuesta por Stephenson y Lomnitz (2004) a partir de un experimento con *Seismic Cone Penetrometer* (SCPT); estos autores sólo obtuvieron datos de una profundidad de 36.4 m. Los datos de la curva de dispersión a mayor profundidad son propuestos a partir del análisis reportado por Flores-Estrella, 2004. Por último, la línea discontinua muestra la curva de dispersión propuesta por Ramos Martínez *et al.* (1997).

Como se puede ver en la Fig. 4, los valores de velocidad de fase obtenidos del análisis de registros de microtemores con el método SPAC, son muy similares a los propuestos anteriormente. Además, los valores obtenidos mediante el método SPAC pueden servir para completar información, que algunas veces no puede ser obtenida con otros métodos (como en el caso del trabajo con SCPT). La ventaja del uso de registros de microtemores radica básicamente en que la disposición de arreglos instrumentales para obtener este tipo de registros es mucho más económica que los trabajos previos.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Dado que el estudio y análisis de registros de microtemores generalmente se realiza con métodos muy generales que, en las mejores ocasiones, brindan

Tabla 1. Comparación de los distintos métodos de análisis de registros de microtremores. Se muestran: el número de instrumentos, las componentes del movimiento, el tipo de onda y el resultado.

Métodos de análisis de microtremores					
	Método	Número de puntos de observación	Componentes de movimiento usadas	Tipo de onda asumido	Resultado óptimo
Métodos Pasivos	Espectral	1	Horizontal	Ondas S	Periodo predominante
	Cocientes Espectrales	1 - 2	Horizontal Vertical	Ondas Rayleigh	Periodo natural del sitio
	Nakamura H/V	1	Horizontal Vertical	Ondas Rayleigh	Periodo natural del sitio
	F-K	7	Horizontal Vertical	Rayleigh y Love	Velocidad de fase: perfil de velocidades
	SPAC	4 - 7	Horizontal Vertical	Rayleigh y Love	Velocidad de fase: perfil de velocidades
Métodos de fuente activa	SASW	Varios	Horizontal Vertical	Rayleigh y Love	Velocidad de fase: perfil de velocidades

información sobre la frecuencia fundamental del sitio, se tiene la creencia generalizada de que este tipo de registros no son muy útiles. Además, el uso de registros de microtremores es un área poco explorada en nuestro país, lo que la hace muy polémica. Los registros de microtremores son de fácil adquisición, y los métodos para su análisis son relativamente sencillos; esta es la razón por la cual su uso en trabajos de estimación de efectos de sitio se ha incrementado en los últimos años. Sin embargo, algunos de estos métodos no siempre proveen estimaciones completas e incluso confiables; es por ello que el uso de métodos alternativos comienza a adquirir más adeptos.

El método SPAC (Aki, 1957) puede ser visto como una alternativa útil para el análisis de registros de microtremores, ya que provee información más completa sobre el comportamiento del terreno, a partir de registros de microtremores obtenidos en un arreglo instrumental de cuatro estaciones, considerando que los microtremores están conformados básicamente por ondas superficiales, y con base en las características dispersivas de estas ondas.

En el caso del estudio en CU, el análisis de registros de microtremores con el método SPAC permitió obtener la información necesaria para determinar la curva de dispersión de Ondas Rayleigh, que resultó ser similar a la propuesta en trabajos anteriores (Kagawa, 1996); con la ventaja de que el análisis con el método SPAC es más económico que el realizado con el método F-K, ya que se requirieron menos instrumentos y menos arreglos instrumentales para obtener la velocidad de dispersión en el mismo intervalo de frecuencias.

Para el caso de la zona del Lago de Texcoco, fue posible obtener información sobre la curva de dispersión a partir del análisis de registros de microtremores con el método SPAC. Estos resultados fueron similares a la curva de dispersión teórica del modelo de velocidades obtenido con un estudio de exploración realizado previamente en la zona de estudio (Stephenson y Lomnitz, 2004). Además, para este mismo sitio fue posible proponer una velocidad para el semiespacio que no había sido posible encontrar con el método directo antes citado.

De manera general, se puede concluir que el análisis de registros de microtremores con el método SPAC es útil para obtener información sobre la velocidad de fase. Además, el método SPAC también proporciona datos que pueden completar la información sobre la velocidad de capas más profundas, que algunas veces no puede ser obtenida por métodos convencionales de exploración. Sin embargo, hay que considerar que, como en cualquier otro análisis, las limitaciones del método SPAC están en función de las condiciones geológicas del sitio de estudio.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos en especial al Ing. Horacio Mijares, a Edgar Mares y a Ernesto Briones por su colaboración en el trabajo de campo para la obtención de los datos analizados en este trabajo. También agradecemos a los árbitros, cuyos comentarios y revisiones sirvieron para mejorar el trabajo. Las curvas de dispersión mostradas en las figuras 3 y 4 se calcularon con los programas de Herrmann (2002).

REFERENCIAS

- Aki, K., 1957. Space and time spectra of stationary stochastic waves with special reference to microtremores. *Bulletin of the Earthquake Research Institute*, 35, p. 415-456.
- Asten, M. W., 1976. The use of microseisms in geophysical exploration. Ph. D. Thesis, Macquire University, Australia, p. 178.
- Bard, P., 1998. Microtremor Measurements: A tool for site effect estimation?. The effects of Surface Geology on Seismic Motion, Irikura, Kudo, Okada and Sasatani (Eds.), Balkema, Rotterdam, The Netherlands, p. 1251-1279.
- Capon, J., 1969. High-resolution frequency-wave number spectrum analysis. *Proceedings, IEEE*, 57-8, p. 1408-1418.
- Chávez-García, F. J., Sánchez-Sesma, F. J., Campillo, M y Bard, P. I., 1994. El Terremoto de Michoacán de Septiembre de 1985: efectos de fuente, trayecto y sitio. *Física de la Tierra*, 6. Madrid, España, p. 157-200.
- Chávez-García, F. J. and Cuenca J., 1998. Site Effects and Microzonation in Acapulco. *Earthquake Spectra* 14, p. 75-93.
- Delgado, J., López Casado, C., Giner, J., Estévez, A., Cuenca, A. and Molina, S., 2000. Microtremors as a geophysical exploration tool: Applications and Limitations. *Pure and Applied Geophysics*, 157, p. 1445-1462.
- Diagourtas, D., Tzanis, A. and Makropoulos, K., 2001. Comparative study of Microtremor Analysis Methods. *Pure and Applied Geophysics*, 158, p. 2463-2479.
- Flores-Estrella, H. y Aguirre-González, J., 2001. Método *SPAC*: Otra Alternativa para estimar el efecto de sitio en la Ciudad de México. *Memorias Técnicas del XIII Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica*, Guadalajara, Jalisco, México. Octubre 31 a noviembre 3 del 2001.
- Flores-Estrella, H., 2004. Método *SPAC*: Una Alternativa para la Estimación de Modelos de Velocidades en el Valle de México. Tesis de Maestría, Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM.
- Gutiérrez, C. and Singh, S. K., 1992. A site effect study in Acapulco Guerrero, Mexico: A comparison of Results from Strong Motion and Microtremor Data. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 82, p. 642-659.
- Herrmann, R. D., 2002. An overview of synthetic seismogram computation. Department of Earth and Atmospheric Sciences, Saint Louis University.
- Horike, M., 1985. Inversion of Phase Velocity of Long-Period Microtremors to the S-wave Velocity Structure down to the basement in urbanized areas. *Journal of the Physics of the Earth*, 33, p. 59-96.
- Kagawa, T., 1996. Estimation of Velocity Structures beneath Mexico City using Microtremor Array data. *Proceeding of the 11th World Conference on Earthquake Engineering*. Acapulco, Mexico.
- Kuroiwa, J., 2002. Reducción de desastres. *Viviendo en armonía con la naturaleza*. Quebecor World Perú S. A. Lima, Perú 2002, 429 pp.
- Lermo, J., Rodríguez, M. and Singh, S. K., 1988. Natural Period of Sites in the Valley of Mexico from Microtremor Measurements and Strong Motion Data. *Earthquake Spectra*, 4, p. 805-814.
- Lermo, J., 1992. Observaciones de microtremores y su aplicación en ingeniería sísmica. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Liu Hsi-Ping, Boore, D. M., Joyner, W. B., Oppenheimer, D. H., Warrick, R. E., Zhang, W., Hamilton, J. C. and Brown, L. T., 2000. Comparison of Phase Velocities from Array Measurements of Rayleigh Waves Associated with Microtremor and Results calculated from Borehole Shear-Wave Velocity Profiles. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 90, 3 p. 666-678.
- Marsal, R. J. y Masari, M., 1964. El subsuelo de la Ciudad de México. Facultad de Ingeniería, UNAM, México, 614 pp.
- Morikawa, H., Toki, K., Sawada, S., Akamatsu, J., Miyakoshi, K., Ejiri, J. and Nakayima, D., 1998. Detection of dispersion curves from microseisms observed at two sites. The Effects of Surface Geology on Seismic Motion, Irikura, Kudo, Okada and Sasatani (Eds.), Balkema, Rotterdam, The Netherlands, p. 719-724.
- Nakamura, Y., 1989. A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface. *Quarterly Report of Railway Technical Research Institute*, 30 - I.
- Ordaz, M., Meli, R., Montoya-Dulché, C., Sánchez, Pérez-Rocha, L. E. y Reinoso, E., 1995. Estimación de movimientos fuertes y microzonificación del riesgo sísmico en la Ciudad de México. *La ingeniería Civil a 10 años de los Sismos de 1985*. Simposio Internacional, septiembre de 1985.
- Ramos-Martínez, J., Chávez-García, F. J., Romero-Jiménez, E., Rodríguez Zúñiga, J. L. y Gómez-González, J. M., 1997. Site effects in Mexico City: Constraints from surface wave of shallow refraction data. *Journal of Applied Geophysics*, 36, p. 157-165.
- Rodríguez, M., Chávez-García, F. and Stephenson, B., 2003. Stationarity of seismic noise and *SPAC*. Results of a new approach. 2003 Pacific Conference on Earthquake Engineering.
- Rodríguez, V. H. S. and Midorikawa, S., 2002. Applicability of the H/V spectral ratio of microtremors in assessing site effects on seismic motion. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 31, p. 261-279.
- Scherbaum, F., Hinzen, K. and Ohrnberger, M., 2002. Determination of shallow shear wave velocity profiles in the Cologne/Germany area using ambient vibrations. Submitted to *Geophysical Journal International*.
- Stephenson, B. and Lomnitz, C., 2004. Wave velocity profile at the Texcoco strong-motion array site, Valley of Mexico. Submitted to *Geofísica Internacional*.
- Tokimatsu, K., 1997. Geotechnical site characterization using surface waves. *Earthquake Geotechnical Engineering*, Ishihara (Ed.) Balkema, Rotterdam.
- Trifunac, M. D. and Todorowska, M. I., 2000. Long period microtremors, microseisms and earthquake damage: Northridge, CA, earthquake of 17 January 1994. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 19, p. 253-267.
- Yamamoto, H., 1998. An experiment for estimating S-wave velocity structure from phase velocities of Love and Rayleigh waves in microtremores. The Effects of Surface Geology on Seismic Motion, Irikura, Kudo, Okada and Sasatani (Eds.), Balkema, Rotterdam, The Netherlands, p. 705-710.

Recepción del manuscrito: 16 de mayo, 2004
Recepción del manuscrito corregido: 19 de octubre, 2004
Aceptación del manuscrito: 15 de diciembre, 2004

LA ESTIMACIÓN MARKOVIANA DIRECTA DE PELIGRO SÍSMICO EN SISTEMAS SISMOGÉNICOS COMO UN CASO PARTICULAR DE APRENDIZAJE NEURONAL TIPO PERCEPTRÓN.

Claudia Herrera y F. Alejandro Nava
Dpto. Sismología, División Ciencias de la Tierra
CICESE

Email: cherrera@cicese.mx
Email: fnava@cicese.mx

RESUMEN

Las probabilidades de transición obtenidas de la aplicación al área del Japón del método estadístico markoviano para la determinación de peligro sísmico, presentado por Herrera (2001) y Nava *et al.* (2004), pueden ser obtenidas también del entrenamiento de una red neuronal artificial tipo perceptrón para algunos valores particulares de coeficientes iniciales y constante de amortiguación. La obtención de probabilidades de transición casi idénticas por métodos completamente distintos, permite interpretar el método de estimación original desde el punto de vista de un proceso de aprendizaje e ilustra algunas de sus limitaciones.

Palabras clave: método markoviano, peligro sísmico, perceptrón.

ABSTRACT

The transition probabilities product of the application to the Japan area of the Markovian method for seismic hazard evaluation presented by Herrera (2001) and Nava *et al.* (2004), can also be obtained from the training of a perceptrón type artificial neural network for some particular values of the initial coefficients and learning rate. Obtaining almost identical transition probabilities by different methods allows interpreting the original estimation method from a learning process point of view and points out some of its limitations.

Key words: Markovian method, seismic hazard, perceptron.

INTRODUCCIÓN

Dado que actualmente no es posible predecir adecuadamente la ocurrencia de terremotos, las estimaciones de peligro sísmico, son esenciales para disminuir las pérdidas de vidas y los daños económicos causados por éstos. Definimos como *peligro sísmico* la probabilidad de ocurrencia de uno o más sismos en un área geográfica específica durante intervalos de tiempo y magnitud determinados. Ya que muchos especialistas emplean en forma indistinta los términos de *peligro sísmico* y *riesgo sísmico*, es necesario indicar la diferencia entre ellos. Nuestra definición de peligro sísmico es la ya mencionada, mientras que por *riesgo sísmico* se entiende la probabilidad de ocurrencia, en una región y un intervalo de tiempo dados, de algún efecto, generalmente aceleraciones, pérdidas o daños ocasionados por uno o más sismos.

Las estimaciones de peligro sísmico, están frecuentemente basadas en análisis estadísticos de la historia sísmica (catálogo) del área de interés. Dichas estimaciones se basan en modelos de ocurrencia de terremotos; estos modelos van desde procesos sin memoria, como el asociado con la distribución de

Gutenberg-Richter (Gutenberg y Richter, 1944), hasta variantes probabilísticas de modelos basados en la teoría del rebote elástico (Reid, 1910), que son variantes de los modelos de tiempo predecible y de corrimiento predecible (Shimazaki y Nakata, 1980), y de vacancia (gap) sísmica (Fedotov, 1965).

El método presentado en Herrera (2001) y Nava *et al.* (2004), es un método estadístico que explora heurísticamente la posibilidad de modelar la probabilidad de ocurrencia de patrones de sismicidad en un área geográfica que consta de varias regiones sismogénicas como una cadena de Markov; es decir, como un proceso aleatorio con un número finito de estados y memoria de un paso, esto es, condiciona la probabilidad de ocurrencia de un estado al estado inmediato anterior y solamente a éste. Este método, al que llamaremos aquí *directo* y será explicado brevemente más adelante, da resultados muy satisfactorios (aciertos en la evaluación de probabilidades muy por encima de los resultantes de modelos sin memoria y probabilidades despreciables de obtener dichos resultados al azar) y sugiere varias posibles direcciones para futuras investigaciones.

La forma en que se construye la matriz de probabilidades de transición de Markov en el método directo, a partir de la información contenida en el catálogo, puede considerarse como un proceso de aprendizaje. Por lo tanto, consideramos la posibilidad de aplicar otros métodos de aprendizaje al problema de evaluación del peligro sísmico y las redes neuronales eran candidatos naturales para este objetivo. Comenzamos por considerar el tipo más simple de red neuronal, conocido como perceptrón. Esta investigación (aún en proceso) dio un resultado muy interesante que arroja luz sobre algunos aspectos del proceso markoviano y permite utilizar éste como base de referencia para la evaluación de peligro mediante redes neuronales.

Metodología Modelo Directo

La motivación y bases del método directo han sido expuestos en (Herrera, 2001; Nava *et al.*, 2004); aquí haremos un breve resumen, de manera que este artículo pueda entenderse sin necesidad de consultar los trabajos citados.

Consideremos un área geográfica que incluye R regiones sísmogénicas. Dados un catálogo sísmico y un tiempo inicial, durante un intervalo de tiempo específico Δt , el estado de cada región s_r , tiene uno de dos valores: 0 ó 1, que corresponden respectivamente a la ausencia o presencia de sismos con magnitud mayor o igual a un valor umbral M_r . El estado total del sistema es una de las $S = 2^R$ combinaciones posibles de los estados regionales:

$$s = \sum_{r=0}^{R-1} 2^r s_r, \tag{1}$$

y se puede representar en forma binaria por una palabra de bits formada por la concatenación de los estados regionales, representación que permite visualizar fácilmente cuáles regiones son activas y cuáles no. El estado total del sistema va de hasta .

A lo largo del tiempo que abarca el catálogo, se determina el estado del sistema para cada intervalo y, de la sucesión de estados, se forma una matriz de transiciones cuyos elementos corresponden al número de veces que el sistema pasó del estado , observado durante un intervalo número n , al estado. Tras procesar todos los datos del catálogo, se obtiene la matriz de probabilidades de transición con elementos

$$P_{ij} = \frac{\theta_{ij}}{\xi_i}, \tag{2}$$

donde es el número total de transiciones originadas desde el estado . Con base en el estado del sistema observado durante un intervalo específico , esta matriz da estimaciones de peligro para los posibles estados del sistema para el

siguiente Δt .

Modelo Neuronal (Perceptrón)

Las redes neuronales artificiales (RNA) son máquinas computacionales de aprendizaje, que funcionan emulando de alguna manera el comportamiento de las neuronas biológicas (e.g. Hertz *et al.*, 1991; Anderson, 1988). Constan de una entrada, una red de neuronas, generalmente interconectadas entre sí, y una salida producida por éstas con base en dicha entrada. Cada neurona produce una salida determinada por la información que recibe, ya sea directamente de la entrada o a través de otras neuronas. La RNA más sencilla es la tipo *perceptrón* (Rosenblatt, 1958, 1962; Nilsson, 1965; Minsky y Papert 1969) que consta de una serie de entradas $[s] = \{s_i; i = 1, 2, \dots, n\}$, una sola capa de neuronas y un conjunto de salidas $[o] = \{o_j; j = 1, 2, \dots, n\}$ (Fig.1); se caracteriza por ser capaz de resolver problemas linealmente separables.

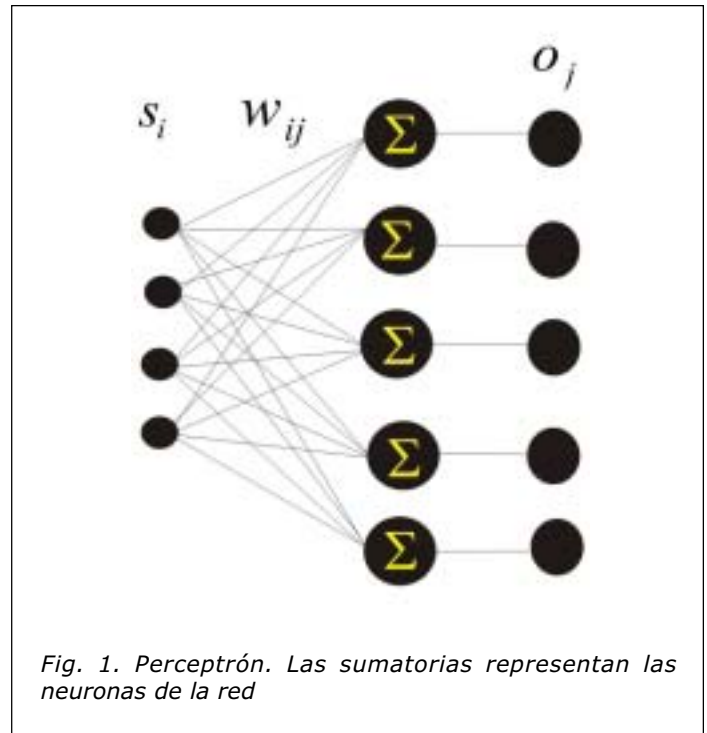


Fig. 1. Perceptrón. Las sumatorias representan las neuronas de la red

A partir de la entrada $[s]$, la neurona j produce la salida

$$o_j = f\left(\sum_{i=1}^n w_{ij} s_i\right), \tag{3}$$

donde las w_{ij} son pesos asignados a las líneas de comunicación de cada entrada a cada neurona, y f es una *función de activación* (usualmente igual para todas las neuronas) que determina cómo es la salida. La función de

activación es escogida de acuerdo con las especificaciones del problema que la neurona tenga que resolver y, en las redes clásicas que emulan los procesos sinápticos de las neuronas, es a menudo una función binaria que determina si la neurona es activada (y propaga la información) o permanece inhibida (salida nula).

Los pesos w_{ij} se eligen de manera que la red produzca la salida deseada $[d]$ para cada entrada $[s]$ dada, pero estos pesos generalmente no se conocen *a priori*. La característica más importante de las RNA es que pueden *aprender*, esto es, ir ajustando los valores iniciales de los pesos, con base en el error cometido. Rosenblatt (1958, 1962) demostró que, presentando a la red un conjunto de patrones de entrada-salida y empleando una simple regla de corrección de los pesos con base en los residuales de las respuestas obtenidas, se puede obtener los parámetros que configuran la respuesta óptima de la red, en un número finito de pasos. Este procedimiento determina la regla de aprendizaje de la red, conocida como regla de **Hebb**.

$$\begin{aligned} w_{ij}^{k+1} &= w_{ij}^k + \Delta w_{ij}^k \\ \Delta w_{ij}^k &= \eta (d_j^k - o_j^k) s_i^k, \end{aligned} \quad (4)$$

donde el parámetro de amortiguación η , llamado *razón de aprendizaje* o factor de relajación, controla la rapidez con la que son modificados los pesos durante el entrenamiento y toma usualmente valores entre 0 y 1. En algunos casos η puede ser constante; en otros es reducida conforme progresa el entrenamiento hasta alcanzar la estabilidad.

Las entradas y salidas deseadas del perceptrón utilizado aquí corresponden a la historia de estados observada, a lo largo de todo el catálogo, del sistema. Cada par de estados sucesivos (i, j) corresponde respectivamente, a la entrada y a la salida que deseamos proporcione la red. Estos estados están representados por palabras binarias cuyos elementos son todos ceros excepto los elementos i y j , respectivamente, los cuales valen uno.

La función de activación empleada es la función $f(x) = x$; es decir, solamente transmite el promedio pesado de las entradas que recibe cada neurona.

EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO

Evaluar el desempeño de diferentes modelos de estimación de peligro, no es inmediato. Una medida natural es la *probabilidad observada* promedio $\langle \hat{p} \rangle$, que es el promedio de la probabilidad de cada transición estimada antes de la ocurrencia de ésta. Esta medida puede interpretarse con respecto a los valores correspondientes a modelos considerados como hipótesis nulas y, sobre todo, con la probabilidad uniforme $u = S^{-1}$.

Sin embargo esta medida no toma en cuenta que

el principal objetivo de las estimaciones de peligro sísmico es pronosticar la ocurrencia de terremotos, para que la sociedad pueda responder adecuadamente a estos fenómenos. Una estimación útil también debe tomar en cuenta factores tales como número de éxitos n_{xm} , donde un éxito se define como la ocurrencia de un caso con probabilidad mayor que un umbral dado $p_x = f_x u$, expresado como f_x (*factor de éxito*) veces la probabilidad uniforme, pronósticos múltiples m_i (necesariamente contradictorios), falsas alarmas n_{fa} , error de pronóstico e_r , definido como el número de regiones cuya actividad fue pronosticada erróneamente, etc.

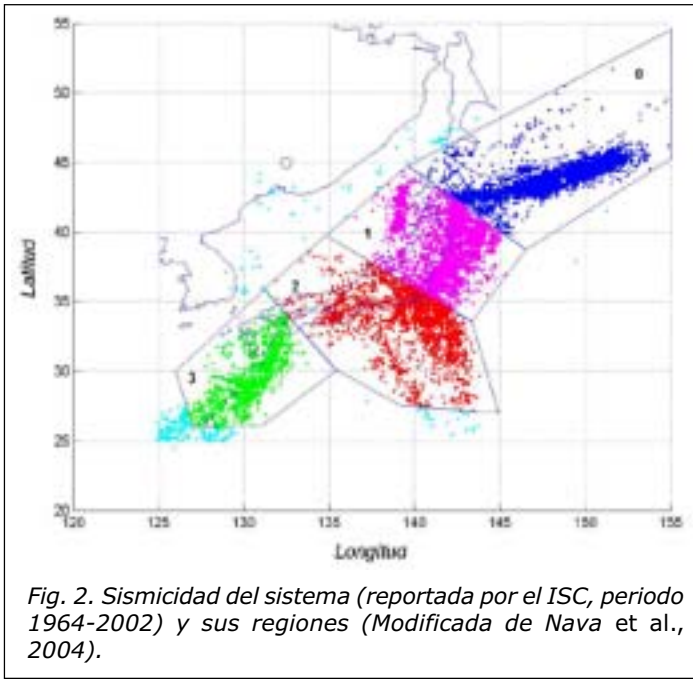
Elegir el mejor método o parámetro f_x no es sencillo, porque usualmente hay una serie de intercambios entre factores deseados y factores no deseados. Por ejemplo un valor bajo de f_x resulta en un gran número de éxitos (deseable), pero también un valor grande de falsas alarmas y error regional (ambos no deseables); mientras, un valor grande de f_x minimiza el número de falsas alarmas, pero también reduce el número de pronósticos y de éxitos.

Por todo ello, una inspección directa de los valores resultantes de las diferentes medidas de desempeño no es práctica para elegir el parámetro óptimo para un determinado modelo, y puede provocar confusión cuando tratamos de comparar distintos métodos. Por lo tanto, para evaluar el desempeño decidimos utilizar discriminantes, i.e. funciones matemáticas cuyo valor incremente con los resultados deseados y disminuya con los no deseados; con diferentes pesos a cada factor, acordes con sus relativos tamaño e importancia. Esta ponderación por importancia refleja el consenso de deseabilidad para los diferentes factores.

No hay una forma determinada para los determinantes; nosotros usamos varios determinantes distintos, pero ilustraremos los resultados presentados aquí con uno solo:

$$d = 3 \left[\left(\frac{0.2 n_{pred} + 3.0 n_{xm} - 1.0 n_{fa}}{n_t} \right) \left(\frac{2.5 \langle \hat{p} \rangle}{\langle \hat{p} \rangle [0.22 + |1 - \langle \hat{p} \rangle|]} \right) + 0.001 f_x \right], \quad (5)$$

donde n_t es el número de transiciones.



RESULTADOS

Los modelos descritos en la sección anterior fueron aplicados al área de Japón, empleando los datos del catálogo sísmico mundial reportados por el *Internacional Seismological Centre*. Esta región fue elegida por sus condiciones tectónicas apropiadas y por su extenso catálogo sísmico.

Después de varias pruebas fueron elegidas 4 regiones: Islas Kuriles, Japón Central, Japón SE e Islas Ryukyu, mostradas en la Fig. 2. Los posibles estados de las 4 regiones definen 16 posibles estados del sistema (Tabla 1). La elección del intervalo temporal Δt y de la magnitud umbral M_r , fue hecha empíricamente, a manera de obtener, dentro de las limitaciones del catálogo, óptimas definición y cobertura para el método directo (Nava et al., 2004).

Tras procesar todos los datos del catálogo, para un total de 36 años, $\Delta t = 0.10$ años y $M_r = 5.5$, obtuvimos 364 transiciones. Con base en esta historia de transiciones se calculó la matriz de probabilidades de transición de Markov (con 256 elementos) para el método directo según la ecuación (2). Aún despreciando el posible error en la determinación de los estados (Nava et al., 2004), el número de transiciones no es lo suficientemente grande, comparado con el número de incógnitas, para obtener estimaciones completamente confiables; sin embargo las estimaciones presentaron una estabilidad razonable y, lo más importante, los resultados de la aplicación de probabilidades estimadas al análisis del catálogo fueron mucho mejores que los obtenidos para hipótesis cero (modelos uniforme y poissoniano). Se obtuvo una probabilidad observada $\hat{p} = .159$ (más del doble de la uniformemente aleatoria);

y, para el factor de éxito óptimo $f_x = 3.3$: $n_{pred} = 133$, $\langle e_r \rangle = 1.67$, $n_{xm} = 33$, $n_{fa} = 117$ y $\langle m_i \rangle = 1.22$, que resultan en $d = 1.231$; la probabilidad binaria de obtener el número de aciertos al azar es $\sim 10^{-12}$. Los correspondientes valores óptimos para el modelo poissoniano son $d = 0.2571$ para $f_x = 2.6$ y para el modelo uniforme $d = -0.011$ para $f_x = 0.99$.

Tabla 1. Posibles estados del sistema.

Estados		Regiones			
		3	2	1	0
0	=	0	0	0	0
1	=	0	0	0	1
2	=	0	0	1	0
3	=	0	0	1	1
4	=	0	1	0	0
5	=	0	1	0	1
6	=	0	1	1	0
7	=	0	1	1	1
8	=	1	0	0	0
9	=	1	0	0	1
10	=	1	0	1	0
11	=	1	0	1	1
12	=	1	1	0	0
13	=	1	1	0	1
14	=	1	1	1	0
15	=	1	1	1	1

La misma historia de transiciones fue utilizada para entrenar al perceptrón, según la ecuación (4), para varios valores iniciales de los pesos y diferentes valores de amortiguamiento.

Al probar diferentes valores iniciales de los pesos, así como valores varios de amortiguamiento y normalizando los renglones de la matriz W , a manera de obtener una matriz estocástica susceptible de ser interpretada de manera probabilística, se obtuvo el siguiente resultado interesante: para el caso particular de función de activación lineal, pesos iniciales muy pequeños o nulos y fuerte amortiguamiento, la matriz de pesos resultante del aprendizaje del perceptrón es casi igual a la de probabilidades de transición del método directo. La máxima similitud se obtiene para valores iniciales de $w_{ij} = 0 \quad \forall i, j$ y $\eta = 0.002747 (=364^{-1})$, con máxima diferencia absoluta entre valores correspondientes $\delta_{max} = \text{Max}(|w_{ij} - p_{ij}|; i, j = 0, \dots, 15) = 0.005$

y diferencia absoluta promedio

$$\langle \delta \rangle = \frac{1}{16^2} \sum_{i,j=0}^{15} |w_{ij} - p_{ij}| = 0.0006. \text{ La similitud entre}$$

los resultados indica que la misma estimación probabilística puede obtenerse por dos métodos con filosofías diferentes; dado que el tratamiento hecho con el perceptrón de activación lineal equivale a realizar una estimación de mínimos cuadrados (Bishop, 1995), resulta particularmente interesante que el perceptrón dé valores similares a los de un modelo que simplemente contabiliza las ocurrencias.

Naturalmente, el desempeño de este perceptrón es idéntico al del método directo para pronosticar el estado de sismicidad del sistema. Inmediatamente nos preguntamos si esta combinación de valores iniciales y constante de amortiguamiento es la que resulta en resultados óptimos para el perceptrón. La respuesta es un categórico no; otros modelos de perceptrón con diferentes combinaciones de valores iniciales y amortiguamiento, así como de funciones de activación no lineales, que serán reportados en detalle en otro trabajo, dan resultados bastante mejores; por ejemplo $w_{ij} = 0.0001 \quad \forall i, j$ inicial y $\eta = 0.02$ resultan en $d = 1.866$ para el perceptrón simple considerado aquí, mientras que otras variantes («cruzadas») del método directo y del perceptrón (no discutidas aquí) alcanzan valores $d = 39.667$ y $d = 45.085$, respectivamente, ambas para $f_x = 5.3$.

CONCLUSIONES

La obtención de probabilidades de transición casi idénticas por métodos distintos, indica que, efectivamente, el método directo puede considerarse como un método de aprendizaje y un caso particular del método de perceptrones.

Sin embargo, la comparación con otros modelos de perceptrón indica que, si bien el método directo da resultados bastante buenos, no es el método óptimo para aprovechar la información contenida en los catálogos para la evaluación de peligro sísmico en sistemas sismogénicos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos cumplidamente las atinadas observaciones y sugerencias de dos árbitros anónimos. También mucho apreciamos los comentarios de Ewa Glowacka, Luis Munguía, Cecilio Rebollar y Javier Helenes.

REFERENCIAS

- Anderson, J.A. and Rosenfeld, E., 1988. Neurocomputing: Foundations of research, M.I.T. Press, Cambridge, MA., 125 pp.
- Bishop, C.M., 1995. Neural networks for pattern recognition, Calendon Press Oxford, UK, 482pp.
- Fedotov, S., 1965. Regularities of the distribution of strong earthquakes in Kamchatka, the Kuril Islands, and northeast Japan, Trudy Isnt. Fiz. Zemli. Acad. Nauk. SSSR. 36: 66-94.
- Gutenberg, B. and C. Richter, 1944. Frequency of earthquakes in California. Bulletin of the Seismological Society of America, 34: 185-188.
- Herrera, C., 2001. Determinación de peligro sísmico mediante cadenas de Markov. Tesis de Maestría, División de Ciencias de la Tierra, CICESE. 86 pp.
- Hertz J., Aanders Krogh and Palmer, R.G., 1991. Introduction to the theory of neural computation, Adisson Wesley, 327 pp.
- Minsky, M.L., and Papert, S., 1969. Perceptrons: An introduction to computational geometry, M.I.T. Press, Cambridge, MA, 275 pp.
- Nava, F., Herrera, C., Frez, J., and Glowacka, E., 2004. Seismic hazard evaluation using Markov chains; Application to the Japan area. Sometido a PAGEOPH.
- Nilsson, N., 1965. Learning machines, McGraw-Hill, New York, 138 pp.
- Reid, H. F., 1910. The mechanism of the earthquake, The California earthquake of April 18, 1906. Report of the Research Senatorial Commission. Carnegie Institution, Washington D.C. 2:16-18.
- Rosenblatt, F., 1958. The perceptron: a probabilistic model for information storage and organization in the brain. Psychological Review, 65:386-408. Reprinted in: Anderson & Rosenfeld (1988), p.92-114.
- Rosenblatt, F., 1962. Principles of neurodynamics. New York: Spartan, 215 pp.
- Shimazaki, K. and T. Nakata, 1980. Time predictable recurrence model for large earthquakes, Geophysical Research Letters, 7: 279-282.

Recepción del manuscrito: 4 de febrero, 2005

Recepción del manuscrito corregido: 28 de febrero, 2005

Aceptación del manuscrito: 3 de marzo, 2005

REPORTE DE UN ENJAMBRE SÍSMICO DE FEBRERO-ABRIL DE 2004, EN LA BAHÍA DE LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

Mario González E., Sergio Mayer G. y Alfredo Aguirre E.
CICESE-Unidad La Paz. Miraflores 334, Frac. Bella Vista, 230505, B.C.S., México.

E-mail: mgonzalez@cicese.mx

RESUMEN

Entre febrero y abril de 2004 ocurrieron varios sismos 10 km. al noroeste del centro de la Ciudad de la Paz, Baja California Sur, generando alarma entre la población. En virtud que desde 1999 ha estado operando equipo sísmico en la región, fue posible registrar dicha actividad. Se localizaron 27 eventos con magnitudes de hasta 3.3 y profundidades entre 2 y 8 km. La actividad es considerada como enjambre sísmico. Nueve de ellos son de magnitud igual o mayor a 3. La zona epicentral, así como el mecanismo focal compuesto, derivado de primeros movimientos para eventos del enjambre, sugieren que dicha actividad esta asociada a la falla El Carrizal. En los 6 años que se ha estado monitoreando la zona, no se había observado actividad sísmica en esa área. Se estimó el efecto de sitio en una estación aplicando cocientes espectrales entre las componentes horizontales y la vertical del movimiento (H/V), para observar si se presentan amplificaciones del terreno en la ciudad. Las amplificaciones observadas de hasta 3.5 veces, ponen de manifiesto el riesgo potencial de algunas estructuras activas y la importancia de incrementar el monitoreo sísmico regional, así como de realizar estudios de microzonificación sísmica, ya que quedó evidenciada la presencia de amplificaciones dentro de la ciudad ante la acción de sismos. Finalmente, la presencia de actividad sísmica en la vecindad de la zona urbana de La Paz, debe de ser tomada en cuenta cuando se evalué el peligro sísmico en la región.

Palabras clave: Enjambre sísmico, bahía de La Paz.

INTRODUCCIÓN

La región de La Paz – Los Cabos esta localizada en la parte más al sur de la península de Baja California, la cual esta compuesta de un gran bloque central de rocas plutónicas y metamórficas del Mesozoico, que forman la Sierra La Laguna (Fig. 1). El área es cortada por fallas transpeninsulares que controlan la geometría de cuencas cuaternarias y dividen el área en distintos bloques tectónicos. Algunas de las principales estructuras son: Falla El Carrizal; Falla San Juan de los Planes; Falla San Bartolo; Falla San José del Cabo y el lineamiento La Paz (Fletcher y Munguía, 2000).

Hasta antes de 1999 se tenía poco conocimiento de la actividad sísmica en la región de La Paz, B.C.S. (Molnar, 1973; Munguía *et al.*, 1992; 1995; 1997a; 1997b; 2003; González *et al.*, 2000; Fletcher y Munguía, 2000). La Fig. 1 muestra los temblores históricos más fuertes ocurridos en dicha región. El sismo del 30 de junio de 1995 ($M_s=6.2$) y su secuencia de réplicas han sido de los primeros de magnitud intermedia que ocurren en la vecindad de la ciudad de La Paz (Munguía, 1995). El fuerte movimiento producido por el evento principal fue sentido por toda la población. Su epicentro fue localizado alrededor de 50 km al norte de la ciudad. La sacudida del terreno generada fue

sentida también en Cabo San Lucas, San José del Cabo, Ciudad Constitución y Loreto, localizados a distancias de hasta 500 km del epicentro. Dos horas después, una fuerte réplica ($M_s=5.4$) se originó a solo 30 km al sur del sismo principal (Munguía, 1995). Ya que este epicentro se localiza a solo 20 km al norte de la ciudad de La Paz, una fuerte sacudida fue sentida nuevamente (Fig. 1). Desde entonces no ha ocurrido otro sismo con magnitud similar o mayor en la zona. Con estos antecedentes se logró que, a finales de 1999, iniciara su operación una red sísmica en la región La Paz – Los Cabos, con acelerógrafos digitales y sismógrafos analógicos, la cual ha continuando operando hasta la actualidad (González *et al.*, 2000).

Gracias a esta red fue posible registrar un enjambre sísmico que ocurrió entre febrero y abril de 2004 en la zona de la bahía de La Paz. Varios de los sismos fueron sentidos por la población, generando alarma. Su ocurrencia adquiere especial relevancia en virtud de su cercanía con la zona urbana de la ciudad. El objetivo del presente trabajo es el de mostrar la actividad de dicho enjambre y establecer si su presencia está relacionada con alguna falla geológica conocida o con alguna estructura hasta ahora desconocida

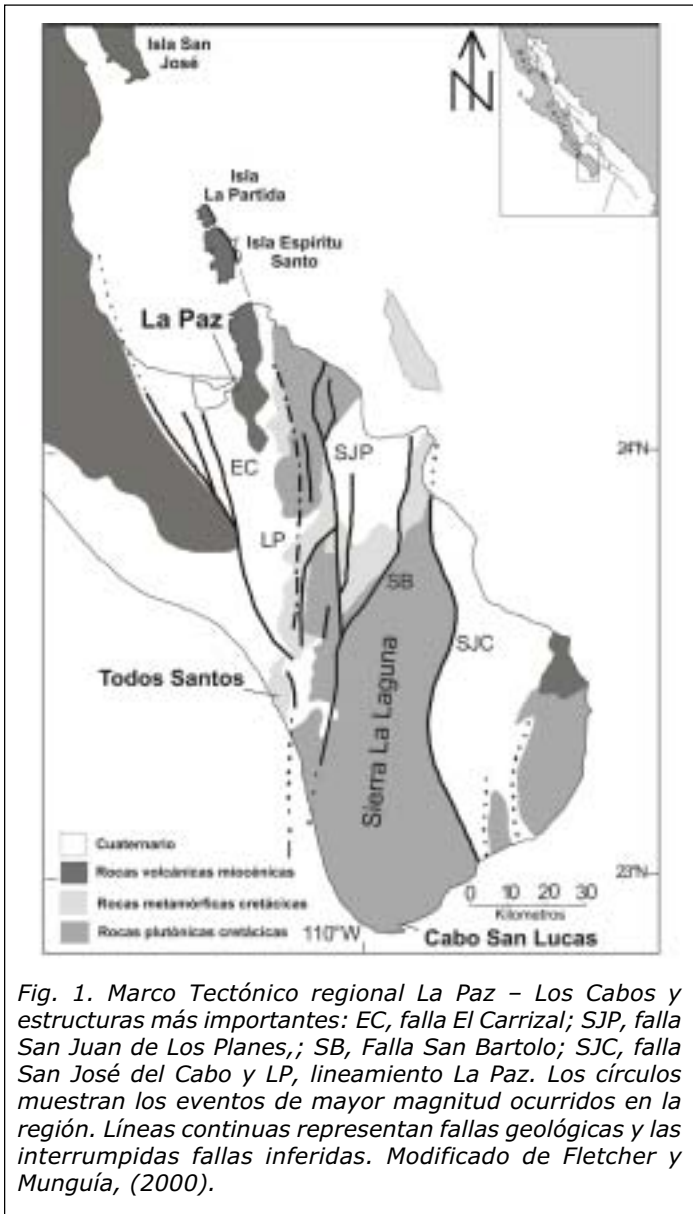


Fig. 1. Marco Tectónico regional La Paz – Los Cabos y estructuras más importantes: EC, falla El Carrizal; SJP, falla San Juan de Los Planes; SB, Falla San Bartolo; SJC, falla San José del Cabo y LP, lineamiento La Paz. Los círculos muestran los eventos de mayor magnitud ocurridos en la región. Líneas continuas representan fallas geológicas y las interrumpidas fallas inferidas. Modificado de Fletcher y Munguía, (2000).

y discutir alguna de sus características.

ESTACIONES Y DATOS

La distribución geográfica de las estaciones sísmicas utilizadas se muestra en el mapa de la Fig. 2. En la fecha de ocurrencia del enjambre se tenían instaladas 11 estaciones; 6 cubrían la región sur de la península y 5 en el área de la Bahía de La Paz. La bahía es la zona más densamente poblada del Estado de Baja California Sur; allí ocurrió un sismo en 1995, que junto con una de sus réplicas (Fig 2), son los eventos más fuertes ocurridos históricamente en la región (Fletcher y Munguía, 2000). Los nombres y coordenadas de los diferentes sitios de registro se proporcionan en la Tabla 1.

La instrumentación instalada en estos sitios consiste en dos estaciones con grabadoras Kinematics Altus K2 acopladas a acelerómetros Episensor y cuatro que

Tabla 1. Coordenadas geográficas de las estaciones

Estación	Código	Latitud N	Longitud O	Instrumentación
Buena Vista	EBV	23°39.34'	109°42.84'	GRABADORA K2
Capuano	CAD	23°19.07'	109°47.47'	GRABADORA K2
Cardonal	CAR	23°11.49'	109°45.76'	MEQ-800
Manglito	MAN	22°57.17'	109°53.76'	GRABADORA K2
Matancitas	MAT	23°09.16'	110°04.29'	MEQ-800
Pescadero	PES	23°23.56'	110°07.15'	ALTUS K2
Sn J. de la Costa	SJC	24°24.72'	110°42.00'	MEQ-800
CIBNOR	CIB	24°07.74'	110°26.10'	MEQ-800
Isla Partida	IPA	24°03.39'	110°24.00'	GRABADORA K2
Costa Baja	ECB	24°13.26'	110°17.52'	MEQ-800
CICESE-La Paz	CIC	24°07.68'	110°18.42'	ALTUS K2

incluyen grabadoras K2 con acelerómetros internos del tipo FBA-23, cuya frecuencia natural es de 200 y 50 Hz, respectivamente, a un intervalo de muestreo de 200 m/seg. Además, están instaladas cinco estaciones analógicas con sismógrafos Sprengnether modelo MEQ-800, con sensores Kinematics SS-1 de periodo corto (1 Hz.) Estos instrumentos registran en papel ahumado la componente vertical del movimiento del suelo.

LOCALIZACIÓN DE EPICENTROS Y CÁLCULO DE MAGNITUDES

Para la localización de los sismos se utilizó el programa HYPOCENTER de Lienert y Havskov (1995), el cual forma parte del paquete SEISAN de Havskov y Ottemöller (1999), en combinación con el modelo de velocidades de corteza propuesto por Fabriol et al. (1999). Este modelo consiste de cuatro capas sobre un semiespacio con las siguientes velocidades de la onda P y características de espesor respectivamente: 4.0 km/s, 2km; 6.0 km/s, 5km; 6.4 km/s, 7 km; y 6.9 km/s, 10 k. El semiespacio tiene una velocidad de 7.6 km/s. Los eventos localizados ocurrieron entre febrero y marzo de 2004 y no se consideran como indicadores de la sismicidad de fondo de la región, ya que los equipos estaban operando desde tiempo atrás y no se había observado actividad sísmica. Los parámetros hipocentrales estimados son listados en la Tabla 2.

La magnitud local se calcula a partir de las amplitudes máximas medidas en sismogramas Wood-Anderson equivalentes. Estas amplitudes se utilizan en combinación con la relación empírica propuesta para la región La Paz – Los Cabos por González et al., (2003), para el cálculo de la magnitud.

En la Fig. 3 se muestra un mapa con la distribución geográfica de los epicentros determinados (círculos), e incluidos en la tabla 2. Se localizaron un total de 27 eventos. Las profundidades focales varían entre 2 y 8 km. Las magnitudes calculadas a partir de la amplitud para los

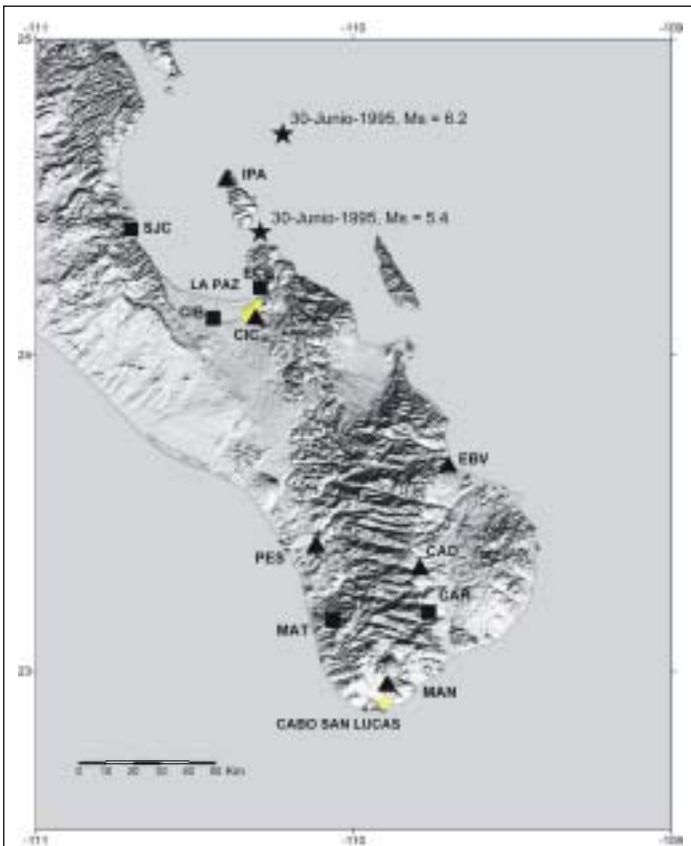


Fig. 2. Distribución geográfica de las estaciones sísmicas al momento de ocurrir el enjambre. En triángulos se presenta el equipo digital y en cuadros el analógico. Las estrellas representan el sismo del 30 de Junio de 1995 ($M_s=6.2$) y su principal ($M_s=5.4$), que son los eventos históricos más fuertes ocurridos en la vecindad de la ciudad de La Paz (Munguía, 1995).

eventos están entre 1.2 y 3.3 grados. Nueve de los sismos son de magnitud igual o mayor a 3. Los mayores movimientos tuvieron una magnitud de 3.3 y fueron sentidos en El Centenario, Chametla y La Ciudad de la Paz, por un gran número de pobladores. El Centenario y Chametla son los lugares conurbanos de la ciudad de La Paz que se localizan más cerca de la zona epicentral (Fig 3). De la Fig. 3 se observa que la sismicidad está muy concentrada en un radio de aproximadamente 6 km. También se puede observar cierta tendencia noroeste-sureste, que coincide, en términos generales, con la dirección de la falla El Carrizal. Esto, en principio, nos hace suponer que dicha estructura es la causante de la actividad sísmica. En los 6 años que se ha monitoreado la región, no se había observado actividad sísmica en ese sector (Munguía *et al.*, 2003).

MECANISMO FOCAL

El primer método práctico para la determinación de la orientación del mecanismo focal basado en la distribución

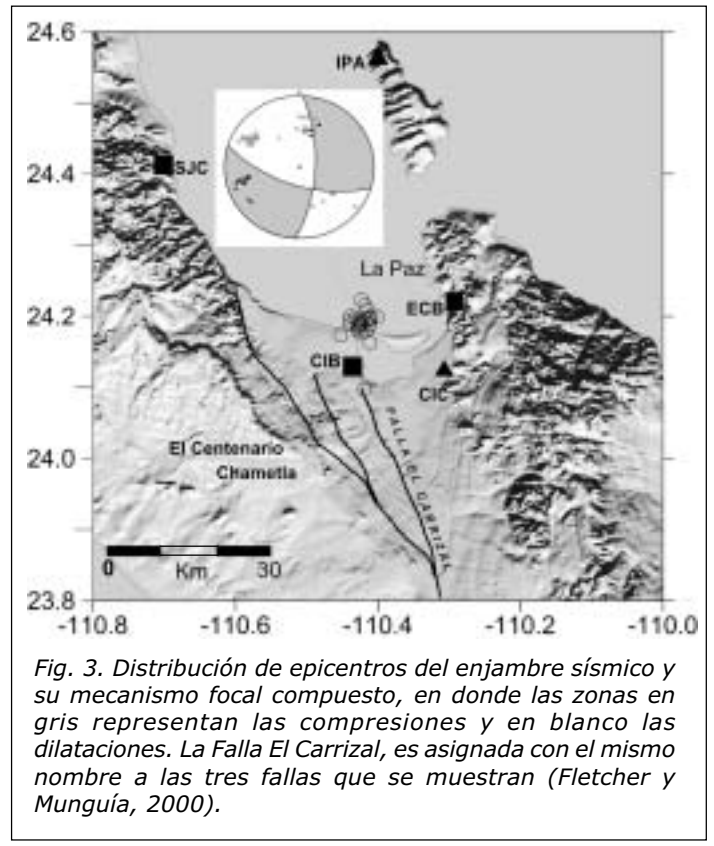


Fig. 3. Distribución de epicentros del enjambre sísmico y su mecanismo focal compuesto, en donde las zonas en gris representan las compresiones y en blanco las dilataciones. La Falla El Carrizal, es asignada con el mismo nombre a las tres fallas que se muestran (Fletcher y Munguía, 2000).

de los signos de la onda P se debe a P. Byerly, y fue desarrollado en una serie de trabajos entre 1926 y 1955. Byerly, basándose en el modelo de Reid, pensó que el movimiento relativo de los lados de una fractura se podía representar matemáticamente por un par de fuerzas en la dirección del movimiento. Con base en la formulación teórica de Nakano, este modelo resulta en una distribución de amplitudes en cuatro cuadrantes separados por dos planos ortogonales, uno de los cuales fue identificado por Byerly como el de la falla. En el estudio del terremoto de Montana de 1925 demostró que las observaciones estaban de acuerdo con la teoría y que se podía, por lo tanto, determinar el plano de falla de un terremoto a partir de ellas. Al considerar solamente el signo de la onda P, los datos son fáciles de obtener y pueden utilizarse observaciones de todo tipo de instrumentos sin que influya apenas su calibración. Se desarrollaron otros métodos (Honda, 1962), haciendo posible la unificación de todos ellos, los métodos gráficos de proyección mostrado por Scheidegger (1957). Actualmente se favorece el uso de la proyección estereográfica del hemisferio inferior de la esfera focal para representar los datos del signo de la P para separar gráficamente los cuatro cuadrantes de compresiones y dilataciones.

El método conocido como el de esfera focal, consiste en observar en muchos puntos de la superficie terrestre (estaciones sísmicas) la dirección del primer impulso de la onda P (compresión o dilatación) Los puntos de observación se proyectan sobre la superficie de una esfera de radio unidad con centro en el foco, o esfera focal, siguiendo la dirección que ha seguido el rayo desde el foco a la estación (Lee y Lahr, 1975; Gubbins, 1990; Lay y Wallace,

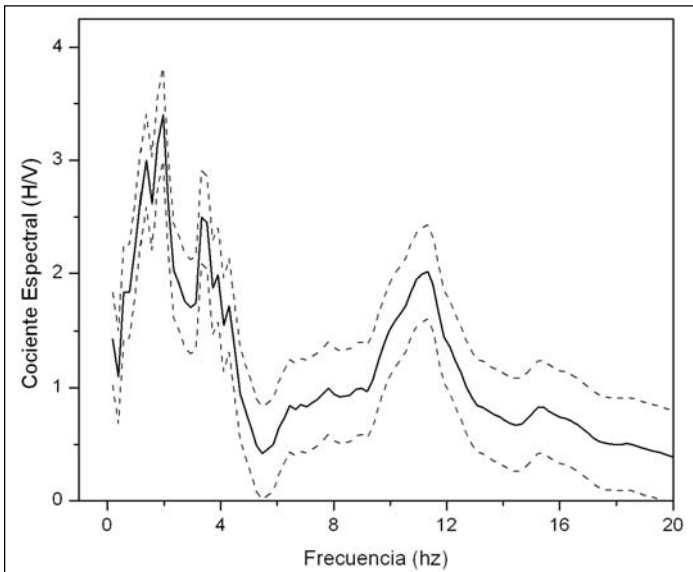


Fig. 4. Promedio ± 1 desviación estándar de los cocientes espectrales Norte y Este respecto a la vertical, para sismos registrados en la estación CIC.

1995; Fowler, 1998, entre otros). Los puntos proyectados sobre la esfera tienen coordenadas, azimut medido desde el Norte y el ángulo de salida del rayo medido desde la vertical. Los valores del ángulo de salida dependen de la distancia epicentral, de la profundidad del foco y de la distribución de la velocidad en el medio por el que viajan las ondas. Una vez determinados los valores del azimut y del ángulo de salida del rayo para cada observación, éstos se sitúan sobre una proyección de la esfera focal. Las proyecciones más usadas son las estereográficas como la de Wulff y la de Schmidt o de igual área. Situadas todas las observaciones sobre la proyección, se separan las regiones de compresiones y de dilataciones en cuatro cuadrantes por dos planos ortogonales. En la proyección, la ortogonalidad se logra haciendo pasar el segundo plano por el polo del primero. Un nuevo desarrollo de este método es el de las soluciones conjuntas (mecanismos focales compuestos) en las que los datos de varios terremotos se presentan en el mismo grafico. Esta técnica es especialmente útil para el estudio del mecanismo de réplicas y pequeños terremotos y permite establecer una solución para un grupo de sucesos cuando para cada uno de ellos los datos no son suficientes, suponiendo que todos tengan el mismo mecanismo. El método resuelve, sin ambigüedad, la orientación de los ejes de los esfuerzos, pero queda sin resolver en cuál de los posibles planos de falla se ha producido la fractura. En la práctica, para la selección del plano de falla se toma en cuenta el tipo de fallas que existen en la zona de estudio y en caso de que no haya fallas superficiales, se infiere la estructura responsable con base en la tectónica de la región y la geología local.

En el presente trabajo se determinó el mecanismo focal compuesto, empleando la técnica anteriormente descrita. Se graficaron las polaridades de los primeros movimientos de la onda P en una proyección equi-areal del hemisferio inferior de la esfera focal. Únicamente se usó la infamación de los sismos del enjambre y en promedio

se contó con 4 polaridades para la mayoría de los eventos analizados. La combinación de datos dio lugar al resultado incluido en la Fig. 3. De los dos planos nodales, consideramos como el activo al de rumbo N 3° E, el cual coincide con el rumbo de la Falla El Carrizal. Lo anterior nos lleva a considerar que el enjambre sísmico fue generado por dicha estructura. El ángulo de inclinación de dicho mecanismo es 70° al Este, de donde se infiere que el fallamiento es predominantemente de tipo normal, lo cual también es consistente con la Falla El Carrizal. El mecanismo focal concuerda con lo reportado por Munguía *et al.* (2003), para eventos en la bahía de La Paz.

AMPLIFICACION RELATIVA EN UN SITIO UTILIZANDO EL MÉTODO DE COCIENTES ESPECTRALES (H/V)

En los últimos años se han desarrollado técnicas para el análisis del comportamiento de un sitio en particular, ante la acción del movimiento producido por un terremoto. Se sabe que el suelo amplifica el movimiento del terreno y la cantidad de esta amplificación depende de varios factores, incluyendo tipo de roca, espesor de capas, grado de compactación y edad, entre otros. Ya que los efectos de sitio son de gran importancia en el diseño de edificaciones, estos resultan ser un factor importante para la mitigación de desastres de terremotos, de ahí la importancia de conocer su comportamiento ante el movimiento sísmico del suelo.

Existen diversos métodos que se han aplicado para caracterizar la amplificación en un sitio determinado. Aquí utilizaremos el método conocido como *Cociente Espectral H/V*, propuesto por Nakamura (1989) para microtemores y que posteriormente fue extendido para evaluar amplificaciones del terreno debido a terremotos usando ondas S por Lermo y Chávez-García (1993). Estos autores mostraron que es posible estimar el factor de amplificación de un sitio basado en la razón H/V. En muchos casos la curva de la razón espectral exhibe un pico a una frecuencia, la cual es llamada frecuencia fundamental de vibración del sitio. La técnica es utilizada para propósitos geológicos o geotécnicos en áreas urbanas (Giampiccolo *et al.*, 2001). Algunos autores correlacionan las curvas H/V con la distribución de daños para algunos sismos. Otros han realizado microzonificación usando el método de Nakamura y presentan mapas para caracterizar los efectos de la amplificación del suelo en una región dada e incluyen mapas de frecuencia de resonancia y de amplificación como una función del rango de frecuencia, conduciendo a una microzonificación sísmica (Bard y Thomas, 2000). Generalmente los valores de peligro potencial y riesgo sísmico, reflejados en la microzonificación, son apropiados como base para tomar medidas preventivas, en los códigos de construcción, entre otras. El cálculo del riesgo sísmico es un factor importante para la planeación de construcciones, especialmente hospitales, escuelas, plantas generadoras de energía eléctrica, etc., situadas en regiones sísmicas

Para los registros del enjambre sísmico, calculamos los cocientes espectrales de Fourier (H/V) de la onda

Tabla 2. Epicentros localizados del enjambre de febrero-abril de 2004

Fecha AAAAMDD	Tiempo origen HHMMSS	Lat N	Long O	Prof	ML
20040212	194628.7	24.189	110.438	4.8	3.1
20040212	194913.6	24.200	110.438	5.0	2.6
20040221	081144.9	24.173	110.452	6.6	3.0
20040221	081519.3	24.194	110.439	5.8	2.7
20040226	100620.0	24.187	110.428	7.1	1.2
20040227	122135.6	24.185	110.426	8.3	1.9
20040301	110905.7	24.223	110.423	5.1	2.7
20040301	115958.0	24.198	110.410	5.6	1.9
20040301	122938.1	24.199	110.413	6.4	1.4
20040301	125232.2	24.209	110.415	4.9	1.6
20040301	161957.5	24.196	110.413	4.3	3.3
20040304	214922.6	24.190	110.426	5.3	3.0
20040304	220638.1	24.189	110.424	3.6	2.9
20040304	222716.9	24.181	110.428	5.4	3.1
20040304	232407.2	24.177	110.424	3.0	2.8
20040306	164834.6	24.187	110.412	4.9	2.4
20040308	194944.9	24.163	110.411	8.0	3.2
20040308	221458.3	24.197	110.432	7.9	3.1
20040308	222348.5	24.189	110.411	4.8	3.1
20040308	230118.8	24.194	110.427	2.0	2.5
20040309	001825.4	24.193	110.416	6.0	2.7
20040309	202432.9	24.199	110.401	5.1	3.2
20040310	010744.9	24.216	110.418	5.7	2.3
20040310	223554.2	24.097	110.419	8.0	2.4
20040315	155109.6	24.192	110.423	4.0	2.6
20040401	062432.9	24.179	110.417	6.0	2.4
20040419	230704.2	24.189	110.424	6.0	2.5

secundaria para cuantificar la amplificación del movimiento horizontal del terreno utilizando el método de Lermo y Chávez-García (1993). El objetivo es ver si se presentan amplificaciones del terreno dentro de la ciudad de La Paz, ante la acción de sismos. Para esto, utilizamos los registros de la estación CIC, localizada en las instalaciones de CICESE-Unidad La Paz. Dicha estación es la única que se localiza dentro de la zona urbana; los registros de aceleración del terreno a procesar, son los primeros obtenidos en la ciudad.

Para todos los eventos registrados se estimaron los cocientes espectrales de cada una de las componentes horizontales respecto a la vertical. Después, se obtuvo una curva promedio para cada uno de los cocientes y finalmente un solo cociente promedio para el sitio (CIC). En la Fig. 4, se muestra el resultado obtenido para la estación CIC, junto con su desviación estándar. El cociente (H/V) muestra amplificaciones del sitio de hasta 3.5 veces. Se tiene una ventana de frecuencias con mayores amplitudes entre 1.5 y 3.5 Hz, en donde se concentra la frecuencia fundamental del sitio. Otra amplitud significativa se presenta a 11.2 Hz, lo que podría atribuirse al primer modo superior de vibración del sitio. Respecto a esto, podemos decir que los ingenieros constructores deben de tomar en cuenta dicha información, para así evitar que se llegara a presentar el fenómeno de resonancia al construir alguna edificación con una frecuencia natural similar.

El análisis de cocientes espectrales muestra que sí se presentan amplificaciones del terreno en la ciudad ante la ocurrencia de sismos. De lo anterior se desprende la necesidad de efectuar estudios de microzonificación en la Ciudad de La Paz, con el fin de evaluar los diferentes tipos de terreno que la constituyen. Un mejor conocimiento de áreas más propensas a presentar mayores amplificaciones, lo cual implicaría mayor riesgo, contribuiría en evaluaciones de riesgo sísmico en la ciudad. Con todo esto, resulta de gran importancia contar con el apoyo de este tipo de estudios para la planeación y control de asentamientos.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Registramos y reportamos un enjambre sísmico ocurrido durante febrero y abril de 2004, a 10 km al noroeste del centro de la ciudad de La Paz, Baja California Sur. Varios de los sismos fueron sentidos por la mayoría de sus pobladores. El registro de dicha actividad sísmica fue posible porque se cuenta con una red sísmica en la región que opera desde 1999. Se localizaron 27 eventos, cuyas magnitudes oscilan entre 1.2 y 3.3, y profundidades entre 2 y 8 km. Nueve de ellos son de magnitud 3 o mayor. La actividad es considerada como enjambre sísmico. Los epicentros y su mecanismo focal compuesto para los eventos de este enjambre sugieren que dicha actividad es provocada por la falla El Carrizal. Es importante mencionar que en los 6 años que se ha estado monitoreando la región, no se había observado actividad sísmica en esa zona. Un análisis de amplificaciones relativas en una estación acelerográfica localizada en la zona urbana de la ciudad, muestra amplificaciones de hasta 3.5 veces. Con lo anterior queda de manifiesto que en la ciudad se presentan amplificaciones del terreno ante la acción de temblores. De ahí la importancia de realizar estudios de microzonificación, para delimitar las áreas de mayor amplificación dentro de la zona conurbana y ciudad de La Paz. Finalmente, la presencia de actividad sísmica de magnitud mayor a 3 y su cercanía con la zona urbana, es un factor que debe tomarse en cuenta en evaluaciones de peligro y riesgo sísmico en la zona.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro especial reconocimiento al Dr. Guillermo Gutiérrez de CICESE-Unidad La Paz, por el apoyo para el funcionamiento de la red sísmica. Al Dr. Luis Munguía de CICESE por facilitar la instrumentación. A Hernando Torres por el apoyo para el mantenimiento de equipo en una isla. Los autores agradecen al Dr. Juan Martín Gómez González por las revisiones y sugerencias que ayudaron a mejorar sustancialmente el manuscrito.

REFERENCIAS

- Bard, Y. and Thomas, I., 2000. Wave Motion in Earthquake engineering. E. Kansel and G. D. Monolis (Editors), M.I.T. Press, Cambridge, Massachusetts, 362 pp.
- Byerly, P., 1926. The Montana earthquake of June 28, 1925, Bulletin of the Seismological Society of America, v. 16, p. 209-265.
- Byerly, P., 1938. The earthquake of July 6, 1934: Amplitudes and first motion, Bulletin of the Seismological Society of America, v. 28, p. 1-13.
- Byerly, P., 1955. Nature of faulting as deduced from seismograms (in Poldervaart, A., ed., Crust of the Earth- a symposium, Special Paper Geological Society of America, p. 75-85.
- Fabriol, H., Delgado-Argote, L.A., Dañoibeitia, J.J., Córdoba, D., González, A., García-Abdeslem, J., Bartolomé, R., Martín-Atienza, B. and Frías-Camacho, V., 1999. Backscattering and geophysical features of volcanic rifts offshore Santa Rosalía, Baja California Sur, Gulf of California, México. Journal of Volcanology and Geothermal Research, v. 93, p. 75-92.
- Fletcher, J. M. and Munguía, L., 2000. Active continental rifting in southern Baja California, México: Implications for plate motion partitioning and transition to seafloor spreading in the Gulf of California. Tectonics, v. 19, p. 1107-1123.
- Fowler, C.M.R., 1998. The Solid Earth, Cambridge University Press, 472 pp.
- Giampiccolo, E., Gresta, S. Mucciarelli, M., De Guidi, G. and Gallipoli, M.R., 2001. Site response in the city of Catania (Eastern Sicily) from microtremor measurements, Annali di Geofisica 44 (1), 1-11.
- González, M. and Munguía L., 2000. Seismicity in the region of La Paz - Los Cabos, Baja California Sur. MARGINS «Rupturing of Continental Lithosphere» Workshop: The Gulf of California Salton Trough, 27-29 October 2000, Puerto Vallarta, México.
- González, M., Vidal, A., Munguía, L., Mayer, S. y Aguirre., A., 2003. Escala de Magnitud Local (ML) para la región La Paz-Los Cabos, Baja California Sur, México. Reunión anual de la Unión Geofísica Mexicana, Puerto Vallarta, Jalisco, 3-7 noviembre de 2003. GEOS, v. 23, no. 2, p. 189.
- Gubbins, D., 1990. Seismology and plate tectonics, Cambridge University Press, 339 pp.
- Havskov, J. and Ottemöller, L. 2001. SEISAN: Earthquake analysis software. Ver. 7.2.
- Honda, H., 1962. Earthquakes mechanism and seismic waves. Journal of the Physics of the Earth, v. 10, 2, 113-119.
- Lay, T. and Wallace, T. C., 1995. Modern Global Seismology, Academic Press, 521 pp.
- Lee, W.H.K. and Lahr, J.C., 1975. HYPO71 (revised): a computer program for determining hypocenter, magnitude and first motion pattern of local earthquakes. Open-file report, U.S. Geological Survey, 75-311.
- Lermo, J. and Chavez-Garcia, F. J., 1993. Site effect evaluation using spectral ratios with only one station. Bulletin of the Seismological Society of America, v. 83, p. 1574-1594.
- Lienert, B.R. and Havskov, J., 1995. A computer program for locating earthquakes both locally and globally. Seismological Research Letters, v. 66, p. 26-36.
- Molnar, P., 1973. Fault plane solutions of earthquakes and direction of motion in the Gulf of California and on the Rivera Fracture Zone, Geological Society of America Bulletin, v. 84, 1651-1658.
- Munguía, L., 1995. El temblor de La Paz, Baja California Sur, del 30 de Junio de 1995. Informe técnico, CICESE.
- Munguía, L., Gaitán, J., Wong, V. y Mayer, S., 1992. Microsismicidad en la zona de falla La Paz, Baja California Sur, México, Geofísica Internacional, v. 31, no. 3, pp. 279-287.
- Munguía-Orozco, L., Valdez-López, T., Navarro-Sanchez, M., Cruz-Falcón, A. y Mayer-Geraldo, S., 1997a. Red sísmica temporal de La Paz: Boletín de información sísmica (septiembre-Octubre de 1996): GEOS, v. 17, p. 23-28.
- Munguía, L., Cruz, A. and Mayer, S., 1997b. Microearthquake studies in La Paz, Baja California Sur, México, Abstract of the 92 Annual Meeting of the Seismological Society of America, Honolulu, Hawaii, April 9-11, 1997.
- Munguía, L., González, M., Mayer, S., Navarro, M., Aguirre, A. and Valdez, T., 2003. Seismicity and focal mechanisms for the La Paz-Los Cabos, Baja California Sur, México region. A presentarse en la reunión de la Seismological Society of America, Eastern Section, Annual Meeting, 2003. Toronto (October 19-21).
- Nakamura, Y., 1989. A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremors on the ground surface. Quarterly reports of the Railway Technical Research Institute, Tokyo, 30, 25-33 pp.
- Scheidegger, A.E., 1957. The geometrical representation of fault-plane solutions of earthquakes, Bulletin of the Seismological Society of America, v. 47, p. 89-110.

Recepción del manuscrito: 4 de febrero, 2005
Recepción del manuscrito corregido: 28 de febrero, 2005
Aceptación del manuscrito: 3 de marzo, 2005

SISMICIDAD DEL CENTRO Y SUR DE MÉXICO. (PERIODO ENERO A JUNIO, 2004)

Javier Fco. Pacheco, Casiano Jiménez, Jesús Pérez Santana, Jorge A. Estrada, José L. Cruz, Arturo Cárdenas, Tan Li Yi, María de los Ángeles Gutiérrez, Bernardino Rubí, José A. Santiago.

Servicio Sismológico Nacional
Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad Universitaria, Del. Coyoacán, C.P. 04510, México
D.F., México

E-mail: javier@ssn.ssn.unam.mx

RESUMEN

Se presenta el reporte de sismos localizados por el Servicio Sismológico Nacional, durante el primer semestre del año 2004, en el centro y sur de México. Durante el semestre se reportaron 661 sismos, concentrados principalmente a lo largo de la costa del Pacífico mexicano, con sismicidad en el interior del continente. Gran parte de la sismicidad registrada se concentra fuera de la red sísmica del SSN, por lo que resulta en soluciones pobres. Con los registros regionales de la red se realizó una inversión del tensor de momento sísmico para 28 eventos importantes, y se listan 26 mecanismos obtenidos y reportados por la Universidad de Harvard (2004). Finalmente se hace una descripción de la sismicidad más importante ocurrida en el primer semestre del 2004, para concluir que la red actual no es suficiente para registrar, estudiar y reportar la sismicidad que ocurre en el país.

INTRODUCCIÓN

Para la localización de los sismos se utiliza el programa SEISAN de Haskov y Ottemöller (1999), que a su vez utiliza el algoritmo de HYPOCENTER de Lieneart y Haskov (1995), con el modelo de velocidades de Jeffrey y Bullen (1940). Distintos pesos se asignan a las lecturas de tiempos de llegada para las ondas P y S en las diversas estaciones. Estas lecturas son las utilizadas para realizar las localizaciones. Debido a la baja densidad de estaciones, la profundidad de los sismos superficiales es pobremente restringida. En caso de que la profundidad no se pueda determinar, se restringe a 5 km para sismos dentro del continente y 10 km para los sismos en el océano. Por falta de cobertura de la red sísmica en el norte de México, sismos localizados con latitud mayor o igual a 24° Norte son tomados del catálogo del National Earthquake Information Center (NEIC) del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS)(NEIC, 2004).

La determinación de la magnitud se lleva a cabo utilizando la duración de la coda de los registros (Haskov y Macías, 1984). Debido a la saturación de la magnitud de coda para sismos con magnitudes mayores o iguales a 5, la magnitud de estos sismos se determina utilizando los algoritmos para magnitud de amplitud (M_A) y de energía

(M_E) descritos por Singh y Pacheco (1994). En el caso de sismos de importancia, ya sea por haber sido sentidos por una amplia población, por el interés tectónico o simplemente por tener una magnitud mayor a 4.8, se determina el tensor del momento sísmico realizando una inversión de los datos de banda ancha, con los algoritmos descritos por Pacheco y Singh (1998). Estos algoritmos están basados en el trabajo de Randall y otros (1995). Para generar los sismogramas sintéticos se utiliza la estructura cortical de Campillo y otros (1996) si la trayectoria es básicamente continental y un modelo de corteza oceánica joven de Xu y Wiens (1997) en el caso de tener una trayectoria dominada por la placa del Pacífico. La profundidad de centroide se determina a través de una búsqueda del mejor ajuste entre sismogramas sintéticos y observados, realizada a diferentes profundidades espaciadas cada 5 km.

Para los sismos localizados en el centro-sur de México también se reproducen las soluciones obtenidas por la Universidad de Harvard (2004), a través de su programa de inversión rutinaria del tensor de momento sísmico. Los parámetros de fuente que se listan en la Tabla 1, provenientes de Harvard o producto de la inversión del

momento sísmico son: la profundidad de centroide, la magnitud de momento sísmico (M_w) y el mecanismo de la mejor solución de doble par. Los otros parámetros son tomados de la localización reportada por el SSN o el NEIC (2004).

Sismicidad del primer semestre de 2004.

En la Fig. 1 se muestra la distribución de los sismos reportados durante el semestre como una función de la magnitud. Este gráfico nos permite determinar cuál es la magnitud a partir de la cual se puede decir que el catálogo está completo. La mínima magnitud de "complitud" que se deriva de este catálogo es 3.9. A pesar de que el SSN reporta regularmente sismos con magnitudes menores, éstos se localizan en regiones y estados donde la densidad de la red permite localizar este tipo de temblores, principalmente alrededor de la ciudad de México, gracias a la ayuda que presta la red sísmica del Valle de México, y en los estados de Guerrero y Oaxaca, donde la red es más densa. La cobertura insuficiente en regiones más al norte y dentro del Eje Volcánico Transmexicano no permite localizar sismos de menor magnitud en esas regiones. El valor de b , o pendiente de la curva del logaritmo del número de sismos con magnitud mayor o igual a M , contra la magnitud, es de 1.24, en el intervalo entre $M=3.9$ y $M=5.7$. Este valor alto de b indica una sobrevaluación de las bajas magnitudes, por lo que amerita una revisión de la magnitud de coda utilizada por el SSN para evitar esta sobrevaluación de las magnitudes pequeñas.

En la Fig. 2 se muestra la distribución espacial de los sismos ocurridos en el primer semestre del año 2004. En total se reportaron 661 temblores con magnitudes distribuidas entre 3.2 y 6.4. La menor magnitud se registró en Guerrero y la mayor en Oaxaca. Esta última magnitud está sobrestimada debido a la gran energía irradiada por este temblor de Pinotepa Nacional (evento 32, Tabla 1). La magnitud reportada proviene de M_E , que se determina a partir de la energía irradiada, mientras que el momento sísmico estimado arroja una magnitud $M_w = 5.7$ (Harvard, lo reporta como $M_w = 5.9$). Un 70% de los sismos reportados son superficiales (467 eventos) que se representan como esferas en la Fig. 2 y 194 (el 30% restante) se localizaron con profundidades mayores de 40 km. La mayoría de la sismicidad superficial se concentra en las costas del Pacífico Sur de México, en la boca del Golfo de California, y en la Fractura de Rivera. Un alto porcentaje de los sismos reportados provienen de las costas de Chiapas y Guatemala. Los sismos que se localizan a profundidad mayor de 40 km se concentran principalmente en el Istmo de Tehuantepec. Varios sismos se reportaron a profundidad intermedia en Quintana Roo, Zacatecas y Jalisco; éstos podrían ser superficiales, pero por limitaciones de la red, su profundidad no pudo determinarse con precisión. El resto de la sismicidad se localiza dispersa en el noreste de México, centro de Chiapas y Eje Volcánico Transmexicano.

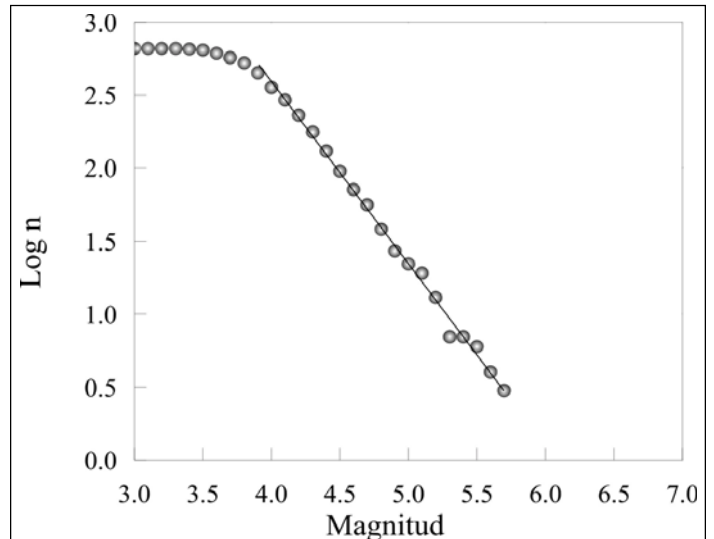


Fig. 1. Distribución del número de sismos (n) con magnitud mayor o igual a M .

La Tabla 1 es una lista de los sismos más importantes ocurridos durante el primer semestre del 2004. En esta tabla se puede leer el tiempo de origen (GMT), la localización, la magnitud de momento sísmico (M_w) y su mecanismo focal para el mejor doble par. En esta tabla también se reproducen todos los mecanismos reportados por la Universidad de Harvard (2003) y aquellos determinados por el SSN. Los mecanismos focales determinados para los sismos más importantes se muestran en la Fig. 3 como bolas de playa oscuras para los mecanismos determinados por el SSN y en un gris más claro aquellos mecanismos determinados por Harvard y que no fue posible determinar un equivalente con los datos del SSN. Algunas de las localizaciones que se listan en la Tabla 1, no coinciden con las que se presentan en la Tabla 2, ya que se relocalizaron los eventos con datos obtenidos de otras redes sísmicas para mejorar la precisión; sin embargo, las profundidades que se reportan son profundidades de centroide, que se obtienen de una búsqueda discreta de la profundidad a la cual los sismogramas sintéticos ajustan mejor los observados, durante la inversión del momento sísmico.

Llama la atención la alta sismicidad reportada con magnitudes moderadas, entre 5.0 y 5.9. La mayoría de estos temblores ocurrieron en Baja California Sur y en las costas de Chiapas, dos zonas donde la cobertura de estaciones sísmicas es muy pobre. Por ello, tanto las localizaciones como el mecanismo focal adolecen de confiabilidad. Igualmente, se presentó una alta sismicidad frente a las costas del estado de Michoacán, otra zona con escasa densidad de estaciones sísmicas. Sin embargo, se logró determinar el tensor de momento sísmico para 28 eventos, con magnitudes M_w entre 4.6 y 5.8. De estos 28 eventos, la Universidad de Harvard, en su proyecto de catálogo del tensor de momento sísmico (<http://www.seismology.harvard.edu/CMTsearch.html>), reporta 24 sismos. Además, Harvard reporta otros 2 sismos ocurridos en el Centro-Sur de México que no pudieron ser estudiados por el SSN, por su ubicación y falta de cobertura.

El año de 2004 se inicia con dos secuencias importantes, ambas sentidas por los habitantes de la ciudad de México. La primera (1 y 2, Tabla 1) ocurrió el día primero de enero, en la tarde (23 horas UT), con dos sismos separados por 20 minutos y de magnitudes 5.8 y 5.5 respectivamente. Ambos temblores se localizaron frente a las costas del estado de Guerrero, cerca de Zihuatanejo y presentan mecanismos de cabalgadura simple, indicando subducción activa de la placa de Cocos, bajo el continente de Norteamérica. Harvard reporta mayores magnitudes y ángulos de buzamiento más someros.

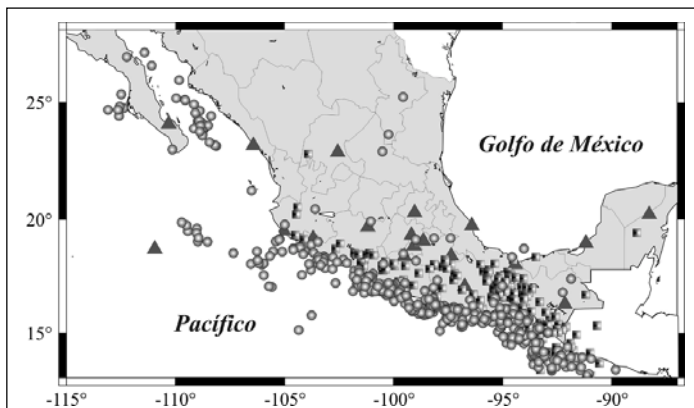


Fig. 2. Sismos reportados durante el primer semestre del 2004. Círculos representan eventos superficiales y cuadrados aquellos con profundidades mayores a 40 km. Las estaciones de la red aparecen como triángulos.

La segunda secuencia sísmica importante ocurrió en las costas de Oaxaca, cerca de Puerto Escondido (4 y 5, Tabla 1). Nuevamente, dos sismos separados por 1 hora y media, de magnitudes 4.9 y 5.3 se localizaron a profundidades entre 20 y 30 km y presentan mecanismos de fallamiento inverso de alto ángulo, lo que indica actividad intraplaca, en la placa subducida de Cocos, más que actividad intraplaca.

Durante el mismo mes de enero se localizó un sismo al norte del estado de Oaxaca con profundidad de 100 km y mecanismo de fallamiento normal (6, Tabla 1). El sismo se reportó con una magnitud M_w 5.0, sin embargo fue sentido fuerte en la ciudad de Oaxaca y otros pueblos aledaños. Su mecanismo indica compresión a lo largo de la placa subducida, a pesar de que el acimut de la falla no es paralelo a la placa misma.

En el mes de febrero se presentaron 2 secuencias sísmicas muy interesantes en el estado de Baja California Sur. Ambas secuencias se inician el 9 de febrero, la primera en la boca del Golfo de California, donde Harvard reporta dos sismos (10 y 11, Tabla 1) con magnitudes 5.1 y 5.2, con mecanismos de fallamiento normal puro. El mecanismo indica actividad sísmica en la dorsal medio-oceánica. El mismo día, una hora más tarde, se reporta un sismo de magnitud M_w 5.4, del lado del Pacífico, frente a la Isla

Magdalena (12, Tabla 1). Este sismo y todas sus réplicas son de gran importancia para el entendimiento de los procesos tectónicos que se llevan a cabo en la Península de Baja California y la evaluación del riesgo sísmico de la región. Los mecanismos determinados por el SSN y Harvard coinciden en fallamiento normal con orientación N-S. Este tipo de fallamiento no coincide con evidencia geológica de Michaud y otros (2004), quienes aseguran observar movimiento transversal a lo largo de la falla de Tosco-Abrejos.

En todo el semestre se registraron 3 sismos importantes frente a las costas de Michoacán. El primero se registró el 6 de febrero (9, Tabla 1) con una magnitud M_w 5.0, y un mecanismo de fallamiento inverso de alto ángulo, similar al sismo del 11 de enero de 1997 (Mikumo y otros, 1999). El 13 de Marzo se registró un sismo (21, Tabla 1) de magnitud M_w 4.9 en las costas de Michoacán, con mecanismo lateral derecho. La profundidad y la localización indican que el rompimiento ocurre en la placa oceánica en subducción. El sismo 30, de la Tabla 1, de magnitud M_w 5, que también se localiza en las afueras de la costa, tiene las características de un temblor en la interfase, con mecanismo de cabalgadura.

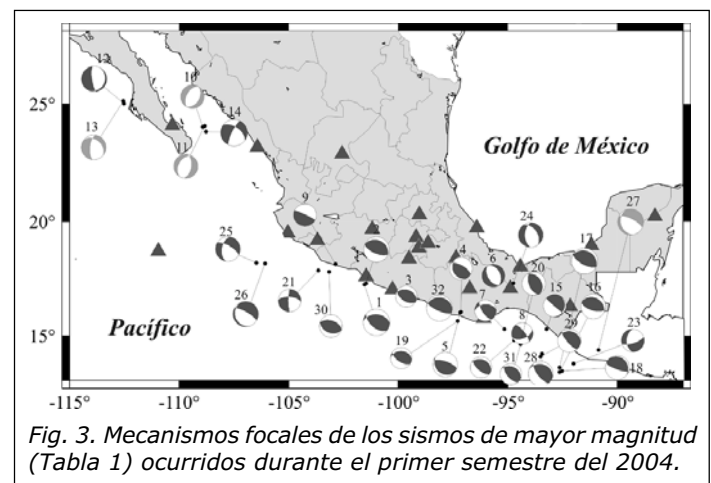


Fig. 3. Mecanismos focales de los sismos de mayor magnitud (Tabla 1) ocurridos durante el primer semestre del 2004.

La actividad más importante por su duración se presentó frente a las costas de Chiapas, en el borde entre México y Guatemala, y dentro del Golfo de Tehuantepec. Los sismos 16, 17 y 18 de la Tabla 1, que ocurrieron entre el 25 y 26 de febrero muestran un mecanismo de cabalgadura, al igual que los eventos 28 y 29 que se localizan más al Oeste y los sismos 8, 22 y 31 que se localizan todavía más al Oeste. Todos ellos presentan características similares; sismos de cabalgadura de bajo ángulo, muy superficiales y asociados a la subducción de la placa del Coco bajo el Caribe-Norte América. El evento 15, Tabla 1, que ocurre antes de la secuencia cercana a la frontera, posee un mecanismo muy diferente. Este evento, de magnitud M_w 5, es similar a otros de mayor magnitud

que se registraron en la misma zona en el 2003 (Pacheco y otros, 2002) con mecanismo de fallamiento inverso de alto ángulo y profundidades entre los 50 y 70 km.

En este semestre se presentaron dos sismos intraplaca importantes en el estado de Oaxaca. El primero de ellos (6, Tabla 1), ya se describió anteriormente. El segundo (24, Tabla 1) se localizó mas hacia el Este y presenta un mecanismo similar, pero una magnitud mayor (M_w 5.3).

Tres sismos importantes y sentidos por poblaciones aledañas se localizaron entre San Luis Potosí y Nuevo León. Desgraciadamente no se tiene cobertura de estaciones en esta región para generar localizaciones confiables, y mucho menos para poder realizar un estudio detallado de los mecanismos generadores de dichos temblores. Igualmente se registró un sismo en Quintana Roo, que fue sentido fuertemente en Tikul, Yucatán. Por falta de una adecuada cobertura de la red no se pudo determinar la localización de este sismo con precisión, ni si puede determinar porqué se sintió tan fuerte en Tikul, a más de 100 km del epicentro.

Tabla 1: Parámetros de fuente

No.	Fecha	hrmi	seg.	Lat.	Long.	Prof.	Mw	Acim.	Buz	Desl.	Fuente
Enero											
1	040101	2331	47	17.27	-101.54	20	5.8	274	40	61	SSN
			53	17.45	-101.40	15	6.0	299	13	92	HRV
2	040101	2358	00	17.32	-101.47	15	5.5	296	26	93	SSN
			06	17.39	-101.32	20	5.6	308	21	104	HRV
3	040104	0501	36	16.74	-99.64	25	4.7	287	37	78	SSN
4	040113	1950	18	16.06	-97.15	20	4.9	155	27	121	SSN
			27	16.45	-96.83	32	5.1	301	49	97	HRV
5	040113	2128	56	16.03	-97.17	22	5.3	132	22	112	SSN
			00	16.26	-96.94	30	5.4	299	50	97	HRV
6	040117	2113	09	17.66	-95.66	100	5.0	335	40	-85	SSN
			10	17.90	-95.49	106	5.2	325	44	-77	HRV
Febrero											
7	040201	2011	47	15.30	-95.16	14	4.7	266	41	38	SSN
			49	15.46	-95.15	17	4.9	300	29	54	HRV
8	040205	1236	53	15.11	-94.34	15	4.7	322	71	139	SSN
9	040206	1911	32	18.17	-102.86	10	5.0	295	85	91	SSN
			36	18.36	-102.80	35	5.1	296	65	88	HRV
10	040209	0001	48	24.04	-108.93	12	5.1	207	49	-93	HRV
11	040209	0004	10	24.09	-108.83	12	5.2	209	39	-75	HRV
12	040209	0124	39	25.02	-112.53	5	5.5	172	76	-99	SSN
			40	25.06	-112.60	12	5.4	211	73	-43	HRV
13	040209	0903	50	25.13	-112.56	12	5.3	186	66	-60	HRV
14	040218	1059	18	23.84	-108.78	13	5.8	206	77	-37	SSN
			25	23.91	-108.75	13	5.8	305	81	179	HRV
15	040220	0835	18	15.30	-93.24	70	5.0	131	86	76	SSN
16	040225	1153	7	13.39	-92.64	10	5.3	300	28	102	SSN
			11	13.62	-92.54	12	5.3	281	18	77	HRV
17	040225	1822	20	13.59	-92.64	5	5.7	296	23	88	SSN
			23	13.65	-92.63	12	5.7	293	17	82	HRV
18	040226	0847	52	13.43	-92.52	10	5.2	316	16	115	SSN
Marzo											
19	040303	0921	30	15.66	-97.30	20	4.6	273	33	64	SSN
20	040303	1221	31	14.94	-94.36	5	5.1	325	35	79	SSN
			33	14.85	-94.36	12	5.2	283	19	69	HRV
21	040313	1402	25	17.88	-103.65	23	4.9	180	82	-28	SSN
			30	18.00	-103.67	20	5.1	178	83	-21	HRV

No.	Fecha	hrmi	seg.	Lat.	Long.	Prof.	Mw	Acim.	Buz	Desl.	Fuente	
Abril												
22	040403	1125	47	14.81	-94.71	10	4.7	293	28	74	SSN	
23	040419	0509	37	13.77	-92.00	50	5.0	72	70	-47	SSN	
			39	14.09	-91.88	45	5.0	234	87	31	HRV	
24	040420	1744	21	17.33	-94.75	130	5.3	324	45	-118	SSN	
			23	17.50	-94.63	146	5.4	310	61	-132	HRV	
Mayo												
25	040502	0419	25	18.23	-106.48	10	5.4	190	50	-29	SSN	
			31	18.02	-106.07	12	5.3	91	87	-164	HRV	
26	040502	0517	28	18.20	-106.08	10	5.5	300	76	-100	SSN	
			32	18.09	-106.08	12	5.4	271	69	-178	HRV	
27	040503	0512	41	14.38	-90.87	96	5.7	297	71	-108	HRV	
28	040515	1930	40	14.21	-93.44	5	5.4	286	25	57	SSN	
			42	14.28	-93.39	13	5.5	288	20	78	HRV	
29	040515	2011	6	14.07	-93.52	10	5.1	277	22	49	SSN	
			9	14.32	-93.44	13	5.1	287	20	71	HRV	
30	040521	0409	54	17.83	-103.16	15	5.0	288	50	88	SSN	
			0410	3	18.06	-103.01	28	5.2	287	24	79	HRV
31	040525	2246	34	14.63	-94.42	10	4.7	294	32	67	SSN	
			36	14.87	-94.28	13	4.8	304	19	84	HRV	
Junio												
32	040614	2254	20	16.23	-98.13	20	5.7	275	19	72	SSN	
			28	16.46	-97.92	18	5.9	277	11	70	HRV	

HRV: <http://www.seismology.harvard.edu/CMTsearch.html>
 SSN: <http://www.ssn.unam>.

Durante el primer semestre de este 2004 se reportaron más de 600 temblores que se localizan en el Centro-Sur de México. De estos 600 eventos, se conoce el mecanismo de generación de sismo de al menos 32 de ellos. La mayoría de los eventos registrados se localizaron fuera de la red sísmica del SSN, lo que limita la precisión de la información que se pueda dar sobre ellos. Por otro lado, la distribución de sismos con la magnitud que se presenta para este semestre muestra un sesgo de las magnitudes de sismos pequeños, lo que se podría corregir con una re-calibración de la magnitud coda que reporta el SSN.

Agradecimientos

Agradecemos la colaboración de la secretaria Enedina Martínez en la elaboración de este reporte, el cual es posible gracias al proyecto L001 del Instituto de Geofísica de la UNAM.

Bibliografía

- Campillo, M., Singh, S. K., Shapiro, N., Pacheco, J. And Hermann, R. B., 1996. Crustal structure of the Mexican volcanic belt, based on group velocity dispersion. *Geofísica Internacional*, **35**, No.4, 361-370.
- Fukuyama, E. and Dreger, D. S., 2000. Performance test of an automated moment tensor determination system for the future "Tokai" earthquake, *Earth Planets Space*, **52**, 383-392.
- Harvard Centroid Moment Tensor Solution, CMTS project, 2004. <http://www.seismology.harvard.edu/CMTsearch.html>.
- Havskov, J. and Macías. M., 1983. A coda-length magnitude scale for some Mexican stations, *Geofísica Internacional*, **22**, 205-213.
- Havskov, J. and Ottemöller, L., 1999. Seisan earthquake analysis software, *Seismological Research Letters*, **70**, 532-534.
- Jeffreys, H. and Bullen, K. E., 1940. Seismological Tables, British Association Seismological Committee, London.
- Lienart, B.R. and Haskov, J., 1995. A computer program for locating earthquakes both locally and globally, *Seismological Research Letters*, **66**, 26-36.
- Michaud, M., Sosson, J-Y., Royer, A. Bourgois, CH., Calmus, T., Mortera, C., Bigot-Cormier, F., Bandy, W., Dymont, J., Pontoise, B. and Schler, B., 2004. Motion partitioning between the Pacific plate, Baja California and the North America plate: The Tosco-Abreojos fault revisited, *Geophysical Research Letters*, **31**, L080604, doi: 10.1029/2004GL019665.
- Mikumo, T., Singh, S. K. and Santoyo, M. A., 1999. A possible stress interaction between large thrust and normal faulting earthquakes in the Mexican subduction zone, *Bulletin of the Seismological Society of America*, **89**, 1418-1428.
- National Earthquake Information Center, NEIC earthquake reports, 2004. <http://earthquake.usgs.gov/activity/past.html>.
- Pacheco, J.F. and Singh, S. K., 1998. Source parameters of two moderate earthquakes estimated from a single-station, near-source recording, and from MT inversion of regional data: A comparison of results, *Geofísica Internacional*, **37**, 95-102.
- Pacheco, J. F., Jiménez, C., Iglesias, A., Pérez, J., Estrada, J. A., Cruz, J. L., Cárdenas, A., Gutiérrez. Ma. de los A., Rubí, B. y Santiago J. A., 2002. Sismicidad del Centro Sur de México (Período Enero a Marzo, 2002), *GEOS*, **22**, 49-54.
- Randall, G.E., Ammon, C. J. and Owens, T. J., 1995. Moment tensor estimation using regional seismograms from a Tibetan plateau portable network deployment. *Geophysical Research Letters*, **22**, 1665-1668.
- Singh, S.K. and Pacheco, J.F., 1994. Magnitude of Mexican earthquakes, *Geofísica Internacional*, **33**, 189-198.

Recepción del manuscrito: 25 de octubre, 2004
Aceptación del manuscrito: 5 de enero, 2005

BOLETÍN DE LA RED SÍSMICA DEL NOROESTE DE MÉXICO (PERIODO JULIO A DICIEMBRE DE 2004)

GRUPO RESNOM¹

Departamento de Sismología
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Apdo. Postal No. 2732, Ensenada, B. C., México
<http://sismologia.cicese.mx/resnom>
E- mail: resnom@cicese.mx

INTRODUCCIÓN

El objetivo de la Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM) es el de registrar la actividad sísmica de la región norte de Baja California y la porción occidental del estado de Sonora, México, entre los 30° y 33° de latitud norte y 114° y 117° de longitud oeste, aproximadamente (Fig. 1). La información digital de los temblores que esta red registra es esencial para estudios sismotectónicos de la región, que incluye un segmento importante de la frontera entre las placas Norteamérica y Pacífico.

La red consiste de 12 estaciones de período corto, 3 estaciones de banda ancha y una estación de período largo. Cada estación está constituida por tres sismómetros que registran dos componentes mutuamente ortogonales de movimiento horizontal y una componente de movimiento vertical. Una descripción de las características de la instrumentación usada en las estaciones se puede ver en Grupo RESNOM (2002). Las señales digitales generadas en los sitios de ubicación de las estaciones se envían al centro de procesado en Ensenada, Baja California por medio de enlaces de radio (para estaciones de período corto) o mediante un sistema de transmisión combinado de radio enlaces e internet (para estaciones de banda ancha). La descripción de los sistemas de adquisición de las señales de período corto y de período largo se encuentra en Arregui (2004). La descripción del sistema de adquisición de las señales de banda ancha, puede consultarse en Grupo Resnom (2003).

Como resultado del funcionamiento de RESNOM se ha generado un importante banco de datos formado por sismogramas, tiempos de arribo, localizaciones hipocentrales y magnitudes de los sismos del norte de Baja California, principalmente. En este boletín se presenta una descripción breve del procesamiento de los datos sísmicos y una exposición sucinta de la sismicidad registrada por RESNOM durante el periodo de julio a diciembre de 2004.

PROCESAMIENTO Y ANALISIS PRELIMINAR DE DATOS

Procesamiento. Para un sismo dado, tanto las señales de período corto como las de banda ancha y, en algunos casos, las señales provenientes de la estación de período largo se cambian al formato SEISAN. Una vez que se tienen todas las señales en este formato, se agrupan y se genera un solo archivo con toda la información del sismo. Este archivo se registra a continuación en la base de datos de RESNOM (siguiendo la estructura de SEISAN) y se efectúa el procesamiento estándar de la información del sismo registrado. Dicho procesamiento consiste en

leer los tiempos de arribo, localizar el hipocentro y calcular la magnitud correspondiente.

Localización de hipocentros. A partir de enero de 2003, para la localización de los sismos se utiliza el programa HYPOCENTER de Lienert y Havskov (1995), el cual forma parte del paquete SEISAN. Los modelos de velocidades de la corteza usados en el proceso de localización son los propuestos por Nava y Brune (1982) para las Sierras Peninsulares de Baja California (SPBC) y Munguía (1995) para el Valle de Mexicali (VM). Este último modelo está basado en la estructura de velocidades propuesta por

¹PERSONAL DEL GRUPO RESNOM

Investigadores responsables: *Antonio Vidal Villegas y Luis Munguía Orozco*

Técnicos en electrónica: *Luis Orozco León y Oscar Gálvez Valdéz*

Técnicos lectors: *Francisco Farfán Sánchez e Ignacio Méndez Figueroa*

Programador: *Sergio Arregui Ojeda*

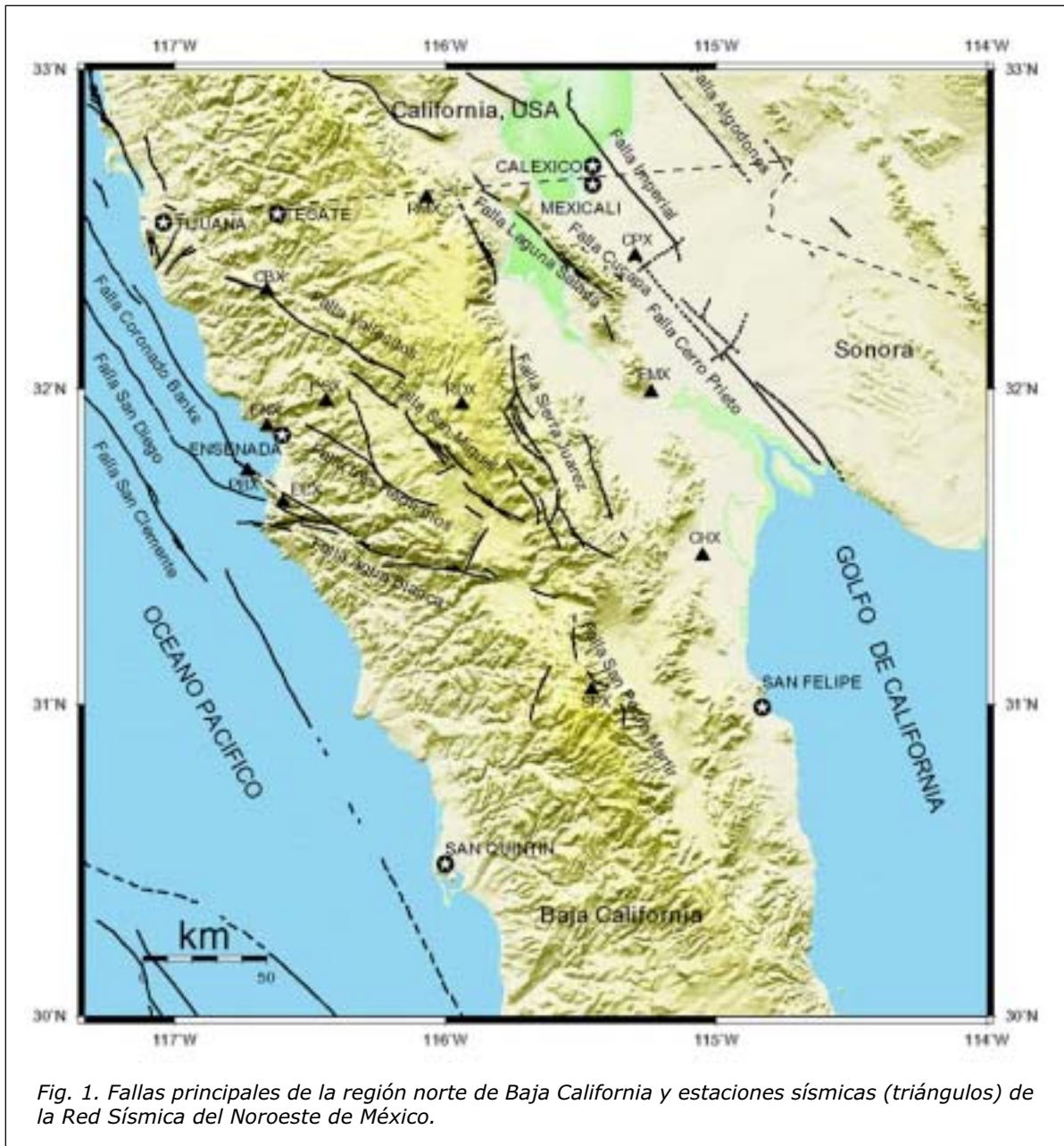


Fig. 1. Fallas principales de la región norte de Baja California y estaciones sísmicas (triángulos) de la Red Sísmica del Noroeste de México.

McMechan y Mooney (1980) para el Valle Imperial. Para sismos que ocurren en la vecindad de la frontera con el estado de California, Estados Unidos, la información de RESNOM se complementa frecuentemente con tiempos de arribo proporcionados por la Red Sísmica del Sur de California, el Servicio Geológico de Estados Unidos y por el Centro de Datos Sísmicos del Sur de California (SCEDC, por sus siglas en inglés).

Cálculo de magnitudes. A partir de enero de 2003 se reportan conjuntamente para cada evento dos tipos de magnitud: la magnitud local y la magnitud de duración. La magnitud local se calcula a partir de las amplitudes máximas medidas en sismogramas Wood-Anderson equivalentes. Estas amplitudes se utilizan en combinación con alguna de las dos relaciones empíricas propuestas por Vidal y Munguía (1999) para el cálculo de la magnitud

local: una aplicable a sismos de las SPBC y otra a sismos del VM. La magnitud de duración se calcula con base en la duración medida en los registros de periodo corto y la relación propuesta por González y García (1986).

Difusión de la información de RESNOM. Como resultado del procesamiento de los datos, se generan Boletines de Información Sísmica, los cuales contienen tiempos de arribo, localizaciones hipocentrales y valores de magnitud de los sismos registrados. Tanto los boletines como la información de la red en general pueden consultarse en la página electrónica de RESNOM: (<http://sismologia.cicese.mx/resnom>). Como parte de la divulgación, a partir del año 2003, los boletines se envían también al Centro Internacional de Sismología (con sede en Inglaterra).

BOLETÍN DE LA RED SÍSMICA DEL NOROESTE DE MÉXICO

Tabla 1. Localizaciones hipocentrales de los sismos ($M \geq 3$) registrados por RESNOM durante el segundo

J U L I O							
Fecha	Origen	Latitud	Longitud	Prof. (km)	RMS	ERH	Mag.
2004 07 01	16 24 25.0	32 19.74	-115 09.78	4.0*	0.3	1.4	3.4
2004 07 06	00 29 19.1	32 11.76	-115 19.20	4.0*	0.3	1.0	3.5
2004 07 08	09 38 31.0	32 12.60	-115 20.04	6.0*	0.2	1.2	3.0
2004 07 09	04 43 46.6	32 32.64	-115 44.70	4.8	0.3	1.6	3.7
2004 07 09	05 02 50.0	32 32.88	-115 45.00	4.4	0.3	1.5	3.5
2004 07 09	06 30 06.2	32 33.36	-115 45.78	4.0*	0.2	0.8	3.1
2004 07 09	12 11 28.3	32 33.72	-115 45.54	5.2	0.3	1.1	3.1
2004 07 11	23 48 05.3	29 52.74	-115 51.84	6.0*	0.6	5.6	3.6
2004 07 14	00 53 52.3	33 43.56	-116 03.36	13.0*	0.5	6.7	4.0
2004 07 15	12 20 54.0	33 21.72	-116 20.46	11.2	0.2	1.4	3.1
2004 07 20	05 09 38.1	32 16.62	-115 07.44	4.0*	0.3	1.4	4.1
2004 07 20	22 59 42.8	32 17.40	-115 08.16	4.0	0.3	1.4	3.4
2004 07 22	15 01 13.3	32 23.82	-115 14.34	4.0*	0.3	1.8	3.7
2004 07 22	15 07 29.5	32 20.64	-115 16.44	6.0*	0.2	1.6	3.2
2004 07 27	11 01 12.3	32 35.10	-116 10.08	2.0*	0.2	0.8	3.5
A G O S T O							
Fecha	Origen	Latitud	Longitud	Prof. (km)	RMS	ERH	Mag.
2004 08 01	18 03 40.1	32 42.78	-116 02.70	3.5	0.2	1.2	3.3
2004 08 02	16 28 45.4	32 02.88	-117 28.80	8.4	0.1	1.4	3.4
2004 08 06	03 22 26.1	30 44.46	-114 29.70	4.0*	0.3	2.0	3.5
2004 08 07	10 41 26.1	26 35.28	-111 51.42	10.0*	0.8	0.0	3.7
2004 08 12	14 44 30.0	30 32.76	-114 27.00	4.0*	0.3	2.1	3.8
2004 08 12	14 52 53.2	30 32.64	-114 29.34	2.0*	0.3	1.9	3.5
2004 08 19	01 40 20.1	30 23.70	-114 34.56	4.0*	0.3	1.8	3.6
2004 08 20	04 30 12.5	30 14.82	-114 07.38	13.7	0.2	5.0	3.2
2004 08 20	05 46 40.1	30 13.56	-114 08.46	5.1	0.2	1.6	4.3
2004 08 20	06 10 00.0	30 12.06	-114 08.46	12.0	0.3	0.0	3.1
2004 08 20	06 24 23.5	30 08.94	-114 06.24	8.3	0.2	2.7	3.5
2004 08 20	06 33 02.3	30 10.86	-114 04.44	3.4	0.2	1.4	4.7
2004 08 20	06 36 32.8	30 12.18	-114 08.64	2.8	0.3	1.8	4.0
2004 08 20	06 52 35.3	30 17.70	-114 20.16	6.0*	0.2	1.9	3.3
2004 08 20	07 05 12.2	30 20.52	-114 16.56	10.9	0.1	2.3	3.0
2004 08 20	08 06 13.9	28 30.84	-113 11.94	5.0*	0.3	1.3	4.7
2004 08 20	08 45 22.4	30 15.30	-114 10.92	6.0*	0.3	3.2	3.5
2004 08 20	09 04 40.7	30 10.26	-114 07.02	6.0*	0.2	1.5	3.7
2004 08 20	09 43 54.7	30 09.66	-114 08.34	5.0*	0.3	2.1	3.9
2004 08 20	10 04 25.1	30 12.24	-114 16.98	8.3	0.2	2.2	3.1
2004 08 21	09 11 19.9	30 14.94	-114 06.96	5.1	0.2	2.4	3.9
2004 08 22	01 25 10.5	32 22.86	-115 15.60	5.0*	0.3	1.6	4.5
2004 08 22	14 24 15.6	30 36.72	-113 56.58	3.5	0.1	1.9	3.3
2004 08 25	21 09 07.0	30 19.74	-113 58.98	8.0*	0.2	4.7	4.1
2004 08 26	00 16 14.6	30 38.76	-113 54.06	6.0*	0.2	4.2	3.9
2004 08 26	00 46 39.7	30 30.42	-114 16.50	8.0*	0.3	3.8	3.1
2004 08 26	02 17 03.1	32 03.24	-115 48.72	3.4	0.2	1.5	3.3
2004 08 26	02 58 43.1	32 20.88	-115 18.36	3.0*	0.2	1.6	3.7
2004 08 26	03 04 00.8	30 28.98	-114 03.06	8.0*	0.2	4.7	3.2
2004 08 30	05 35 16.7	29 47.82	-116 29.82	12.0	0.2	2.8	5.2
2004 08 30	10 53 26.8	32 17.28	-116 38.46	14.7	0.2	0.9	3.1

S E P T I E M B R E							
Fecha	Origen	Latitud	Longitud	Prof. (km)	RMS	ERH	Mag.
2004 09 01	15 10 29.3	30 37.14	-114 08.28	4.0*	0.2	4.5	3.6
2004 09 03	22 12 12.6	29 52.80	-116 34.02	7.0*	0.2	2.9	3.4
2004 09 04	19 09 39.3	32 23.58	-115 12.78	4.0*	0.2	1.3	3.1
2004 09 04	21 05 43.8	30 17.58	-114 02.10	6.4	0.1	5.1	3.4
2004 09 07	08 29 26.6	30 34.56	-115 54.54	6.0*	0.2	2.5	3.2
2004 09 09	02 12 12.9	32 16.56	-115 40.86	5.0*	0.3	1.2	3.4
2004 09 09	12 04 32.7	32 09.90	-115 46.80	5.2	0.3	1.2	3.1
2004 09 11	22 58 16.3	32 19.38	-115 19.44	2.0*	0.3	1.5	3.3
2004 09 12	20 28 26.2	32 19.56	-115 19.62	3.0*	0.3	1.2	3.5
2004 09 12	21 03 27.9	32 19.62	-115 18.18	2.9	0.2	1.5	3.0
2004 09 15	10 18 19.0	29 34.02	-113 16.20	1.0*	0.2	6.1	4.6
2004 09 15	16 49 46.5	29 22.50	-114 21.36	2.0*	0.1	3.9	4.2
2004 09 18	21 32 23.3	32 05.82	-115 07.20	4.0*	0.2	1.2	3.2
2004 09 22	08 15 02.1	32 25.44	-115 06.90	4.0*	0.2	0.9	3.2
2004 09 24	06 28 43.8	31 53.52	-115 38.94	2.1	0.3	1.8	3.1
2004 09 24	14 43 09.1	28 32.56	-112 39.90	3.0*	0.1	1.8	5.4
2004 09 25	08 11 50.3	30 01.32	-114 30.78	2.0*	0.1	2.8	3.4
2004 09 27	22 32 42.7	31 55.44	-114 47.22	5.0*	0.2	1.4	3.3
2004 09 28	22 07 52.1	32 10.80	-115 48.96	4.0*	0.3	1.1	3.2
O C T U B R E							
2004 10 05	11 22 30.6	30 25.20	-115 59.76	6.0*	0.2	3.3	3.2
2004 10 17	15 55 55.8	32 07.32	-115 02.52	1.3	0.2	1.0	3.2
2004 10 18	13 04 15.9	30 19.02	-114 38.94	6.0*	0.1	3.0	3.4
2004 10 18	16 47 14.3	30 18.54	-114 34.44	6.0*	0.2	3.8	3.6
2004 10 19	02 12 09.6	33 30.00	-116 28.98	7.0*	0.4	1.2	3.4
2004 10 23	10 19 24.3	32 25.32	-115 25.44	3.7	0.3	1.5	3.0
2004 10 23	16 24 59.5	31 37.62	-116 28.26	8.6	0.1	1.1	3.0
2004 10 24	23 25 58.6	28 59.58	-113 51.78	10.0*	0.3	8.2	4.8
2004 10 29	08 14 18.1	29 16.38	-115 01.38	2.0*	0.1	4.5	3.6
N O V I E M B R E							
2004 11 09	03 34 37.5	31 08.94	-115 20.58	6.0*	0.2	1.1	3.9
2004 11 26	15 00 01.7	31 41.58	-115 56.52	6.0*	0.2	1.2	3.7
D I C I E M B R E							
2004 12 06	06 08 43.0	32 12.12	-116 05.04	5.4	0.2	0.9	3.6
2004 12 10	10 49 30.0	32 10.56	-115 48.60	1.4	0.3	1.1	3.5
2004 12 13	03 27 25.1	32 10.38	-115 49.74	2.0*	0.3	1.2	3.2
2004 12 13	11 22 19.6	30 45.36	-116 04.32	6.0*	0.3	3.5	3.0
2004 12 13	12 05 42.9	32 03.00	-115 41.82	6.0*	0.2	1.3	3.0
2004 12 20	16 51 38.3	32 11.22	-115 19.44	4.0*	0.3	1.3	3.0
2004 12 24	03 14 49.7	32 04.32	-116 23.10	6.0*	0.2	0.9	3.1
2004 12 28	14 37 41.5	32 09.18	-115 49.98	7.0*	0.3	1.6	3.1
2004 12 29	22 00 59.4	32 20.34	-115 12.66	5.0*	0.2	1.4	3.3

Abreviaturas y símbolos usados:

RMS = Error cuadrático medio de los residuales de tiempo.

ERH = Error estándar del epicentro, calculado a partir de los errores en latitud y longitud.

* Profundidad restringida por el lectorista.

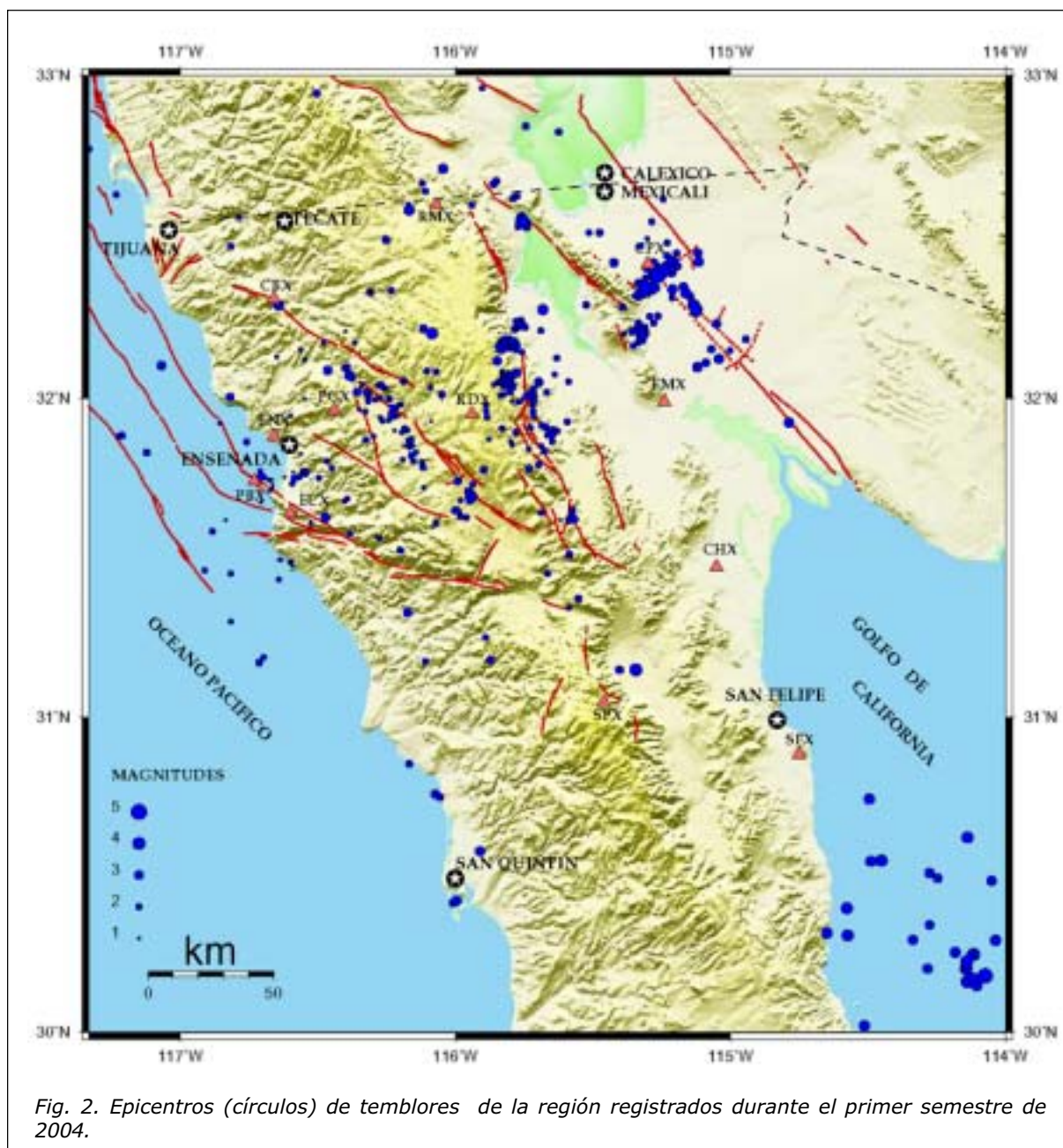


Fig. 2. Epicentros (círculos) de temblores de la región registrados durante el primer semestre de 2004.

SISMICIDAD DE JULIO A DICIEMBRE DE 2004

En este período se localizaron alrededor de 462 sismos en el norte de Baja California, con magnitudes comprendidas entre 0.8 y 5.4. En la región del Valle de Mexicali, la actividad sísmica se concentró principalmente entre los extremos sur de la falla Imperial y norte de la falla Cerro Prieto y entre el extremo norte de esta última y el sur de la falla Cucapá. Los sismos comprendidos en estas zonas presentan una orientación NE - SW (Fig. 2). En la porción central de la falla Cerro Prieto y al sur de la falla Laguna Salada, también se produjo actividad sísmica con eventos de magnitudes de hasta 3.2 y 3.5, respectivamente. Asimismo, en la Fig. 2 se aprecia que en las Sierras Peninsulares la sismicidad se concentró principalmente al norte y en la porción central de la falla

San Miguel, así como al centro de la falla Sierra Juárez. Finalmente, es de resaltar la actividad sísmica del Golfo de California, representada por 35 sismos con magnitudes de hasta 4.7, ocurridos el 20 de agosto de 2004 al SE de la ciudad de San Felipe, B. C. (ver Fig. 3).

Por lo que toca a sismos de magnitud igual o mayor que 3.0, en la Tabla 1 se presentan las localizaciones hipocentrales de 85 eventos. Treinta de ellos se localizaron en el Golfo de California ($3.0 \leq M \leq 5.4$), 4 en la Costa del Pacífico ($3.0 \leq M \leq 5.2$) y 20 en el área comprendida entre los extremos sur y norte de las fallas Cucapá y Cerro Prieto ($3.0 \leq M \leq 4.5$). De los sismos restantes, 27 de ellos ocurrieron en la región de las Sierras Peninsulares de Baja California ($3.1 \leq M \leq 4.8$) y 4 en el sur de California ($3.1 \leq M \leq 4.0$).

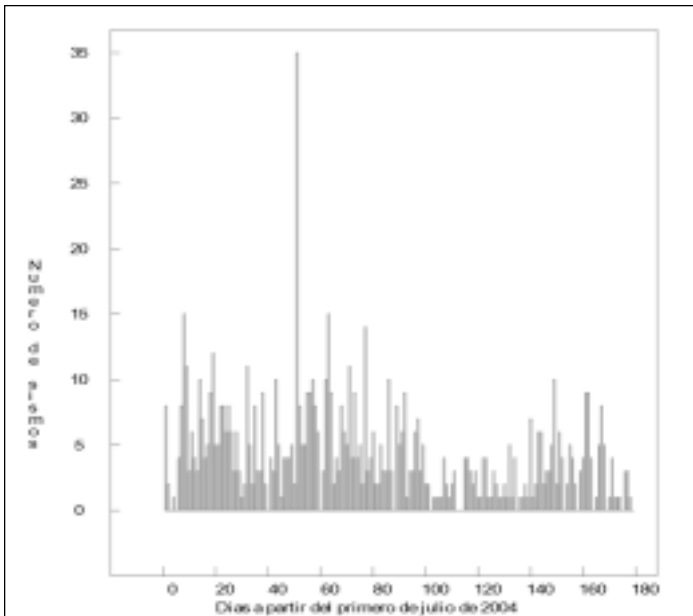


Fig. 3. Actividad sísmica diaria registrada por RESNOM durante el segundo semestre de 2004.

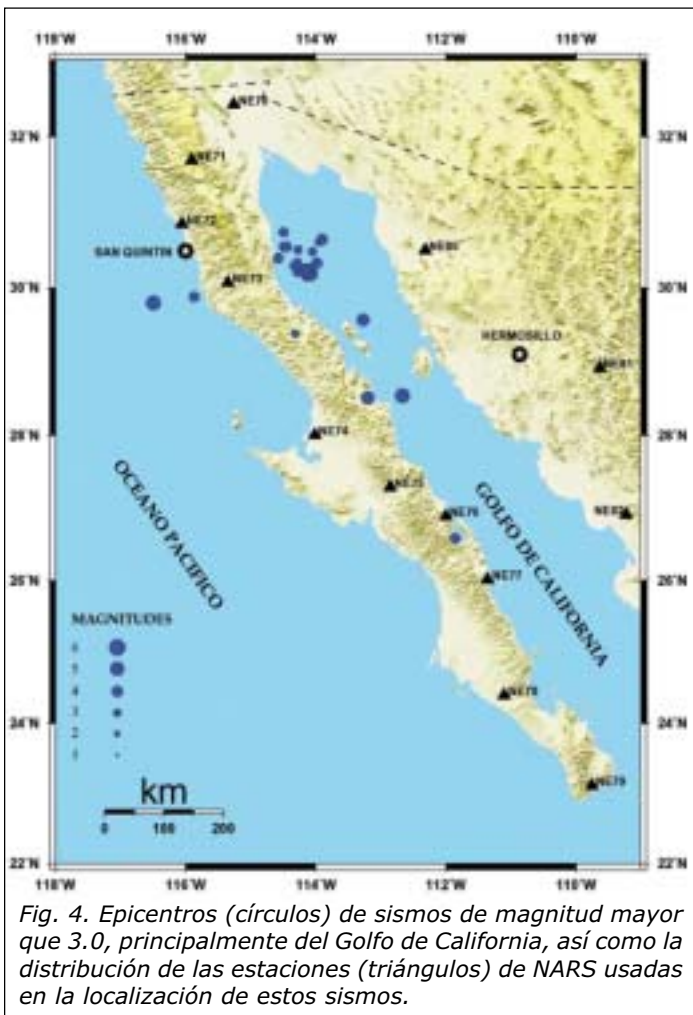


Fig. 4. Epicentros (círculos) de sismos de magnitud mayor que 3.0, principalmente del Golfo de California, así como la distribución de las estaciones (triángulos) de NARS usadas en la localización de estos sismos.

Para este semestre sobresalen dos sismos de magnitud mayor que 5. El primero ocurrió el 30 de agosto de 2004 a las 5:35 (M 5.2) en el Océano Pacífico, a 100

km al suroeste de San Quintín, Baja California. El segundo ocurrió el 24 de septiembre de 2004 a las 14:43 (M 5.4) en el Golfo de California, a 177 km al oeste-suroeste de la ciudad de Hermosillo, Sonora. Aunque este sismo fue sentido por la población de esta ciudad, no se reportaron daños. La localización de este último sismo, y otros ocurridos también en el Golfo de California durante los meses de julio a septiembre, fue posible gracias a la disponibilidad de sismogramas registrados por la Red de Sismógrafos de Registro Autónomo (NARS, por sus siglas en inglés). La combinación de los tiempos de arribo leídos en los sismogramas de NARS (obtenidos vía Internet del SCEDC) con los tiempos leídos en los sismogramas de RESNOM, permitió obtener una buena localización de los sismos del Golfo de California. Los epicentros de estos temblores se presentan en la Fig. 4.

AGRADECIMIENTOS

El financiamiento de RESNOM es posible gracias al apoyo proporcionado por el CICESE a través del proyecto no. 5152. Es de apreciar el apoyo secretarial de Enid A. Morán en las actividades diarias de la red.

REFERENCIAS

- Arregui, S., 2004. Adquisición y visualización de datos de la Red Sísmica del Noroeste de México. Tesis de licenciatura, UABC, Ensenada, Baja California, 93 pp.
- González, J. J. y García, R. A., 1986. Escala de magnitud-coda para estaciones sismográficas en el norte de Baja California, Resumen extenso en Memorias de la Reunión 1986 de la Unión Geofísica Mexicana, 399-406.
- Grupo RESNOM, 2002. Estado actual de RESNOM y sismicidad de la región noroeste de México en el periodo septiembre-diciembre de 2001. GEOS, Unión Geofísica Mexicana, 22-1, 43-48.
- Grupo RESNOM, 2003. Procesamiento de datos y sismicidad registrada por RESNOM durante el periodo enero a junio de 2003. GEOS, Unión Geofísica Mexicana, 23-1, 37-41.
- Lienert, B. R. y Havskov, J., 1995. A computer program for locating earthquakes both locally and globally. Seismological Research Letters, 66-5, 26-36.
- McMechan, G. A. and Mooney, W. D., 1980. Asymptotic ray theory and synthetic seismograms for laterally varying structures: theory and application to the Imperial, Valley, California. Bulletin of the Seismological Society of America, 70, 2021-2035.
- Munguía, L., 1995. Estudio de microsismicidad en la zona de Riito, Sonora, México. Informe técnico final CICESE-CFE, 33 pp.
- Nava, F. A. and Brune, J. N., 1982. An earthquake-explosion reversed refraction line in the Peninsular Ranges of southern California and Baja California Norte. Bulletin of the Seismological Society of America, 72, 4, 1195-1206.
- Vidal, A. and Munguía, L., 1999. The ML scale in northern Baja California, México. Bulletin of the Seismological Society of America, 89, 3, 750-763.

Recepción del manuscrito: 4 de Marzo, 2005
Aceptación del manuscrito: 7 de Marzo, 2005

PROMETEO Y EL CAMBIO GLOBAL: LA DÉCIMA OLIMPIADA DE CIENCIAS DE LA TIERRA

Enrique Gómez Treviño
CICESE, Ensenada, Baja California, México

E-mail: egomez@cicese.mx

Uno de los acontecimientos más trascendentes en la historia de la humanidad es sin duda el descubrimiento del fuego. Y esto no sólo se aplica a la prehistoria sino que sigue vigente en nuestras sociedades modernas. De hecho, la economía mundial está basada en el fuego. Y es que no hace mucho que descubrimos que al hacer hoyos en el suelo, podemos extraer no solamente agua, sino también materiales combustibles con energía altamente concentrada, la cual aprendimos a convertir en movimiento y en energía eléctrica. Aunque la conversión requiere de tecnología más o menos elaborada, en realidad el origen del gran poder de la civilización contemporánea es tan antiguo como el fuego, es el fuego mismo. Es el mismísimo fuego que, según la mitología griega, le robó Prometeo a los dioses, para entregarlo a los humanos y despertar la terrible furia de Zeus.

En la actualidad, un ciudadano de un país medianamente desarrollado tiene a su servicio el equivalente a muchos más esclavos que cualquier ciudadano de las antiguas ciudades-estado como Atenas. Veamos esta analogía: Un auto pequeño puede desarrollar 100 caballos de potencia sin mucha dificultad, y 100 caballos significa precisamente eso, que el motor equivale a traer 100 caballos tirando del auto. Considerando que se requieren entre 5 y 7 hombres para realizar el mismo trabajo que un caballo, tenemos que utilizar un auto equivale en términos de energía a tener cientos de esclavos a nuestro servicio. Regresando a nuestro automóvil, el origen de tanto poder es el fuego. No lo vemos porque la combustión sucede dentro del motor, por eso se les llama máquinas de combustión interna. Por otro lado, cuando no estamos en el auto estamos en la casa o en el trabajo, en donde seguramente habrá focos, televisión, refrigerador, computadoras, etc. El requerimiento de energía de estos aparatos es más modesto que el de un auto, pero no es despreciable, y en su origen también encontraremos al fuego, no en nuestra casa, sino en la planta productora de electricidad donde a diario se queman toneladas de combustible. Sin las plantas generadoras de electricidad necesitaríamos esclavos para generarla localmente. ¿Cuántos esclavos se requerirían para darle vuelta a un

generador eléctrico y mantener un foco de casa encendido por varias horas? Se requerirían varios. Lo mismo para la computadora o la televisión, e igualmente necesitaríamos la ayuda de varios esclavos para que transportasen el agua desde donde esté disponible hasta nuestro hogar. Y así podríamos seguir con la energía que se requiere para producir y transportar los alimentos que ingerimos y los diversos productos que a diario consumimos.

El hecho es que la civilización actual dispone, ciudadano por ciudadano, de muchos más esclavos que los que se estilaban en la antigüedad. El promedio actual en el mundo es del orden de 100 esclavos (equivalentes en producción de energía) por persona. En la antigüedad no se llegaba a tanto. Y es que los antiguos no podían tener todos los esclavos que se les antojara. Ningún pueblo se deja esclavizar por voluntad propia. Se es esclavo a la fuerza y, para tener esclavos, había que tener el poder suficiente para controlarlos. Por eso Esparta promovía y exigía la militarización de sus ciudadanos. En lo que a nosotros concierne, nuestros esclavos modernos son tantos que ya no podemos controlarlos.

La rebelión no es abierta y declarada. No es que los energéticos se nieguen a producir energía porque ya nos acabamos el oxígeno, de hecho hay tanto oxígeno hoy como hace mil años. Tampoco se trata de agotamiento de recursos, pues la producción de energéticos sigue aumentando. En realidad se trata de un efecto sutil e indirecto, relacionado con la forma en que la Tierra recibe y refleja la energía electromagnética que recibe del Sol. La energía se recibe en longitudes de onda relativamente cortas y se refleja en longitudes más largas –todo como parte de un proceso natural. A la entrada la atmósfera es prácticamente transparente, pero, a la salida, el dióxido de carbono y otros gases llamados “de invernadero”, atrapan buena parte de la radiación de onda larga en la región de los rayos de calor o infrarrojos, lo que da como resultado que la atmósfera tienda a calentarse. Este fenómeno en sí no tiene nada de perjudicial. Al contrario, se trata de uno de los procesos responsables de que exista vida en la Tierra en la forma

en que la conocemos, incluyéndonos a nosotros mismos. Sin dióxido de carbono y otros gases de invernadero la Tierra estaría cubierta de hielo. El problema proviene de que la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera ha aumentado significativamente en el último siglo. De 0.028% en la era preindustrial a 0.037% en la actualidad, y esta cantidad sigue aumentando. El incremento es suficiente para desestabilizar la temperatura promedio de la atmósfera, llegando a incrementar la violencia de huracanes y otros fenómenos meteorológicos, así como cambiar los patrones más o menos establecidos de los climas regionales. Al fenómeno se le ha dado el nombre de cambio global, cambio climático o, explícitamente, calentamiento global. Para muchos estudiosos ya estamos viviendo las consecuencias. Uno que otro todavía se resiste a las evidencias. Sin embargo, de lo que no hay absolutamente ninguna duda, es de que la cantidad de dióxido de carbono sigue aumentando, y de que muy pronto aumentará a niveles nunca experimentados en la historia reciente de la Tierra. Los niveles actuales ya son bastante anormales. Los combustibles fósiles, aunque son productos de la Tierra misma, no forman parte del ciclo estacional de aumento y disminución anual del dióxido de carbono en la atmósfera. En muchos sentidos son extraños en nuestro planeta. Bien podrían provenir de otro mundo, para el caso es lo mismo, pues la Tierra no contaba con ellos como parte activa en sus procesos. Es como si hubiese caído a la Tierra un meteorito silencioso compuesto de dióxido de carbono, el cual, de un día para otro, le aumentó en un 30% su concentración de dicho gas.

El estado de cosas en nuestra atmósfera tiene preocupados a los gobiernos de muchos países, aunque algunos no están dispuestos a pagar el precio que implica reducir sus emisiones de dióxido de carbono y otros gases, pues el sacrificio es muy grande. A nivel de países esto implica reducciones importantes en la actividad económica. Las mayores presiones están ahora en los países desarrollados que dependen en gran medida de quemar combustibles fósiles. Los países en desarrollo como el nuestro no están tan presionados, pues en términos de emisiones *per cápita* no alcanzamos los niveles de los desarrollados. Sin embargo, en términos absolutos, las emisiones de todos los países en desarrollo son comparables a las de los desarrollados, y debido a nuestra condición de *en desarrollo*, el incremento porcentual de nuestras emisiones es mayor que el de los ya desarrollados. No falta mucho para que, como ahora pasa con el aumento de la población mundial, se nos señale con el dedo como los responsables del calentamiento global.

A decir de los estudiosos de las civilizaciones antiguas y modernas, a la nuestra le falta mucho para llegar a las alturas a las que llegó la griega, tanto en los aspectos científicos y literarios, como en las cuestiones de política y responsabilidad civil, destacando sobre todo las responsabilidades que se adquieren viviendo en una democracia. En muchos sentidos, la cuna de la civilización occidental, la antigua Grecia, representa el estándar al que seguimos aspirando, y al que parece que no llegaremos, a

pesar de todas nuestras ventajas materiales. En lo que respecta al presente problema, lo menos que podemos hacer para estar a la altura de una discusión seria sobre el tema del cambio global, es informarnos bien sobre lo que está pasando y compaginar los datos sobre emisiones con nuestras actividades cotidianas. ¿Cuántos kilogramos de dióxido de carbono se producen por cada litro de gasolina que quemamos en nuestro auto? ¿Cuántos litros de gasolina utilizamos a la semana? ¿Cuántos kilogramos de dióxido de carbono se emiten para que una computadora o un televisor se mantengan funcionando por ocho horas? Las cantidades son sorprendentes. Y es que el problema del cambio global es de todos, y de muchas maneras es causado también por todos. Los que menos contribuyen desean también contribuir, porque eso representa mejores niveles de vida. Esto se aplica tanto a países como a ciudades, como a familias e individuos. El problema es complejo y está lleno de contradicciones.

En un futuro no muy lejano, a nuestros actuales estudiantes de preparatoria les tocará vivir mucho más de cerca las consecuencias de estos problemas. Seguramente también les tocará negociar, en el fragor de discusiones acaloradas y agrandadas por el calentamiento global, cuestiones relativas a la disminución de dichas emisiones por países en desarrollo o desarrollados, dependiendo de lo que en esos momentos esté sobre la mesa. Lo menos que podemos hacer para prepararlos es que estén bien informados sobre lo que está pasando actualmente, y de lo que cada quien es responsable a nivel individual. Este tipo de consideraciones motivaron el tema de la Décima Olimpiada de Ciencias de la Tierra en el Estado de Baja California, la cual se llevó a cabo en noviembre de 2004, en las instalaciones del CICESE y con la colaboración de la Unión Geofísica Mexicana. Las preguntas giraron alrededor de lo que tanto los mexicanos como los ciudadanos de otros países estamos aportando al fenómeno del cambio climático. También se hicieron preguntas sobre fenómenos astronómicos que ocurrieron en 2004, y que tienen estrecha relación con nuestro planeta, como la amenaza del acercamiento a la Tierra del meteorito Toutatis, y del tránsito de Venus por el Sol, fenómeno este último que sucede muy de vez en cuando, y que jugó un papel importante en la determinación de las dimensiones absolutas de nuestro sistema solar.

Siempre nos ha parecido excesivo el castigo que Zeus le impuso a Prometeo por haber entregado el fuego a los humanos, sin embargo, tal vez Zeus tenía sus razones. Necesitamos un nuevo Prometeo, con un nuevo tipo de fuego tal que, incluso seres imperfectos como nosotros, podamos utilizar sin perjudicarnos. Existen muchas propuestas, pero a la fecha el legado del Prometeo antiguo sigue vigente. El fuego sigue reinando.

Enseguida se incluyen algunas de las preguntas incluidas en el examen. Asistieron estudiantes de preparatorias de todo el Estado. Los tres primeros lugares de la versión 2004 fueron Saúl Sotelo Gallardo, Asael Angón Antón y Bladimir García Murrieta, todos pertenecientes al COBACH La Mesa, Tijuana y dirigidos por el profesor Manuel

Armando Gómez Piñón.

UGM – CICESE. Ensenada, B. C. a 27 de noviembre de 2004

Examen

- 1.- El ciclo del carbono en la naturaleza se descubrió mediante una serie muy ingeniosa de experimentos en 1771. Primero se demostró que las llamas y el aliento de los animales «dañan» el aire dentro de un frasco sellado; pero que una pequeña planta podía restaurar sus bondades. Ahora sabemos que el fuego y la respiración consumieron el oxígeno y despidieron dióxido de carbono. La pequeña planta revirtió ambos procesos. La fotosíntesis absorbió el dióxido de carbono, lo convirtió en tejido vegetal y produjo oxígeno como residuo. A la conversión de dióxido de carbono en tejido vegetal se le conoce como:
- a) Fijación del carbono. b) Empleo del carbono. c) Consumo del carbono. d) Construcción del carbono.*
- 2.- La pequeña planta que se introdujo en el frasco en 1771 por el descubridor del ciclo del carbono no tiene nada de particular, pues pudo haber sido cualquier planta. Sin embargo, en la historia del descubrimiento siempre se menciona el tipo de planta. ¿De qué planta se trata?
- a) Planta de frijol. b) menta. c) laurel. d) margarita.*
- 3.- Anualmente la atmósfera, la tierra y los océanos intercambian grandes cantidades de carbono como parte de la actividad normal de sus diferentes componentes. La cantidad extra de carbono que arroja el hombre a la atmósfera no forma parte de este ciclo natural, pues proviene de combustibles que estaban almacenados a grandes profundidades y que de pronto entran a formar parte del ciclo. Por pequeña que sea esta cantidad, su efecto es acumulativo y tiende a des-balancear el equilibrio natural. ¿Cuál es la proporción de las emisiones que producimos nosotros en relación con la cantidad de carbono que se intercambia anualmente en el ciclo natural?
- a) 1 % b) 2 % c) 3 % d) 5%*
- 4.- No todo el carbono que arrojamos a la atmósfera permanece en ella, parte desaparece, a lo cual en algunos medios se le conoce como el caso del carbono perdido. Y no es que simplemente desaparezca, sino que la Tierra misma es capaz de absorberlo en forma natural. Parte del carbono lo utilizan como alimento las plantas terrestres, las cuales lo incorporan por medio de la fotosíntesis; otra parte termina en los océanos, ya sea aprovechado por las algas, o simplemente disuelto en el agua de mar. De la cantidad total del carbono perdido ¿Qué proporción termina en los océanos?
- a) 50% b) 70 % c) 20% d) 10%*
- 5.- Prácticamente todo el carbono que se emite a la atmósfera se hace en la forma de dióxido de carbono (CO₂.) Considerando que la masa de una molécula de CO₂ es mayor que la masa de un átomo de carbono, la proporción es $(16+16+12)/(12)$, las toneladas de CO₂ que emitimos son más que las toneladas de carbono. Y es que en realidad lo que preocupa es el aumento de la concentración de CO₂ en la atmósfera, pues a este gas se le hace responsable del calentamiento global. ¿Cuánto CO₂ per capita (en kg) se queda en la atmósfera anualmente como resultado de las emisiones producidas por nosotros?
- a) 1800 b) 1200 c) 900 d) 765*
- 6.- La concentración de CO₂ en la atmósfera (en proporción de los demás gases) está aumentando actualmente a una razón de (ppm= partes por millón)
- a) 0.5 ppm b) 1.0 ppm c) 1.5 ppm d) 2.0 ppm*
- 7.- Si en lugar de cientos o miles de años consideramos la cantidad de carbono que se ha acumulado en millones de años y que se transformó en carbón, petróleo y gas, la cantidad de carbono por la acumulación de materia orgánica se espera que sea mayor a la que existe en los suelos. ¿Cuántas veces es mayor la cantidad de carbono contenida en los combustibles fósiles que la correspondiente cantidad contenida en la vegetación actual?
- a) 8 b) 16 c) 24 d) 30*

- 8.-** La concentración actual de CO₂ en la atmósfera es de 364 ppm. Con respecto a la concentración que tenía la atmósfera en la era preindustrial, la cantidad actual es 30% mayor. ¿Cuál era la concentración antes de la era industrial?
- a)** 220 **b)** 240 **c)** 260 **d)** 280
- 9.-** ¿Cuántas toneladas de CO₂ arrojamamos a la atmósfera anualmente por habitante de la Tierra?
- a)** 1 **b)** 1.7 **c)** 3.2 **d)** 5
- 10.-** Todos los organismos vivos necesitan energía para funcionar. En los animales esta energía se necesita para circular la sangre, obtener oxígeno, mantener una determinada temperatura corporal, reparar células, etc. Como resultado, aún en reposo y en un ambiente cómodo, el cuerpo humano requiere energía para mantener sus funciones vitales. Se estima que una persona de 70 kg en reposo y despierta necesita alrededor de 70 kcal/h. Con un poco de actividad física esta cantidad podría aumentar a 90 kcal/h (nota: 1 kcal= 1000 calorías. Sin embargo, en el lenguaje común por lo general a una kcal se le llama simplemente Cal. En las etiquetas de productos mexicanos se utiliza kcal, y en los americanos Cal.) En lo que sigue seguiremos la costumbre arraigada también en nuestro país de referirnos a 1 kcal como Cal. En 24 horas las calorías consumidas serían
- a)** 900 **b)** 970 **c)** 1800 **d)** 2200
- 11.-** ¿A cuántos vatios (watts) equivale una cal/h?
- a)** 0.7 **b)** 0.79 **c)** 0.94 **d)** 1.16
- 12.-** Una persona que requiere 90 cal/h requiere equivalentemente determinada cantidad de vatios (watts) para funcionar normalmente. Esto es, que una persona en cuanto a sus requerimientos de energía es equivalente a un foco encendido de determinada cantidad de watts. ¿Cuántos watts?
- a)** 100 **b)** 75 **c)** 60 **d)** 40
- 13.-** En el Mar de Cortés se pescan anualmente 20,000 toneladas de camarón. En el proceso y como consecuencia del uso de combustible fósiles por los barcos camaroneros, se producen 50 mil toneladas de CO₂ que se arrojan a la atmósfera. ¿Cuántos kg de CO₂ se producen por cada kg de camarón?
- a)** 2.5 **b)** 25 **c)** 250 **d)** 2,500
- 14.-** En el Mar de Cortés se pescan anualmente 20,000 toneladas de camarón. Para ello los barcos camaroneros utilizan 30 millones de litros de combustible. ¿Cuántos litros de combustible se gastan por cada kg de camarón?
- a)** .0015 **b)** .015 **c)** .15 **d)** 1.5
- 15.-** Durante el tránsito de un planeta por enfrente del Sol, desde la Tierra se observa una mancha oscura que se mueve sobre la superficie del Sol. En el caso del tránsito de Venus, comparando al Sol con un pastel normal y a Venus con un insecto: ¿Cuál sería la mejor analogía del tamaño de Venus con relación al tamaño del Sol?
- a)** pulga **b)** mosca **c)** escarabajo **d)** mariposa
- 16.-** ¿Cuál es la frecuencia de los tránsitos de Venus?
- a)** 13 veces por siglo **b)** 13 veces por milenio **c)** dos veces por siglo **d)** una vez al año
- 17.-** El día 8 de junio de 2004, sucedió algo en nuestro sistema solar que pudo verse desde la Tierra en pleno día. ¿De qué se trató?
- a)** Tránsito de Venus **b)** Tránsito de Júpiter **c)** Eclipse Solar **d)** Tránsito de Mercurio
- 18.-** La energía eléctrica que consumimos los mexicanos al año es de 1800 kwh per cápita (incluye residencial, comercial, industria y servicios públicos.) El consumo anual de los habitantes en los Estados Unidos es mayor. ¿Cuántas veces mayor?
- a)** 2 **b)** 4 **c)** 7 **d)** 10

- 19.- La mayor parte de la energía que se produce en el mundo se obtiene de generadores que queman combustibles fósiles. El resto se obtiene de obras hidráulicas, del viento, de pozos geotérmicos o energía nuclear. La proporción particular de cada región o país depende de sus recursos naturales o de su tecnología. En el caso de Francia: ¿Cuál es la proporción que corresponde a energía nuclear?
- a) 10% b) 20% c) 50% d) 80%
- 20.- Hacia finales de septiembre del 2004 se acercó a la Tierra un meteorito comparable en tamaño al que se piensa que exterminó a los Dinosaurios. ¿Cuál es el nombre de este meteorito?
- a) Chicxulub b) Destroyer II c) Lexus d) Toutatis
- 21.- Se mencionó en los noticieros que este meteorito pasó muy cerca de la Tierra. ¿Qué tan cerca?
- a) 4 veces el radio de la Tierra b) 4 años luz c) 4 veces la distancia a la Luna d) 4 veces el diámetro de la Tierra
- 22.- México produce diariamente en sus pozos petroleros 3.6 millones de barriles de crudo. ¿En comparación, cuánto producen los Estados Unidos en sus propios pozos?
- a) La cuarta parte b) La mitad c) Igual d) El doble
- 23.- México consume diariamente 2 millones de barriles de petróleo. ¿En comparación, cuánto consumen los Estados Unidos?
- a) doble b) triple c) cinco veces d) diez veces
- 24.- En muchos países se está promoviendo la cultura de reciclar las latas de aluminio. El reciclaje de aluminio es importante porque
- a) Hay muy poco en la corteza terrestre b) Se consume mucha energía eléctrica para producirlo
c) Es muy caro el mineral de donde se obtiene d) Los yacimientos del mineral están muy profundos en la tierra
- 25.- Alumina es el mineral del que se extrae el aluminio. En este mineral el aluminio está combinado con
- a) O b) Ag c) Pb d) Li
- 26.- Reciclando una lata de aluminio se ahorra suficiente energía para mantener encendido una computadora o una televisión por cierto tiempo ¿Por cuánto tiempo?
- a) 10 minutos b) 1 hora c) 3 horas d) 1 día
- 27.- Con la energía que se utiliza para producir una lata de aluminio a partir de la bauxita, se puede producir una cantidad mayor cuando se utilizan latas recicladas ¿Cuántas se producen con la energía ahorrada por cada lata?
- a) 10 b) 20 c) 50 d) 100
- 28.- Si la energía eléctrica que se utiliza para producir 1 kg de aluminio se obtiene de quemar combustibles fósiles: ¿Cuántos kg de CO₂ se emitirían a la atmósfera por cada kg de aluminio producido?
- a) 1 b) 5 c) 10 d) 20
- 29.- ¿Cuántos Kg de basura sólida per cápita producimos los mexicanos diariamente?
- a) 1/5 b) 1/3 c) 1 d) 5
- 30.- El CO₂ que producimos los humanos en el proceso de respirar no se considera en los cálculos de las emisiones globales de dicho gas, porque formamos parte del ciclo natural y porque la cantidad es pequeña en comparación con la de los combustibles fósiles. Se ha estimado con mediciones que una persona produce alrededor de 20 gr/h de CO₂ en el proceso de respiración. ¿A cuántos kg equivale esto anualmente?
- a) 10 b) 50 c) 100 d) 200

- 31.-** ¿Cuántos kg de CO₂ se producen al quemarse, fuera o dentro de un motor, un litro de gasolina?
- a) 0.8** **b) 1.0** **c) 1.5** **d) 2.5**
- 32.-** Las emisiones de CO₂ a la atmósfera por el uso de combustibles fósiles están aumentando anualmente. ¿Cuánto aumentan anualmente?
- a) 0.5%** **b) 1.0%** **c) 2.0%** **d) 3.5%**
- 33.-** ¿Cuánto cuesta el kwh de energía eléctrica en Baja California, para un consumo residencial moderado de 600 kwh en el recibo de dos meses de la CFE?
- a) 50 centavos** **b) 1 peso** **c) 2 pesos** **d) 5 pesos**
- 34.-** La mayor parte de la energía eléctrica que se produce en el mundo se obtiene en plantas que queman combustibles fósiles, muy similares a la que opera en Rosarito, Baja California. ¿Cuánto CO₂ se emite a la atmósfera en estas plantas por cada kwh de energía?
- a) 100 g** **b) 300 g** **c) 600 g** **d) 1,000 g**
- 35.-** En 2003 con el horario de verano en México se ahorraron de producir 1,165 GWh (G=Giga) ¿Cuántos kg de CO₂ per cápita se dejaron de emitir a la atmósfera con esta medida?
- a) 1.2** **b) 6.1** **c) 12** **d) 120**
- 36.-** Supongamos que para transportarse una persona utiliza su auto el cual consume un litro de gasolina al día (en realidad muy poco consumo para cualquier recorrido normal.) ¿Cuántos kg de CO₂ emite a la atmósfera en un año?
- a) 90** **b) 900** **c) 300** **d) 3,000**
- 37.-** Supongamos que una computadora prendida por 5 horas, 5 horas no es nada raro, consume en ese tiempo 1 kwh. ¿Cuántos kg de CO₂ significan al año el uso de la computadora por 5 horas al día?
- a) 3.5** **b) 35** **c) 350** **d) 3,500**
- 38.-** La potencia física (trabajo o energía por unidad de tiempo) que puede desarrollar una persona no es tan uniforme como lo puede ser el de una máquina. Una persona puede desarrollar mucha potencia por un corto tiempo, después de lo cual debe descansar. Para desarrollar potencia sin descansar por varias horas el esfuerzo debe ser moderado. Una estimación de la potencia que puede desarrollar una persona por un periodo largo se puede hacer considerando la energía o trabajo que debe hacer una persona de 70 kg de masa para subir su propio peso hasta la cima de una montaña de 3,000 m de altura. El trabajo que debe desarrollar es (en millones de Joules)
- a) 2** **b) 4** **c) 6** **d) 8**
- 39.-** Independientemente de tiempo que le tome subir la montaña (por ejemplo, 8 o más horas), es natural pensar que no podrá hacer más trabajo por el resto del día, pues necesitará tiempo para descansar, comer y dormir. Podemos entonces suponer que lo más que puede hacer un hombre en 24 horas es subir la montaña de 3,000 m de altura cargando su propio cuerpo de 70 kg y que esa es la potencia promedio que puede desarrollar. La potencia desarrollada (trabajo/tiempo) en watts es
- a) 5** **b) 10** **c) 15** **d) 25**
- 40.-** Si en el futuro próximo el mundo llega a depender más del gas natural que del petróleo, ¿Qué país sería el mejor posicionado en el mundo por tener las reservas más grandes?
- a) Estados Unidos** **b) Rusia** **c) Irak** **d) Irán**
- 41.-** ¿Qué país de los siguientes 4 tiene las reservas más grandes de gas natural?
- a) Irán** **b) Irak** **c) Arabia Saudita** **d) México**

- 42.** -En el mundo el promedio de potencia (energía por unidad de tiempo) que utilizamos los humanos se estima en 2,000 watts per cápita (incluye todos los rubros: energía eléctrica, energía para el transporte, etc.) Considerando que físicamente solamente podemos desarrollar determinada cantidad de watts (pregunta 39), lo anterior implica que equivalentemente vivimos como si tuviésemos a nuestro servicio muchos esclavos. ¿Cuántos esclavos por habitante de la Tierra?
- a)** 40 **b)** 80 **c)** 160 **d)** 320
- 43.** -En el caso de los Estados Unidos la potencia que se utiliza per cápita es de 12,000 watts. Esto significa que cada habitante de los Estados Unidos tiene a su servicio el equivalente a ¿Cuántos esclavos?
- a)** 240 **b)** 480 **c)** 960 **d)** 1920
- 44.** -En el caso de México operamos con 1,400 watts por habitante considerando también todos los rubros. ¿Cuántos esclavos nos corresponderían?
- a)** 12 **b)** 36 **c)** 46 **d)** 56
- 45.** -En el caso de la India operan con 400 watts. ¿Cuántos esclavos se necesitarían para desarrollar esta potencia?
- a)** 4 **b)** 8 **c)** 12 **d)** 16
- 46.** -Considerando la potencia que puede desarrollar un humano promediada sobre 24 horas, según se calculó en la pregunta 39: ¿Cuánta energía puede producir en 24 horas en kwh? Una vez obtenido este número, multiplicarlo por el precio del kwh en Baja California (pregunta 33) y obtener lo que le pagaríamos a cada uno de los esclavos que nos ayudan a mantener nuestra economía. ¿Cuánto le pagaríamos al día?
- a)** 1 peso **b)** 5 pesos **c)** 20 pesos **d)** 50 pesos
- 47.** -México anualmente consume 300 litros de gasolina anualmente por persona. ¿Cuánto significa esto en términos de CO₂ que se emite a la atmósfera?
- a)** 150 kg **b)** 300 kg **c)** 750 kg **d)** 1,000 kg
- 48.** -En todas partes del mundo nos quejamos de que la energía eléctrica está muy cara y que también lo está el gas y la gasolina. Y sin embargo, la realidad es que pagamos muy poco por la energía que usamos, si comparamos lo que pagamos con lo que le pagaríamos a los tantos esclavos que tendrían que trabajar continuamente para producir el equivalente de energía. Y esto es así aún en los países menos desarrollados. Comparar lo que le pagaríamos diariamente a un esclavo según su producción de energía (pregunta 46), con lo que en realidad nos cobraría una persona por trabajar exclusivamente para nosotros. Considerando en términos conservadores que le pagaríamos un salario mínimo de 50 pesos diarios. En este caso la energía sería mucho más cara. ¿Cuántas veces más cara?
- a)** doble **b)** diez veces **c)** veinte veces **d)** cincuenta veces
- 49.** -¿Cuántos kg de CO₂ per cápita emitimos a la atmósfera los mexicanos anualmente?
- a)** 1,000 **b)** 2,500 **c)** 4,000 **d)** 8,000
- 50.** -¿Cuál es la capacidad instalada per capita de México en cuanto a energía eléctrica?
- a)** 20 watts **b)** 40 watts **c)** 100 watts **d)** 400 watts

Recepción del manuscrito: 21 de febrero, 2005
Aceptación del manuscrito: 2 de marzo, 2005


DIRECTORIO DE MIEMBROS DE LA UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.

2005

La base de datos de la Unión Geofísica Mexicana, A.C., contiene información general de los miembros así como la información de la antigüedad de sus membresías. En ella, se ha asignado a cada miembro un número de afiliación que permitirá efectuar búsquedas más eficientes acerca de su estatus. La base de datos permite tener, también, un historial por miembro de la asistencia a las reuniones.

Con base en este directorio se efectuarán los envíos de los números de las revistas **GEOS** y **GEOFÍSICA INTERNACIONAL**. Por lo anterior, lo invitamos a que verifique si sus datos están correctos y completos y, en caso de que exista algún error u omisión, nos lo haga saber vía correo electrónico (ugm@cicese.mx) o por medio de nuestra página (<http://www.ugm.org.mx>). Junto con el primer número de **GEOS** de cada año estaremos enviando una credencial de afiliación, la cual le permitirá identificarse para recibir precios especiales en la adquisición de los libros y revistas que la UGM edita, así como obtener precios especiales en la Reunión Anual.

Finalmente, agradeceremos que divulgue la existencia de este directorio entre sus compañeros de institución, con el fin de que aquellas personas que por algún error no hayan recibido las revistas puedan conocer su situación.

 <p>UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA • Membresía 2005 •</p>
<p>Rolando Terreros Miembro # 999</p>
<p>V Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra Puerto Vallarta Jalisco 30 Octubre al 4 Noviembre de 2005</p> <p>E-mail: ugm@cicese.mx Internet: http://www.ugm.org.mx</p>

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C. - MIEMBROS 2005

No.	Miembro	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Nombre	Institucion	Correo electronico
1	487									X	Acedo Espinoza Manuel Humberto	UNAM	drhacedo@correo.unam.mx
2	298	X									Aceves Quesada Fernando	UNAM	
3	477								X		Aco Palestina Abel	CICESE	abelaco@cicese.mx
4	405						X				Aguayo Ríos Alejandra	UNAM	ale@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
5	16	X	X	X			X		X		Aguirre Díaz Gerardo J.	UNAM	gjad@geociencias.unam.mx
6	360			X	X				X	X	Aguirre González Jorge	UNAM	joagg@pumas.iingen.unam.mx
7	457							X			Aguirre Sáenz Benito	UACH	baguirre@uach.mx
8	13	X	X		X	X	X	X			Alaniz Alvarez Susana A.	UNAM	alaniz@geociencias.unam.mx
9	444							X			Alarcon Ferreira Ana María	CENAPRED	mariana@cenapred.unam.mx
10	153		X		X						Alatorre Zamora Miguel Angel	UDG	alatorre@quantum.ucting.udg.mx
11	15	X	X		X	X	X				Alatríste Vilchis David Rey	UNAM	david_alatríste@yahoo.com
12	288	X	X	X	X	X		X			Alva Valdivia Luis Manuel	UNAM	lalva@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
13	379					X	X				Alvarado Cano Rodney Radames	UAZ	elcano@elfoco.com
14	403						X	X			Alvarez Béjar Román	UNAM	rab@eibniz.iimas.unam.mx
15	4	X	X	X	X						Alvarez Borrego Josué	CICESE	josue@cicese.mx
16	3	X	X	X	X	X		X	X		Alvarez Borrego Saúl	CICESE	saul@cicese.mx
17	296	X									Alvarez Manilla Alfonso	IMT	amanilla@imt.mx
18	152	X			X				X		Alvarez Sánchez Luis Gustavo	CICESE	lalvarez@cicese.mx
19	154				X	X					Amador Buenrostro Alberto	CICESE	aamador@cicese.mx
20	8	X	X	X	X	X					Aragón Arreola Manuel de Jesús	CICESE	maragon@pangea.cicese.mx
21	157			X	X		X				Aranda Gómez Jorge Javier	UNAM	jjag@geociencias.unam.mx
22	14	X		X	X	X			X		Arellano Gómez Víctor Manuel	IIE	vag@axp2.iie.org.mx
23	156		X								Arellano Guadarrama José Francisco	CFE	
24	18				X			X	X		Argote Espinoza María Luisa	CICESE	argote@cicese.mx
25	17		X			X					Armienta Hernández María Aurora	UNAM	victoria@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
26	12			X							Arredondo Fragozo Jesús	CFE	cfeinf@mail.giga.com
27	372				X	X	X	X			Arreygue Rocha Eleazar	UMICH	arrocha@zeus.umich.mx
28	384					X					Arteaga Flores Lorenzo	INEGI	
29	10			X							Arzate Flores Jorge Arturo	UNAM	arzatej@geociencias.unam.mx
30	351				X						Avila Serrano Guillermo E.	UABC	gavila@bahia.ens.uabc.mx
31	160	X	X	X	X	X	X	X			Axen Gary	UCLA	gaxen@ess.ucla.edu
32	390					X					Backstrom Lars	UNAM	backstrom_lars@hotmail.com
33	161	X	X	X	X	X	X	X	X		Bandy William L.	UNAM	bandy@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
34	22	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Barajas Díaz Pablo	ITESO	pablobd@colima.com
35	23					X	X				Barradas Miranda Víctor Luis	UNAM	vbarrada@miranda.ecologia.unam.mx
36	24	X		X	X	X		X	X		Barragán Reyes Rosa María	IIE	rmb@iie.org.mx
37	361				X						Bautista Belmonte Aarón	IPN	sjimenez@vmredipn.ipn.mx
38	317			X		X					Bautista Romero José Jesús	CIBNOR	jbautro@cibnor.mx
39	162		X						X		Beier Martín Emilio José	CICESE	ebeier@cicese.mx
40	25					X	X				Belmonte Jiménez Salvador	IPN	sbelmont@prodigy.net.mx
41	462								X		Benammi Mouloud	UNAM	mouloud
42	20	X	X								Bermúdez Angulo María Luisa	UNAM	maria@gea.iingen.unam.mx
43	208			X							Bermúdez Juárez María Blanca	BUAP	bbj@xanum.uam.mx
44	324		X								Bernal Franco Gladys	UABC	gbernal@bahia.ens.uabc.mx
45	485									X	Berumen Rodríguez Marco Antonio	TGN	tgnsuelo@telnor.net
46	29			X		X					Birkle Peter	IIE	birkle@iie.org.mx
47	467								X		Borboa Gómez Martín	MEX. ATLANTICA	m_borboa@yahoo.com
48	475										Bori Segura Efrain	CRM	ebsegura@coremisgm.gob.mx
49	426						X				Bote Cab Gilmer Eduardo	ITLP	eduardobotec@hotmail.com
50	27		X								Brassea Ochoa Jesús	CICESE	jbrassea@geofisica.cicese.mx
51	21	X		X	X		X	X			Bravo Cabrera José Luis	UNAM	jbravo@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
52	19	X		X	X			X	X		Brito Castillo Luis	CIBNOR	lbrito@cibnor.mx
53	26	X	X								Buendía Carrera Enrique	UNAM	
54	275	X	X	X	X	X		X			Bulgakov Sergey N.	UDG	sbulgano@udgserv.cencar.udg.mx
55	232	X	X								Burrola Sánchez María Sara	CIBNOR	sburrola@cibnor.mx
56	28	X	X	X	X	X	X	X	X		Böhnel Norbert Harald	UNAM	harald@geociencias.unam.mx
57	166		X	X							Caballero Miranda Cecilia	UNAM	maga@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
58	318			X				X	X		Cabral Cano Enrique	UNAM	ecabral@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
59	396						X				Calderón Macías Carlos	IMP	ccalderon@imp.mx
60	33		X	X	X	X			X		Calmus Thierry	UNAM	tcalmus@servidor.unam.mx
61	399						X				Camarillo Barranco Lucio	Sin Institución	

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C. - MIEMBROS 2005 continuación

No.	Miembro	Dirección	C. P.	Ciudad	Estado	País
1	487	Canal de Miramontes, 3040-104, Fraccionamiento Girasoles, Coyoacán	4920	México	Distrito Federal	México
2	298	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
3	477	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
4	405	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
5	16	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México
6	360	Hueycalco, 20, San Andres Ahuayucan Xochimilco	16810	México	Distrito Federal	México
7	457	Cd. Universitaria, S/N		Chihuahua	Chihuahua	México
8	13	Carret. 57 QRO-SPL, Km 15.5, Juriquilla	76230	Querétaro	Querétaro	México
9	444	Av. Delfin Madrigal, 665, Col. Pedregal de Santo Domingo	4360	México	Distrito Federal	México
10	153	Prol. El Mediero, 517-Mod. F-201, Col. San Gilberto	45150	Zapopan	Jalisco	México
11	15	Temaca, 6241, Col. Aragón Inguarán	7820	México	Distrito Federal	México
12	288	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
13	379	Hda. El Cuidado, 11, Fracc. Nuevo Bernárdez	98600	Guadalupe	Zacatecas	México
14	403	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
15	4	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
16	3	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
17	296	Circuito Jardín, 356-3, Col. Alamos 3ª Sección	76160	Querétaro	Querétaro	México
18	152	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
19	154	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
20	8	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
21	157	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México
22	14	Av. Reforma, 113, Col. Palmira	62490	Temixco	Morelos	México
23	156	Km 26.5, Carret. Pascualitos-Pescadero, Cerro Prieto	21100	Mexicali	Baja California	México
24	18	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
25	17	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
26	12	Alejandro Volta, 655, Col. Electricistas	58290	Morelia	Michoacan	México
27	372	Pino Humboldtzi, 392, Fracc. Los Pinos	58080	Morelia	Michoacan	México
28	384	Salto de los Salados, 409, Fracc. Ojo Caliente	20190	Aguascalientes	Aguascalientes	México
29	10	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México
30	351	Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
31	160	P.O. Box 951567, UCLA	90095-1567	Los Angeles	California	USA
32	390	Verdi, 412, Col. León Moderno	37480	León	Guanajuato	México
33	161	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
34	22	Manuel M. Dieguez, 539, Zona Centro	44600	Tlaquepaque	Jalisco	México
35	23	Apdo. Postal No. 70-275, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
36	24	Av. Reforma, 113, Col. Palmira	62490	Temixco	Morelos	México
37	361	Meza de Anahuac, 17-A, Col. Volcanes		Oaxaca	Oaxaca	México
38	317	Lic. Primo Verdad, 206-Depto 7, Zona Centro		La Paz	Baja California Sur	México
39	162	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
40	25	Mesa de Anahuac, 207-A, Col. Volcanes	68020	Oaxaca	Oaxaca	México
41	462	Circuito Exterior, S/N, Ciudad Universitaria	4510	México	Distrito Federal	México
42	20	Calle 128A, 2915-Depto. 403	70472	Santa Fé de Bogota	Bogota	Colombia
43	208	Priv. 29 Ote., 1816, Col. Mirador	72540	Puebla	Puebla	México
44	324	Villa de San Miguel, 36, Fracc. San Miguel	22760	Ensenada	Baja California	México
45	485	Alvaro Obregón, 1-1, Guadalupe Victoria	22370	Tijuana	Baja California	México
46	29	Apdo. Postal No. 1-475	62001	Cuernavaca	Morelos	México
47	467	VID 282, 282, Nueva Santa María	2800	México	Distrito Federal	México
48	475	Real del Monte, 5-B, Venta Prieta	42080	Pachuca	Hidalgo	México
49	426	Márquez de León, 343, Col. Centro	23000	La Paz	Baja California Sur	México
50	27	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
51	21	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
52	19	Km 2.35, Camino al Tular, Estero de Bacochibampo	85454	Guaymas	Sonora	México
53	26	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
54	275	Av. Vallarta, 2602, Sector Juárez	44100	Guadalajara	Jalisco	México
55	232	Km 2.35, Camino al Tular, Estero de Bacochibampo	85465	Guaymas	Sonora	México
56	28	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México
57	166	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
58	318	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
59	396	Pino, 8, Col. Lomas Quebradas	10000	México	Distrito Federal	México
60	33	Apdo. Postal No. 1039, Zona Centro	83000	Hermosillo	Sonora	México
61	399	Anaxágoras, 814, Col. Navarte	3020	México	Distrito Federal	México

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C. - MIEMBROS 2005

No.	Miembro	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Nombre	Institucion	Correo electronico
62	143		X	X	X	X					Campa Uganda María Fernanda	UAEG	mfernanda@data.net.mx
63	347					X					Campos Emilano	UNAM	campossm@servidor.unam.mx
64	167	X	X		X	X			X		Campos Enriquez Oscar	UNAM	ocampos@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
65	214			X					X		Candela Pérez Julio	CICESE	jcandela@cicese.mx
66	258	X	X	X	X	X					Cañón Tapia Edgardo	CICESE	ecanon@pangea.cicese.mx
67	34	X	X	X	X	X		X	X		Carbajal Pérez Noel	IPICYT	noelc@ipicyt.edu.mx
68	243	X									Carbonell Ramón	CSIC	rcarbonell@ija.csic.es
69	36		X								Carcione José M.	OGS	
70	165	X				X		X			Cárdenas Soto Martín	UNAM	martinc@servidor.unam.mx
71	395						X				Carranza Castañeda Oscar	UNAM	oscar@geociencias.unam.mx
72	169	X			X						Carrasco Núñez Gerardo	UNAM	gerardoc@geociencias.unam.mx
73	168	X	X		X						Carreño Ana Luisa	UNAM	anacar@servidor.unam.mx
74	310			X							Carrillo García Verónica Karina	CENAM	vcarrill@cenam.mx
75	435							X			Castillo Roman Jose	CUPD	jocaroman@hotmail.com
76	412						X				Castillo Romano Cervando	IMTA	cervando@tlaloc.imta.mx
77	284	X	X	X							Castrejón González Israel	UAEG	
78	235	X		X	X						Castrejón Pineda Héctor Ricardo	UNAM	castrejo@sacbe.fi-a.unam.mx
79	31	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Castro Escamilla Raúl	CICESE	raul@sismo.cicese.mx
80	30	X		X							Castro Govea Renato	UNAM	
81	32		X								Castro Leyva Teresa	IMP	tcastro@agi-cdc.com.mx
82	437							X			Castro Valdes Ruben	UABC	rubenc@uabc.mx
83	6					X		X			Centeno García Elena	UNAM	
84	35		X		X	X			X		Cerca Martínez Luis Mariano	UNAM	mcerca@geociencias.unam.mx
85	37						X	X			Cervantes Duarte Rafael	IPN	rcervan@ipn.mx
86	459								X		Cervantes Pérez Juan	UV	jcervantes@uv.mx
87	391					X					Cervantes Sánchez Alfredo	UAT	alcervan@uamac.uat.mx
88	481								X		Chapa Guerrero José Rosbel	UANL	jochapa@ccr.dsi.uanl.mx
89	285	X	X								Charre Meza Adolfo Salomé	IMP	acharre@yahoo.com
90	41				X						Chávez Cabello Gabriel	UANL	gachavez@ccr.dsi.uanl.mx
91	409						X				Chávez González Mario	UNAM	chavez@servidor.unam.mx
92	43		X	X	X	X	X	X	X		Chávez Pérez Sergio	Sin Institución	
93	158			X	X	X					Choumiline Evguine	IPN	eshumili@vmredipn.ipn.mx
94	272	X									Cifuentes Nava Gerardo	UNAM	gercifue@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
95	336		X	X	X	X	X	X			Cisneros Stoianowski Gerardo	SILICON	gerardo@cray.com
96	364				X	X		X	X		Concha Dimas Aline	UNAM	
97	341			X							Contreras Pérez Juan	CICESE	juanc@pangea.cicese.mx
98	394						X				Cordero Angeles Edgar	UNAM	once25@yahoo.com
99	244	X	X	X		X					Córdoba Barba Diego	UCM	dcordoba@eucmos.sim.ucm.es
100	303		X	X							Corona Chávez Pedro	UMICH	pcorona@zeus.umich.mx
101	38	X									Corona Ruiz Martín	CFE	
102	248	X							X		Correa Mora Francisco	UNAM	pancho@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
103	333		X	X		X					Cortés Abel	UCOL	cortes@cgic.ucol.mx
104	427						X				Cosio Castro Héctor Guillermo	Sin Institución	kraftwer@yahoo.com
105	452							X			Cossio Torres Tomás	UANL	
106	315			X	X						Cruz Atienza Víctor Manuel	FJBS	victor@ollin.igeofcu.unam.mx
107	39	X	X	X	X	X	X	X	X		Cruz Castillo Manuel	IMP	mcrucz@imp.mx
108	450							X			Cruz Medina Isidro Roberto	ITSON	
109	371				X						Cruz Orozco Rodolfo	UABCS	rroca@balandra.uabcs.mx
110	163		X								Cuenca Julio César	UNAM	julio@gea.iingen.unam.mx
111	304		X								Cupul Magaña Amilcar Levi	UDG	amilcarc@pv.udg.mx
112	245	X	X	X							Dañobeitia Juan José	CSIC	jjdanobeitia@ija.csic.es
113	172	X				X			X		Davydova Belifskaya Valentina	UDG	vdavidov@udgserv.cencar.udg.mx
114	45		X	X				X	X		De La Cruz Reyna Servando	UNAM	sdelacr@geofisica.unam.mx
115	46				X						De León Gómez Héctor	UANL	hdeleon@ccr.dsi.uanl.mx
116	418					X					De Mets Charles Dennis	UW	chuck@geology.wisc.edu
117	44	X	X	X	X	X		X			DeCserna Gómbos Zoltan	UNAM	
118	357			X	X						Del Río Jesús Antonio	UNAM	antonio@servidor.unam.mx
119	49	X	X	X	X	X	X	X	X		Delgado Argote Luis Alberto	CICESE	ldelgado@pangea.cicese.mx
120	47	X		X							Delgado Contreras Juan Antonio	CICESE	jdelgado@cicese.mx
121	170		X	X	X		X		X		Delgado Granados Hugo	UNAM	hugo@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
122	305		X	X	X						Díaz Navarro Ricardo	IMP	rdiazn@imp.mx

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C. - MIEMBROS 2005 continuación

No.	Miembro	Dirección	C. P.	Ciudad	Estado	País
62	143	Hda. Xajay, 426, Fracc. Hda. Echegaray	53300	Naucalpan	Estado de México	México
63	347	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
64	167	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
65	214	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
66	258	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
67	34	Apdo. Postal No. 3-74	78231	Tangamanga	San Luis Potosí	México
68	243	Lluís Solé i Sabaris, S/N	8028	Barcelona	Barcelona	España
69	36	P.O. Box 2011	34016	Opicina	Trieste	Italy
70	165	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
71	395	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México
72	169	Apdo. Postal No. 1-742, Zona Centro	76001	Querétaro	Querétaro	México
73	168	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
74	310	Cerrada Heriberto Jara, 18, Fracc. V. Querétaro	76000	Querétaro	Querétaro	México
75	435	3 Sur, 303 Altos, Centro Historico	72000	Puebla	Puebla	México
76	412	Paseo Cuauhnahuac, 8532, Col. Progreso	62550	Jiutepec	Morelos	México
77	284	Ex-Hacienda de San Juan Bautista, Taxco El Viejo	40200	Taxco	Guerrero	México
78	235	10 Oeste, Manzana 33-Lote 6, Col. Isidro Fabela	14030	México	Distrito Federal	México
79	31	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
80	30	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
81	32	Apdo. Postal No. 224	24101	Ciudad del Carmen	Campeche	México
82	437		22830	Ensenada	Baja California	México
83	6	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
84	35	Apdo. Postal No. 1-742, Zona Centro	76001	Querétaro	Querétaro	México
85	37	Av. IPN, S/N, Playa Palo de Santa Rita	23096	La Paz	Baja California Sur	México
86	459	Av. Lazaro Cardenas, 47, Hidalgo	91140	Xalapa	Veracruz	México
87	391	Matamoros entre 8 y 9, Zona Centro	87000	Ciudad Victoria	Tampico	México
88	481	Carretera a Cerro Prieto, Km 8	67700	Linares	Nuevo León	México
89	285	Av. Universidad, 12, Col. Petrolera	24180	Ciudad del Carmen	Campeche	México
90	41	Km 8, Carret. Linares-Cerro Prieto, Col. Hda. De Guadalupe	67700	Linares	Nuevo León	México
91	409	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
92	43	Shetland, 348, Col. Cosmopolita	2670	México	Distrito Federal	México
93	158	Apdo. Postal No. 592	23000	La Paz	Baja California Sur	México
94	272	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
95	336	Av. Vasco de Quiroga, 3000, Col. Santa Fé	1210	México	Distrito Federal	México
96	364	Cd. Universitaria, Delegación Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
97	341	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
98	394	24 de Febrero, 6, Col. Polvora, Primera Sección	1100	México	Distrito Federal	México
99	244	Av. Complutense, S/N	28040	Madrid	Madrid	España
100	303	Edificio U, Cd. Universitaria	58070	Morelia	Michoacan	México
101	38	Km 26.5, Carret. Pascualitos-Pescadero, Cerro Prieto	21100	Mexicali	Baja California	México
102	248	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
103	333	Av. 25 de Julio, 965, Col. Villas San Sebastián	28045	Colima	Colima	México
104	427	Unid. Misioneros, Andador Bahía Las Pal, Edif.6 21-Depto. 301, Col. Turapan		La Paz	Baja California Sur	México
105	452	Km 8, Carret. Linares-Cerro Prieto, Col. Hda. De Guadalupe	67700	Linares	Nuevo León	México
106	315	5 de Mayo, 117, Col. Tepepan	16020	México	Distrito Federal	México
107	39	Av. Volcán Fernandina, 92, Col. El Mirador	14449	México	Distrito Federal	México
108	450	5 de Febrero, 818 Sur, Zona Centro		Ciudad Obregón	Sonora	México
109	371	Carret. Al Sur, Km 5.5	23080	La Paz	Baja California Sur	México
110	163	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
111	304	Av. Universidad de Guadalajara, 203, Deleg. Ixtapa	48280	Puerto Vallarta	Jalisco	México
112	245	Lluís Solé i Sabaris, S/N	8028	Barcelona	Barcelona	España
113	172	San Francisco 606-PH, 03100, Col. del Valle	3100	México	Distrito Federal	México
114	45	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
115	46	Km 8, Carret. Linares-Cerro Prieto, Col. Hda. De Guadalupe	67700	Linares	Nuevo León	México
116	418	W. Dayton St., 1215	53706	Madison	Wisconsin	USA
117	44	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
118	357	Apdo. Postal No. 34	62580	Temixco	Morelos	México
119	49	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
120	47	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
121	170	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
122	305	Hda. Ajuluapan, 107, Fracc. Hda. Echegaray	53310	Naucalpan	Estado de México	México

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C. - MIEMBROS 2005

No.	Miembro	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Nombre	Institucion	Correo electronico
123	440							X			Diaz Viera Martín Alberto	UNAM	mdiaz@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
124	205	X	X	X	X						Diego Orozco Arturo	IMP	adiago@imp.mx
125	50			X		X	X		X		Domínguez Reyes Tonatiuh	UCOL	tonatiuh@ucol.mx
126	468							X	X		Durand Manterola Héctor Javier	UNAM	
127	48						X				Durazo Arizu Reginaldo	UABC	rdurazo@faro.ens.uabc.mx
128	171	X	X	X	X	X	X				Dworak Robinson Juan A.	SEP	jdworak@cicese.mx
129	252	X									Elías Herrera Mariano	UNAM	elias@servidor.unam.mx
130	257				X	X		X			Escalona Alcázar Felipe de Jesús	GODEZAC	fescalona@hotmail.com
131	173			X							Escobar Sánchez Alejandra	UANL	
132	51	X	X	X	X						Esparza Hernández Francisco Javier	CICESE	fesparz@geofisica.cicese.mx
133	52	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Espindola Castro Juan Manuel	UNAM	jme@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
134	53	X	X	X	X			X			Espinosa Cardaña Juan Manuel	CICESE	jespinos@geofisica.cicese.mx
135	55	X			X						Fabriol Beauville Hubert	BRGM	h.fabriol@brgm.fr
136	464							X			Farfán Molina Luis M	CICESE	farfane@cicese.mx
137	174	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Farreras Sanz Salvador	CICESE	sfarrera@cicese.mx
138	54	X	X		X	X	X	X	X	X	Ferrari Luca Pedraglio	UNAM	luca@geociencias.unam.mx
139	85	X	X	X	X	X		X	X		Filonov Anatoly E.	UDG	afilonov@udgserv.cencar.udg.mx
140	59	X	X								Fletcher John Mackrain	CICESE	jfletche@pangea.cicese.mx
141	299	X									Flores Cruz Fernando	Sin Institución	
142	362				X						Flores Estrella Hortencia	UNAM	flori@data.net.mx
143	175	X	X	X	X	X		X			Flores Luna Carlos Francisco	CICESE	cflores@geofisica.cicese.mx
144	375					X	X				Flores Maciel Roberto	UDG	romaciel@cucba.udg.mx
145	130		X			X	X	X			Flores Saldaña Ricardo	IIE	rsf@p.iie.org.mx
146	58	X	X	X	X	X	X	X			Frez Cárdenas José	CICESE	jofrez@cicese.mx
147	300	X	X	X	X	X					Fuentes Vargaz Carlos	UNAM	carlos@geociencias.unam.mx
148	64	X	X	X	X	X			X		Galicia Pérez Marco Antonio	UCOL	galicia@volcan.ucol.mx
149	255	X	X							X	Gallegos Cruz Apolonio	IPN	
150	350				X	X		X			Garatuza Payan Jaime	ITSON	garatuza@yaqui.itson.mx
151	62	X	X	X	X	X	X	X	X	X	García Abdeslem Juan	CICESE	fgarcia@geofisica.cicese.mx
152	63	X	X	X	X	X	X	X			García Arthur Rosalía Eugenia	CICESE	arthur@cicese.mx
153	183				X						García Córdoba Joaquín Alberto	CICESE	joaquin@cicese.mx
154	377					X	X				García Cueto Rafael	UABC	rcueto@iing.mx.uabc.mx
155	378					X					García Daniel	UANL	
156	181	X	X	X	X	X	X	X	X	X	García García Fernando	UNAM	ffgg@atmosfera.unam.mx
157	233			X		X	X	X			García Gutiérrez Alfonso	IIE	aggarcia@iie.org.mx
158	5					X	X		X		García López Ramón Victorino	UAS	rgarcia@uas.uasnet.mx
159	423						X				García Puga José Luis	UDG	puga@pv.udg.mx
160	184				X	X	X				García y Barragán Juan Carlos	UNAM	jcarlosg@servidor.unam.mx
161	178		X	X	X	X			X		Garduño López René	UNAM	rene@atmosfera.unam.mx
162	61	X	X		X			X	X		Garduño Monroy Víctor Hugo	UMICH	vgmonroy@zeus.umich.mx
163	182	X	X		X						Garef Ziehl Federico	CICESE	fgraef@cicese.mx
164	280			X							Garza Rocha Daniel	UANL	dagarza@ccr.dsi.uanl.mx
165	334		X	X	X						Gavilanes Ruíz Juan Carlos	UCOL	gavilan@cgc.ucol.mx
166	72	X	X	X	X	X		X	X	X	Gaviño Rodríguez Juan Heberto	UCOL	gavino@volcan.ucol.mx
167	180		X	X	X	X	X				Gay García Carlos	UNAM	cgay@servidor.unam.mx
168	74	X	X	X	X	X	X	X	X		Glowacka Ewa	CICESE	glowacka@cicese.mx
169	176				X		X		X	X	Gómez González Juan Martín	UNAM	gomez@geociencias.unam.mx
170	369				X	X		X			Gómez López David Roberto	UV	dgomez@xal.megared.net.mx
171	73	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Gómez Treviño Enrique	CICESE	egomez@geofisica.cicese.mx
172	67	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Gómez Valdés José	CICESE	fgomez@cicese.mx
173	292	X	X	X	X	X	X				González Fernández Antonio	CICESE	mindundi@pangea.cicese.mx
174	68	X	X		X						González García José Javier	CICESE	javier@cicese.mx
175	354				X	X	X				González Ibarra Alfonso	IMP	agibarra@imp.mx
176	69					X		X	X		González León Carlos M.	UNAM	cmgleon@servidor.unam.mx
177	471								X		González Matos O'Leary Fernando	CENAI	oleary@cenais.ciges.inf.cu
178	71		X								González Morales Carlos Alberto	CICESE	cgonzale@cicese.mx
179	60		X		X						González Morán Tomás	UNAM	tglez@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
180	400						X				González Navarro Juan Ignacio	CICESE	ignaci@cicese.mx
181	70						X	X			González Pomposo Guillermo	BUAP	gugonzal@siu.buap.mx
182	366				X						González Yajimovich Oscar	UABC	
183	307		X								Gorsline Donn S.	USC	gorsline@earth.usc.edu

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C. - MIEMBROS 2005 continuación

No.	Miembro	Dirección	C. P.	Ciudad	Estado	País
123	440	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
124	205	Eje Central Lázaro Cárdenas, 152, Col. San Bartolo Atepehuacán	7730	México	Distrito Federal	México
125	50	Av. Universidad, 333		Colima	Colima	México
126	468	Circuito Exterior, S/N, Ciudad Universitaria	4510	México	Distrito Federal	México
127	48	Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
128	171	Km 4, Carret. a Varadero Nacional, Sector Playitas	85425	Guaymas	Sonora	México
129	252	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
130	257	Bld. López Portillo, 30-C, Zona Centro	98600	Guadalupe	Zacatecas	México
131	173	, Col. Fundadores	25015	Saltillo	Coahuila	México
132	51	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
133	52	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
134	53	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
135	55	Avenue de Luminy, B.P. 167, 117	13276	Sin Ciudad	Marseille cedex 9	France
136	464	Miraflores, 334, La Paz	23050	México	Distrito Federal	México
137	174	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
138	54	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México
139	85	Río Autlan, 2180-34, Sector Atlas	44421	Guadalajara	Jalisco	México
140	59	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
141	299	Antonia Nava, S/N, Col. Carmen Serdán	4910	México	Distrito Federal	México
142	362	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
143	175	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
144	375	Juárez, 975, Sector Juárez		Guadalajara	Jalisco	México
145	130	Av. Reforma, 113, Col. Palmira	62490	Temixco	Morelos	México
146	58	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
147	300	Plaza del Carmen, 69, Col. Plazas del Sol, 2a. Sección	76090	Querétaro	Querétaro	México
148	64	Apdo. Postal No. 275, Zona Centro	28200	Manzanillo	Colima	México
149	255	Te, 950, Col. Iztacalco	8400	México	Distrito Federal	México
150	350	5 de Febrero, 818 Sur, Zona Centro		Ciudad Obregón	Sonora	México
151	62	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
152	63	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
153	183	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
154	377	Bld. Benito Juárez, S/N, Col. Insurgentes Este	21280	Mexicali	Baja California	México
155	378	Km 8, Carret. Linares-Cerro Prieto, Col. Hda. De Guadalupe	67700	Linares	Nuevo León	México
156	181	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
157	233	Av. Reforma, 113, Col. Palmira	62490	Temixco	Morelos	México
158	5	Galileo, 1175, Col. Villa Universidad	80010	Culiacán	Sinaloa	México
159	423	Apdo. Postal No. 96-B	48280	Puerto Vallarta	Jalisco	México
160	184	Luis Donaldo Colosio y Madrid, S/N, Campus UNISON	83000	Hermosillo	Sonora	México
161	178	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
162	61	Av. Rey Tariacuri, 374-D, Col. Villabella	58090	Morelia	Michoacan	México
163	182	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
164	280	Km 8, Carret. Linares-Cerro Prieto, Col. Hda. De Guadalupe	67700	Linares	Nuevo León	México
165	334	Av. 25 de Julio, 965, Col. Villas San Sebastián	28045	Colima	Colima	México
166	72	Apdo. Postal No. 275, Zona Centro	28200	Manzanillo	Colima	México
167	180	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
168	74	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
169	176	Apdo. Postal No. 1-742, Zona Centro	76001	Querétaro	Querétaro	México
170	369	Mendez Alcalde, 3, Col. Salud	91070	Xalapa	Veracruz	México
171	73	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
172	67	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
173	292	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
174	68	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
175	354	Magdalena, 410-Depto. 303, Col. Del Valle	3100	México	Distrito Federal	México
176	69	Apdo. Postal No. 1039, Zona Centro	83000	Hermosillo	Sonora	México
177	471	Calle 17, 61 e/4 y 6, Reparto Vista Alegre	90400	Santiago de Cuba	Santiago	Cuba
178	71	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
179	60	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
180	400	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
181	70	Bld. Valsequillo y Circuito CU, S/N, Cd. Universitaria		Puebla	Puebla	México
182	366	Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
183	307	S. Vermont Ave. KAP-246, 3620	90089-2538	Los Angeles	California	USA

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C. - MIEMBROS 2005

No.	Miembro	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Nombre	Institucion	Correo electronico
184	189	X	X								Grajales Nishimura Manuel	IMP	grajales@geologia.unam.mx
185	250	X	X			X	X	X			Green Ruíz María de Jesús	ODU	mxgreen@odu.edu
186	415					X		X			Grijalva Noriega Francisco Javier	UNISON	grijalva@marina.geologia.uson.mx
187	436							X			Grimalsky Volodymyr	INAOE	vgrim@inaoep.mx
188	66	X	X								Guerrero García José C.	UNAM	josec@servidor.unam.mx
189	466								X		Guerrero Grajeda Jose	UNAM	
190	65			X							Guerrero Guadarrama José Luis	CFE	geoexplo@mich1.telmex.net.mx
191	407						X				Guevara O. Enrique	CENAPRED	ego@cenapred.unam.mx
192	177					X					Gutiérrez de Velasco Guillermo	CICESE	ggutierr@cicese.mx
193	479								X		Gutiérrez Martínez Carlos Antonio	CENAPRED	cgm@cenapred.unam.mx
194	179				X						Guzmán Speziale Marco	UNAM	marco@geociencias.unam.mx
195	461								X		Gzebennikov Alejandre	UAP	agzebe@fefm.buap.mx
196	76	X									Helenes Escamilla Javier	CICESE	jhelenes@pangea.cicese.mx
197	75		X	X	X	X		X	X		Herguera García Juan Carlos	CICESE	herguera@cicese.mx
198	251	X	X	X	X	X	X				Hernández Bernal María del Sol	UNAM	msol@quetzalcoatl.igeofcu.unam.mx
199	259	X									Hernández Guerrero Joel	PEMEX	zyanya@hotmail.com
200	247	X									Hernández Treviño Teodoro	UNAM	tht@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
201	456							X			Hernández Walls Rafael	UABC	rwalls@uabc.mx
202	343					X					Herrera Aztegui Luis Eduardo	UNAM	electron@altavista.com
203	306		X								Herrera Charles Roberto	IPN	charles@citedi.mx
204	484										Herrera Oliva Claudia Soledad	CICESE	cherrera@cicese.mx
205	186					X					Herrera Revilla Ismael	UNAM	iherrera@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
206	188		X	X	X			X			Hinojosa Corona Alejandro	CICESE	alhinc@pangea.cicese.mx
207	187			X	X	X					Huerta López Carlos Isidro	CICESE	huerta@cicese.mx
208	289	X									Hughes Simon	UNAM	shuhes@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
209	77	X	X	X	X	X	X	X	X		Huidobro González Adolfo	UNAM	lermo@inti.iingen.unam.mx
210	78		X								Huizar Alvarez Rafael	UNAM	huizar@servidor.unam.mx
211	432							X			Hurtado Artunduaga Angel David	UNAM	adhurtado@yahoo.com
212	331		X	X	X	X	X				Hutton Wallis	UNAM	wallis@geology.wisc.edu
213	474								X		Ibarra Serrano Atanacio	FRISCO	aibarra@grupofrisco.com.mx
214	316			X							Iglesias Mendoza Arturo	FJBS	amg@tornado.com.mx
215	332		X								Israde Alcántara Isabel	UMICH	aisrade@zeus.umich.mx
216	80		X	X					X		Jacques Ayala César	UNAM	jacques@geologia.unam.mx
217	79		X								Jáuregui Ostos Ernesto	UNAM	ejos@atmosfera.unam.mx
218	82	X									Jiménez Illescas Angel R.	IPN	ajimenez@ipn9021.ipn.mx
219	81	X									Jiménez Jiménez Zenón	UNAM	zenon@ollin.igeofcu.unam.mx
220	442						X				Jimenez Romano Gerardo	CENAPRED	termica@cenapred.unam.mx
221	340			X							Jiménez Sergio	UABC	
222	411					X					Juárez Aguilar Luis	IMP	ljuarez@imp.mx
223	482								X		Juárez Ramírez Zeferino	BUAP	
224	190		X	X							Juárez Sánchez Faustino	UNAM	tino@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
225	349				X	X					Jödicke Hartmut	UNIMUNSTER	jodike@earth.uni.munster.de
226	90			X							Keller Torres Jaime	UNAM	keller@servidor.unam.mx
227	387					X					Kepiie Jhon Duncan	UNAM	duncan@servidor.unam.mx
228	138			X		X					Koshevaya Svetlana S.	INAOE	svetlana@tonali.inaoep.mx
229	83	X	X	X	X	X		X	X		Kostoglodov Vladimir	UNAM	vladimir@ollin.igeofcu.unam.mx
230	438							X			Kotsarenko Anatoliy	UNAM	kotsarenko@geociencias.unam.mx
231	84	X									Kouzoub Nokolai	UANL	nkouzoub@ccr.dsi.uanl.mx
232	283	X		X	X	X					Kuraica Ogie	KNOMETRICS	sales@kmi.com
233	454							X			Ladrón de Guevara María A.	SEP	
234	40			X							Lara José Rubén	CICESE	rlara@cicese.mx
235	261	X					X				Lares Reyes María Lucila	CICESE	llares@cicese.mx
236	87	X	X	X		X		X			Lavín Peregrina Miguel Fernando	CICESE	mlavin@cicese.mx
237	192	X	X								Lázaro Mancilla Octavio	CICESE	olazaro@geofisica.cicese.mx
238	439							X			Leal Lupercio Juan Carlos	IMADES	jleal@cideson.mx
239	216	X	X	X	X	X		X			Ledesma Vázquez Jorge	UABC	ledesma@bahia.ens.uabc.mx
240	193	X		X	X		X	X			Lermo Samaniego Javier Francisco	UNAM	lermo@inti.iingen.unam.mx
241	385					X	X				Lesser Luis E.	ASU	lesser@asu.edu
242	443							X			Leyva Contreras Amando	UNAM	
243	262	X	X	X							Lira Herrera Héctor	CFE	
244	376					X	X	X			Lizarraga Celaya Carlos	UNISON	carlos@fisica.uson.mx

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C. - MIEMBROS 2005 continuación

No.	Miembro	Direccion	C. P.	Ciudad	Estado	País
184	189	Tokio, 921-202-B, Col. Portales	3300	México	Distrito Federal	México
185	250	Elkhorn Ave., 4600	23529	Norfolk	Virginia	USA
186	415	Alejandro García, 522, Col. Jardines	83113	Hermosillo	Sonora	México
187	436	Luis Enrique Erro, 1, Col. Santa María Tonantzintla	72000	Puebla	Puebla	México
188	66	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
189	466	Circuito Exterior, S/N, Ciudad Universitaria	4510	México	Distrito Federal	México
190	65	Alejandro Volta, 655, Col. Electricistas	58290	Morelia	Michoacan	México
191	407	Av. Delfín Madrigal, 665, Col. Pedregal de Santo Domingo	4360	México	Distrito Federal	México
192	177	Miraflores entre Muleg y La Paz, 334, Fracc. BellaVista	23050	La Paz	Baja California Sur	México
193	479	Delfín Madrigal, 655, Pedregal de Santo Domingo	4360	México	Distrito Federal	México
194	179	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México
195	461	19 sur, 3504-11, Reforma Agua Azul	72430	Puebla	Puebla	México
196	76	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
197	75	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
198	251	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
199	259	Av. Sitio Grande, 2000-Edif. 3, Piso 1, Fracc. Carrizal	86035	Villahermosa	Tabasco	México
200	247	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
201	456	Km 103, Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México
202	343	Cerro Chinaco, 121, Col. Campestre Churubusco	4200	México	Distrito Federal	México
203	306	Av. Del Parque, 1310, Col. Mesa de Otay	25510	Tijuana	Baja California	México
204	484	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
205	186	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
206	188	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
207	187	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
208	289	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
209	77	Av. México, 120, Col. Del Carmen	4100	México	Distrito Federal	México
210	78	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
211	432	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
212	331	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
213	474	Inglaterra, 1283, Fracc. Villafontana	21180	Mexicali	Baja California	México
214	316	Siracusa, 130-Edif. 5 B-22, Col. Lomas Estrella	9890	México	Distrito Federal	México
215	332	Edificio U, Cd. Universitaria	58070	Morelia	Michoacan	México
216	80	De la Rivera, 21	83288	Hermosillo	Sonora	México
217	79	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
218	82	Colegio Militar, 192, Col. Esterito	23020	La Paz	Baja California Sur	México
219	81	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
220	442	1a. Cda. De Acanto, Manzana 73-Lote 21, Col. Ampliación Miguel Hidalgo	14250	México	Distrito Federal	México
221	340	Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
222	411	Talcolutla, Edificio 17-Depto. 12, Fracc. Las Brisas	24178	Ciudad del Carmen	Campeche	México
223	482	5 Norte, 645, Centro	74200	Atlixco	Puebla	México
224	190	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
225	349	Corrensstr, 24-D-48149	48149	Munster	Sin Estado	Germany
226	90	Fuente de la Juventud, 64, Fracc. Tecamachalco	53950	Naucaipan	Estado de México	México
227	387	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
228	138	Apdo. Postal No. 51	72000	Puebla	Puebla	México
229	83	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
230	438	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México
231	84	Pedro Noriega Sur, 569	67700	Linares	Nuevo León	México
232	283	Vista Avenue, 222	91107	Pasadena	California	USA
233	454			Sin Ciudad	Sin Estado	Sin País
234	40	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
235	261	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
236	87	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
237	192	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
238	439	Reyes y Aguascalientes, S/N, Col. San Benito	83190	Hermosillo	Sonora	México
239	216	Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
240	193	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
241	385	Arizona State University, P.O. Box 875306	85287-5306	Tempe	Arizona	USA
242	443			México	Distrito Federal	México
243	262	Km 26.5, Carret. Pascualitos-Pescadero, Cerro Prieto	21100	Mexicali	Baja California	México
244	376	José M. Salvatierra, 33, Col. Los Arcos	83250	Hermosillo	Sonora	México

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C. - MIEMBROS 2005

No.	Miembro	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Nombre	Institucion	Correo electronico
245	338		X	X							Lluch Cota Daniel Bernardo	CIBNOR	dbluch@cibnor.mx
246	339		X								Lluch Cota Salvador Emilio	CIBNOR	sluch@cibnor.mx
247	155		X					X			Lobato Sánchez René	IMTA	rlobato@tlaloc.imta.mx
248	414						X				López Dorcel Rubén	UASLP	rlopez@uaslp.mx
249	301			X				X			López Loera Héctor	UNAM	lopezdes@col1.telmx.net.mx
250	89	X			X				X		López Mariscal Juan Manuel	CICESE	malopez@cicese.mx
251	445							X			Lopez Martinez Cesar Honorio	CENAPRED	
252	308			X							López Martínez Juana	CIBNOR	jlopez@cibnor.mx
253	88	X	X	X	X	X					López Martínez Margarita	CICESE	marlopez@pangea.cicese.mx
254	380					X	X				López Pineda Leobardo	CESUES	odranoel@yahoo.com
255	191	X									Lozada Zumaeta Manuel	IMP	mlozada@imp.mx
256	269	X	X			X					Machain Castillo María Luisa	UNAM	machain@ola.icml.unam.mx
257	91					X					Macias Vázquez José Luis	UNAM	macias@tonatihu.igeofcu.unam.mx
258	282	X									Magaña Rueda Víctor Orlando	UNAM	victormr@servidor.unam.mx
259	236			X	X	X					Makarov Vyacheslav G.	IPN	smakarov@redipn.ipn.mx
260	428						X				Malagón Montalvo Arturo	UDG	malagon_arturo@hotmail.com
261	429						X				Maldonado Sánchez Guadalupe	UNAM	magmaldonado@hotmail.com
262	368				X		X				Malishewsky Peter G.	UNIJENA	mali@geo.uni.jena.de
263	448							X			Marie Baur Juan Luis	REPSOL YPF	mariej@repslypf.com
264	102	X					X				Marinone Moschetto Silvio Guido L.	CICESE	marinone@cicese.mx
265	93	X	X	X	X	X	X	X			Márquez Azúa Bertha	UDG	bmarquez@udgserv.cencar.udg.mx
266	381					X					Márquez García Antonio Zoilo	UAM	azmg@xanum.uam.mx
267	297	X	X								Márquez González Alvaro	UCM	alvaromg@eucmax.sim.ucm.es
268	164			X							Marshall Kyle Jeffrey	FANDM	i_marshall@fandm.edu
269	293	X	X	X	X	X		X			Martín Atienza Beatriz	CICESE	batiencia@cicese.mx
270	2	X	X	X	X		X				Martín Barajas Arturo	CICESE	amartin@pangea.cicese.mx
271	348				X						Martínez DíazdeLeón Asdrúbal	UABC	asdrubal@faro.ens.uabc.mx
272	194	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Martínez García Mario	CIBNOR	mmartine@cibnor.mx
273	9					X					Martínez Gutiérrez Genaro	UABCS	martingg@uabcs.mx
274	373					X					Martínez Hernández Enrique	UNAM	emar@servidor.unam.mx
275	408						X				Martínez Noriega César	UABCS	martinez@uabcs.mx
276	422						X				Martínez Retana Silvia	UNISON	
277	404						X				Martínez Reyes Juventino	UNAM	
278	92	X						X	X		Martínez Serrano Raymundo G.	UNAM	rms@tonatihu.igeofcu.unam.mx
279	273	X				X					Martínez Zatarain Alejandro	UDG	amartine@udgserv.cencar.udg.mx
280	96					X					Martiny Kramer Bárbara	UNAM	martiny@servidor.unam.mx
281	367				X						Mascareño Gastelum Ramón Alejandro	UAS	alejandro_trami@hotmail.com
282	287	X	X	X	X	X		X			Matthes Miguel	APASCO	
283	313			X							Mazariegos Alfaro Rubén Alberto	PANAM	rubenm@panam.edu
284	480								X		Medina Chena Alexandro	IE	medina@ecología.edu.mx
285	200	X									Mejía Trejo Adán	UABC	amejia@bahia.ens.uabc.mx
286	97	X	X	X	X				X		Méndez Delgado Sóstenes	UANL	somendez@ccr.dsi.uanl.mx
287	198			X		X					Mendieta Jiménez Francisco Javier	CICESE	jmendiet@cicese.mx
288	11					X					Mengelle López Jorge Jaime	IPN	se_vinculacion@hotmail.com
289	274		X								Meulener Peña Angel R.	UDG	ameulene@udgserv.cencar.udg.mx
290	57	X									Michaud Francois	UPMC	micho@ccrv.obs-vlfr.fr
291	94						X				Mikumo Kamura Takeshi	UNAM	mikumoto@ollin.igeofcu.unam.mx
292	323			X							Milan Valdés Marcos	IPN	milan@mexico.com
293	202						X				Miranda Ubaldo	IIE	umiranda@iie.org.mx
294	98					X					Mitre Salazar Luis Miguel	UNAM	lmitre@geociencias.unam.mx
295	388					X	X		X	X	Molina Garza Roberto	UNAM	rmolina@geociencias.unam.mx
296	483								X		Montalvo Arrieta Juan carlos	UANL	montalvo@fct.uanl.mx
297	99	X	X		X		X	X	X		Montesinos Silva Genaro	UGTO	genaros@dulcinea.ugto.mx
298	419						X				Montijo González Alejandra	UNISON	amontijo@geologia.uson.mx
299	196		X	X		X	X	X			Monzón César Octavio	UDG	monzon@ucei.udg.mx
300	195						X	X	X		Moraila V. Carlos Ramón	UAS	cmoraila@uas.uasnet.mx
301	203			X							Morales Blake Alejandro	UCOL	mblake@volcan.ucol.mx
302	197	X	X			X					Moran Zenteno Dante Jaime	UNAM	dante@tonatihu.igeofcu.unam.mx
303	101	X	X	X	X	X					Morandi Soana María Teresa	ULA	maria@ciens.ula.ve
304	455							X			Moreles Vázquez Miguel Angel	CIMAT	moreles@cimat.mx
305	472								X		Moreno Toiran Bladimir	CENAI	bladimir@sssn.ciges.inf.cu

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C. - MIEMBROS 2005 continuación

No.	Miembro	Direccion	C. P.	Ciudad	Estado	País
245	338	Apdo. Postal No. 128	23000	La Paz	Baja California Sur	México
246	339	Km 0.5, Carret. al Conchalito	23000	La Paz	Baja California Sur	México
247	155	Paseo Cuauhnahuac, 8532, Col. Progreso	62550	Jiutepec	Morelos	México
248	414	Av. Dr. Manuel Nava, 5, Zona Universitaria	78240	San Luis Potosí	San Luis Potosí	México
249	301	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
250	89	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
251	445	Av. Delfin Madrigal, 665, Col. Pedregal de Santo Domingo	4630	México	Distrito Federal	México
252	308	Retorno Mondorica, 2056, Col. Inforavit	23070	La Paz	Baja California Sur	México
253	88	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
254	380	Ley Federal del Trabajo y Perimetral, S/N, Col. Apolo	83100	Hermosillo	Sonora	México
255	191	Eje Central Lázaro Cárdenas, 152, Col. San Bartolo Atepehuacán	7730	México	Distrito Federal	México
256	269	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
257	91	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
258	282	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
259	236	Av. IPN, S/N, Playa Palo de Santa Rita	23096	La Paz	Baja California Sur	México
260	428	La Paz, 63-Casa 51, Atemajac del Valle		Zapopan	Jalisco	México
261	429	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
262	368	Burgweg, 11	7749	Jena	Sin Estado	Germany
263	448	Jaime Balmes, 8-701	11510	México	Distrito Federal	México
264	102	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
265	93	Maestros y Mariano Bárcena, S/N	44260	Guadalajara	Jalisco	México
266	381	Av. Purisima y Michoacán, S/N, Col. Vicentina	9340	México	Distrito Federal	México
267	297	Av. Complutense, S/N	28040	Madrid	Madrid	España
268	164	W. Chestnut St., 625	17604	Lancaster	Pennsylvania	USA
269	293	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
270	2	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
271	348	Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
272	194	Km 1, Carret. San Juan de la Costa, Col. El Comitán	23000	La Paz	Baja California Sur	México
273	9	Carret. Al Sur, Km 5.5	23080	La Paz	Baja California Sur	México
274	373	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
275	408	Km 5.5, Carret. al Sur, Zona Universitaria	23080	La Paz	Baja California Sur	México
276	422	Bldv. Transversal y Rosales, S/N, Zona Centro	83000	Hermosillo	Sonora	México
277	404	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México
278	92	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
279	273	Av. Vallarta, 2602, Sector Juárez	44100	Guadalajara	Jalisco	México
280	96	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
281	367	Las Lichis, 1839, Fracc. La Campiña	80060	Culiacán	Sinaloa	México
282	287	Campos Eliseos, 345-Piso 16, Col. Polanco	11550	México	Distrito Federal	México
283	313	Pacific Ave., 810	78539	Edinburg	Texas	USA
284	480	Km 2.5, Carret. Ant Coatepec, 351	91070	Xalapa	Veracruz	México
285	200	Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
286	97	Km 8, Carret. Linares-Cerro Prieto, Col. Hda. De Guadalupe	67700	Linares	Nuevo León	México
287	198	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
288	11	Av. Ticomán, 600, Col. San José Ticomán	7340	México	Distrito Federal	México
289	274	Av. Las Praderas, 320, Prados Vallarta	45020	Zapopan	Jalisco	México
290	57	La Darse B-P, 48	6230	Villefranche sur Mer	Paris	France
291	94	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
292	323	Acueducto, 63, Col. Acueducto de Guadalupe	1120	México	Distrito Federal	México
293	202	Av. Reforma, 113, Col. Palmira	62490	Temixco	Morelos	México
294	98	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México
295	388	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México
296	483	Carretera a Cerro Prieto, Km 8, Ex Hacienda de Guadalupe	67700	Linares	Nuevo León	México
297	99	Apdo. Postal No. 311, Zona Centro	36500	Irapuato	Guanajuato	México
298	419	Bldv. Transversal y Rosales, S/N, Zona Centro	83000	Hermosillo	Sonora	México
299	196	Marcelino García Barragán y Olímpica, 1421	44421	Guadalajara	Jalisco	México
300	195	Mutualismo, 1277, Fracc. Los Pinos	80120	Culiacán	Sinaloa	México
301	203	Villa Florencia, 54, Fracc. Soleares	28869	Manzanillo	Colima	México
302	197	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
303	101		5101	Mérida	Mérida	Venezuela
304	455	Callejon Jalisco, S/N, Mineral de Valenciana	36240	Guanajuato	Guanajuato	México
305	472	Calle 17, 61 e/4 y 6, Reparto Vista Alegre	90400	Santiago de Cuba	Santiago	Cuba

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C. - MIEMBROS 2005

No.	Miembro	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Nombre	Institucion	Correo electronico
306	270	X	X		X	X		X			Mortera Gutiérrez Carlos A.	UNAM	carlosm@ollin.igeofcu.unam.mx
307	406						X				Mouloud Bennami	UNAM	
308	265	X									Moya Juan Carlos	UC	moya@creep.colorado.edu
309	95	X	X	X							Munguía Orozco Luis	CICESE	lmunguia@cicese.mx
310	302			X	X	X					Muñoz Diosdado Alejandro	IPN	amunoz@acei.upibi.ipn.mx
311	328					X					Murillo Nava Janette	IPN	
312	486									X	Murillo Zapien Juan	TGN	tgnsuelo@telnor.net
313	199	X	X		X	X		X			Murrieta Hernández José Luis	UV	josel@dino.coacade.uv.mx
314	374					X			X		Nájera Garza Jesús	Sin Institución	jng1207@hotmail.com
315	473								X	X	Narcía López Carlos	UNACH	nnarcia@prodigy.nte.mx
316	103		X		X		X	X			Natividad Baizabal Miguel Angel	UV	navidad@dino.coacade.uv.mx
317	410						X				Nava de la Riva Julio César	GODEZAC	
318	104	X	X	X	X	X	X	X			Nava Pichardo Alejandro Fidencio	CICESE	fnava@cicese.mx
319	290	X	X		X			X	X		Nava Sánchez Enrique H.	IPN	enava@redipn.ipn.mx
320	266			X							Nevárez Martínez Manuel Otilio	INP	nevarez@altavista.net
321	416					X					Nieto Obregón Jorge	UNAM	nieto@servidor.unam.mx
322	105	X	X		X	X	X				Nieto Samaniego Angel Francisco	UNAM	afns@geociencias.unam.mx
323	312		X	X		X		X			Norzagaray Campos Mariano	IPN	mnorzaga@ipn.mx
324	106	X	X	X	X	X	X	X	X		Núñez Cornú Francisco Javier	UDG	fcornu@vallarta.cuc.udg.mx
325	370				X	X					Núñez Peralta Marco Antonio	UAM	manp@xanum.uam.mx
326	108					X	X	X			Obeso Nieblas Maclovio	IPN	mniebla@redipn.ipn.mx
327	107	X	X	X		X	X		X		Ocampo Torres Francisco Javier	CICESE	ocampo@cicese.mx
328	204	X		X	X	X					Ochoa Dela Torre José Luis	CICESE	jochoa@cicese.mx
329	206	X	X			X		X			Oda Noda Bertha	UNAM	oda@atmosfera.unam.mx
330	356				X	X					Oesterreich Masuch Dirk	UANL	dmasuch@ccr.dsi.uanl.mx
331	327		X	X							Olenshko Lutkova Klaudia	UNAM	olechko@servidor.unam.mx
332	420						X				Olivos Ortiz Aramis	UCOL	
333	465								X		Oropeza Rosales Fernando	IMTA	foropeza@haloc.imta.mx
334	353					X					Oropeza Villalobos Beatriz	UNAM	
335	249	X	X	X	X		X				Orozco Esquivel María Teresa	UNAM	torozco@geociencias.unam.mx
336	286	X	X	X							Orta Francisco	APASCO	
337	417						X				Ortega Guerrero Beatriz	UNAM	bortega@geofisica.unam.mx
338	281			X							Ortega Guerrero Marcos Adrián	UNAM	maog@geociencias.unam.mx
339	210			X		X		X			Ortega Rivera María Amabel	UNAM	amabel@geociencias.unam.mx
340	478								X		Ortiz Aguilar José Luis	APASCO	orvaing@prodigy.net.mx
341	326		X	X		X		X			Ortiz Alemán Carlos	FJBS	carlos@servidor.unam.mx
342	126						X				Oskín Michael	CALTECH	
343	359				X	X		X			Ostroumov Mikhail	UMICH	ostroum@zeus.umich.mx
344	111	X	X	X	X	X	X	X	X		Pacheco Alvarado Francisco Javier	UNAM	javier@ollin.igeofcu.unam.mx
345	242	X									Padilla Arredondo Gustavo	CIBNOR	gpadilla@cibnor.mx
346	237	X		X		X					Pal Verma Jaiswal Mahendra	IIE	mahendra@iie.org.mx
347	109		X								Palma Guzmán Sergio Hugo	CFE	
348	110		X								Palma Pérez Oswaldo	CFE	
349	398						X				Paniagua Quiroga Jesús Darío	UV	
350	115	X	X	X	X						Pavía López Edgar Gerardo	CICESE	epavia@cicese.mx
351	118		X								Payero De Jesús Juan S.	UASD	jpayero@tricom.net
352	116	X	X	X	X						Paz Moreno Francisco Abraham	UNISON	paz@marina.geologia.uson.mx
353	42	X			X						Pedrin Aviles Sergio	CIBNOR	spedrin@cibnor.mx
354	159			X	X	X					Peláez Salvador Roberto	PEMEX	pelaez_fi_unam.@yahoo.com
355	446							X			Peña Alonso Tomás	ITCM	topeax@hotmail.com
356	320		X								Peraza Vizcarra Ramón	UAS	
357	114	X			X	X		X			Pereyra Díaz Domitilo	UV	dpereyra@uv.mx
358	463							X	X		Pérez Campos Xyoli	UNAM	
359	207		X	X	X	X	X				Pérez de Tejada Héctor	UNAM	hector@ifuname.ifisicaen.unam.mx
360	209		X		X	X		X			Pérez Enríquez Román	UNAM	roman@geociencias.unam.mx
361	425						X				Pérez Flores Marco Antonio	CICESE	mperez@geofisica.cicese.mx
362	254			X							Pérez García Ismael	UNAM	ismael@servidor.unam.mx
363	112		X	X					X		Pérez Rocha Luis Eduardo	FJBS	perezrocha63@hotmail.com
364	352				X	X					Pérez Sesma José Antonio A.	UV	pereyra@dino.coacade.uv.mx
365	113	X	X	X	X	X			X		Pérez Venzor José Antonio	UABCS	japerez@calafia.uabcs.mx
366	421						X				Pervago Evgueni	IMP	

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C. - MIEMBROS 2005 continuación

No.	Miembro	Dirección	C. P.	Ciudad	Estado	País
306	270	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
307	406	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
308	265	30th, A1-24, 1300	80303	Boulder	Colorado	USA
309	95	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
310	302	Valle del Po, 16, Col. Valle de Aragón	55280	Ecatepec	Estado de México	México
311	328	Av. IPN, S/N, Playa Palo de Santa Rita	23096	La Paz	Baja California Sur	México
312	486	Alvaro Obregón, 1-1, Guadalupe Victoria	22370	Tijuana	Baja California	México
313	199	Zona Universitaria, S/N, Cd. Universitaria	91090	Xalapa	Veracruz	México
314	374	Ventura Salazar, 334-2, Zona Centro	98000	Zacatecas	Zacatecas	México
315	473	Av. Rosario, 546, Santa Ana	29090	Tuxtla Gutierrez	Chiapas	México
316	103	Apdo. Postal No. 278, Zona Centro	91000	Xalapa	Veracruz	México
317	410	Rebote de Barbosa, 605, Zona Centro	98000	Zacatecas	Zacatecas	México
318	104	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
319	290	Apdo. Postal No. 592	23000	La Paz	Baja California Sur	México
320	266	Blvd. Las Plazas, 75, Fracc. Las Plazas	85430	Guaymas	Sonora	México
321	416	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
322	105	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México
323	312	Av. Ticomán, 600, Col. San José Ticomán		Culiacán	Sinaloa	México
324	106	Apdo. Postal No. 96-B	48280	Puerto Vallarta	Jalisco	México
325	370	Apdo. Postal No. 55-534	9340	México	Distrito Federal	México
326	108	Av. IPN, S/N, Playa Palo de Santa Rita	23096	La Paz	Baja California Sur	México
327	107	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
328	204	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
329	206	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
330	356	Km 8, Carret. Linares-Cerro Prieto, Col. Hda. De Guadalupe	67700	Linares	Nuevo León	México
331	327	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
332	420	Av. 25 de Julio, 965, Col. Villas San Sebastián	28045	Colima	Colima	México
333	465	Paseo Cuauhnáhuac, 8532, Progreso, Jiutepec	62550	Cuernavaca	Morelos	México
334	353	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
335	249	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México
336	286	Campos Eliseos, 345-Piso 16, Col. Polanco	11550	México	Distrito Federal	México
337	417	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
338	281	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México
339	210	Carret. 57 QRO-SLP, Km 15.5, Juriquilla	76230	Querétaro	Querétaro	México
340	478	CALLE 12, 1870, FFCC	44440	Guadalajara	Jalisco	México
341	326	Carret. Al Ajusco, 203, Col. Héroes de Padierna	14200	México	Distrito Federal	México
342	126	N. Poema Place 201, 11507	91311	Chatsworth	California	USA
43	359	Edificio U, Cd. Universitaria	58070	Morelia	Michoacan	México
344	111	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
345	242	Km 2.35, Camino al Tular, Estero de Bacochibampo	85465	Guaymas	Sonora	México
346	237	Av. Reforma, 113, Col. Palmira	62490	Temixco	Morelos	México
347	109	Lic. Angel Compers, 65, Col. Dr. Miguel Silva	58120	Morelia	Michoacan	México
348	110	El Greco, 5181, Col. Real Vallarta	45020	Zapopan	Jalisco	México
349	398	Loma del Estadio, S/N, Cd. Universitaria	91090	Xalapa	Veracruz	México
350	115	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
351	118	Ciudad Universitaria		Santo Domingo	Santo Domingo	Rep. Dominicana
352	116	Apdo. Postal No. 847, Zona Centro	83000	Hermosillo	Sonora	México
353	42	Km 2.35, Camino al Tular, Estero de Bacochibampo	85465	Guaymas	Sonora	México
354	159	, Manzana 72-Lote 1, Fracc. José M. Morelos, 5a. Sección	55070	Ecatepec	Estado de México	México
355	446	Calle Sexta, 902, Col. Jardin 20 de Noviembre		Ciudad Madero	Tampico	México
356	320			Mazatlán	Sinaloa	México
357	114	Circuito Gonzalo Aguirre Beltran, S/N, Zona Universitaria	91000	Xalapa	Veracruz	México
358	463	D MZ XIII, 10, Educación, Coyoacán	4400	México	Distrito Federal	México
359	207	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
360	209	Carret. 57 QRO-SLP, Km 15.5, Juriquilla	76230	Querétaro	Querétaro	México
361	425	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
362	254	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
363	112	Santa María, 214, Col. Malinalco		Azcapotzalco	Estado de México	México
364	352	Zona Universitaria, S/N, Cd. Universitaria	91090	Xalapa	Veracruz	México
365	113	Km 5.5, Carret. al Sur, Zona Universitaria	23000	La Paz	Baja California Sur	México
366	421	Eje Central Lázaro Cárdenas, 152, Col. San Bartolo Atepehuacán	7730	México	Distrito Federal	México

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C. - MIEMBROS 2005

No.	Miembro	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Nombre	Institucion	Correo electronico
367	146	X	X		X						Peterson Villalobos Héctor	LIBRA	libra@telnor.net
368	460								X		Plata Rosas Javier	UABC	liplata@yahoo.com
369	117				X						Pola Simuta Cosme	UANL	cpola@ccr.dsi.uanl.mx
370	402						X	X			Posada Sánchez A.E.	BUAP	
371	291	X									Prieto Mendoza Jesús José	UABCS	jprieto@calafia.uabcs.mx
372	397					X	X				Quintero Núñez Margarito	UABC	
373	358	X	X		X				X		Ramírez Aguilar Isabel	CICESE	iramirez@cicese.mx
374	453							X			Ramírez Cruz Luis Cuauhtémoc	IMP	
375	294	X	X	X	X			X	X		Ramírez Hernández Jorge	UABC	jramirez@iing.mx.uabc.mx
376	277		X	X	X						Ramírez Herrera María Teresa	CALSTATELA	ramirez@csulb.edu
377	220	X	X	X	X	X			X		Ramírez Ruíz Juan José	UCOL	ramirez@cgic.ucol.mx
378	447							X	X		Ramírez Sánchez Elisa Leonor	CICESE	eramirez@cicese.mx
379	121	X	X	X	X						Ramírez Trejo Ana Rosa	Sin Institución	
380	122	X									Ramírez Vázquez Carlos Ariel	UCOL	carlosr@cgic.ucol.mx
381	434							X			Ramos H. Silvia	UCAC	silviamos@terra.com.mx
382	120			X							Ramos Jiménez Esteban	CENAPRED	erj@cenapred.unam.mx
383	309		X								Ramos Leal José Alfredo	IPN	
384	7					X					Ramos Martínez Jaime	IMP	jrmartin@imp.mx
385	119	X	X	X	X	X	X	X	X		Randall Roberts John	UGTO	randall@redes.imt.com.mx
386	123	X		X	X	X		X			Rebollar Bustamante Cecilio Javier	CICESE	rebollar@cicese.mx
387	449							X	X		Reyes Cortes Ignacio A.	UACH	
388	124	X	X	X	X	X	X				Reyes Dávila Gabriel Angel	UCOL	gabrielr@cgic.ucol.mx
389	344				X						Reyes Rodríguez de la Gala Jorge	CICESE	jreyes@cicese.mx
390	346				X						Reyes Trujeque Javier	UACAMP	
391	260		X								Reyes Zamora César Alfonso	CICESE	reyesz@cicese.mx
392	219					X					Rivera Rodríguez Jesús	UNAM	jrrivera@servidor.unam.mx
393	329		X								Rocha Fernández José Luis	UV	abraxas@speedy.coacade.uv.mx
394	217				X	X	X	X	X		Rodríguez Castañeda José Luis	UNAM	jlrod@servidor.unam.mx
395	215	X									Rodríguez Castillo Ramiro	UNAM	rrdz@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
396	256		X	X			X				Rodríguez González Miguel	UNAM	mrod@gea.iingen.unam.mx
397	127		X	X							Rodríguez Ramírez Joel	CICESE	joel@geofisica.cicese.mx
398	433							X			Rodríguez Torres Rafael	UNISON	
399	314		X								Rodríguez Zuñiga José Luis	FJBS	sanz@mpsnet.com.mx
400	218					X	X	X	X		Roldán Quintana Jaime	UNAM	jaimer@servidor.unam.mx
401	413						X				Romero delaCruz Oscar Mario	UNAM	oromero@geologia.unam.mx
402	221	X	X			X					Romero Espejel Héctor	CICESE	hromero@pangea.cicese.mx
403	246	X									Romero Pascual Mercedes	UCM	romero@eucmos.sim.ucm.es
404	125	X	X	X	X	X	X	X	X		Romo Jones José Manuel	CICESE	jromo@geofisica.cicese.mx
405	213	X		X			X				Ronquillo Jarrillo Gerardo	IMP	gerardo@orion.expl.imp.mx
406	268	X									Rosales Alvarez Julio	CFE	
407	267	X									Rosales Grano Pedro	SEP	
408	253	X		X	X	X	X	X			Rosas Helguera José	UDG	jrosas@quantum.ucting.udg.mx
409	322	X		X	X		X	X	X		Royo Ochoa Miguel	UACH	mroyo@uach.mx
410	278	X									Rubio Culebras Eduardo	CSIC	erubio@ija.csic.es
411	401						X	X			Rueda Gaxiola Jaime	IPN	
412	140	X	X	X	X	X	X	X	X		Sabina Ciscar Federico	UNAM	fjs@uxmym1.iimas.unam.mx
413	383					X					Sakai Ricardo K.	SUNY	sakai@asrc.cestm.albany.edu
414	212	X									Saldivar Medina Eric	UMICH	saldivar@zeus.umich.mx
415	264			X							Salinas Prieto José Antonio	MTA	jsalinas@tlaloc.imta.mx
416	458								X		Sánchez Andrés Raquel	ITSON	rsanchez@itson.mx
417	392					X			X		Sánchez Carrillo Salvador	ITSON	sscarril@itson.mx
418	325		X				X	X			Sánchez Gómez Rubén	UDG	rsanchez@ccip.udg.mx
419	128	X	X								Sánchez Monclú Alfredo	IMP	alfredo_sanchez@hotmail.com
420	223				X						Sánchez Pérez Juan	CFE	jsanchez@cfe.gob.mx
421	129		X		X		X	X	X		Sánchez Zamora Osvaldo	UNAM	osvaldo@ollin.igeofcu.unam.mx
422	139	X									Santamaría Saldaña Dora Elva	CFE	sismo00@cfe.gob.mx
423	227	X		X		X					Sarmiento López Citlali	IMP	csarmien@imp.mx
424	201			X							Sawada Munehisa	CENAPRED	sawada@cenapred.unam.mx
425	131	X	X	X	X			X			Schaaf Peter	UNAM	pschaaf@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
426	389					X					Schiller Friedrich	UNIJENA	mail@geo.uni-jena.de
427	382					X					Sekerzh Zenkovich Sergey	UDG	seker@ccip.udg.mx

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C. - MIEMBROS 2005 continuación

No.	Miembro	Dirección	C. P.	Ciudad	Estado	País
367	146	Priv. Ixtlachiuatl, 100, Col. La Sierra	22170	Tijuana	Baja California	México
368	460	Edificio 6C Dpto. 11 Vallarta, 500, Vallarta	48315	Puerto Vallarta	Jalisco	México
369	117	16 de Septiembre, 606 Poniente	67770	Linares	Nuevo León	México
370	402	Bldv. Valsequillo y Circuito CU, S/N, Cd. Universitaria		Puebla	Puebla	México
371	291	Retorno Mango, 1855, Col. Infonavit	23070	La Paz	Baja California Sur	México
372	397	Av. Gran Lago de los Osos, 964, Col. Jardines del Lago, Primera Sección	21330	Mexicali	Baja California	México
373	358	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
374	453			México	Distrito Federal	México
375	294	P.O. Box 3439	92232	Calexico	California	USA
376	277	Bellflower Boulevard, 1250	90840	Long Beach	California	USA
377	220	Av. 25 de Julio, 965, Col. Villas San Sebastián	28045	Colima	Colima	México
378	447	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
379	121	Apdo. Postal No. 343	45920	Ajijic	Jalisco	México
380	122	Av. 25 de Julio, 965, Col. Villas San Sebastián	28045	Colima	Colima	México
381	434	Rio de Cantela, 221, Fracc. Paraiso II	29019	Tuxtla Gutierrez	Chiapas	México
382	120	Av. Delfín Madrigal, 665, Col. Pedregal de Santo Domingo	4360	México	Distrito Federal	México
383	309	Av. Hornos, 1003, Col. Ampliación Indeco	71230	Xoxocotlan	Oaxaca	México
384	7	Eje Central Lázaro Cárdenas, 152, Col. San Bartolo Atepehuacán	7730	México	Distrito Federal	México
385	119	Mineral de la Valenciana, 2, Col. Marfil	36250	Guanajuato	Guanajuato	México
386	123	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
387	449	Escorza Esq. Con Venustiano Carranza, 900		Chihuahua	Chihuahua	México
388	124	Av. 25 de Julio, 965, Col. Villas San Sebastián	28045	Colima	Colima	México
389	344	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
390	346	Agustín Melgar, S/N		Campeche	Campeche	México
391	260	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
392	219	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
393	329	Altamirano, 99, Zona Centro	91000	Xalapa	Veracruz	México
394	217	Misión de la Caborica, 14, Col. Bachoco	83148	Hermosillo	Sonora	México
395	215	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
396	256	Río Bamba, 674, Col. Lindavista	70472	México	Distrito Federal	México
397	127	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
398	433	Ingenieros, 22, Fracc. Status	83210	Hermosillo	Sonora	México
399	314	Carret. Al Ajusco, 203, Col. Héroes de Padierna	14200	México	Distrito Federal	México
400	218	Quinta Mayor, 133, Col. Las Quintas	83240	Hermosillo	Sonora	México
401	413	Apdo. Postal No. 1039, Zona Centro	83000	Hermosillo	Sonora	México
402	221	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
403	246	Av. Complutense, S/N	28040	Madrid	Madrid	España
404	125	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
405	213	Eje Central Lázaro Cárdenas, 152, Col. San Bartolo Atepehuacán	7730	México	Distrito Federal	México
406	268	Km 26.5, Carret. Pascualitos-Pescadero, Cerro Prieto	21100	Mexicali	Baja California	México
407	267	Km 4, Carret. a Varadero Nacional, Sector Playitas	85480	Guaymas	Sonora	México
408	253	Apdo. Postal No. 4-045, Sector Reforma	44840	Guadalajara	Jalisco	México
409	322	Priv. Altamirano, 3511, Col. Santo Niño	31320	Chihuahua	Chihuahua	México
410	278	Lluis Solé i Sabaris, S/N	8028	Barcelona	Barcelona	España
411	401	Golondrina, 53, Col. M. del Bosque	54500	Atizapán	Estado de México	México
412	140	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
413	383	Fuller Road, 251	12203	Albany	New York	USA
414	212	Ganadería La Laguna, 38, Col. Jardines del Toreo		Morelia	Michoacan	México
415	264	Paseo Cuauhnahuac, 8532, Col. Progreso	62550	Jiutepec	Morelos	México
416	458	5 de Febrero, 818 Sur		Ciudad Obregón	Sonora	México
417	392	5 de Febrero, 818 Sur, Zona Centro		Ciudad Obregón	Sonora	México
418	325	Calzada del Obrero, 1503, Col. Federalismo	44350	Guadalajara	Jalisco	México
419	128	Apdo. Postal No. 224	24101	Ciudad del Carmen	Campeche	México
420	223	Oklahoma, 85-Piso 4, Col. Napoles	3810	México	Distrito Federal	México
421	129	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
422	139	Zaragoza, 17, Col. Tulyahualco	16700	México	Distrito Federal	México
423	227	Calle 42, 28, Col. Tacubaya		Ciudad del Carmen	Campeche	México
424	201	Av. Delfín Madrigal, 665, Col. Pedregal de Santo Domingo	4360	México	Distrito Federal	México
425	131	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
426	389	-D-07740		Jena	Sin Estado	Germany
427	382	Marcelino García Barragán y Olímpica, 1421	44421	Guadalajara	Jalisco	México

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C. - MIEMBROS 2005

No.	Miembro	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Nombre	Institucion	Correo electronico
428	469								X		Sheinbaum Pardo Julio	CICESE	
429	337		X								Shultz David M.	NSSL	schultz@nssl.noaa.gov
430	134		X	X	X	X	X		X		Silva García José Teodoro	IPN	tsilva@redipn.ipn.mx
431	1	X	X	X	X	X					Singh Shri Krishna	UNAM	krishna@ollin.igeofcu.unam.mx
432	133		X	X							Skiba Yuri Nickolaevich	UNAM	skiba@servidor.unam.mx
433	224		X			X					Soler Arechalde Ana María	UNAM	anesoler@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
434	424						X	X	X		Solis Pichardo Gabriela	UNAM	
435	135				X						Sosa Uscanga Ignacio	UV	
436	363				X						Sotelo Parra Anselmo	GEM	
437	431						X	X			Spelz Madero Ronald	CICESE	rspelz67@msn.com
438	365				X						Staines Urías Francisca	UABC	
439	136	X	X	X	X	X					Steinich Birgit	UNAM	birgit@geociencias.unam.mx
440	226	X	X	X	X	X	X	X	X		Stock Joanne M.	CALTECH	jstock@gps.caltech.edu
441	276	X			X						Suárez Arriaga Mario César	UNAM	msuarez@zeuz.ccu.umich.mx
442	132	X	X	X	X	X	X	X			Suárez Plascencia Carlos	UDG	csuarez@udgserv.cencar.udg.mx
443	225	X									Suárez Reynoso Gerardo	UNAM	gerardo@ollin.igeofcu.unam.mx
444	137	X			X	X	X		X		Suárez Vidal Francisco	CICESE	fsuarez@pangea.cicese.mx
445	222	X									Suter Cargnelutti Max	UNAM	sutermx@aol.com
446	430						X				Szynkaruk Ewa	UNAM	ews@uaemex.mx
447	231			X							Talavera Mendoza Oscar	UAEG	
448	319		X								Tapia Armenta Juan	IPN	jjtapia@citedi.mx
449	145	X		X	X						Taran Yuri	UNAM	taran@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
450	141				X	X	X				Tejeda Martínez Adalberto	UV	atejeda@uv.mx
451	330			X							Téles Duarte Miguel Angel	UABC	
452	142	X	X	X	X	X		X	X		Tereshchenko Irina E.	UDG	itereshc@ccip.udg.mx
453	230	X	X	X	X		X				Tolson Jones Gustavo	UNAM	tolson@servidor.unam.mx
454	144				X	X	X	X			Torres Hernández José Ramón	UASLP	
455	263	X	X	X							Torres Orozco Ernesto	UCOL	etorres@cgic.ucol.mx
456	228	X	X			X			X		Trasviña Castro Armando	CICESE	trasvi@cicese.mx
457	386				X	X					Ulacco Humberto	UASL	
458	271	X	X			X	X				Urrutia Fucugauchi Jaime	UNAM	juf@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
459	355				X						Vai Rossana	IMP	
460	241			X		X		X			Valdés González Carlos	UNAM	carlos@ollin.igeofcu.unam.mx
461	393					X					Valencia Moreno Martín Andres	UNAM	
462	86	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Valenzuela Wong Raúl	UNAM	raul@ollin.igeofcu.unam.mx
463	229			X							Valle Levinson Arnoldo	ODU	arnoldo@ccpo.odu.edu
464	147	X	X	X	X	X			X		Vázquez González Rogelio	CICESE	rvazquez@geofisica.cicese.mx
465	311		X	X							Vázquez Jaimes María Elena	ENVIRON	evazquez@environcorp.com
466	335		X								Vega Granillo Ricardo	UNISON	rickvega@geologia.uson.mx
467	238	X									Velasco Clímato Néctor	IMP	nvelasco@imp.mx
468	239			X							Venegas Salgado Saúl	CFE	cfeinf@mail.giga.com
469	342				X						Vera Sánchez Jorge Ramón	PEMEX	
470	100	X			X	X		X			Victoria Morales Alfredo	UNAM	victoria@servidor.unam.mx
471	234	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Vidal Villegas Antonio	CICESE	vidalv@cicese.mx
472	240	X	X					X			Villanueva Urrutia Elba Elsa	UNAM	eevu@atmosfera.unam.mx
473	279	X				X	X		X		Villegas García César José	SCINTREX	cvillega@intercable.net
474	148	X									Villicaña Cruz Francisco Javier	UNAM	
475	345			X	X		X	X			Watts Christopher	IMADES	
476	451							X			Weber Bodo	CICESE	bweber@cicese.mx
477	149	X	X	X	X	X	X	X		X	Wong Ortega Víctor Manuel	CICESE	wong@cicese.mx
478	185	X	X	X	X	X					Yussim Guameros Sergio	UNAM	yussim@servidor.unam.mx
479	151	X	X		X	X		X	X		Zárate DelValle Pedro F.	UDG	pzarate@quantum.ucting.udg.mx
480	321		X								Zárate Vázquez María	UNAM	mariaz@servidor.unam.mx
481	56		X						X		Zavala Hidalgo Jorge	UNAM	igs@servidor.unam.mx
482	295						X				Zavala Sanson Luis	CICESE	lzavala@cicese.mx
483	150	X	X	X	X		X	X	X		Zobin Vyacheslav M.	UCOL	vzobin@cgic.ucol.mx
484	211						X				Zuñiga Davila-Madrid F. Ramón	UNAM	ramon@geociencias.unam.mx

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C. - MIEMBROS 2005 continuación

No.	Miembro	Direccion	C. P.	Ciudad	Estado	Pais
428	469	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
429	337	Halley Circle, 1313	73069	Norman	Oklahoma	USA
430	134	Justo Sierra, 28		Jiquilpan	Michoacan	México
431	1	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
432	133	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
433	224	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
434	424	Cerro Dos Conejos, 108, Col. Romero de Terreros	4310	México	Distrito Federal	México
435	135	Loma del Estadio, S/N, Cd. Universitaria	91000	Xalapa	Veracruz	México
436	363	8 Norte, Manzana 262-Lote 11, Col. Los Robles	62500	Jiutepec	Morelos	México
437	431	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
438	365	Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
439	136	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México
440	226	Shakespeare Drive, 2824	91108	San Marino	California	USA
441	276	Patzimba, 438, Col. Vistabella	58090	Morelia	Michoacan	México
442	132	Kilimanjaro, 1727, Sector Independencia	44240	Guadalajara	Jalisco	México
443	225	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
444	137	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
445	222	Apdo. Postal No. 1039, Zona Centro	83000	Hermosillo	Sonora	México
446	430	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
447	231	Ex-Hacienda de San Juan Bautista, Taxco El Viejo	40200	Taxco	Guerrero	México
448	319	Av. Del Parque, 1310, Col. Mesa de Otay	22510	Tijuana	Baja California	México
449	145	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
450	141	Zona Universitaria, S/N, Cd. Universitaria	91090	Xalapa	Veracruz	México
451	330	Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
452	142	Río Autlán, 2180-34, Sector Atlas	44421	Guadalajara	Jalisco	México
453	230	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
454	144	Av. Dr. Manuel Nava, 5, Zona Universitaria	78240	San Luis Potosí	San Luis Potosí	México
455	263	Constitución, 37, Col. Morelos	28217	Manzanillo	Colima	México
456	228	Miraflores entre Mulegú y La Paz, 334, Fracc. BellaVista	23050	La Paz	Baja California Sur	México
457	386	Chacabuco, 917-5700		San Luis	San Luis	Argentina
458	271	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
459	355	Eje Cantrel Lázaro Cárdenas, 152, Col. San Bartolo Atepehuacán	7730	México	Distrito Federal	México
460	241	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
461	393	Apdo. Postal No. 1039, Zona Centro	83000	Hermosillo	Sonora	México
462	86	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
463	229	52nd St., 768	23529	Norfolk	Virginia	USA
464	147	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
465	311	Wishire Boulevard, Suite 4950, 707	90017	Los Angeles	California	USA
466	335	Bld. Transversal y Rosales, S/N, Zona Centro	83000	Hermosillo	Sonora	México
467	238	Calle 42, 28, Col. Tacubaya		Ciudad del Carmen	Campeche	México
468	239	Alejandro Volta, 655, Col. Electricistas	58290	Morelia	Michoacan	México
469	342	Isidoro Olvera, 26, Col. Presidente Ejidal	440	México	Distrito Federal	México
470	100	Luis Martínez del Campo, 39, Col. Romero de Terreros	4310	México	Distrito Federal	México
471	234	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
472	240	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
473	279	Sierra Nevada, 207, Col. Villas del Valle	66288	Garza García	Nuevo León	México
474	148	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
475	345	Reyes y Aguascalientes, S/N, Col. San Benito	83190	Hermosillo	Sonora	México
476	451	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
477	149	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
478	185	Atotonilco, 88, Col. San Felipe de Jesús	7510	México	Distrito Federal	México
479	151	Isla Sombrero, 2917, Col. Jardines de la Cruz	44950	Guadalajara	Jalisco	México
480	321	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México
481	56	Parque del Conde, 12, Col. San José Insurgentes	3900	México	Distrito Federal	México
482	295	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México
483	150	Av. 25 de Julio, 965, Col. Villas San Sebastian	28045	Colima	Colima	México
484	211	Tanganitos, 1	36000	Guanajuato	Guanajuato	México



Posgrado en Ciencias
de la Tierra

Posgrado

Maestría y Doctorado en Ciencias de la Tierra

GEOLOGÍA

Geología Estructural
Geología Marina
Geocronología
Vulcanología
Estratigrafía
Petrología
Tectónica
Geoquímica
Sensores Remotos

GEOFÍSICA APLICADA

Exploración Geofísica
Simulación Numérica
Problemas Inversos
Electromagnetismo
Geofísica Marina
Geohidrología

SISMOLOGÍA

Estudios de Microsismicidad
Peligro y Riesgo Sísmico
Problemas Inversos
Sismología Teórica
Fuentes Sísmicas
Sismotectónica

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

Para mayores informes dirigirse a:

CICESE

Dirección de Estudios de Posgrado

Apartado Postal 2732 Km 107, Carretera Tijuana-Ensenada
Ensenada, Baja California C.P. 22860, México

Tel. 01(646)175-0500 Ext. 23001 Fax: 01(646)174-4880

<http://www.cicese.mx>



INSTITUTO DE GEOFÍSICA
INSTITUTO DE GEOGRAFÍA
INSTITUTO DE GEOLOGÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN
MATEMÁTICAS APLICADAS Y EN SISTEMAS
CENTRO DE CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA
FACULTAD DE CIENCIAS
FACULTAD DE INGENIERÍA



La Universidad Nacional Autónoma de México, a través de estas entidades, ofrece estudios de maestría y doctorado en el marco del programa de Posgrado en Ciencias de la Tierra, comprendiendo más de 50 líneas de investigación bajo la dirección de más de 120 tutores que estudian diferentes campos del conocimiento como:

Aguas Subterráneas
Estratigrafía
Exploración
Física de la Atmósfera
Física del Interior de la Tierra
Física Espacial
Geología Ambiental

Geología Estructural y Tectónica
Geoquímica y Petrología
Modelación Matemática y
Computacional de Sistemas Terrestres
Sismología
Vulcanología

SEDE

La sede del Posgrado se ubica en Ciudad Universitaria en la Cd. de México, aunque también pueden realizarse estudios de posgrado en las Unidades Regionales ubicadas en los Campus Juriquilla, Querétaro y Hermosillo, Sonora.

BECAS

Los estudiantes aceptados al Posgrado en Ciencias de la Tierra podrán aspirar a obtener una beca a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, de la propia Universidad Nacional Autónoma de México, de la Secretaría de Relaciones Exteriores, de dependencias diversas de Intercambio Académico, de las embajadas de México en el extranjero, del Consorcio de Instituciones Latinoamericanas de Posgrado e Investigación, de la Secretaría de Educación Pública a través de sus programas PROMEP y SUPERA, de la Organización de Estados Americanos y del Instituto Panamericano de Geografía e Historia.

INFORMES E INSCRIPCIONES

Coordinación del Posgrado en Ciencias de la Tierra
Instituto de Geofísica, UNAM

Cd. Universitaria, Circuito de la Investigación Científica, 04510, México, D.F.

Tels.: 52 (5) 622-4130, 622-4137 Fax: 52 (5) 622-4097

E-mail: coord@anahuac.igeofcu.unam.mx

<http://nundehui.igeofcu.unam.mx/posgrado.html>



Barragán Reyes Rosa María
GERENCIA DE GEOTERMIA, IIE
rmb@iie.org.mx

Abril Gaspar Alejandro
PROYECTOS GEOTERMOELÉCTRICOS, CFE
alejandro.abril@cfe.gob.mx

Pal Verma Mahendra
GERENCIA DE GEOTERMIA, IIE
mahendra@iie.org.mx

Arellano Gómez Víctor Manuel
GERENCIA DE GEOTERMIA, IIE
vag@iie.org.mx

García Gutiérrez Alfonso
GERENCIA DE GEOTERMIA, IIE
aggarcia@iie.org.mx

Aragón Aguilar Alfonso
GERENCIA DE GEOTERMIA, IIE
aaragon@iie.org.mx

Asociación Geotérmica Mexicana

La Asociación Geotérmica Mexicana (AGM) es una sociedad civil, no lucrativa, formada por profesionistas dedicados a los diversos aspectos relacionados con el aprovechamiento de la energía geotérmica. Fue fundada en 1992 para reforzar la colaboración académica, científica, industrial y tecnológica entre la comunidad geotérmica nacional y entre sus nexos internacionales. Su objetivo es difundir y promover las actividades de investigación, desarrollo y explotación de la energía geotérmica en México y en el extranjero, estableciendo un foro de análisis y discusión que permita intercambiar los conocimientos y experiencias de sus miembros. La AGM agrupa especialistas en diversas disciplinas, como: Física, Geología, Geoquímica, Geofísica, Ingeniería de Yacimientos, Ingeniería Industrial, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica, etc. Actualmente es una organización miembro de la International Geothermal Association (IGA).

La Asociación Geotérmica Mexicana, invita a todos los profesionales y académicos relacionados con la Geotermia, a formar parte de nuestra asociación, contribuyendo así al fortalecimiento de nuestra comunidad.

<http://www.ugm.org.mx/agm>



Maestría y Doctorado en Ciencias de la Tierra



El departamento de Física del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la U. de G., ofrece cursos de Maestría y Doctorado en Ciencias de la Tierra, con especialidad en:

Física del Océano y de la Atmósfera

La maestría y el doctorado están dirigidos a egresados de las Licenciaturas en: Oceanografía, Meteorología, Física, Matemáticas o carreras afines al posgrado a juicio del comité consultivo.

El programa de maestría está integrado al padrón de posgrados de excelencia del CONACYT, por lo que existe oportunidad de obtener beca por parte de éste, o del PROMEP. Informes al Tel/Fax: (3)619 82 92 y 619 80 54. Dra. Irina Tereshchenko

CUCEI, Módulo V

E-mail: itereshc@ccip.udg.mx

Página WEB: <http://fisica.cucei.udg.mx>



Universidad Nacional
Autónoma de México

Maestría y Doctorado en **IMTA** Ingeniería Hidráulica



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

Las asignaturas que se imparten son, entre otras:

Hidráulica General
Métodos Matemáticos
Mecánica de Fluidos
Hidrología de Superficie

Irrigación y Drenaje
Geohidrología
Métodos Numéricos
Obras Hidráulicas

La maestría y el doctorado están dirigidos a egresados de Ingeniería Civil, Ciencias Agropecuarias y carreras afines. Estos cursos están apoyados por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua a través de becas, biblioteca, computadoras y laboratorios.

Informes al Tel. (73) 194-049 o 194-000, Ext. 532 con el Dr. Alvaro Muñoz en Paseo Cuaunáhuac #8532, Progreso, Morelos, México. C.P. 62550.

POLITICA EDITORIAL

GEOS es el boletín informativo de la Unión Geofísica Mexicana. Contiene artículos de investigación originales y de divulgación, notas cortas sobre aspectos relevantes para la difusión de la actividad científica, tecnológica y docente en las Ciencias de la Tierra, así como noticias de interés para los miembros de la UGM. Se publican tres números en el año, tanto en forma impresa como electrónica.

Los artículos de investigación publicados en **GEOS** deben ser **originales**. Son **arbitrados** por al menos dos expertos en el tema. Los trabajos de divulgación son arbitrados por un especialista en el tema. Los editores se reservan el derecho a decidir sobre la publicación de notas o reportes.

Son particularmente bienvenidas todas aquellas contribuciones que coadyuven a la difusión y a la enseñanza de las Ciencias de la Tierra.

Una vez concluido el proceso de arbitraje, el manuscrito será devuelto al primer autor, con los comentarios de los árbitros y del editor. El manuscrito corregido en forma final será editado por el Editor Técnico de **GEOS** para su publicación impresa y electrónica. **No se enviarán pruebas de galera.**

Cualquier cambio a la política editorial de **GEOS** se publicará en el primer número de cada volumen.

Instrucciones para los autores

Publicar en **GEOS** es gratuito. Todos los manuscritos deberán enviarse en forma electrónica a cualquiera de los editores principales:

Luis Alberto Delgado Argote (CICESE)
ldelgado@cicese.mx

José Manuel Romo Jones (UGM)
jromo@cicese.mx

Preparación de texto:

Podemos procesar manuscritos en formato **WORD**, texto ASCII o **LaTeX**. Se recomienda que los manuscritos no excedan 12 páginas en el formato de la revista (una página contiene aproximadamente 900 palabras).

electrónica puede contener ilustraciones a todo color. Se recomienda a los autores preparar sus figuras pensando en ambas ediciones.

Secciones

Preparación de figuras e ilustraciones:

Las ilustraciones y figuras se pueden enviar en cualquiera de los siguientes formatos: **TIF, EPS, PS, DXF, DWG, PDF, JPG** o **WMF**; **deben enviarse en archivos individuales y separados del texto.**

La publicación de **figuras a color** en la versión impresa de **GEOS** no es posible por ahora; sin embargo, la versión

Con excepción de las notas, todas las contribuciones deberán incluir: título, resumen en español y en inglés, palabras clave y keywords después del resumen correspondiente, introducción, una sección de métodos, una sección de resultados, una sección de discusión y conclusiones y una sección de referencias bibliográficas.

RESUMEN

El resumen no deberá exceder 350 palabras. Al prepararlo, se debe hacer énfasis en los objetivos de la investigación, en los resultados más importantes y en las conclusiones alcanzadas. En el resumen no deben aparecer citas bibliográficas.

INTRODUCCIÓN

La introducción deberá destacar la relevancia del problema e incluir una revisión adecuada de publicaciones antecedentes sobre el tema. El objetivo de la introducción es enmarcar el problema dentro del estado general del conocimiento en el área que le corresponde, destacar la contribución del trabajo y motivar la lectura del artículo completo.

METODOLOGÍA

La metodología empleada en el trabajo deberá ser descrita de manera clara, sencilla y precisa, para que pueda ser comprendida en lo fundamental, por todos los miembros de la comunidad. Las ideas que necesiten demasiados detalles deben diferirse a una sección apéndice.

RESULTADOS

Por lo general, los resultados de la aplicación de cualquier metodología pueden presentarse en forma de tablas o figuras. Es preciso evitar las redundancias, mediante una adecuada selección de sus resultados. Los pies de figura deberán ser lo suficientemente explicativos para resaltar la importancia de lo que se ilustra sin necesidad de acudir al texto.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En esta sección se deben discutir las implicaciones de los resultados, así como su concordancia (o divergencia) con hipótesis anteriores, construir nuevas hipótesis derivadas de los resultados y discutir sus aplicaciones prácticas y sus limitaciones.

REFERENCIAS

Todas las referencias deberán estar agrupadas en orden alfabético por apellido del primer autor. Si un autor es citado más de una vez el mismo año, se debe usar el sufijo, a, b, etc. para distinguir el trabajo. Aquellos manuscritos que no estén publicados (aceptados o en prensa) no deberán incluirse en las referencias. Los artículos de divulgación podrán agregar una sección de referencias recomendadas.

FORMATO PARA CITAS

Para cada autor o co-autor, se debe escribir con mayúscula únicamente la primera letra del apellido y después las iniciales de los nombres. Se deben usar letras mayúsculas sólo en la primera letra del título y para los nombres propios. Se debe incluir el nombre completo de la revista o editorial que la publicó, volumen y páginas. Por ejemplo:

Alvarez-Borrego, S., 1996, Satellite derived photosynthetic pigment surveys: A review of marine phytoplankton biomass and productivity, *Geofísica Internacional*, v. 35, p. 51-61.

Lomnitz, C., 1995, Diez años después: Una reinterpretación de la catástrofe de 1985. En: F. Medina-Martínez, L. A. Delgado-Argote y G. Suárez-Reynoso, editores, *La Sismología en México: 10 años después del temblor de Michoacán del 19 de Septiembre de 1985 (M=8.1)*, Unión Geofísica Mexicana, Monografía No. 2, p. 61-67.

Ripa, P., y Velázquez, G., 1993, Modelo unidimensional de la marea en el Golfo de California, *Geofísica Internacional*, v. 32, p. 41-56.

Unidades

Con algunas excepciones, todas las unidades físicas deberán expresarse en el Sistema Internacional de unidades (SI). Las siguientes excepciones son aceptables:

densidad en g/cm³ presión en bar

Expresiones matemáticas

Escriba sus ecuaciones en la forma más simple posible, utilizando signos de puntuación. Utilice itálicas para todos los símbolos, exceptuando las letras griegas. Vectores y matrices se escribirán con negrillas. Numere en forma consecutiva y entre paréntesis todas las ecuaciones que aparezcan en el texto.

$$d = 3 \left[\left(\frac{0.2 n_{pred} + 8.0 n_{zm} - 1.0 n_{fz}}{n_f} \right) \left(\frac{2.5 \langle p_y \rangle}{\langle \sigma \rangle (0.22 + |1 - \langle m \rangle|)} \right) + 0.001 f_x \right]$$

EDITORIAL	437
 ARTÍCULOS DE INVESTIGACION	
ESTIMACIÓN DE VELOCIDADES DE FASE A PARTIR DEL ANÁLISIS DE MICROTREMORES CON EL MÉTODO SPAC Hortencia Citlali Flores-Estrella, Cinna Lomnitz-Aronsrau, Sergio Yussim-Guarneros	438
LA ESTIMACIÓN MARKOVIANA DIRECTA DE PELIGRO SÍSMICO EN SISTEMAS SISMOGÉNICOS COMO UN CASO PARTICULAR DE APRENDIZAJE NEURONAL TIPO PERCEPTRÓN Claudia Herrera y F. Alejandro Nava	446
REPORTE DE UN ENJAMBRE SÍSMICO DE FEBRERO-ABRIL DE 2004, EN LA BAHIA DE LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR Mario González E., Sergio Mayer G. y Alfredo Aguirre E.	451
SISMICIDAD DEL CENTRO Y SUR DE MÉXICO Javier Fco. Pacheco, Casiano Jiménez, Jesús Pérez Santana, Jorge A. Estrada, José L. Cruz, Arturo Cárdenas, Tan Li Yi, María de los Ángeles Gutiérrez, Bernardino Rubí, José A. Santiago.	457
 REPORTES	
BOLETIN DE LA RED SÍSMICA DEL NOROESTE DE MÉXICO GRUPO RESNOM	462
PROMETEO Y EL CAMBIO GLOBAL: LA DÉCIMA OLIMPIADA DE CIENCIAS DE LA TIERRA Enrique Gómez Treviño	468
 NOTICIAS DE LA UGM	
DIRECTORIO DE MIEMBROS DE LA UGM	475
 COMUNICACIONES	
POLITICA EDITORIAL	496

Recordamos a todos los miembros de la
Unión Geofísica Mexicana, A.C.
que la cuota para el 2004 es de
\$400.00 para investigadores y \$300.00 para estudiantes.

página internet: www.ugm.org.mx

Favor de hacer llegar su cuota a:

Ivonne Pedrín Morales
División de Ciencias de la Tierra
CICESE
Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada
Ensenada, 22860, B.C., México
Correo electrónico: ipedrin@cicese.mx

Mónica Nava
Unidad de Apoyo Editorial, Instituto de Geofísica
UNAM
Cd. Universitaria, Delegación Coyoacán
México, 04510, D.F., México
Correo electrónico: monica@igeofcu.unam.mx

Con un cordial saludo

**Luis A. Delgado Argote y José M. Romo Jones
Editores**

Costo anual de anuncios en GEOS

Instituciones:	Comerciales y Gubernamentales	Académicas
Página completa	\$4,000.00	\$2,000.00
Media página	\$2,000.00	\$1,000.00

Revista a la venta con:

Costo del ejemplar \$60.00

Ivonne Pedrín Morales
División de Ciencias de la Tierra
Tel: 01(646)174-5050
Ext: 26004
Correo electrónico: ipedrin@cicese.mx

Mónica Nava
Unidad de Apoyo Editorial
Instituto de Geofísica, UNAM
Tel: (01)5622-4115 y 5550-2486
Correo electrónico: monica@igeofcu.unam.mx



reunión anual 2005 de la unión geofísica mexicana, a.c.

30 de octubre - 4 de noviembre

Hotel Fiesta Americana,
Puerto Vallarta, Jalisco

GEOS

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.

BOLETÍN INFORMATIVO ÉPOCA II

Reunión Anual 2003



Resúmenes

Volumen 23
Noviembre de 2003

La Sismología en México:

10 años después del temblor de
Michoacán del 19 de Septiembre de 1985
Monografía No. 2 Unión Geofísica Mexicana

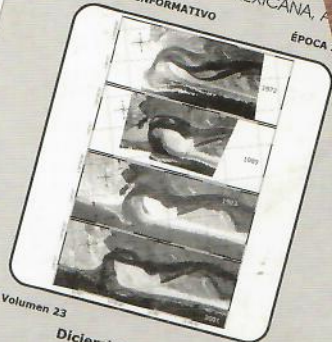
Francisco Medina Martínez
Luis A. Delgado Argote
Gerardo Suárez Reynoso
Editores



UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA

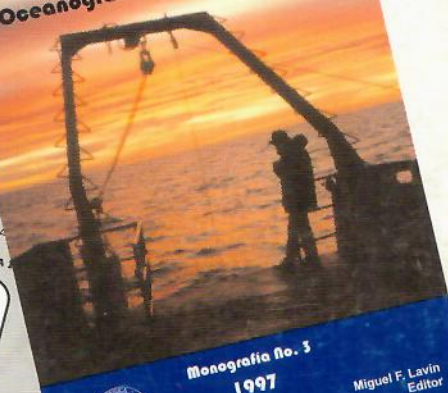
GEOS

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.
BOLETÍN INFORMATIVO ÉPOCA II



Volumen 23
Diciembre de 2003 No. 3

Contribuciones a la Oceanografía Física en México



Monografía No. 3
1997 Miguel F. Lavin
Editor

Extinción masiva del límite Cretácico-Terciario; mitos y realidades



Ana Luisa Cornejo
y
Marisol Montellano Ballesteros
Editores
UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA

geos



Volumen 24
No. 1
Octubre de 2004

Unión Geofísica Mexicana, A.C.

geos



IV Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra
Volumen 24
No. 2
Noviembre de 2004

Tus trabajos de investigación y divulgación tienen cabida en estos foros de la Unión Geofísica Mexicana, A.C.