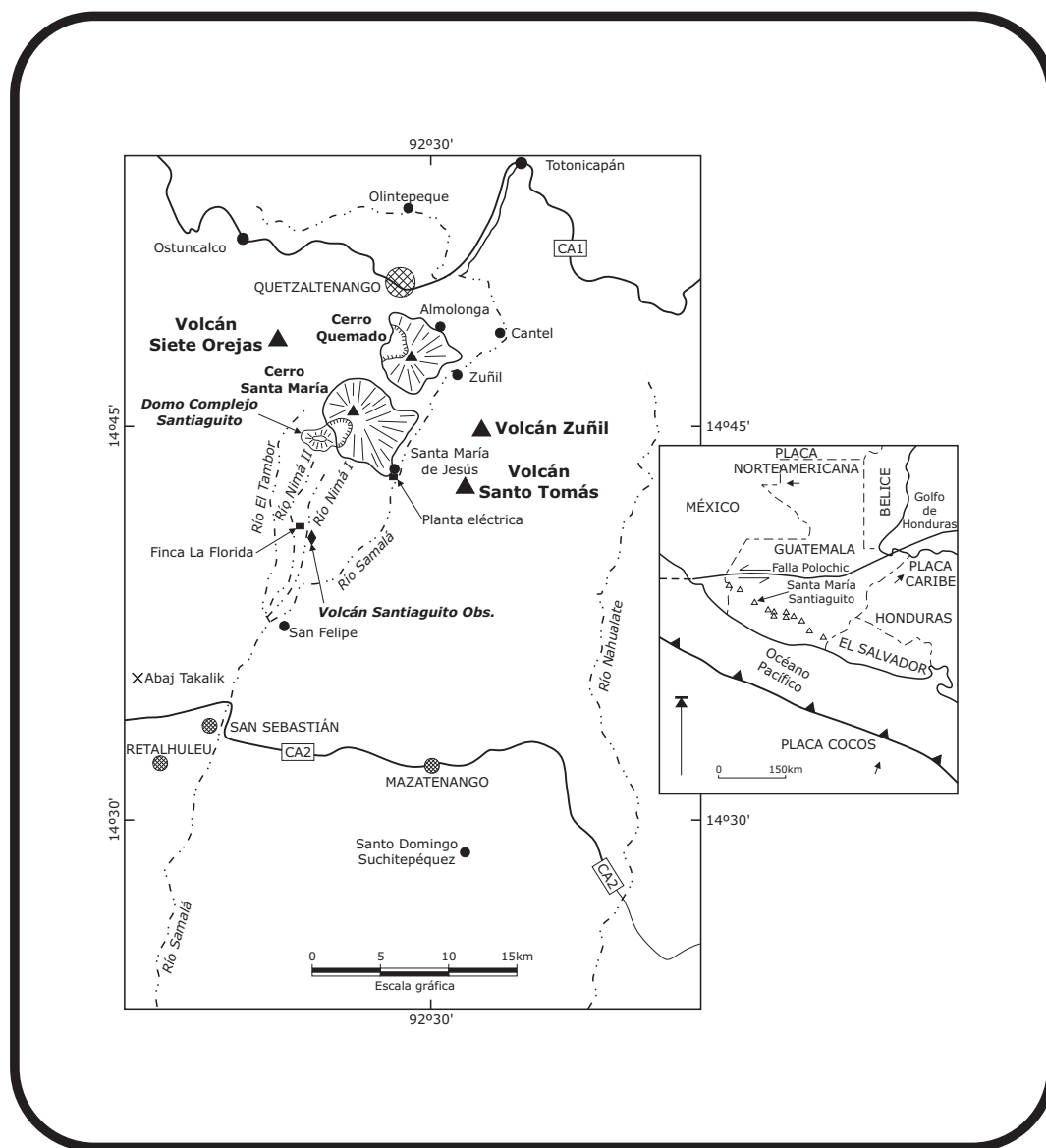


GEOS

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.

BOLETÍN INFORMATIVO

ÉPOCA II



Volumen 23

No. 1

Abril de 2003

GEOS

**BOLETÍN INFORMATIVO
DE LA
UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.
(ISSN 0186-1891)**

GEOS es una revista cuatrimestral editada para la Unión Geofísica Mexicana, A.C. en la División de Ciencias de la Tierra del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.

**UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.
Mesa Directiva 2000-2001**

Dr. Juan García Abdeslem
Presidente

Dr. Luca Ferrari Pedraglio
Vicepresidente

Dr. Saúl Álvarez Borrego
Secretario General

Dr. José Manuel Romo Jones
Tesorero

Dr. Francisco Javier Pacheco Alvarado
Secretario de Investigación

Dr. Luis Alberto Delgado Argote
Secretario de Difusión

Dr. Roberto Molina Garza
Secretario de Educación

Dr. Julián Adem Chain
Presidente Honorario

Luis A. Delgado Argote
Correo electrónico: ldelgado@cicese.mx
y
Juan García Abdeslem
Correo electrónico: jgarcia@cicese.mx
Editores

COMITE EDITORIAL

Harald Böhnelt, Paleomagnetismo, Instituto de Geofísica, UNAM
Noel Carbajal Pérez, Oceanografía Física, IPICyT
Oscar Campos, Geofísica de Exploración, Instituto de Geofísica, UNAM
Gerardo Carrasco, Vulcanología, Instituto de Geología, UNAM
Ana Luisa Carreño, Paleontología, Instituto de Geología, UNAM
Carlos Flores, Métodos Eléctricos y Electromagnéticos, CICESE
José Luis Frías Salazar, Cartografía, INEGI
Juan García Abdeslem, Gravimetría y Magnetometría, CICESE
René Garduño, Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Manuel Grajales N., Estratigrafía, IMP
Margarita López Martínez, Geoquímica, CICESE
Alejandro Hinojosa Corona, Sistemas de Información Geográfica, CICESE
Miguel Lavín, Oceanografía, División de Oceanología, CICESE
Luis Munguía Orozco, Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Jorge Ledesma Vázquez, Sedimentología, Facultad de Ciencias Marinas, UABC
Guillermo Pérez, Exploración Petrolera, PEMEX
Domitilo Pereyra, Ciencias Atmosféricas, UNIVERSIDAD VERACRUZ
Francisco José Sánchez Sesma, Ingeniería Sísmica, UNAM
Miguel Téllez, Sedimentología, UABC
Gustavo Tolson, Geología Estructural, Instituto de Geología, UNAM
Carlos Suárez Plascencia, Riesgo Geológico, UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
Héctor Pérez de Tejada, Estudios Espaciales, Instituto de Geofísica, UNAM

Victor Manuel Frías Camacho
María Cristina Álvarez Astorga
APOYO TÉCNICO EDITORIAL

GEOS, Boletín Informativo de la Unión Geofísica Mexicana, A.C. ISSN 0186-1891 (La Unión Geofísica Mexicana, UGM, es la Sociedad Civil no lucrativa de los profesionales de la Geofísica y Ciencias de la Tierra). **GEOS** es una publicación trimestral apoyada por el CICESE (División de Ciencias de la Tierra y División de Oceanología), UNAM (Coordinación de la Investigación Científica; Institutos de Geofísica, Geología, Geografía, Ciencias del Mar y Limnología e Ingeniería; Centro de Ciencias de la Atmósfera; y Facultad de Ingeniería), Instituto de Investigaciones Eléctricas, Comisión Federal de Electricidad, Consejo de Recursos Minerales y el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

GEOS, publica artículos y notas de investigación, divulgación, reportes, comentarios, noticias, opiniones, anuncios y aspectos relevantes para la vinculación y difusión de la actividad científica y docente de las Ciencias de la Tierra. Los artículos de investigación son arbitrados por duplicado, mientras que los de divulgación son arbitrados por un especialista.

En el caso de noticias, comentarios u otro tipo de escritos, los manuscritos no deben de exceder cuatro cuartillas. Todos los trabajos deberán ser enviados a los editores por correo electrónico.

Toda correspondencia dirigirla a:

Luis A. Delgado Argote
Depto. de Geología, División de Ciencias de la Tierra
Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada,
Ensenada, 22860, B.C., México
Tel. 01(646)174-5050, Ext. 26060
Fax: 01(646)175-0559
Correo electrónico: ldelgado@cicese.mx

ÍNDICE

EDITORIAL	1
ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN	
LA SECUENCIA VOLCÁNICA TERCIARIA DEL CERRO LA VIRGEN Y LOS PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS QUE GENERAN RIESGO EN LA ZONA CONURBADA ZACATECAS-GUADALUPE	2
<i>Escalona-Alcázar, F.J., Suárez-Plascencia, C., Pérez-Román, A.M., Ortiz-Acevedo, O. y Bañuelos-Álvarez, C.</i>	
ZONIFICACIÓN DE AMENAZAS NATURALES EN LA CUENCA DEL RÍO SAMALÁ Y ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EN LA POBLACIÓN DE SAN SEBASTIÁN RETALHULEU, GUATEMALA	17
<i>Manolo Barillas-Cruz, Cees van Westen, Elfego Orozco, Ivo Thonon, Estuardo Lira, Graciela Peters Guarín y Pedro Tax</i>	
MEDICIONES DE PRESIÓN ATMOSFÉRICA Y SUBSUPERFICIAL AL NIVEL DEL MAR EN ISLA MUJERES	25
<i>J.I. González, J. Ochoa y A. Badan</i>	
REPORTES	
SISMICIDAD DEL CENTRO Y SUR DE MÉXICO (PERÍODO ENERO A JUNIO, 2003)	28
<i>Javier Fco. Pacheco, Casiano Jiménez, Arturo Iglesias, Jesús Pérez Santana, Sara Ivonne Franco, Jorge A. Estrada, José L. Cruz, Arturo Cárdenas, Tan Li Yi, Maria de los Ángeles Gutiérrez, Bernardino Rubí, José A. Santiago</i>	
PROCESAMIENTO DE DATOS Y SISMICIDAD REGISTRADA POR RESNOM DURANTE EL PERIODO ENERO A JUNIO DE 2003	37
<i>GRUPO RESNOM</i>	
NOTAS	
COOPERACIÓN E INTEGRACIÓN CIENTÍFICA EN LATINOAMÉRICA	42
<i>J. Urrutia-Fucugauchi</i>	
NOTICIAS DE LA UGM	
INFORME DEL TESORERO	47
DIRECTORIO DE MIEMBROS DE LA UGM 2003	49
COMUNICACIONES	
INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES	67
FORMA DE ARBITRAJE	69

354



EDITORIAL

La docencia, la investigación y las redes

En nuestros institutos y centros de investigación es común que se valoren las actividades de investigación como apoyo a la práctica docente, pero no se considera importante lo contrario. Por ello, valdría la pena evaluar si esa práctica contribuye de alguna forma en la investigación. En varios sentidos, el personal estudiantil resuelve la carencia de técnicos, es personal motivado para la solución de problemas de investigación complejos, plantean preguntas básicas y frecuentemente proponen modificaciones a los métodos de trabajo.

Si consideramos que uno de los objetivos básicos en el ejercicio de la enseñanza en nuestras instituciones científicas consiste en la comprensión del significado de los datos, y no sólo el entrenamiento para procesarlos, entonces los investigadores que practican la docencia están expuestos a la valoración continua de sus datos, e incluso, a la evaluación de sus procedimientos por parte de los estudiantes. Lo anterior tiene la ventaja de mantener un sistema dinámico que se está autoreformando, el cual debemos optimizar y extender.

Si se reconocen las ventajas que da la práctica docente en la investigación, una de las formas de extender esa sana relación es a través de la movilidad académica en su concepto más amplio, y libre de la perniciosa influencia de la lucha por la consecución de los incentivos económicos. Para garantizar el éxito, la movilidad debe verse favorecida por redes reales de colaboración entre instituciones cuyo principio sea el interés de los participantes investigadores y estudiantes. El resultado esperado de lo anterior no sólo se observaría en el intercambio de gente, sino en el crecimiento de infraestructura en las instituciones, lo que favorecería también la continuidad de la movilidad.

De acuerdo con lo anterior, un riesgo para los proyectos de redes y movilidad, es la existencia de ciertas perspectivas de tipo chovinista que en ciertas esferas escolares puede ser muy apreciada, pero que también puede ser un incómodo lastre cuando se busca la integración de redes de investigación y de intercambio académico. La integración y el intercambio pueden contemplarse como acciones cuyo fin es completar sistemas y laboratorios de investigación al compartir recursos físicos y humanos. La movilidad académica, y en particular la estudiantil, busca completar la formación de individuos a través del acceso a la infraestructura en centros y universidades ubicados en localidades distintas. Una condición que debe cumplirse para que el ejercicio de redes y movilidad sea eficiente es que los miembros y/o la infraestructura de los centros sean más o menos similares, para lo que se requiere de mentalidades y de proyectos que rebasen los muros de las instituciones.

Luis A. Delgado Argote
Secretario de Difusión
UGM

LA SECUENCIA VOLCÁNICA TERCIARIA DEL CERRO LA VIRGEN Y LOS PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS QUE GENERAN RIESGO EN LA ZONA CONURBADA ZACATECAS-GUADALUPE

Escalona-Alcázar, F.J.¹, Suárez-Plascencia, C.², Pérez-Román, A.M.³, Ortiz-Acevedo, O.⁴ y Bañuelos-Álvarez, C.⁵

¹ Depto. de Ordenamiento Ecológico, Instituto de Ecología y Medio Ambiente de Zacatecas, GODEZAC

Correo Electrónico: fescalona@hotmail.com

² Depto. de Geografía y Ordenación Territorial, CUCSH, Universidad de Guadalajara

³ Consejo Estatal de Seguridad Pública, GODEZAC

⁴ Unidad Académica de Agronomía, UAZ

⁵ Dirección de Informática, ITESM, Campus Zacatecas

RESUMEN

En este trabajo se presentan la secuencia estratigráfica del Cerro La Virgen y los sitios vulnerables a ser afectados por peligros derivados de procesos geológico-geomorfológicos activos en la zona urbana de Zacatecas-Guadalupe. De la base a la cima, las unidades litológicas son: Microdiorita Zacatecas, Conglomerado Rojo de Zacatecas, Tobas de pómez y líticos, Tobas cristalinas, Tobas líticas, Derrames riolíticos, Tobas de lapilli, Tobas brechadas y Domos. Esta secuencia está cortada por fallas y fracturas de rumbo preferente NW-SE, paralelas a la deformación observada en la Sierra de Zacatecas. Geomorfológicamente, la zona está formada por cuatro unidades bien definidas, que son: 1) Zonas semiplanas con pendientes de 0 a 12°, 2) laderas de pendientes moderadas de 12° a 30°, 3) Rampas con pendientes de 30° a 45° y 4) Escarpes con pendientes mayores a 45°. Todas estas unidades están disectadas por una red fluvial dendrítica capturada por el Arroyo de la Plata. Gran parte de las cuatro unidades muestran una cubierta vegetal degradada. Los peligros identificados se deben a depósitos de talud, caída de bloques, formación de cárcavas y reptación del suelo, procesos que han sido acelerados de diferente forma por el crecimiento urbano anárquico desarrollado durante la última década a lo largo de las laderas del Cerro La Virgen y la ladera sur de la Veta de la Canteras. Este crecimiento desordenado ha deforestado la escasa vegetación existente y alterado la red fluvial. Lo anterior ha promovido el desprendimiento de bloques y facilitado el proceso de erosión fluvial, sobre todo en los planos de falla, fractura o foliación presentes, tanto en el Cerro La Virgen, como en el sur de la Veta de la Canteras. La forma actual de crecimiento urbano podrá incrementar el riesgo si no se toman las medidas adecuadas en su ordenamiento.

INTRODUCCIÓN

La ciudad de Zacatecas debe su fundación a las ricas vetas polimetálicas (Ag, Pb, Zn, Cu y Au) que existían en la parte norte. Su crecimiento refleja el origen relacionado con el trazo de los antiguos campamentos mineros. Dicho crecimiento, aunado a la topografía abrupta de la zona, no permitió hacer una distribución regular de sus calles (Enciso-de la Vega, 1994).

La geología de la ciudad y sus alrededores está pobremente descrita. Si bien la actividad minera dio origen y fue el principal motor de desarrollo desde 1548, son escasos los trabajos que describen con detalle la secuencia estratigráfica, principalmente de las rocas del Terciario.

Los trabajos geológicos están enfocados a la descripción y el origen de los yacimientos minerales. En este sentido, el primer mapa geológico de la región fue editado por el Consejo de Recursos Minerales a mediados del siglo pasado (Pérez-Martínez, 1961). La descripción de la secuencia estratigráfica trata principalmente de las rocas volcánicas del Mesozoico, que es donde se encuentran los

yacimientos minerales del distrito minero de Zacatecas. En contraste, la secuencia volcánica del Terciario y su deformación, cuyo origen se ha asociado con la evolución de una estructura de caldera que habría provocado la mineralización de la parte sur del distrito minero de Zacatecas (Ponce y Clark, 1988), ha sido pobremente descrita y definida; la única evidencia acerca de la existencia de esta caldera es su rasgo topográfico semicircular. Los trabajos que tratan sobre la geología de la zona no son lo suficientemente detallados para soportar la hipótesis de la caldera de Zacatecas.

La falta de definición de las rocas volcánicas del Terciario ha provocado confusión en la definición de unidades litológicas formales. En la tabla estratigráfica de la Figura 1 se muestran las unidades nombradas por diferentes autores, donde se puede notar que la correlación entre unidades litológicas es difícil debido en parte a la diferencia en los nombres de las unidades y la litología misma.

Los trabajos realizados en la zona proporcionan un conocimiento general de la geología; sin embargo, las características geológicas y geomorfológicas del área urbana y alrededores de las ciudades de Zacatecas y Guadalupe están pobremente documentadas. El análisis de los procesos geomorfológicos y su morfometría

REFERENCIAS				
EDAD	Ponce y Clark, 1988	Consejo de Recursos Minerales, 1991	Enciso-de la Vega, 1994	Este trabajo
Oligoceno	Formación Capilla Formación La Virgen 36.8 Ma, sanidino	Tobas riolíticas con intercalaciones de derrames de composición riolítica	Formación La Bufa Riolita los Alamitos Brecha Zacatecas Formación Lago la Encantada	Tobas brechadas Tobas de lapilli Derrames riolíticos Tobas líticas Tobas cristalinas Tobas de pómez y líticas
Eoceno	Piroclastos y Volcaniclastos los Alamitos 46.8 Ma, biotita K-Ar Formación Guadalupe			
Paleoceno	Conglomerado Rojo de Zacatecas	Conglomerado Rojo	Conglomerado Polimítico	Conglomerado Rojo de Zacatecas
Cretácico	Microdiorita Zacatecas 74.3 Ma, K-Ar	Formación Chilitos	Diorita	Microdiorita Zacatecas

Figura 1. Tabla de correlación de la secuencia estratigráfica del Cerro La Virgen. La línea ondulada indica que no se tiene definido el límite de la unidad litológica; la línea continua indica que el límite está bien definido. Aunque algunos límites se muestran como bien definidos existe incertidumbre en la ubicación de las muestras fechadas. Las áreas en gris claro indican posibles discordancias.

permite utilizar los resultados como herramienta dentro de la planeación urbana, ya que identifica en una región el tipo, extensión y tiempo de ocurrencia de los eventos, así como sus causas y su modelado. Al respecto, el Sistema Estatal de Protección Civil considera que sólo la actividad sísmica y la inestabilidad de terrenos son los fenómenos que pueden afectar al Estado de Zacatecas (Sistema Estatal de Protección Civil, 2002).

En el Atlas Estatal de Riesgos se establece la necesidad de identificar las zonas de riesgo geológico, así como la detección de posibles fallas activas que atraviesen la zona urbana (Sistema Estatal de Protección Civil, 2002). De acuerdo con lo anterior, los objetivos de este trabajo son:

- 1) Describir la secuencia volcánica del Cenozoico de las ciudades de Zacatecas, Guadalupe y sus alrededores.
- 2) Realizar el análisis de las estructuras cartografiadas.
- 3) Identificar los procesos geomorfológicos que ocurren en la zona de estudio.
- 4) Cartografiar los sitios donde se identifiquen procesos geomorfológicos activos e identificar la influencia del crecimiento urbano en su desarrollo.

METODOLOGÍA

En la zona conurbada Zacatecas-Guadalupe se realizó la cartografía de unidades litológicas, fallas, fracturas, depósitos de talud, zonas de cárcavas y de los sitios donde hay bloques caídos de rocas volcánicas de altura mayor que 3 m. Para ello se utilizó un mapa topográfico a escala 1:10,000, un geoposicionador GARMIN y fotografías aéreas a escala aproximada 1:40,000. La información obtenida en campo se digitalizó en AutoCAD 2000. Para el análisis geomorfológico se utilizaron los modelos vectoriales del INEGI claves F13B58 y F13B68, escala 1:50,000 con curvas de nivel cada 10 m. La información digital se utilizó en el software IDRISI 32 y se generó el modelo digital del terreno del que derivó el mapa de pendientes, así como la morfometría y el cálculo del área urbana al año 2000.

Se cartografiaron los bordes de los depósitos de talud y, cuando fue posible, se cubrió la zona de la cual presumiblemente derivaron. Respecto a las cárcavas, sólo se cartografiaron aquellas que desarrollan canales cuya profundidad es mayor de 30 centímetros, pues existen numerosos sitios donde su desarrollo es incipiente. Los bloques caídos corresponden a fragmentos de rocas volcánicas mayores de 3 m. Para darle claridad al mapa geológico las zonas de reptación del suelo no se muestran.

Se les asignaron nombres informales a las unidades litológicas cartografiadas, cuya clasificación se basó en el análisis de muestras de mano. El análisis geométrico de las fallas y fracturas cartografiadas se hizo usando una cuadrícula de 40x40 m como base pues las estructuras más pequeñas son de 40 m de longitud. Esta cuadrícula también se utilizó para medir la orientación de las fallas y fracturas reportadas por Ponce y Clark (1988) y Enciso-de la Vega (1994). Los datos se separaron respecto a su posición para diferenciar la deformación dentro y fuera de la estructura considerada como caldera.

MARCO GEOLÓGICO DEL ÁREA

La descripción de la secuencia estratigráfica varía de un autor a otro, lo que ha provocado que la misma unidad litológica tenga diferentes nombres (Figura 1). En la descripción de la secuencia estratigráfica se identifican tres grandes unidades litológicas que, de la base a la cima son: Formación La Pimienta (Burckhardt, 1906; Gutiérrez-Amador, 1908; McGehee, 1976; Ransom *et al.*, 1982), Metasedimentos La Pimienta (Ponce y Clark, 1988) o Metasedimentos Zacatecas (Enciso-de la Vega, 1994) del Triásico Superior (Cárnico). Aunque esta formación no aflora en el área de estudio, posiblemente constituye el basamento. La Formación La Pimienta está formada por esquistos, filitas y pizarras, ocasionalmente con fósiles de pelecípodos y gasterópodos, además de escasos horizontes de rocas volcánicas. Este basamento está cubierto por la Microdiorita Zacatecas (Ponce y Clark, 1988), Formación Chilitos (Consejo de Recursos Minerales, 1991) o Diorita (Enciso-de la Vega, 1994) del Cretácico Superior (Figuras 1 y 2), que está formada por lavas andesíticas almohadilladas fuertemente foliadas

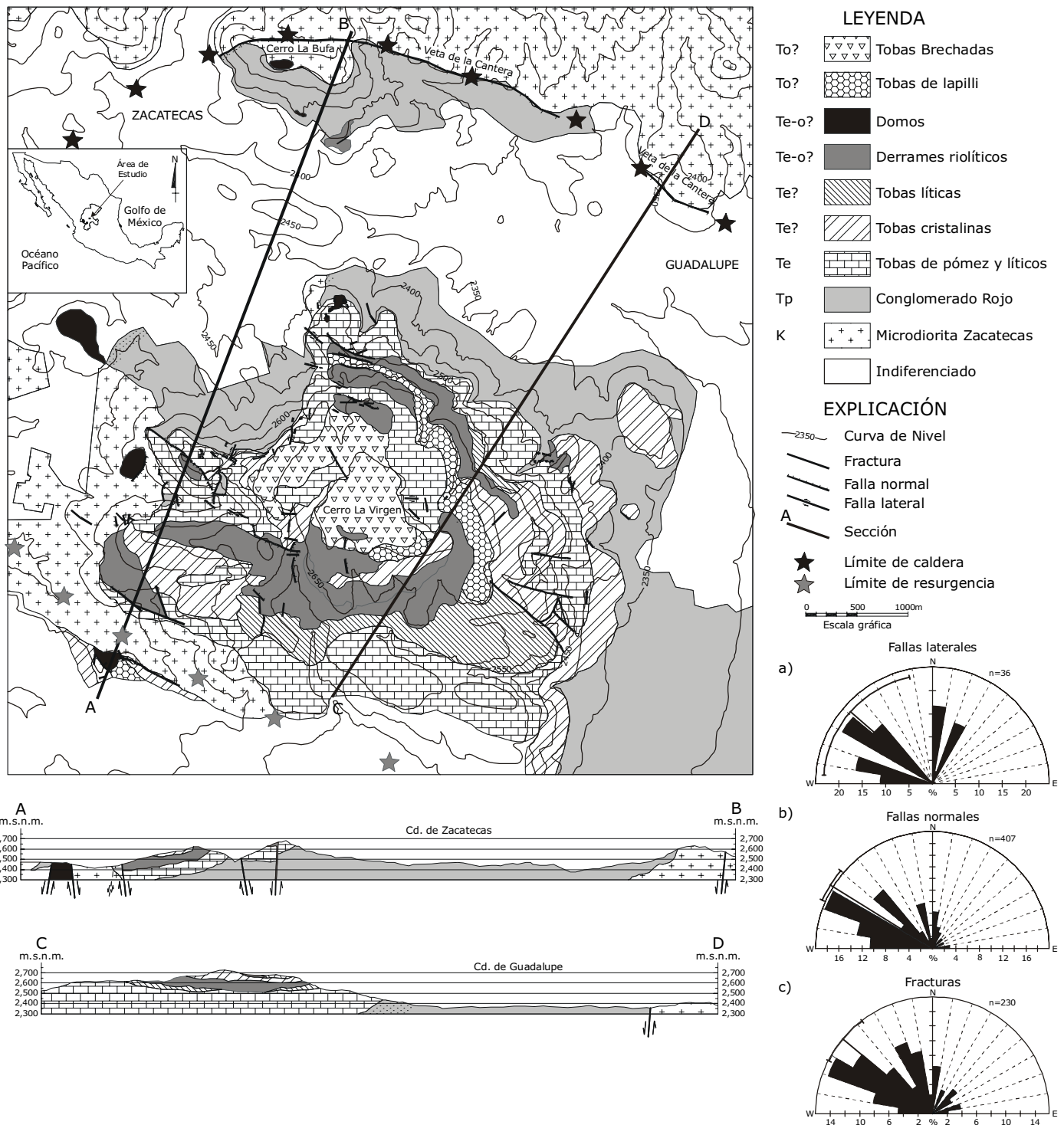


Figura 2. Mapa geológico de las ciudades de Zacatecas, Guadalupe y sus alrededores. El recuadro de la parte superior izquierda muestra la ubicación geográfica del Estado de Zacatecas. Se muestran un par de secciones estructurales para darle claridad a la interpretación de la distribución de las unidades litológicas cartografiadas. En las rosas de orientación de las estructuras cartografiadas: n = número de datos: a) fallas laterales, b) fallas normales y c) fracturas. El área sin achure en la parte centro-norte del mapa corresponde a la zona urbana; mientras que en la zona sur corresponde a unidades litológicas indiferenciadas. Los límites de la caldera fueron tomados de Ponce y Clark (1988).

con espilitización intensa. Estas lavas, en algunos lugares, están interestratificadas con capas de lutitas de color gris claro. Al conjunto anterior le sobryace en discordancia el Conglomerado Rojo de Zacatecas (Pérez-Martínez, 1961; Ponce y Clark, 1988; Conse-

jo de recursos Minerales, 1991; Enciso-de la Vega, 1994) de edad Paleoceno, consistente en un conglomerado polymítico constituido por clastos subangulares a subredondeados de microdiorita, esquistos, cuarcita y granitoides. Cubre al conglomerado una secuen-

cia volcánica pobremente descrita (Enciso-de la Vega, 1994; Ponce y Clark, 1988) formada por intercalaciones de tobas, derrames riolíticos, domos, brechas y depósitos epiclásticos cuyo origen ha sido asociado a una caldera por Ponce y Clark (1988). Esta secuencia presenta un contenido de sílice que varía de alto a moderado y un contenido de potasio alto (Consejo de Recursos Minerales, 1991). En la cartografía de detalle de la secuencia volcánica del Cerro La Virgen se han propuesto descripciones alternas para las unidades previamente definidas (Escalona-Alcázar *et al.*, 2000, 2001 y 2002).

Se ha interpretado que los rasgos estructurales del Distrito Minero de Zacatecas son del Cenozoico y están asociados a dos eventos de deformación: el primero por la evolución de la caldera entre 46.8 y 36.8 Ma (Ponce y Clark, 1988; Consejo de Recursos Minerales, 1991) y el segundo provocado durante el periodo extensional del *Basin and Range*, aunque no se indica la edad de este evento en la región (Ponce y Clark, 1988; Consejo de Recursos Minerales, 1991). Sin embargo, es probable que sea correlacionable con el fallamiento normal (σ_3 orientado de ENE a NE) del intervalo entre 32 y 27 Ma identificado en la porción meridional de la Mesa Central por Aranda-Gómez *et al.* (2000). Otros periodos de extensión y magmatismo ocurrieron en los periodos 24-20, 13-10 y < 5 Ma (Aranda, Gómez *et al.*, 2000; Nieto-Samaniego *et al.*, 1997). No hay información suficiente para definir la edad de la deformación del *Basin and Range* en la porción meridional de la mesa central (Aranda-Gómez *et al.*, 2000), pero es probable que la deformación principal haya ocurrido durante el Oligoceno Tardío y que las estructuras formadas en este periodo hayan sido reactivadas durante posteriores etapas de deformación (Nieto-Samaniego *et al.*, 1997).

RESULTADOS

LITOLOGÍA

En esta sección se hará la descripción, en orden estratigráfico ascendente, de las unidades de rocas volcánicas del Terciario.

TOBAS DE PÓMEZ Y LÍTICOS

En la base de la secuencia volcánica terciaria del Cerro La Virgen afloran las *Tobas de pómez y líticos* (Figuras 1 y 2). Esta unidad está formada por estratos de color que varían de amarillo claro a diversas tonalidades de café. El espesor de los estratos varía de 1 cm a 20 m, sin que muestren un arreglo preferente. Esta unidad está formada por depósitos piroclásticos de caída y de flujo, con cantidades variables de pómez y de fragmentos líticos; ocasionalmente muestra brechamiento. La distribución de pómez y líticos en los estratos es heterogénea. En la base de la unidad se encuentra un depósito de nube rasante cubierto por un flujo piroclástico rico en fragmentos líticos. Las tobas más abundantes son pumicíticas y ocupan la parte central de la unidad; su espesor máximo es de aproximadamente 70 m que disminuye hacia el N y NW. Cubren y subyacen a esta unidad depósitos con cantidades variables de pómez y fragmentos líticos, así como delgados depósitos de tobas de ceniza. La textura dominante de esta unidad es vitroclástica, aunque están presentes las texturas fragmental, brechada y en menor proporción

porfídica. La mineralogía está compuesta por fragmentos de cristales de cuarzo y feldespato, con biotita en cantidades variables y sanidino escaso. Los fragmentos de pómez son de forma subredondeada, con bordes bien definidos, cuyo tamaño varía de aproximadamente 2 milímetros hasta 40 cm; son comunes los de 2 a 5 cm. En los estratos ricos en pómez la abundancia de este material varía entre 10 y 30%. Esta unidad ocasionalmente presenta alteración argílica intensa, y es común la argilitación selectiva de la pómez y la matriz.

En las secciones A-B y C-D (Figura 2) se observa que esta unidad descansa, en la parte norte del Cerro La Virgen, sobre el Conglomerado Rojo de Zacatecas. En la parte sur del área de estudio no aflora la base de la unidad pero se sospecha que descansa sobre la Microdiorita Zacatecas. En la parte sur de la sección A-B (Figura 2) hay un pequeño afloramiento de conglomerado que cubre a algunas rocas volcánicas del Terciario (Tobas Cristalinas y Tobas de Lapilli, descritas más adelante), pero que es más joven que el Conglomerado Rojo de Zacatecas.

TOBAS CRISTALINAS

Esta unidad piroclástica cubre a las *Tobas de pómez y líticos* (Figuras 1 y 2). Son de color que varía de rosa a rosa claro, ocasionalmente café claro. El espesor de los depósitos varía de 1 cm a 2 m y son comunes los estratos menores a 20 cm. La unidad no muestra estructuras que permitan determinar el modo de emplazamiento y es común que se encuentren adyacentes o estratigráficamente abajo de los Derrames Riolíticos (descritos más adelante). La litología de esta unidad es similar en todo su espesor de aproximadamente 80 m. La roca es compacta y la textura dominante en muestra de mano es la porfídica, la fragmental es ocasional y rara vez es eutáxita. La mineralogía está formada por fragmentos de cristales de plagioclasa, cuarzo y cantidades variables de biotita en una matriz microcristalina. Contiene escasa pómez, cuyo tamaño promedio es de 2 mm, esporádicamente en forma de fiammes de menos de 5 mm de longitud y 1 mm de ancho, con bordes bien definidos. La pómez puede mostrar argilitación. Los fragmentos líticos, cuya composición es riolítica y están generalmente oxidados, son ligeramente más abundantes que la pómez y su tamaño promedio es de 1 mm. Esta unidad presenta vetillas rellenas con cuarzo.

En las secciones A-B y C-D (Figura 2) se observa que las *Tobas cristalinas* cubren a los Derrames Riolíticos. Por tener características mineralógicas y texturales bastante homogéneas, es posible que esta unidad sea correlacionable con los derrames riolíticos y las tobas cristalinas, aunque no se tienen evidencias de campo o análisis químicos para afirmarlo.

TOBAS LÍTICAS

En la parte oriental y meridional del Cerro La Virgen la unidad de *Tobas líticas* cubre a las Tobas de pómez y líticos (Figura 2). En la porción centro-oriental de este cerro hay un cambio lateral de facies de las *Tobas líticas*, por lo que en la margen centro-oriental del cerro disminuye el contenido de fragmentos líticos y se incrementa el contenido de ceniza. El color de las *Tobas líticas* varía en diversas tonalidades de café, ocasionalmente rosado. El espesor de los es-

tratos varía de 1 a 20 cm, con estratos alternados de poco más de 2 m de espesor. El espesor de esta unidad es de aproximadamente 100 m, en la parte suroriental y disminuye hacia el norte y occidente. La textura dominante es la fragmental; sin embargo, es posible encontrar estratos con texturas vitroclástica y porfídica. La mineralogía está formada por fragmentos de cristales de plagioclasa y cantidades variables de biotita y cuarzo, en una matriz afanítica moderadamente silicificada. Los fragmentos líticos son de riolita, pueden mostrar oxidación o argilitización y su tamaño varía de 2 a 20 cm, sin que muestren una distribución preferente en sentido vertical y horizontal en los depósitos. En los estratos que contienen pómez los fragmentos líticos muestran una gradación normal, mientras que los fragmentos de pómez no tienen arreglo gradacional; en estos estratos el diámetro de la pómez y los líticos varía de 0.5 a 1.5 cm.

Como se observa en la sección C-D (Figura 2), las *Tobas líticas* afloran en la parte oriental del Cerro La Virgen, cubriendo a las Tobas de pómez y líticos y subyaciendo a los Derrames riolíticos.

DERRAMES RIOLÍTICOS

Los *Derrames riolíticos* cubren parcialmente a las Tobas líticas, Tobas cristalinas y a las Tobas de pómez y líticos. Los derrames son, junto con las Tobas de pómez y líticos, las unidades volcánicas del Cenozoico de más amplia distribución en el Cerro La Virgen (Figura 2). El color de los *Derrames riolíticos* varía en diferentes tonalidades de rosa. El espesor máximo de los derrames es de aproximadamente 100 m. Las texturas dominantes son la porfídica, esferulítica y brechada, en ese orden de abundancia, con una estructura bandeada. Las bandas muestran pliegues de flujo viscoso; no obstante son comunes el bandeamiento paralelo y los intervalos masivos. En el interior del depósito se observan fragmentos embebidos del mismo derrame, con bordes bien definidos, lo que sugiere autobrechamiento. La mineralogía está constituida por fragmentos de cristales de plagioclasa, biotita y escaso cuarzo. Los horizontes con fragmentos líticos y pómez son raros, mientras que las esferulitas son abundantes, con tamaño promedio de 5 mm. Es posible que los *Derrames riolíticos* sean una facies correlacionable temporalmente a las *Tobas cristalinas*.

En las secciones A-B y C-D (Figura 2) se muestra la distribución de los derrames riolíticos, principalmente en la parte centro-sur del Cerro La Virgen.

DOMOS

En el área de estudio las estructuras dómicas están espacialmente relacionadas con fallas normales (sección A-B, Figura 2). Los *Domos* son presumiblemente de composición riolítica; su color varía de rosa a negro verdoso, posiblemente por cambios composicionales. Los *Domos* tienen textura porfídica (unidades rosas) o hialofídica (unidad negro verdoso), perlítica y ocasionalmente esferulítica. La mineralogía se debe a fenocristales de plagioclasa y escasos de cuarzo y biotita, en una matriz que varía de vítrea a afanítica. Los *Domos* muestran una gradación de color de rosado a negro verdoso conforme se aleja de la fuente, lo que sugiere que la parte más externa del domo, de más rápido enfriamiento, formó una

cubierta de obsidiana que ha sufrido perlitización. Los *Domos* sólo se presentan en la parte central y occidental del área de estudio y, por su poca abundancia, no muestran un patrón de distribución preferente como el que se observa en las fallas y fracturas.

Ponce y Clark (1988) indican que las estructuras dómicas e intrusivos subvolcánicos del área de estudio están asociados a un patrón de deformación concéntrico y radial a los límites de la caldera; sin embargo, en el trabajo que aquí se presenta los *Domos* están asociados con fallas, pero éstas, hasta el momento, no han podido asociarse a algún patrón radial o concéntrico.

TOBAS DE LAPILLI

La unidad de *Tobas de lapilli* cubre parcialmente a las unidades de *Derrames riolíticos*, *Tobas cristalinas*, *Domos* y *Tobas líticas*. Afloran ampliamente en la parte oriental del Cerro La Virgen (Figura 2). El color de las tobas es café claro, tienen un espesor máximo de aproximadamente 30 m y están dispuestas en capas que varían de 10 cm a 1 m de espesor. La textura es fragmental y vitroclástica. La mineralogía está formada por fragmentos de cristales de plagioclasa, cuarzo y escasa biotita con bordes oxidados. Los fragmentos de pómez tienen sus bordes bien definidos, no muestran ningún tipo de gradación y su tamaño es de lapilli. Los fragmentos líticos son riolíticos, muestran gradación normal y ocasionalmente están oxidados. La concentración de fragmentos de pómez y líticos es variable, por lo que las texturas varían.

En la sección C-D (Figura 2) esta unidad se encuentra en la porción nororiental del Cerro La Virgen.

TOBAS BRECHADAS

Esta unidad cubre parcialmente a las *Tobas de pómez y líticos*, *Derrames riolíticos*, *Tobas cristalinas* y *Tobas de lapilli* (Figura 2). La toba aflora solamente en la parte superior del Cerro La Virgen y su color varía de rosa a café claro. El espesor de esta unidad, cuya textura es brechada, es de aproximadamente 50 m y no muestra estratificación. La mineralogía está formada por escasos fragmentos de cristales de plagioclasa y cuarzo en una matriz microcristalina moderadamente silicificada. Los fragmentos brechados son de rocas volcánicas riolíticas cuyo diámetro máximo es de cuatro metros. Es el depósito de un flujo piroclástico posiblemente viscoso debido a que algunos fragmentos líticos de mayor diámetro muestran fracturas rellenas con matriz y cristales.

ANÁLISIS GEOMÉTRICO

Se efectuó un análisis geométrico de las fallas y fracturas cartografiadas en la secuencia volcánica del Terciario. Para diferenciar los eventos de deformación el análisis inicial se basó de acuerdo a la posición estratigráfica de las unidades; cuando no hubo variación por unidad litológica los datos fueron separados por el tipo de estructura. En las rosas de orientación de la Figura 2a se observa que las fallas de desplazamiento lateral tienen cuatro orientaciones preferentes, una que varía entre N40-60°W, otra entre N0-10°E, una más entre N70-90°W y la última entre N20-30°E, en ese orden de abundancia, la orientación promedio de las estructuras tie-

ne un azimut de 311° . Las fallas normales (Figura 2b) muestran dos orientaciones preferentes, una entre $N60-90^\circ W$ y la otra entre $N40-50^\circ W$, en ese orden de abundancia. El azimut promedio del conjunto de datos de fallas normales es de 302° . En las fracturas, la población se concentra en dos orientaciones, la más abundante entre $N40-80^\circ W$ y la otra entre $N10-30^\circ W$, con un azimut promedio de 310° (Figura 2c).

En la Figura 3 se muestran las rosas de orientación de fracturas y fallas obtenidas de las cartografías presentadas por Ponce y Clark (1988) y Enciso-de la Vega (1994). Las Figuras 3a y 3b muestran la orientación preferente de las estructuras que afloran al norte de la Veta de la Cantera y que estarían ubicadas al norte del límite de la "Caldera de Zacatecas"; se observa que las estructuras tienen una orientación preferente que varía entre $N60-70^\circ W$, $N40-50^\circ W$ y $N80-90^\circ W$ (Figura 3a) y $N40-70^\circ W$ (Figura 3b). Además, se observa una pequeña componente que varía de $N10^\circ W$ a $N10^\circ E$. La tendencia de las estructuras al norte de la Veta de la Cantera (Figuras 3a y 3b, no mostradas en la Figura 2 por estar fuera del área de estudio pero mencionadas para fines comparativos) es paralela a la que se observa en el centro de la hipotética caldera (Figuras 3c, 3d y 3e); en la Figura 3c las estructuras están orientadas hacia $N50-60^\circ W$, $N20-30^\circ W$ y $N80-90^\circ W$, en ese orden de abundancia; mien-

tras que en la Figura 3d la tendencia es entre $N30-60^\circ W$ y en la Figura 3e varía entre $N70-90^\circ W$ y $N40-50^\circ W$. También se observa una pequeña componente hacia el norte (Figuras 3c y 3d). En la parte sur de la caldera (Figura 3f) se observa una amplia dispersión en la distribución de las estructuras que varían de $N30-40^\circ E$, $N50-60^\circ W$, $N80-90^\circ W$ y $N0-10^\circ W$, en ese orden de abundancia.

Como se puede observar en las rosetas de orientación de la Figura 2, las estructuras tienen una orientación preferente promedio hacia 310° ($N50^\circ W$). Esta tendencia es paralela a la que muestran las estructuras de los principales sistemas de vetas mineralizadas que existían al norte de la ciudad de Zacatecas (p. ej. sistemas Mala Noche, la Cantera y Vetagrande; Pérez-Martínez, 1961) (Figuras 3a y 3b). Ponce y Clark (1988) plantearon la hipótesis de que la Veta de la Cantera (Figura 2) pudiera ser el límite septentrional de una caldera y en la parte sur del área de estudio (Figura 2) estaría uno de los límites de la resurgencia.

Los rasgos estructurales dominantes del área de estudio son del Terciario (Ponce y Clark, 1988) similares a los de la parte meridional de la Mesa Central (Nieto-Samaniego *et al.*, 1997). Las fallas normales y fracturas asociadas con la evolución de la caldera

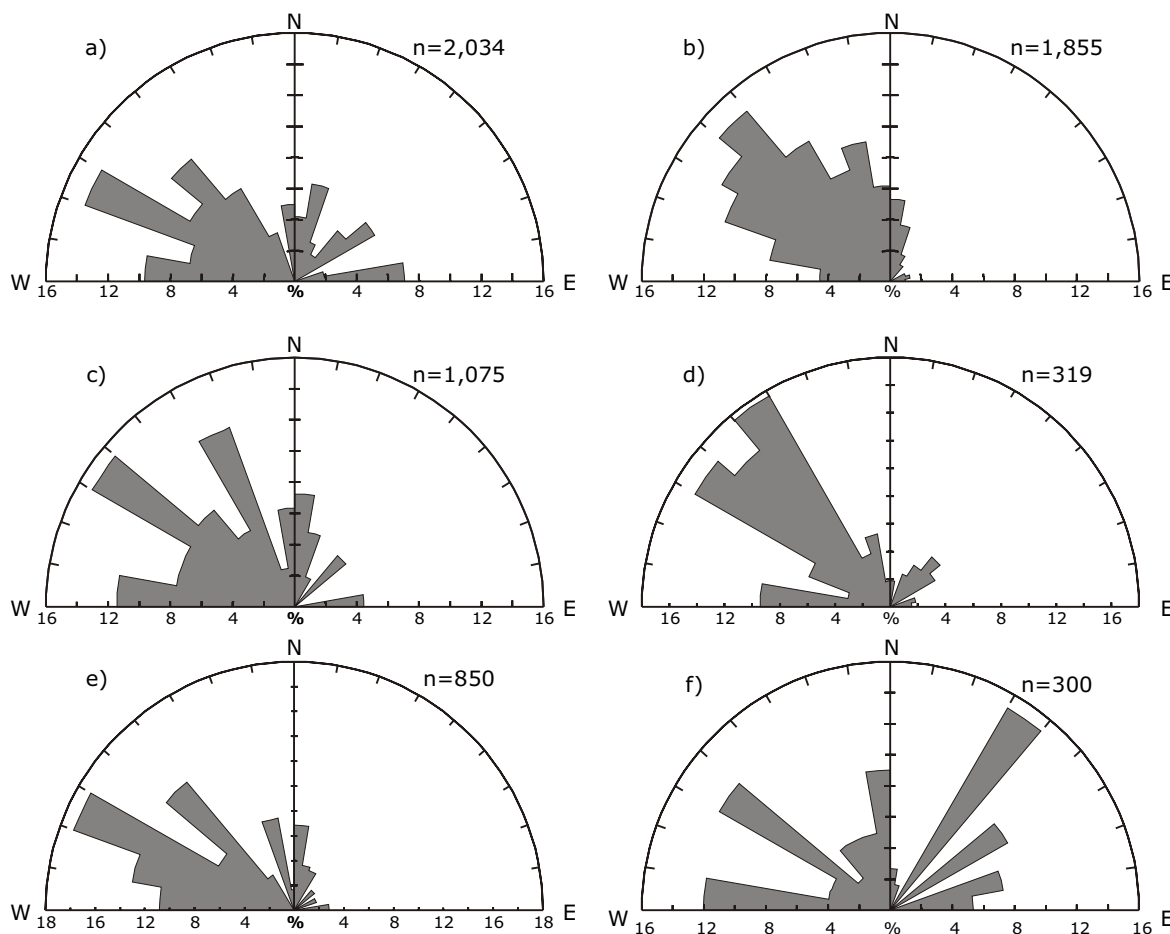


Figura 3. Rosas de orientación de las fallas y fracturas del área de estudio. a) y b) son estructuras al norte de la Veta de la Cantera; cartografía tomada de Ponce y Clark (1988) y Enciso-de la Vega (1994), respectivamente; c), d) y e) son estructuras que están localizadas en el interior de la caldera; cartografía de Ponce y Clark (1988), Enciso-de la Vega (1994) y este trabajo, respectivamente. La figura f) muestra las estructuras localizadas al sur del límite propuesto de la caldera (Ponce y Clark, 1988).

habrían formado tres sistemas de fracturamiento, uno aproximadamente concéntrico, otro radial y uno sin orientación preferente (Ponce y Clark, 1988). Las estructuras concéntricas afloran al norte de la Veta de la Cantera y tendrían un azimut que varía de N45-85°W (Ponce y Clark, 1988). Las estructuras radiales solamente se encontrarían hacia el occidente del área de estudio (no incluidas en la Figura 2) y tienen un azimut que varía de N0-20°W; las estructuras sin orientación preferente son escasas (Ponce y Clark, 1988). Con base en las edades más jóvenes obtenidas en las rocas volcánicas del Cerro La Virgen, la edad de la deformación en el área de estudio parece ser más joven que 36.8 Ma, debido a que la deformación estaría asociada con la evolución de la caldera (Ponce y Clark, 1988). Esta edad de deformación corresponde con la de Oligoceno Tardío, tiempo en que se habrían formado las estructuras principales en la porción meridional de la Mesa Central, tal y como lo indican Nieto-Samaniego *et al.* (1997).

La orientación de los principales grupos de estructuras en el área de estudio (Figuras 2a, 2b y 2c) es paralela a la concentración de rumbo NW-SE de los sistemas de vetas al norte de la Veta de la Cantera (Figuras 3a y 3b) y similar al de otras partes de la Mesa Central. Lo anterior sugiere que podrían no estar relacionadas con la evolución de una caldera, como lo proponen Ponce y Clark (1988),

sino que las estructuras posiblemente sigan el patrón regional de deformación formado durante el Oligoceno Tardío (Nieto-Samaniego *et al.*, 1997).

GEOMORFOLOGÍA

Geomorfológicamente la zona está formada por cuatro unidades bien definidas, que son: 1) Zonas semiplanas con pendientes de 0 a 12°; 2) Laderas de pendientes moderadas de 12° a 30°; 3) Rampas con pendientes de 30° a 45° y 4) Escarpes mayores a 45° (Figura 4).

Zonas semiplanas con pendientes del 0° a 12°. Se localizan en las cimas de los cerros La Virgen y La Bufa, así como en la cuenca del Arroyo de la Plata. En esta zona se ha urbanizado casi en su totalidad el Arroyo de la Plata, por lo que se ha alterado y obturado en su desembocadura la red fluvial proveniente de la ladera norte del Cerro de la Virgen y de la ladera sur de la Veta de la Cantera (Figura 4).

Laderas con pendientes moderadas de 12° a 30°. Se localizan en el Cerro La Virgen y en la Veta de la Cantera; muestran una red fluvial dendrítica (Figura 5), con una disección que va de 0.50 m hasta 18 m de profundidad, en cuyos talwegs presenta nu-

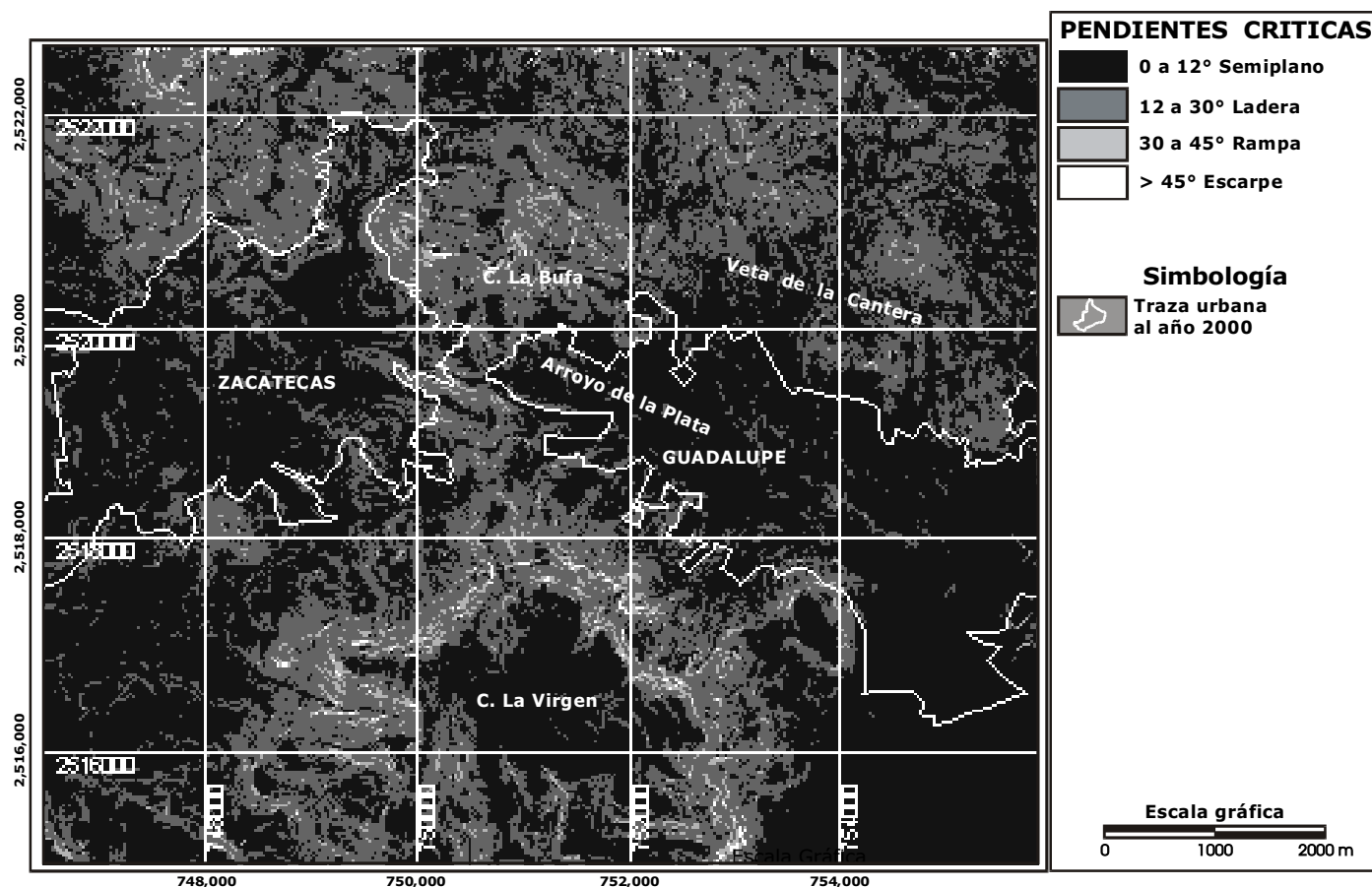


Figura 4. Modelo digital de pendientes críticas realizado con IDRISI. Los grupos 3 y 4 muestran las áreas susceptibles de generar procesos de remoción y deslizamientos de materiales sobre la traza urbana (mostrada en línea blanca).

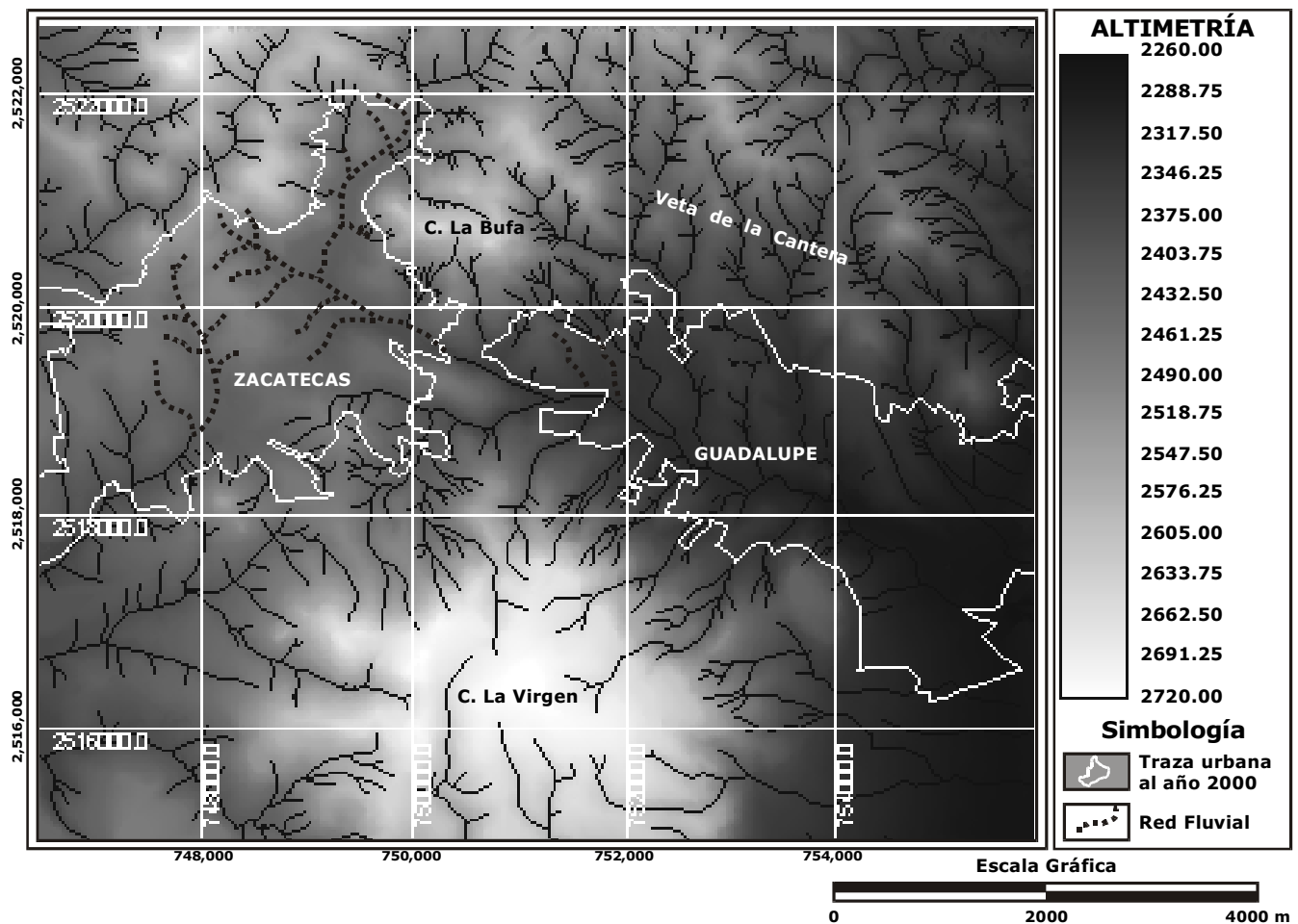


Figura 5. Modelo digital de elevación del área de estudio realizado con IDRISI; se muestran la red hidrográfica y la traza urbana del 2000 (INEGI, 2000). Las líneas punteadas en el interior de la traza urbana indican cauces que desaparecieron por completo debido al proceso urbano desde la Colonia hasta 1971.

merosos bloques de tamaño heterogéneo, que fueron arrancados de las secciones superiores de las microcuencas. Su transporte indica importantes periodos pluviales en la región.

Rampas con pendientes de 30 a 45°. En la Figura 4 las rampas aparecen como franjas en las laderas superiores de los cerros La Virgen y La Bufo; litológicamente la sección inferior de esta unidad se forma por el Conglomerado Rojo de Zacatecas y las unidades de Derrames riolíticos, Tobas cristalinas y Tobas de pómez y líticos, en ese orden de abundancia. Actualmente en las rampas del Cerro La Virgen predominan procesos de desarrollo de cárcavas cuya densidad aumenta en las áreas que han sido desforestadas con fines de urbanización. El material intemperizado y transportado se canaliza por los talweges de la red fluvial tapando parcialmente con arenas y gravas las alcantarillas de paso fluvial del libramiento de tránsito pesado y del ferrocarril. Los materiales finos alcanzan el cauce del Arroyo de la Plata ubicado a un máximo de 1,250 m de distancia de estos puntos.

Escarpes mayores de 45°. Estas pendientes se encuentran en la sección superior del Cerro La Virgen y en menor medida en el Cerro La Bufo (Figura 4). En esta unidad geomorfológica se ubica la

mayor parte de las cabeceras de los arroyos que drenan el área. En esta unidad se identificaron bloques inestables y caídos de las unidades de Derrames riolíticos y Tobas cristalinas, principalmente.

Drenaje. La mayor parte de la actual traza de la conurbación Zacatecas y Guadalupe que contó para el año 2000 con una superficie de 974 y 1,048 hectáreas, respectivamente, se asienta sobre la unidad semi plana y en menor proporción sobre la unidad de laderas (Figura 4). Esta urbanización ha alterado 70.3 km del conjunto de la red fluvial existente en la conurbación (Figura 5).

PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS

En la periferia de la zona conurbada Zacatecas-Guadalupe se identificaron procesos geomorfológicos que afectan a las rocas y los suelos y que, en un momento dado, pueden afectar a las construcciones y la población que vive sobre o alrededor de donde se desarrollan. Los procesos geomorfológicos identificados son la reptación del suelo (Figura 6a), depósitos de talud (Figura 6b), caída de bloques (Figura 6c) y formación de cárcavas (Figura 6d). A



Figura 6. Proceso geomorfológicos que actúan en los alrededores de la zona conurbada Zacatecas-Guadalupe, a) Reptación del suelo en la margen norte del Cerro la Virgen. Los escalones están bien definidos y se observan pequeños escarpes entre cada escalón; b) Depósito de talud en la margen norte del Cerro la Virgen. El depósito descansa sobre el Conglomerado Rojo de Zacatecas y se observa la intercalación de estratos con material grueso y fino; c) Bloque derivado de un derrame riolítico. El bloque se encuentra sobre el Conglomerado Rojo de Zacatecas y adyacente a un depósito de talud y d) Formación de cárcavas en la margen norte del Cerro la Virgen; en este sitio se realizan obras para la construcción de viviendas.

continuación se presenta una descripción de cada uno de estos procesos y la forma en la que podrían afectar a los asentamientos urbanos.

REPTACIÓN DEL SUELO

De los procesos geomorfológicos identificados, la reptación del suelo es, tal vez, el que tiene menor potencial de provocar daños a las obras civiles y a la población. En la Figura 7 se muestra la reptación del suelo en diferentes condiciones de pendiente y vegetación. Cuando la pendiente tiene alrededor de 30° , su vegetación es escasa y el suelo está formado por derrubios que forman escalones cortos y pobremente definidos (Figura 7a). La reptación que se desarrolla bajo esas condiciones se da en suelos cuyo espesor es menor de 50 cm, formados principalmente por derrubios.

En la Figura 7b se muestra el proceso de reptación en una pendiente de aproximadamente 20° con abundante vegetación de pasto y arbustos; en este lugar los escalones están claramente definidos y el suelo está formado por arenas y en menor proporción por derrubios.

En la Figura 7c se muestra la reptación en una pendiente de aproximadamente 10° con vegetación de arbustos. Los escalones son amplios y bien definidos. El suelo está formado por derrubios cuya porosidad y permeabilidad son altas.

La reptación del suelo es un proceso que opera en todos los cerros que rodean a las ciudades de Zacatecas y Guadalupe y ocurre en sitios en donde la precipitación pluvial es escasa, por eso es solamente gravitatorio. En los sitios de abundante precipitación pluvial la presión de poro en el suelo es alta y provoca que haya separación de partículas que promueven el flujo, por lo que, en lugar de un proceso de reptación se produce solifluxión. El clima de las ciudades de Zacatecas y Guadalupe es semiseco con lluvias en verano; la precipitación es escasa y se ha registrado que en unas horas pueden caer más de 50 mm de precipitación.

DEPÓSITOS DE TALUD

En la Figura 8 se muestra la distribución de los depósitos de talud entre las ciudades de Zacatecas y Guadalupe. No fue posible realizar la distribución de los mismos en la cuenca del Arroyo de la Plata (en donde tiene su destino final) ya que está cubierta por la traza urbana. En la Figura 8 se observa que la localización de los

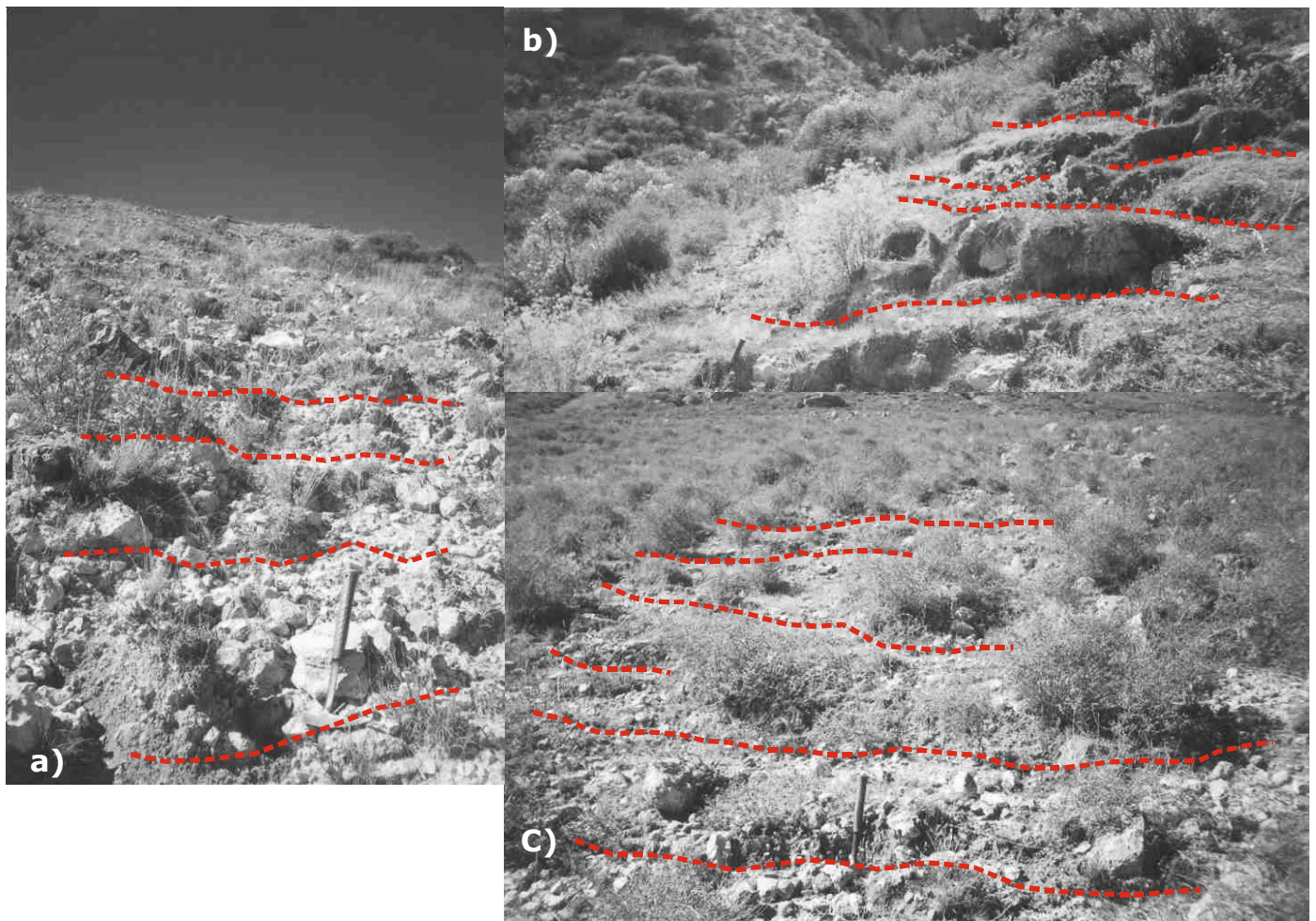


Figura 7. Reptación del suelo en diferentes condiciones de pendiente y vegetación. Las líneas punteadas indican la ubicación de la base de los escalones: a) Con pendiente fuerte y vegetación escasa los escalones están pobremente definidos; b) con pendiente moderada y vegetación de pastos y arbustos los escalones están bien definidos; y c) con pendiente suave y vegetación arbustiva los escalones están bien definidos.

depósitos es normalmente en la margen norte del Cerro La Virgen y en menor proporción en el límite sur del Cerro La Bufo. En la Figura 9 se muestran algunos depósitos de talud del área de estudio. En la Figura 9a el tamaño de los clastos puede alcanzar hasta 30 centímetros de diámetro y no hay estratificación. En la Figura 9b se muestra una cuenca de depósito de la margen norte del Cerro La Virgen. En la Figura 9c se muestra un depósito de talud que fue activado por las lluvias; las dimensiones del depósito, de aproximadamente 3 m de ancho por 1.5 de fondo, indican que la erosión es activa.

En una primera aproximación para tratar de establecer la edad de los depósitos, en la Figura 10 se muestran el registro histórico de la precipitación pluvial en el área de estudio y sus alrededores. En la Figura 8 se muestra la localización de las estaciones meteorológicas, mientras que en la Figura 10 se muestran sus registros. Se puede observar que aunque las estaciones están relativamente cercanas, de 1956 a 1969 la precipitación de la estación La Bufo muestra los valores más bajos de precipitación, mientras que para el periodo entre 1983 a 1987 presenta los valores de precipitación más altos de la región. A partir de 1990 los valores de precipitación son similares en las cuatro estaciones meteorológicas consideradas. La

estación meteorológica de Trancoso presenta el valor de precipitación más alto registrado en la zona de 1318 mm en 1958 (Figura 10), mientras que para el mismo periodo en las estaciones La Bufo y Zacatecas la precipitación media anual fue de 389 y 682 mm respectivamente. Esta última apenas la mitad de la precipitación de Trancoso.

Las variaciones en la distribución de la precipitación a escala local pueden ser importantes en la evolución de los procesos geomorfológicos, específicamente en la formación de los depósitos de talud y la reptación del suelo. Una precipitación como la de 1958 (Figura 10) podría activar los procesos de soliflujión en las laderas.

Los detritos que componen los depósitos en la margen norte del Cerro La Virgen están formados principalmente por clastos de los Derrames riolíticos, Tobas cristalinas y Tobas brechadas; las otras unidades tobáceas de la Figura 2 no son constituyentes importantes de los depósitos, posiblemente por ser materiales más fácilmente deleznable. Las estructuras, la litología y la pendiente parecen ser los factores determinantes en la formación de los depósitos de talud; esto se observa en la margen occidental del Cerro La Virgen, en donde hay abundantes estructuras y abundantes depósitos de

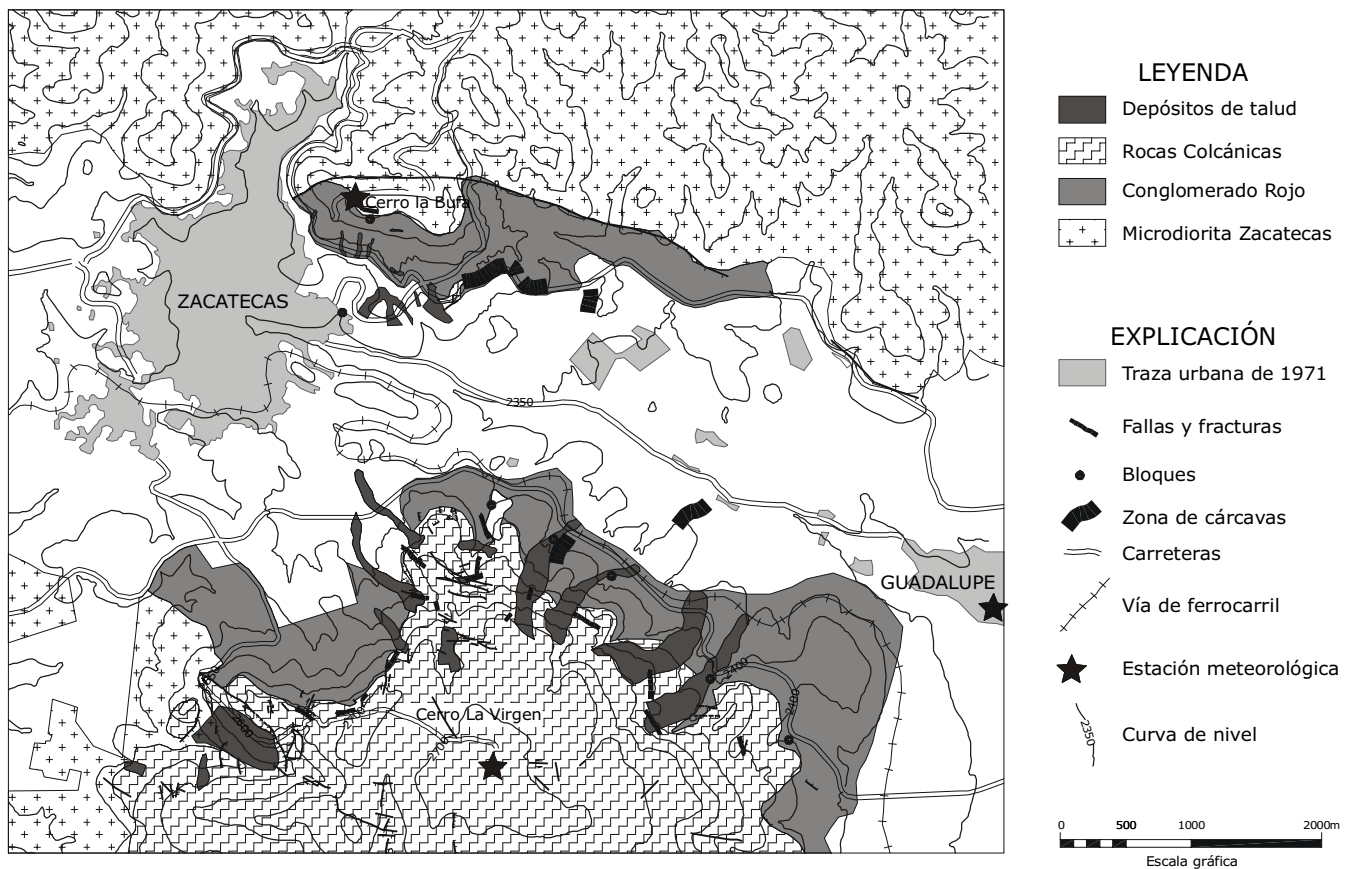


Figura 8. Mapa geológico simplificado de las zonas de las ciudades de Zacatecas y Guadalupe; se muestran los sitios donde los procesos geomorfológicos son activos. Los puntos negros marcados en el mapa indican bloques caídos mayores de 3 m de altura. En el mapa solo se muestran las fallas y fracturas de mayor longitud. Los depósitos de talud muestran espesor variable, además de un tamaño disímil en sus clastos. El límite de la traza urbana de 1971 fue tomado del INEGI (1971); los límites occidental de la Microdiorita Zacatecas y noroccidental de la traza urbana son aproximados. El área sin achure corresponde a la zona urbana actual.

talud (Figuras 2 y 8); en la parte central y oriental del mismo cerro la densidad de estructuras disminuye, no así la pendiente ni el número de depósitos de talud.

CAÍDA DE BLOQUES

La caída de bloques es un fenómeno que está asociado con fracturas, fallas y foliación. La secuencia volcánica del Terciario presenta abundantes planos de fracturas y fallas, así como de estratificación, mientras que la del Cretácico, además, presenta foliación. Estos son planos de debilidad que representan sitios favorables para que en el futuro haya caída de bloques, como ha ocurrido en el pasado. Los bloques mostrados en la Figura 11 corresponden a fragmentos de roca de más de 3 m de altura encontrados en las inmediaciones de la traza urbana. Hacia la cima de los cerros La Virgen y La Bufa se encuentran bloques de tamaño similar o menor y pueden seguirse hasta los sitios de fracturamiento en la margen de los cerros. En la Figura 11a se muestra un bloque de riolita que deriva del Cerro La Bufa, que es un domo de esa composición con abundantes fracturas verticales y, como se observa en la Figura 11b, también hay bloques cerca de la base del domo. En la Figura 11c se muestra un bloque del Derrame riolítico derivado de la secuencia volcánica

del Cerro La Virgen. En la Figura 11d se observan bloques caídos de diferente tamaño que están asociados con el borde norte del Cerro la Virgen.

CÁRCAVAS

En la Figura 8 se muestra la ubicación de varias zonas en donde se desarrollan cárcavas. Su formación es común en materiales con moderada a poca consolidación. Por la cantidad de sitios con formación de cárcavas y para hacer más clara la Figura 12, solamente se muestran aquellas zonas en donde el proceso se presenta cerca de una vía de comunicación.

En la Figura 12 se muestran algunos ejemplos de formación de cárcavas en un corte de carretera hecho en un conglomerado moderadamente consolidado (Figura 12a), en un depósito de talud (Figura 12b) y en un depósito artificial de materiales (Figura 12c). La formación de cárcavas es un proceso que únicamente ocurre en la temporada de lluvias; aunque a la fecha solamente han ocurrido depósitos similares al mostrado en la Figura 12b y, como el proceso continuo, es favorable para el debilitamiento de los taludes, especialmente aquellos que son verticales.

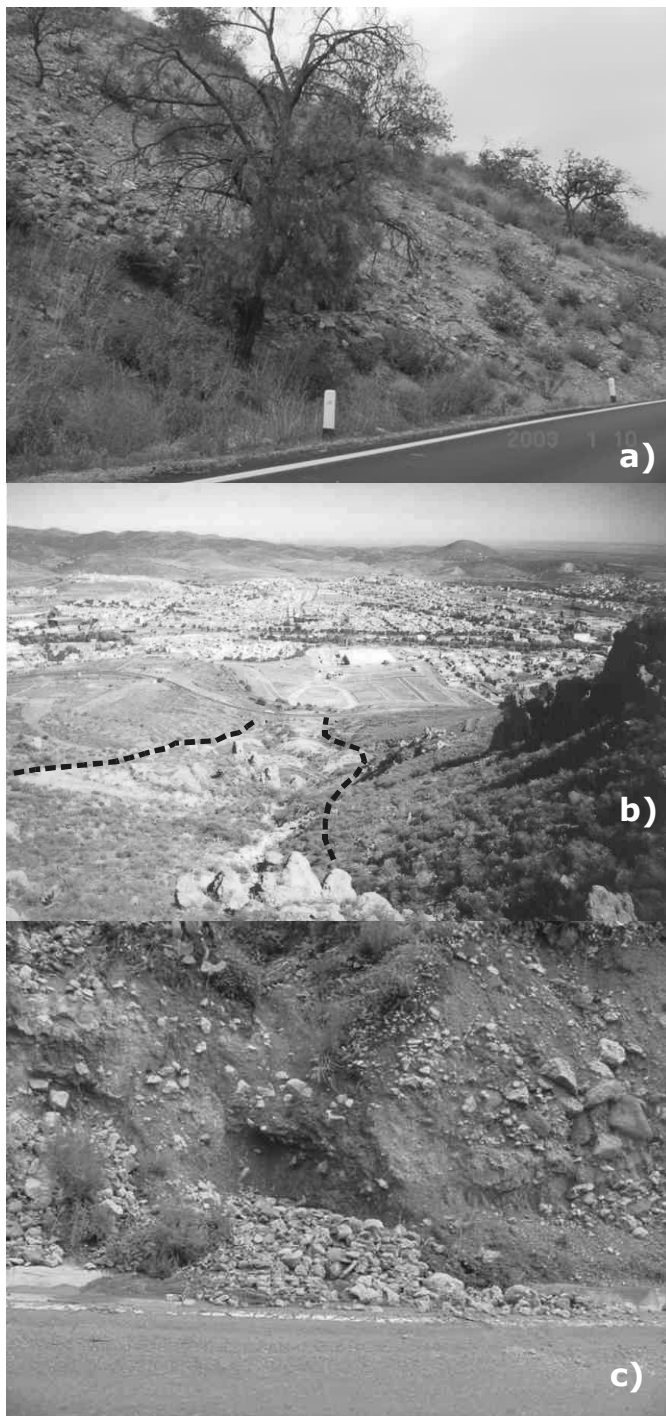


Figura 9. Características de los depósitos de talud: a) depósito en la margen oriental del Cerro La Bufa; b) cuenca de depósito en la margen norte del Cerro La Virgen, las líneas punteadas indican la ubicación aproximada de la cuenca, aunque el depósito parece estable, es una importante fuente de sedimentos hacia las colonias ubicadas aguas abajo; y c) depósitos recientes provocados por la abundancia de lluvias en el año 2002.

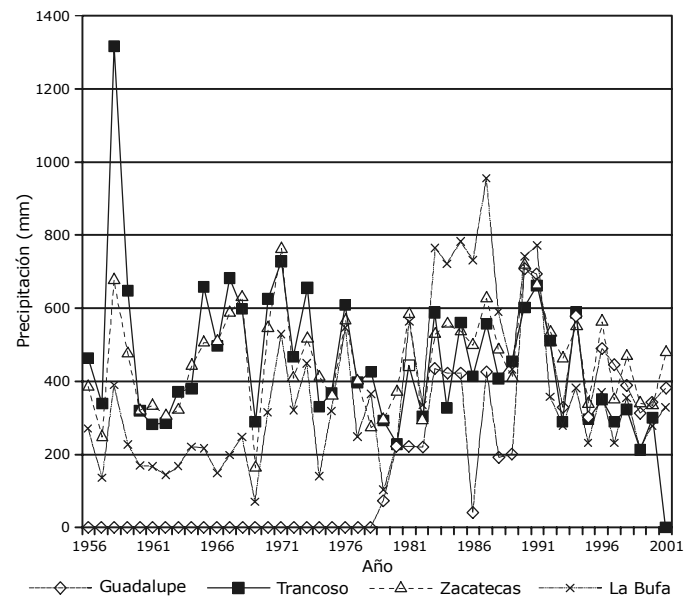


Figura 10. Gráfica que muestra la precipitación promedio anual en las ciudades de Zacatecas, Guadalupe y su entorno. En la figura 8 se muestra la localización de tres de las cuatro estaciones meteorológicas indicadas en la gráfica. La estación de Trancoso está localizada a 15 km al oriente de Guadalupe. Los datos fueron proporcionados por la Comisión Nacional del Agua, Delegación Zacatecas.

CONCLUSIONES

En la planeación del crecimiento de las ciudades de Zacatecas y Guadalupe se han subestimado o no se han tomado en cuenta los peligros naturales potenciales a que están expuestas. Esta falta de conocimiento en parte se debe al escaso conocimiento geológico y geomorfológico de la zona que puede servir como herramienta de planeación para identificar las zonas susceptibles de riesgo por procesos geomorfológicos.

En este trabajo se identificaron cuatro fenómenos geomorfológicos que son potencialmente peligrosos para las obras civiles: la reptación del suelo, depósitos de talud, caída de bloques y formación de cárcavas.

Se definieron siete unidades volcánicas informales que afloran en el Cerro La Virgen y que informalmente se nombraron como Tobas de pómez y líticos, Tobas cristalinas, Tobas líticas, Derrames riolíticos, Tobas de lapilli, Tobas brechadas y Domos. Los fragmentos de estas unidades que se encuentran en los productos derivados de los procesos geomorfológicos son los Derrames riolíticos, Tobas cristalinas y Tobas brechadas; la contribución de los domos se observa únicamente en sus alrededores. El resto de las unidades litológicas contribuyen escasamente en los procesos geomorfológicos, posiblemente por ser materiales fácilmente deleznable.

Las fallas y fracturas de las cabeceras de los arroyos, donde la pendiente es mayor que 45°, son sitios en donde se desprenden bloques de roca o donde inician depósitos de talud.

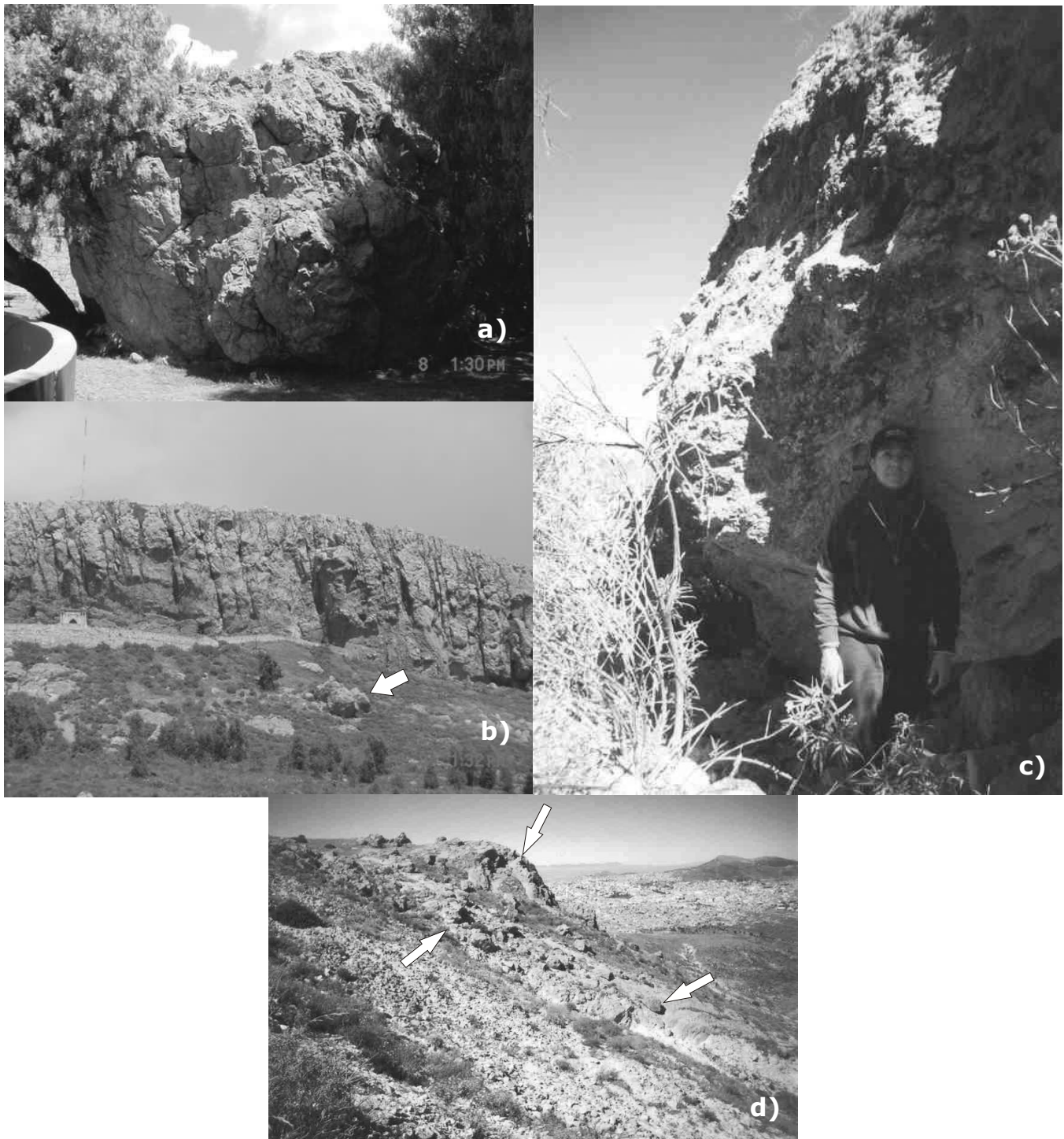


Figura 11. Bloques en o cercanos a la traza urbana: a) bloque de riolítico asociado con el fracturamiento del Cerro La Bufa; b) fracturamiento en el Cerro la Bufa, la flecha señala la ubicación de bloques caídos; c) bloque riolítico asociado con fracturamiento en el Cerro La Virgen; y d) fracturamiento en el Cerro la Virgen, las flechas indican la ubicación de algunos bloques y fracturas.

La orientación de las fallas y fracturas del Cerro la Virgen es hacia el NW y escasas hacia el N, paralelas a la tendencia observada al norte de la Veta de la Cantera; no hay evidencias de fracturamiento concéntrico ni radial.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen los comentarios y sugerencias hechos por Norma Angélica Andrade Haro, María del Socorro Guerrero del Río, Irma González de la Rosa, Ernesto Núñez Peña. Los comentarios y correcciones editoriales de dos árbitros anónimos se agradecen enormemente.

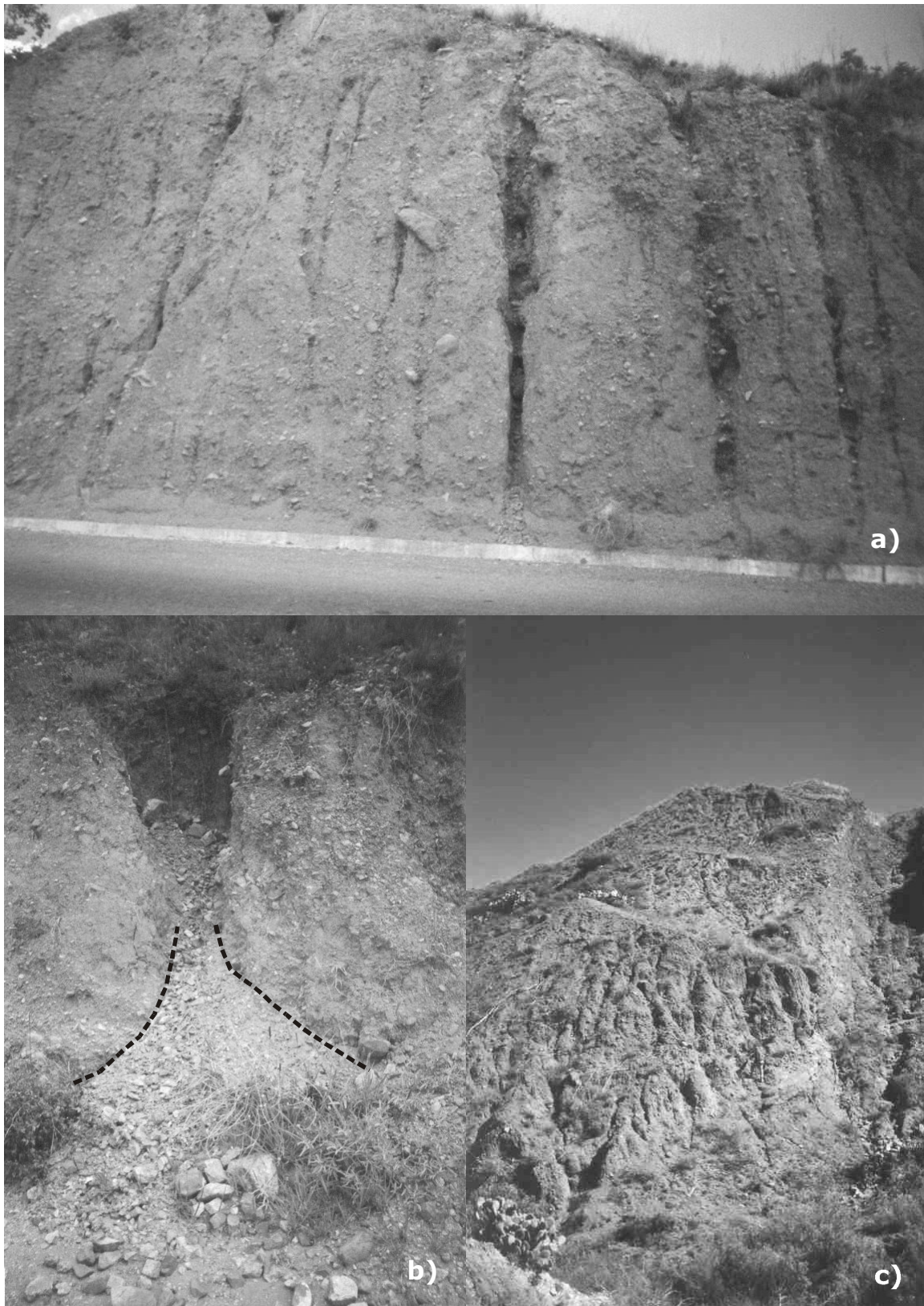


Figura 12. Formación de cárcavas, a) conglomerado moderadamente consolidado en la margen norte de la traza urbana, la pendiente y la consolidación favorecen la formación de las cárcavas; b) formación de una cárcava en un depósito de talud, se observa el pequeño abanico que se forma en la base de la cárcava (líneas punteadas); y c) formación de cárcavas en un depósito artificial en la margen norte del Cerro La Virgen.

REFERENCIAS

- Aranda-Gómez, J.J., Henry, C.D. and Luhr, J., 2000. Evolución tectonomagmática post-paleocénica de la Sierra Madre Occidental y la porción meridional de la provincia tectónica de Cuencas y Sierras, México, Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Vol. LIII, p. 59-71.
- Burckhardt, C., 1906. Sobre el descubrimiento del Triásico marino en Zacatecas, Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Tomo II, p. 43-45.
- Consejo de Recursos Minerales, 1991. Monografía geológico minera del Estado de Zacatecas, Secretaría de Energía, Minas e Industria paraestatal, Subsecretaría de Minas e Industria Básica, 154 pp.
- Enciso-de la Vega, S., 1994. Crecimiento urbano de la Ciudad de Zacatecas y sus asentamientos humanos en zonas mineralizadas polimetálicas, Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, Vol. 11 (1), p. 106-112.
- Escalona-Alcázar, E.J., Suárez-Plascencia, C., Pérez-Román, A.M., Ortiz-Acevedo, O., Bañuelos-Álvarez, C., Nava de la Riva, J.C. y Bañuelos-Quezada, V., 2002. Early Tertiary Volcanism in la Virgen Hill, Zacatecas, México, does it reflect the evolution of a caldera? GEOS, Vol. 22 (2), p. 397
- Escalona-Alcázar, E.J., Nájera-Garza, J., Pérez-Román, A.M. y Nava de la Riva, J.C., 2001. Los Piroclastos y Volcaniclastos Los Alamitos, una descripción alterna, Cerro la Virgen, Zacatecas, GEOS, Vol. 21 (3), p. 319
- Escalona-Alcázar, E.J., Núñez-Peña, E.P., Robles-Berumen, H y Márquez-Tejada, M., 2000. La secuencia volcánica de la margen noroccidental del Cerro la Virgen, una aproximación, GEOS, Vol. 20 (3), p. 305
- Gobierno del Estado de Zacatecas, 1989. Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Diario Oficial, 43 pp.
- Gutiérrez-Amador, M., 1908. Las capas Cárnica de Zacatecas, Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Tomo IV, p. 29-35.
- Instituto Nacional de Estadísticas Geografía e Informática, 1998. Carta topográfica F13B68, Guadalupe, escala 1:50,000.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, 1998. Carta topográfica F13B58, Zacatecas, escala 1:50,000.
- McGehee, R.V., 1976. Las rocas metamórficas del Arroyo La Pimienta, Zacatecas, Zac., Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Tomo XXXVII (1), p. 1-10.
- Nieto-Samaniego, A.F., Alaniz-Álvarez, S.A. y Labarthe-Hernández, G., 1997. La deformación cenozoica postlaramídica en la parte meridional de la Mesa Central, México, Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, Vol. 14 (1), p. 13-25.
- Pérez-Martínez, J.J., 1961. Bosquejo geológico del distrito minero de Zacatecas, Consejo de Recursos Naturales no Renovables, Boletín 52, 37 pp.
- Ponce, B.E. and Clark, K.F. 1988. The Zacatecas Mining District: A Tertiary Caldera Complex Associated with Precious and base Metal Mineralization, Economic Geology, Vol. 83, 1668-1682 p.
- Ransom, W.A., Fernández, L.A., Simmons, Jr., W.B. and Enciso de la Vega, S., 1982. Petrology of the metamorphic rocks of Zacatecas, Zac., Mexico, Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Tomo XLIII (1), p. 37-59.
- Sistema Estatal de Protección Civil, 2002. Atlas estatal de riesgos, Gobierno del Estado de Zacatecas, Secretaría General de Gobierno, 22 pp.

ZONIFICACIÓN DE AMENAZAS NATURALES EN LA CUENCA DEL RÍO SAMALÁ Y ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EN LA POBLACIÓN DE SAN SEBASTIÁN RETALHULEU, GUATEMALA

Manolo Barillas-Cruz¹, Cees van Westen², Elfego Orozco³, Ivo Thonon⁴, Estuardo Lira¹, Graciela Peters Guarín² y Pedro Tax⁵

¹ Oficina Regional USGS, Guatemala

Correo Electrónico: embarillas@intelnet.net.gt

² International Institute for Geo-information Science and Earth Observation, Enschede, The Netherlands

³ Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria, Facultad de Ingeniería, Campus Central Universidad de San Carlos, Guatemala

⁴ Facultad de Ciencias Geográficas, Universidad de Utrecht, Utrecht, Los Países Bajos

⁵ Depto. de Hidrología, INSIVUMEH, Guatemala

RESUMEN

Se realizó el análisis de amenazas naturales por inestabilidad de laderas, inundaciones, ocurrencia de flujos piroclásticos y lahares, con el propósito de cuantificar el impacto que estos fenómenos tienen sobre las más de 300,000 personas que habitan la región. La dinámica geohidrológica de la cuenca del río Samalá (de 1,500 km²) y del complejo volcánico Santa María-Santiago provoca la ocurrencia periódica de oleadas y flujos piroclásticos, lahares e inundaciones repentinas (*flash floods*) que afectan la infraestructura básica (Carretera Panamericana y Puente "Castillo Armas"), centros poblados (principalmente San Felipe, San Sebastián y Retalhuleu) y, en general, la actividad agrícola y ganadera de la región.

Para la determinación de las planicies de inundación del río Samalá se utilizó el método clásico de cálculo de caudales máximos a partir del procesamiento de series de datos históricos para períodos de 100, 50, 25 y 10 años del propio río o cuencas vecinas. Los caudales se utilizaron para un modelado espacial por medio del programa HEC-RAS. Se logró determinar que las crecidas máximas del río Samalá no afectan directamente a San Sebastián, pero pueden provocar enormes daños a la Carretera Panamericana.

El análisis de la inestabilidad de laderas se realizó en la subcuenca del río Nimá I, por ser una de las mayores fuentes de detritos que forman flujos de lodo encausados al río Samalá. Se utilizó un modelo semideterminístico en ambiente SIG llamado *Catch*, que simula el comportamiento de las laderas durante la ocurrencia de deslizamientos. Aparentemente, las mayores inestabilidades en la subcuenca no suceden durante fenómenos extremos (como el Huracán Mitch de 1998); es mucho más importante el comportamiento de la lluvia en períodos anteriores.

Se utilizó el modelo del "Cono de Energía" para determinar las zonas que serían afectadas por flujos piroclásticos en los alrededores del Volcán Santiaguito, a partir de ecuaciones que relacionan la altura teórica de la columna eruptiva, la energía de colapso, la configuración topográfica del terreno y la ubicación del cráter. A pesar que los grandes centros urbanos no serían afectados directamente por columnas de hasta 2,500 m de altura, se considera que al menos 120 poblados menores podrían sufrir algún impacto directo o indirecto.

Finalmente, se determinaron los niveles de riesgo en el poblado de San Sebastián ante inundaciones como las ocurridas durante el Huracán Mitch. Se realizaron entrevistas directas a pobladores afectados por dicho evento. En estas se investigó el daño causado a las viviendas y su contenido, la altura del nivel de agua y otros parámetros de calidad de la construcción y factores socio-económicos. El resultado de la integración de estos parámetros por medio de curvas o funciones de vulnerabilidad demuestra que para este tipo de eventos se pueden esperar pérdidas combinadas de hasta 10 mil dólares por vivienda, principalmente por los daños esperados en los contenidos de las viviendas más que en la edificación en sí.

INTRODUCCIÓN

El registro de eventos catastróficos en el complejo volcánico Santa María-Santiago se remonta a principios del siglo pasado, cuando sucedió la poderosa erupción pliniana del Volcán Santa María (25 de octubre de 1902) considerada como una de las diez más grandes del siglo, con un VEI=6 (Newhall y Self, 1982), columnas

eruptivas de hasta 28 km de altura, producción de entre 5-10 km³ de material dacítico y al menos 5,000 personas muertas (Sapper, 1903; Sapper, 1904; Rose, 1972). A finales de 1922, y en el interior del cráter producido por la erupción recién pasada, se empezó a formar un domo extrusivo dacítico que se ha mantenido activo desde entonces y al cual se le dio por nombre Santiaguito. Justo 7 años después de su nacimiento, el Volcán Santiaguito registró uno de

sus eventos más catastróficos, ya que produjo un flujo piroclástico de considerable volumen ($1,5 \times 10^7 \text{ m}^3$) que se extendió a más de 10 km de distancia y pudo haber matado desde varios cientos hasta 5,000 personas (Mercado *et al.*, 1988). Una gran cantidad de trabajos científicos han contribuido a ampliar el conocimiento sobre este activo complejo volcánico (Sapper, 1903; Sapper, 1904; Rose, 1987a y b).

A pesar de los grandes eventos ya mencionados, está bien claro para muchos autores y para los pobladores de la región que los materiales volcánicos aportados a la red hidrográfica local constituyen el mayor problema hacia las poblaciones, infraestructura crítica y actividad agrícola de la zona, ya que año con año han ocurrido y ocurren destructivos “flujos de lodo” que han provocado destrucción de pueblos enteros como en El Palmar entre 1983 y 1984 (5,400 habitantes afectados), daños considerables a la Carretera Panamericana entre 1988 y 1993 y amenazan con seguir perturbando la actividad socio-económica de la región. No se descarta la posibilidad de que vuelvan a ocurrir grandes erupciones en el complejo volcánico y por ello se siguen monitoreando los eventos hidrometeorológicos periódicos que en conjunto mantienen bajo constante amenaza a más de 300,000 personas.

El diseño e implementación de medidas de mitigación y protección ante los fenómenos de impacto (lahares e inundaciones) debe estar basado en consideraciones técnicas emanadas de estudios y análisis científicos, ya que hasta el momento, las bordas de protección construidas en la margen occidental del río Samalá (con un costo de hasta 100 mil dólares) y las actividades de dragado en el tramo del Puente “Castillo Armas” (que le cuesta al Gobierno Local hasta 500 mil dólares anuales) no han sido suficientes para contenerlas. Al mismo tiempo, el conocimiento de las zonas de afectación de los diferentes fenómenos (Mapas de Amenaza) permitirá a los Organismos Nacionales la optimización de los recursos y fortalecer los niveles de organización comunitaria y preparación ante emergencias de todas las comunidades amenazadas que, en su conjunto, pueden sobrepasar los 120 centros poblados (entre fincas, caseríos, aldeas y ciudades).

DESCRIPCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

La cuenca del río Samalá abarca una superficie aproximada de 1,500 km², en su mayoría comprendidos en el departamento de Retalhuleu y en menor parte Quetzaltenango, con una longitud máxima de 100 km y un ancho máximo aproximado de 35 km. Está comprendida por las sub-cuencas principales Nimá I, que incluye los ríos Nimá I, Nimá II y El Tambor, e Ixpatz. (Figura 1).

METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS

ANÁLISIS DE LLUVIAS, CAUDALES E INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL SAMALÁ

La estimación de caudales máximos se basó en el análisis regional de 24 series de crecidas registradas en igual número de estaciones hidrométricas en cuencas de la Vertiente del Pacífico de Guatemala. El método consiste en obtener una ecuación que relacione el Caudal Máximo Medio (QMM) y el área de la cuenca, así como los caudales estandarizados en función de distribuciones de frecuencia. Se utilizaron 24 series de datos con diferente longitud de registro (entre 8 y 20 años) de 17 cuencas y sub-cuencas y la información de la estación Cantel (Cuenca Samalá) y la estación Caballo Blanco (Sub-cuenca Ocosito). Luego de la estandarización de las series de datos utilizando 4 distribuciones de frecuencia y ajuste de curvas regionales y curvas promedio se derivó la siguiente ecuación:

$$Q_{Tr} = QMM * k_{Tr}$$

donde: Q_{Tr} es el caudal correspondiente a diferentes períodos de retorno Tr ; QMM es la crecida índice (en este caso 681 m³/s) y k_{Tr} es la crecida modular (o estandarizada).

Para la determinación de las planicies de inundación se utilizó el programa HEC-RAS, un modelo matemático hidro-dinámico que calcula las alturas de nivel de agua en función de caudales pre-establecidos a régimen permanente y las condiciones topográficas del cauce natural. Se utilizaron los caudales previamente calculados para 10, 25, 50 y 100 años de recurrencia y se determinaron las secciones transversales del cauce por medio de levantamiento topográfico convencional. Se utilizaron además los coeficientes de rugosidad de Manning (0.035 para cauce principal y 0.040 para planicies de inundación) y coeficientes de contracción y expansión del cauce (0.1 y 0.3 respectivamente). El modelado HEC-RAS se realizó para dos escenarios probables: para cauce actual con bordas de protección y para cauce hipotético sin bordas.

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LADERAS EN LA SUB-CUENCA DEL NIMÁ I

Se utilizó el modelo *Catch* (del vocablo anglo “*catchment*” que significa cuenca) el cual es un modelo semi-determinístico, es decir, que aplica ecuaciones físicas pero tiene una base conceptual. Este modelo simula cómo se comportan las laderas desde el punto de vista hidrológico y geodinámico. Para ello utiliza el módulo de hidrología subterránea y el de estabilidad de laderas. En el primero se incluyen la zona saturada y no-saturada del suelo y los procesos de infiltración y percolación. Con el segundo módulo se calcula el Factor de Seguridad a partir del concepto de la pendiente infinita y utilizando como datos de entrada los resultados del primer modelo (de Joode y van Steijn, 2003). Para ambos módulos se trabaja con datos de entrada tipo raster y datos numéricos al programa PCRaster (Wesseling *et al.*, 1996), el cual es un SIG matricial que permite

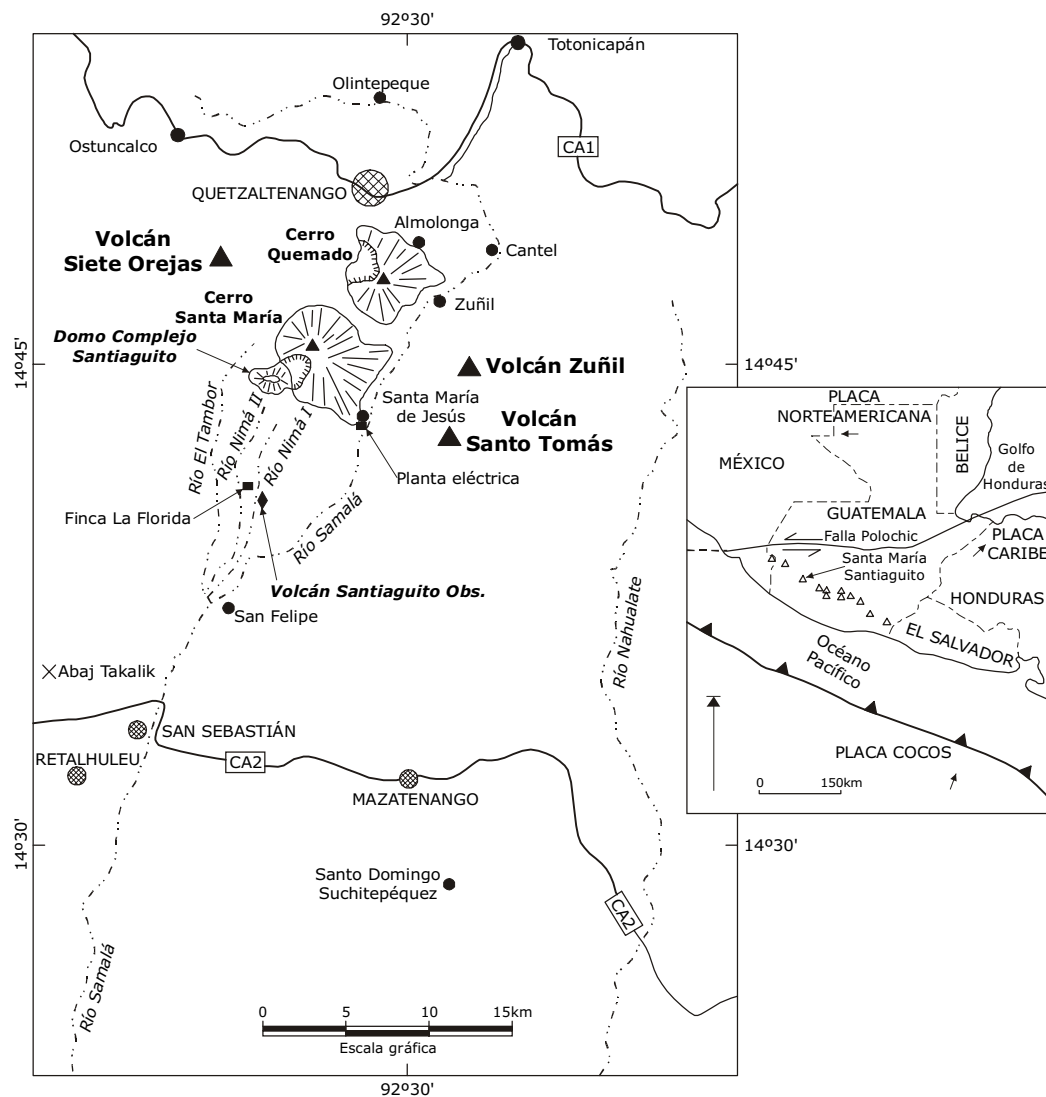


Figura 1. Mapa de ubicación general y elementos básicos del área. El complejo Santa María-Santiaguito forma parte del Cinturón Volcánico de Centro América originado por la influencia de la zona de subducción del Pacífico y su ubicación en la cabecera de la sub-cuenca Nimá I (ríos Nimá I, Nimá II y El Tambor) gobierna la ocurrencia periódica de eventos fluvio-volcánicos. Tomado de Rose (1987b).

correr modelos dinámicos y evaluar resultados en diferentes series de tiempo. Mayor información y detalles sobre este programa se pueden encontrar en <http://pcraster.geog.uu.nl>.

Para los cálculos del Módulo de Hidrología Subterránea se utilizaron los datos de precipitación para el año calendario 1998, con el propósito de evaluar no solamente el comportamiento de las laderas bajo condiciones lluviosas 'normales', sino también el efecto que produce una tormenta de gran intensidad (en noviembre de 1998 ocurrió el Huracán Mitch). El modelo sustrae la evapotranspiración de la cantidad de lluvia y el resto la infiltra en el suelo. La cantidad de agua que no puede ser almacenada en el suelo se elimina y se le considera como escurrimiento y ya no es considerada en las etapas posteriores. Para el cálculo de la percolación se toman en cuenta los parámetros de espesor del suelo, conductividad hidráulica saturada (K_{sat} , en mm/hr), contenido máximo de humedad (θ_{max} , adimensional), actual (AMC) y mínimo (θ_R). Uno de los objetivos de este módulo es calcular el espesor de la capa freática

como factor condicionante en la inestabilidad de las laderas. Este parámetro, junto a la gravedad, la pendiente, densidad, cohesión y ángulo de fricción interna (ϕ) se utilizan en el Módulo de Estabilidad de Laderas para el cálculo de la Presión de Poros (kPa) en el suelo y el Factor de Seguridad (F). El aumento del espesor de la capa freática en el suelo puede provocar que se vuelva inestable, ya que a mayor cantidad de agua hay menor fuerza de resistencia al fallamiento. Si el valor F de una celda en el modelo del terreno es menor que 1.0 se considera a esta celda inestable para una etapa de tiempo dada. Eso significa que existe la posibilidad que ocurra un evento de movimiento de ladera (deslizamiento o flujo de escombros). Si F es mayor que 1.0 se considera que la celda es estable y es improbable que ocurra un evento.

ANÁLISIS DE FLUJOS PIROCLÁSTICOS EN EL VOLCÁN SANTIAGUITO

Para este análisis se utilizó el Modelo del Cono de Energía (Malin y Sheridan, 1982) el cual considera que si una columna eruptiva o un domo colapsa, el flujo gravitacional que se genera se moverá hacia abajo del flanco del volcán bajo la influencia de la energía potencial y la gravedad. En el caso de eventos explosivos se adiciona un componente cinético a la energía del flujo provocando un desplazamiento ligeramente mayor (Sheridan, 1979). La aceleración de los flujos está gobernada entonces por la fuerza de la gravedad, la pendiente local del cono volcánico y sus alrededores y la tangente de la pendiente de la línea de energía, conocida como Coeficiente de Heim. Este concepto de la línea de energía define la relación entre la elevación de la columna de erupción (H) y la máxima distancia de desplazamiento del flujo piroclástico (L), es decir, trata de representar la tasa de disipación de la energía total del flujo.

Debido a que no se contó con los datos suficientes de los límites y alcances de los diferentes depósitos piroclásticos en el Volcán Santiaguito para calcular de forma precisa los parámetros de Heim se utilizaron los valores determinados por Sheridan (1979) para los eventos de 1973. Se evaluaron 7 escenarios diferentes en donde se variaron las alturas de columna eruptiva (desde 600 a 2,500 m). Los resultados obtenidos de cada escenario representan las áreas que serían afectadas ante la ocurrencia de flujos piroclásticos de diferente altura de columna y un coeficiente de Heim de 0.25 y 0.35.

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EN SAN SEBASTIÁN

Para este análisis se realizó interpretación fotogeológica convencional para determinar patrones y efectos de daños por inundación en el tiempo. Se utilizaron fotografías aéreas de alta resolución para elaborar la base de datos catastral de manzanas, lotes y techos. Los atributos fueron recolectados por medio de entrevistas directas con personas de la comunidad.

Las entrevistas se centraron principalmente en la recopilación de datos de daños a viviendas y sus contenidos, altura de agua y otras características de la inundación provocada por el Huracán Mitch en 1998. También se colectaron datos relacionados con el material de construcción de las viviendas y parámetros socioeconómicos. La información de la altura del agua en diferentes puntos fue interpolada por el método de Krigging para generar un modelo de elevación digital de dicho evento.

Los datos recolectados del daño sufrido por edificios fueron graficados contra la altura del agua con el propósito de encontrar una relación. Igualmente, se hizo un graficado del daño sufrido por los edificios contra la distancia de los mismos a las corrientes de agua. Estas curvas de daños fueron convertidas en curvas de vulnerabilidad por medio de la valoración de 0 (sin daño) a 1 (daño total) con lo cual se produjo el Mapa de Vulnerabilidad de Edificios. La vulnerabilidad de los Contenidos de Edificios fue determinada basándose

sándose en los factores del valor de reemplazo del contenido y al porcentaje de daño de los contenidos estudiados. En ambos casos se definieron 4 clases socioeconómicas principales: Baja, Media-Baja, Media y Media-Alta. El valor de vulnerabilidad evaluado fue representado por el porcentaje de daños esperado para cada uno de los artículos para diferentes valores de altura de agua y luego multiplicados por el precio del artículo.

Debido a que no se pudo definir un período de retorno preciso para eventos como el de 1998 no fue posible calcular el riesgo total ante inundaciones en San Sebastián. En su lugar, se calculó la vulnerabilidad (daños) en las viviendas, contenidos y carreteras. Se obtuvieron algunos datos relacionados al valor comercial de los principales elementos en riesgo y se utilizaron para hacer las estimaciones de 'daño esperado' correspondientes.

RESULTADOS OBTENIDOS

Del análisis hidráulico realizado se determinó que la configuración actual de las bordas de protección permitiría contener crecidas con caudales de hasta Q_{50} – hasta 1,547 m³/s. Si las bordas actuales fueron reforzadas y se construyera un tramo nuevo de aproximadamente 800 m en la parte occidental entre las secciones 6 y 7 el área afectada por estas crecidas se podría limitar considerablemente (Figura 2). El peor de los escenarios, en el que sucediera un fallo de las bordas con caudales mayores de Q_{50} , afectaría las áreas cultivadas, los barrios periféricos de San Sebastián y un amplio tramo de la Carretera Panamericana. Aparentemente, el poblado de San Sebastián se ve más afectado por los eventos del río Ixpatz.

En el caso del análisis de laderas, se pudo determinar que las áreas más inestables durante la tormenta extrema del Mitch (entre 65-78 mm diarios, Fulgencio Garavito, INSIVUMEH, comunicación verbal, 2003) se ubican hacia la parte oeste de la cuenca, la cual está conformada principalmente por lavas de baja densidad y poco consolidadas. Se considera que la presión de poros es bastante alta en los escarpes rocosos, ya que el agua subterránea se concentra en estos lugares antes de drenar en el cauce de los ríos por lo que disminuye considerablemente el valor del Factor de Seguridad (F). El período total de inestabilidad para el año Mitch alcanzó los 30 días (Probabilidad de Inestabilidad Anual = 8%); sin embargo, las laderas no son influenciadas por la lluvia durante todo el año sino únicamente durante la época de invierno, por lo que es válido suponer que estos días de inestabilidad solamente ocurren durante la época lluviosa y por lo tanto la probabilidad de inestabilidad anual aumenta al 15% durante todo el invierno. Se logró demostrar que, al parecer, existe una correlación directa entre los cambios de espesor de la capa freática y la estabilidad de las laderas. Al caer la lluvia, el espesor de la capa freática aumenta y eso incide directamente en el área que se vuelve inestable. Asimismo, se determinó que las mayores inestabilidades no sucedieron durante la ocurrencia del fenómeno extremo (Mitch) sino que es mucho más importante el comportamiento de la lluvia en períodos anteriores. El máximo porcentaje de inestabilidad determinado fue del 3% y ese valor se alcanzó entre los días 263-271 (finales de septiembre), justo después de un período de precipitación abundante. En contraste, se

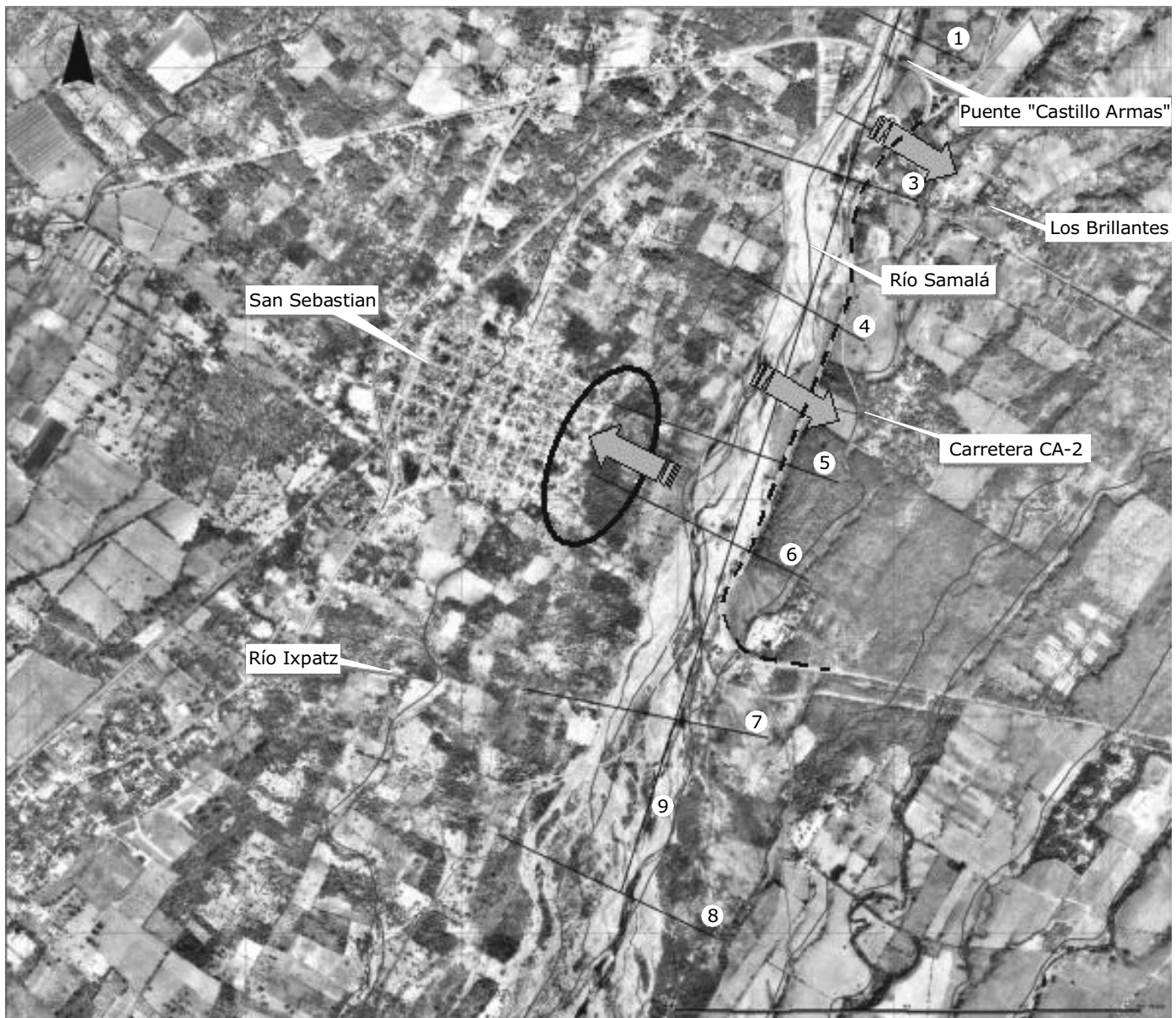


Figura 2. Zonas de afectación para 3 diferentes escenarios de inundación. Las flechas indican los puntos críticos de rebalse afectando la Carretera Panamericana (línea punteada), Finca Los Brillantes y San Sebastián (elipse).

observó que la tormenta de mayor intensidad del año (en el día 170) provocó poca inestabilidad, ya que en los días previos la precipitación había sido escasa y por eso el espesor de la capa freática era reducido (Figura 3).

En el caso de los flujos piroclásticos, se determinó que los grandes centros urbanos (Quetzaltenango, Retalhuleu y San Sebastián) no serían afectados por columnas eruptivas de hasta 2,500 m. Sin embargo, más de 120 centros poblados (fincas, aldeas y caseríos) se encuentran ubicados en la zona de Baja Amenaza, lo cual significa que más de 40,000 personas (MAGA, 2001) tienen el 40% de probabilidades de verse afectadas por un evento de tal magnitud. Además, se vería afectada la carretera que conduce hacia Quetzaltenango y una línea eléctrica de 60Kv que atraviesa la zona en dirección norte-sur. Según se observa en la Figura 4, esta zona coincide aproximadamente con el alcance que tuvo el flujo piroclástico de 1929-polígono negro (Rose, 1987b).

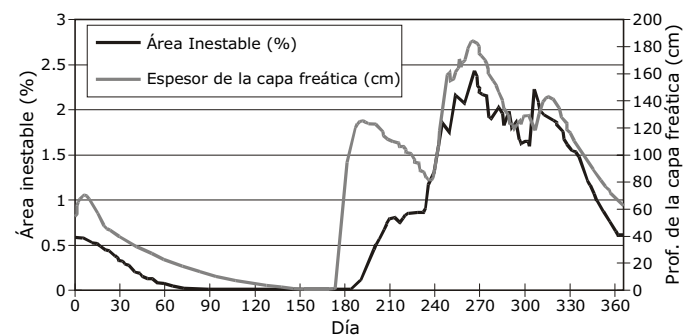


Figura 3. Gráfica que muestra la aparente correlación directa entre el aumento de la inestabilidad de laderas en la subcuenca Nimá I en respuesta al aumento del espesor de la capa freática.

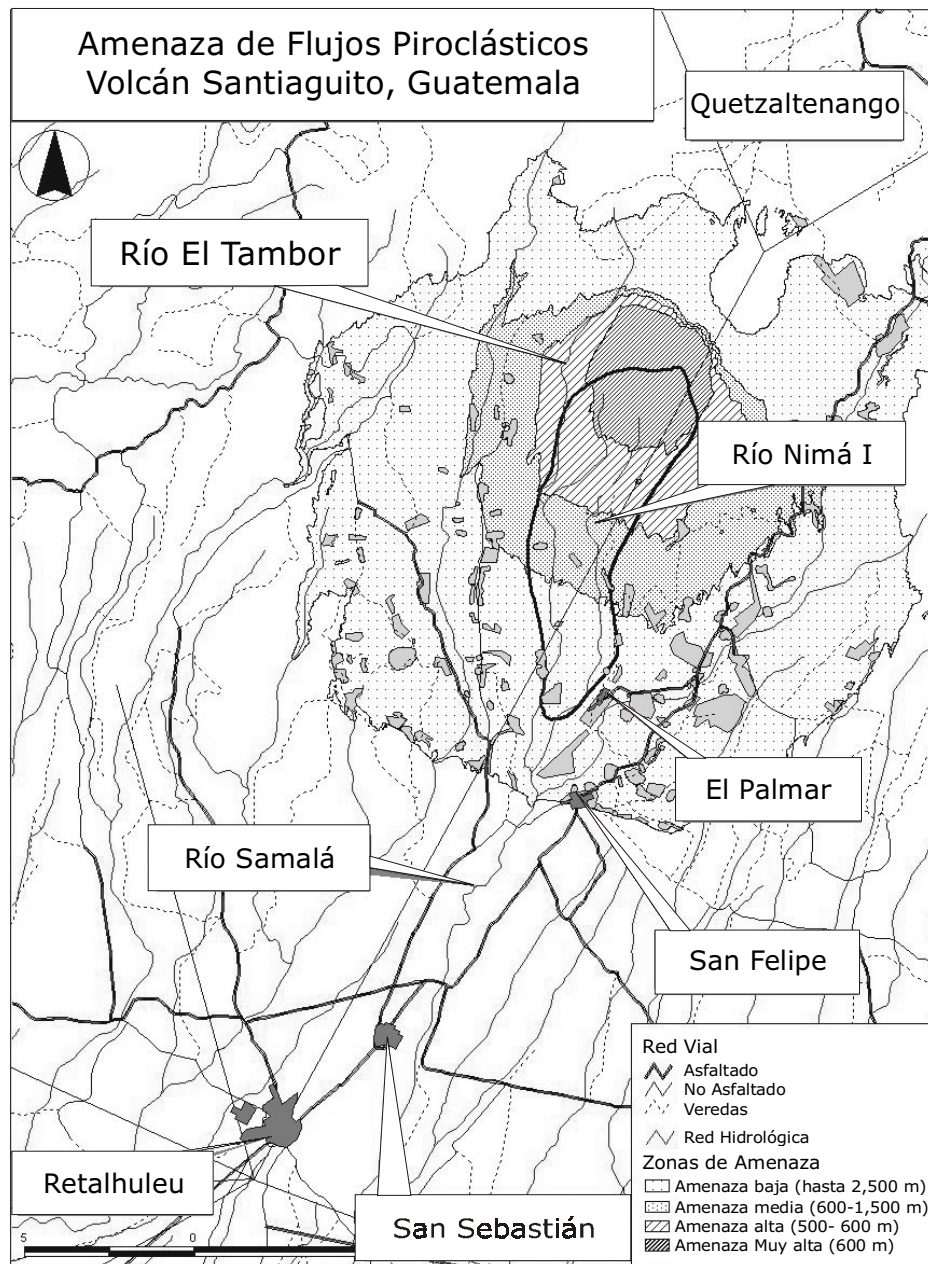


Figura 4. Mapa de Amenaza por Flujos Piroclásticos en el Volcán Santiaguito.

En el área de Amenaza Media (60% de probabilidad) se ubican hasta 19 centros poblados y fincas cafetaleras que ya han sufrido daños anteriores (La Florida y El Faro) y que juntas podrían agrupar hasta 1,500 personas. Esta zona equivaldría a una zona de transición entre ocurrencia de eventos moderados como los de 1929 y eventos pequeños como los de 1973 y corresponde también al área de afectación por flujos de lava. Finalmente, a pesar de que el área de Amenaza Alta (80-100%) incluye únicamente 2 centros poblados (Santo Domingo Palajunoj y San José Patzulín) con unas 47 personas, podría tener una mayor importancia como “*área fuente*” de material volcánico (piroclastos y lavas) para la formación de lahares y flujos de lodo a lo largo de los ríos Nimá I y El Tambor.

Los resultados del análisis de riesgo en San Sebastián demuestran que una inundación como la del Huracán Mitch provocaría pérdidas de hasta 10 mil dólares por vivienda, principalmente en las ubicadas cerca de las corrientes y zonas bajas. Seguramente, la combinación de los diferentes daños esperados (Figura 5) resultaría en la pérdida de por lo menos 800 mil dólares, sin incluir los aproximadamente 500 mil dólares de daños esperados en la red vial.

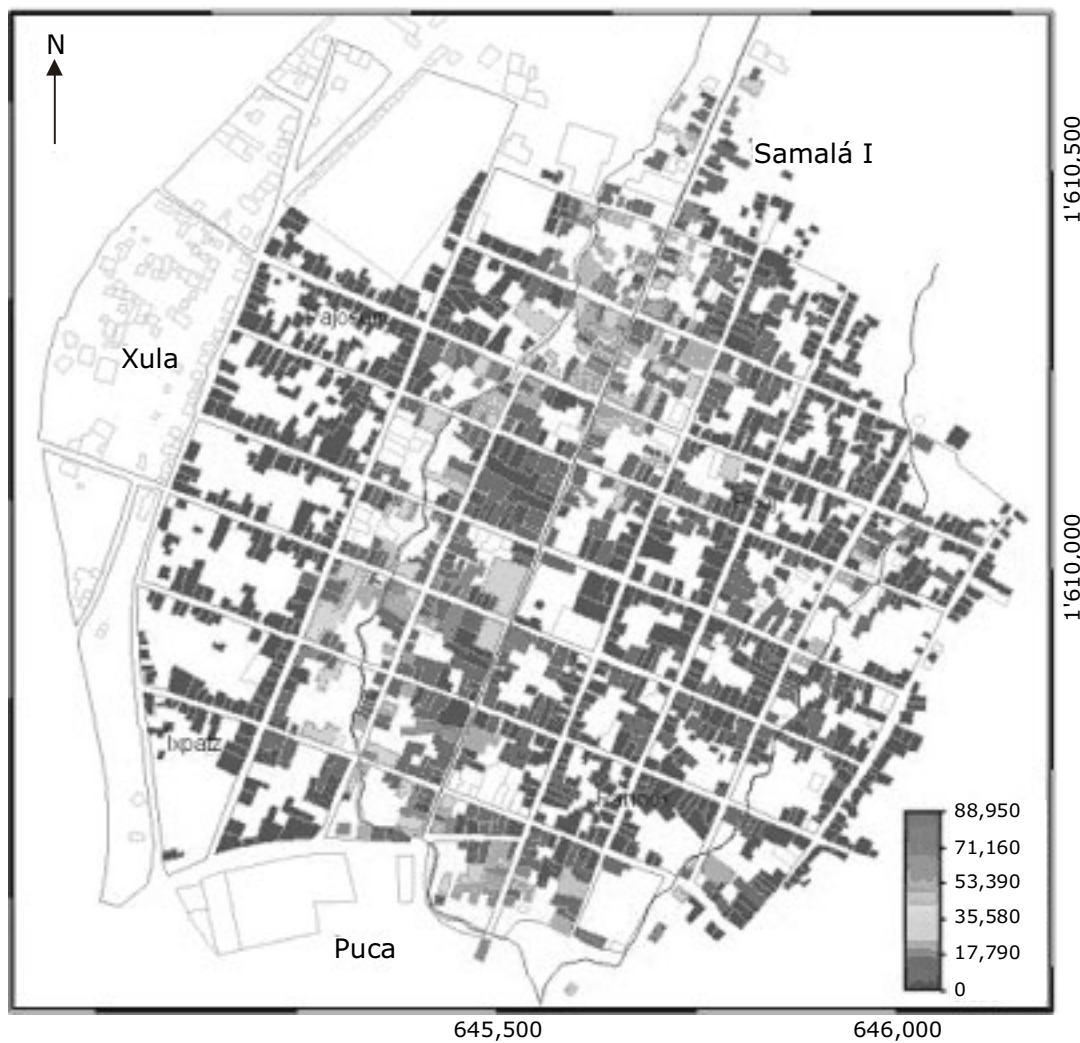


Figura 5. Mapa de Daño Total esperado en las viviendas de San Sebastián.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La actividad geohidrológica en el área de la cuenca Samalá gobierna la ocurrencia de diversos escenarios de amenazas, ya sea actuando individualmente o en forma compleja (amenazas múltiples).

El complejo volcánico Santa María-Santiago ha registrado eventos de diferente magnitud, desde la erupción pliniana de 1902, los flujos piroclásticos de 1929 y 1973 y los eventos periódicos menores (flujos de lava, caída de ceniza, etc.). Estos eventos por sí solos constituyen una amenaza directa contra las poblaciones, infraestructura y actividad agrícola en los alrededores. Los flujos piroclásticos derivados de columnas eruptivas de hasta 2,500 m de altura podrían afectar a más de 40,000 personas en 120 poblados. Sin embargo, todo el material volcánico generado constituye una amenaza secundaria como "material fuente" para la generación de lahares de diferente intensidad.

Durante los meses lluviosos (mayo-octubre) se 'activan' las amenazas húmedas por inundación y flujos de lodo. Los ríos Ixpatz y Cachel provocan daños a la población de San Sebastián como los registrados en 1998 durante el Huracán Mitch. Las pérdidas por eventos como este podrían alcanzar hasta los 10 mil dólares por vivienda y en su conjunto ocasionar daños de al menos 800 mil dólares. Los Lahares originados en los ríos Nimá I, Nimá II y El Tambor, que luego son encauzados al río Samalá, han provocado y seguirán provocando graves daños a las fincas cafetaleras de la región, los centros poblados y la infraestructura vial. La destrucción total de El Palmar en 1984 es una evidencia latente del peligro al que seguirán estando expuestas otras poblaciones como San Felipe, San Sebastián y Retalhuleu.

AGRADECIMIENTOS

La comunidad científica guatemalteca, especialmente aquellos expertos involucrados en este proyecto, agradecen el soporte financiero del gobierno holandés y la asesoría permanente y muy valiosa de los investigadores del ITC (Prof. Cees van Westen), de la Univer-

sidad de Utrecht (Prof. Theo van Asch e Ivo Thonon) y de la Universidad de Delft (Prof. Siefko Slob). Así también, los autores, co-autores y colaboradores agradecen el apoyo de sus Instituciones para el aporte en este trabajo, especialmente al INSIVUMEH (Pedro Tax, Manuel Mota y Gustavo Chigna), CONRED (Juan Gabriel Samayoa y Eugenia García), IGN (Jorge Cárcamo), FAUSAC (Guillermo Santos), ERIIS (Elfego Orozco) y USGS (Manolo Barillas, Estuardo Lira, Lorena Aguilar y Alfredo Arévalo). Finalmente, un agradecimiento a la Unidad de Planificación Estratégica de CONRED, especialmente a Cecilia Zamora, y al Secretario y Sub-secretario Ejecutivo de CONRED por el incondicional apoyo y soporte administrativo en este proyecto. Al final, este trabajo se benefició también con los comentarios de un árbitro anónimo.

REFERENCIAS

- de Joode, A. and van Steijn, H., 2003, PROMOTOR-*df*: a GIS-based simulation model for debris-flow hazard prediction, in press.
- Malin, M.C. and Sheridan, M.F., 1982. Computer-assisted mapping of pyroclastic surges, *Science*, vol. 217, p. 637-693.
- Mercado, R., Rose, W.I., Matias, O. y Giron, J., 1988. November 1929 Dome Collapse and Piroclastic Flow at Santiaguito Dome, Guatemala, *Trans. Am. Geophys. Un.*, 69, p. 1487.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), 2001. Base de datos cartográfica digital 1:250,000, Programa de Emergencia por Desastres Naturales, Unidad de Políticas e Información Estratégica.
- Newhall, C.F. and Self, S., 1982, The Volcanic Explosivity Index (VEI): an estimate of explosive magnitude for historical volcanism, *Journal Geophysical Research*, vol. 87, p. 1231-1238.
- Rose, W.I., 1972. Notes on the 1902 eruption of Santa Maria Volcano, Guatemala, *Bulletin of Volcanology*, Vol. 36, pp. 29-45.
- Rose, W.I., 1987a. Santa Maria, Guatemala: Bimodal soda-rich calkalic stratovolcano, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, v. 33, p. 109-129.
- Rose, W.I., 1987b. Volcanic activity at Santiaguito volcano, 1976-1984, *Geological Society of America, Special Paper 212*, p. 17-27.
- Sapper, K., 1903. Der ausbruch des vulkans Santa Maria en Guatemala, *Centralblatt f. Mineral., Geol. und Palaont.*, p. 33-44.
- Sapper, K., 1904. Die vulkanischen Ereignisse in Mittelamerika in Jahre 1902, *Neues Jahrbuch fur Mineralogie Geologie un Palontologie*, 1, 39 p.
- Sheridan, M.F., 1979. Emplacement of pyroclastic flows: A review. *Geological Society of America, Special Paper 180*, p. 125-136.
- Wesseling, C.G., Karssenbergh, D., van Deursen, W.P.A. and Burrough, P.A., 1996. Integrating dynamic environmental models in GIS: the development of a Dynamic Modelling language, *Transactions in GIS*, vol. 1, p. 40-48.

MEDICIONES DE PRESIÓN ATMOSFÉRICA Y SUBSUPERFICIAL AL NIVEL DEL MAR EN ISLA MUJERES

J.I. González, J. Ochoa y A. Badan
División de Oceanología, CICESE
Correo Electrónico: ignaci@cicese.mx

RESUMEN

Se comparan series de tiempo de tres sensores de presión independientes, uno mide la presión atmosférica, otro la subsuperficial al nivel del mar (y anclado en una posición fija), y el último registra la diferencia entre las dos primeras. Por medio de la aproximación hidrostática, es posible inferir el nivel del mar, con las dos primeras o con la última. En esta nota resaltamos las ventajas de medir la presión subsuperficial y la atmosférica por separado.

INTRODUCCION

La medición histórica del nivel del mar esta basada principalmente en observaciones directas, esto es, en mediciones que no requieren de otra variable para inferirlo. Los bancos de datos así colectados solo contienen información del nivel del mar. En la actualidad, en algunas localidades, el nivel del mar se infiere a partir de mediciones de presión subsuperficial compensadas para eliminar la presión atmosférica; a su vez, la aproximación hidrostática permite convertir el nivel del mar en presión y *viceversa*, siempre y cuando se cuente con mediciones simultáneas de presión atmosférica superficial. La aproximación hidrostática considera a la presión como la producida por el peso de los fluidos por encima del punto, sin importar el movimiento. Esta aproximación requiere que las aceleraciones verticales sean insignificantes respecto las fluctuaciones del gradiente vertical de presión, y es apropiada para movimientos de 'frecuencias bajas'. Es importante reconocer que, tanto para el océano como la atmósfera, el gradiente de presión es la variable relevante para el movimiento. Para el océano es de particular interés distinguir la contribución del gradiente de presión ejercido por la atmósfera y aquel debido al desnivel en la elevación de la superficie marina. Con la excepción de las olas u ondas superficiales, la mayoría de los movimientos oceánicos cuya energía es significativa, son de baja frecuencia en este sentido; i.e. son movimientos en los que la presión esta dictada por:

$$P(z,t) = P_{atm}(t) + \rho g(\eta(t) - z), \quad (1)$$

donde P es la presión en el océano a la profundidad z medida en la dirección contraria a la gravedad desde 'el nivel medio del mar', t es el tiempo, P_{atm} es la presión atmosférica, ρ es la densidad del agua de mar, g la aceleración de la gravedad, y η es la desviación del nivel de la superficie marina con respecto al 'nivel medio del mar'. La presión atmosférica también depende de la altura en la cual se mide. Sin embargo, para diferencias del nivel de medición menores de 30 m, el efecto en las variaciones es imperceptible.

Ciertamente, con las tecnologías actuales, podemos detectar fluctuaciones de presión no hidrostáticas muy tenues y con ellas inferir un sinnúmero de fenómenos de interés. Por ejemplo, los perfiladores de corrientes por efecto doppler acústico, conocidos como ADCP por sus siglas en inglés, miden por medios indirectos, emitiendo y recibiendo señales acústicas, pero estas fluctuaciones no son las que aquí tratamos. Las fluctuaciones de presión que aquí nos interesan son aquellas que se tienen que tomar en cuenta en el balance dinámico de las corrientes marinas energéticas y en las que es válida la aproximación hidrostática. Por ejemplo, las mareas, los remolinos de mesoescala y las corrientes semipermanentes o cuasigeostroficas cuyo campo de presión es dictado por la ecuación 1, o en su forma más general:

$$P(x, y, z, t) = P_{atm}(x, y, t) - \int_{\eta}^z g \rho(x, y, s, t) ds, \quad (2)$$

que es la forma integral de la ecuación hidrostática (i.e. $0 = -\partial P / \partial z - \rho g$), considerando que la condición de frontera consiste en tener la presión atmosférica en la superficie marina. La figura 1 representa esta situación

La gran mayoría de las mediciones del nivel del mar en México se han obtenido con mareógrafos de flotador y en menor medida con "burbujeadores"¹. En la última década se han empleado sistemas acústicos que miden el nivel del mar indirectamente con ecosondas o sensores de presión compensados y no compensados.

Para la vida práctica comunitaria es más útil especificar nivel del mar que la presión. Las tablas de mareas históricas y las actuales son del nivel del mar y no de presión. Estas tablas proporcionan lo que un observador puede apreciar directamente como las lecturas de la regla de mareas o la altura del nivel del mar respecto algún

¹ Los "burbujeadores" registran precisamente la diferencia de presión que se necesita para lograr el burbujeo (i.e. miden $\rho g \eta$), por lo que usando la densidad del agua del mar se puede traducir a nivel del mar. Los burbujeadores son entonces medidores casi directos del nivel del mar, pues solo necesitan la medición de densidad para tal determinación.

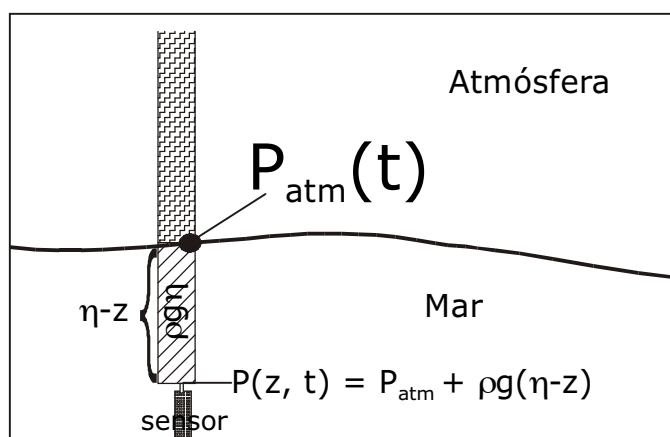


Figura 1. Representación esquemática de la relación entre la presión (P), presión atmosférica (P_{atm}) y nivel del mar (η).

muelle, etc. Para estudios dinámicos, la variable importante es la presión. El campo de presión en el océano incluye la contribución de la presión atmosférica superficial.

En este artículo mostramos series de tiempo de P , P_{atm} y de $P - P_{atm}$ (interpretado en el resto del escrito como $\rho g\eta$, según la ecuación 1) obtenidas con instrumentos independientes. Estas mediciones se tomaron en Isla Mujeres entre los meses de septiembre a diciembre de 1999. Las características de estas series hacen notar que la variación en presión atmosférica es apreciable, en particular para la frecuencia diurna. A partir de esta característica se discute la conveniencia de medir tanto la presión subsuperficial como la barométrica.

DATOS

Los datos provienen de un barómetro y dos sensores de presión subsuperficial, uno compensado y otro no compensado. Los tres instrumentos son independientes entre sí. El sensor de presión subsuperficial no compensado (midiendo P) fue instalado por CICESE, el de presión compensado (midiendo $P - P_{atm}$ e interpretado como $\rho g\eta$)

y el barómetro midiendo P_{atm} fueron instalados y operados por la Secretaría de Marina. Los tres instrumentos si están distanciados unas decenas de metros el uno del otro. La profundidad en la que operan los sensores no es importante, pues lo relevante son las fluctuaciones de presión y no sus valores totales. Las tres mediciones deben cumplir $P - P_{atm} - (P - P_{atm}) = P - P_{atm} - \rho g\eta = \text{CONSTANTE}$, pues la notación en este escrito usa $\rho g\eta = (P - P_{atm})$. Cualquiera de las tres mediciones, en ausencia de ruido o error instrumental, es redundante a las otras.

Las observaciones de P se hicieron a intervalos de 10 minutos. Los datos de $\rho g\eta$ se registran cada 6 minutos. Estos datos del sensor de presión compensado ya habían sido transformados a nivel del mar en unidades métricas, por lo que utilizando la densidad correspondiente a 25°C y salinidad de 36.5 ups se transformaron a milibares. Los datos de P_{atm} se obtuvieron a intervalos de tiempo de 15 minutos. Los tres conjuntos de datos se uniformizaron en milibares a un mismo intervalo de tiempo de 6 minutos, usando interpolación lineal.

En la Figura 2 se comparan las tres mediciones. Las series de tiempo de los sensores de presión compensado ($\rho g\eta$) y no compensado (P) se encuentran en la parte inferior con marrón y verde respectivamente. En la parte superior graficamos con negro la diferencia ($P - \rho g\eta$) y en azul observaciones de P_{atm} . También con línea roja se muestra la tendencia del conjunto P_{atm} y de ($P - \rho g\eta$). Algunas características interesantes se aprecian:

- las señales de P y de $\rho g\eta$ muestran fluctuaciones semidiurnas intensas que no son existentes en P_{atm} .
- la diferencia $P - \rho g\eta$ muestra fluctuaciones significativas con periodos entre 5 y 15 días, que son altamente coherentes con las mediciones de P_{atm} .
- La P_{atm} muestra una tendencia creciente muy lenta que se aleja de $P - \rho g\eta$, indicando una falla en alguno de los instrumentos.

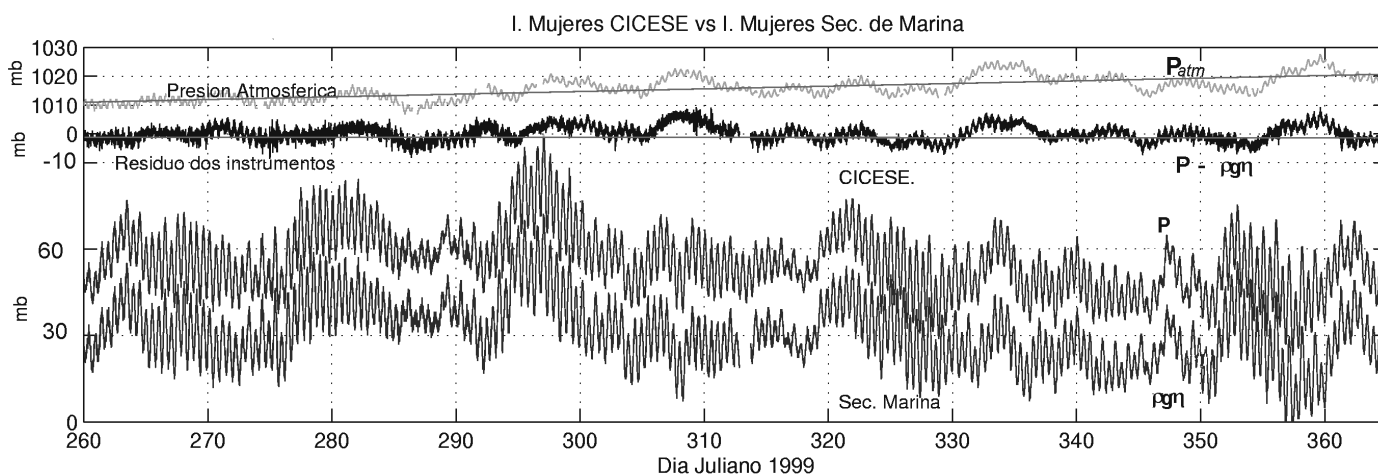


Figura 2. Datos de SCI, SMA, BMA, y RES

CONCLUSIONES

Las variaciones de P_{atm} aunque pequeñas no son despreciables y contribuyen a la presión subsuperficial del sensor no compensado. Estas fluctuaciones en el sensor no compensado pueden malinterpretarse si se asume, como es común, una P_{atm} constante. En los movimientos asociados a tales fluctuaciones el forzamiento directo por la atmósfera no puede descartarse sin un análisis más detallado, que contemple las contribuciones al gradiente de presión.

Sugerimos que hay una mejora substancial al medir al menos dos de las tres variables en los sitios donde se instalen estaciones mareográficas, principalmente aquellas con carácter permanente.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Contralmirante A.F. de Abiega Gamez de la Dirección General Adjunta de Hidrografía y Cartografía, Secretaría de Marina, por proporcionar la fracción mayor de los datos. Otra fracción de los datos fueron proporcionados por el Programa Canek con financiamiento por CICESE y CONACYT. Hacemos un reconocimiento especial al Dr. Modesto Ortiz por su extensa y crítica revisión.

SISMICIDAD DEL CENTRO Y SUR DE MÉXICO (PERÍODO ENERO A JUNIO, 2003)

Javier Fco. Pacheco, Casiano Jiménez, Arturo Iglesias, Jesús Pérez Santana, Sara Ivonne Franco, Jorge A. Estrada, José L. Cruz, Arturo Cárdenas, Tan Li Yi, Maria 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 2003, en el centro y sur de México. Durante el semestre se reportaron 797 sismos, concentrados principalmente a lo largo de la costa del Pacífico mexicano, con poca sismicidad en el interior del continente. El evento más importante ocurrió el 22 de Enero y se localizó frente a las costas de Colima, cerca de la población de Tecomán. El terremoto alcanzó una magnitud ME de 7.6 y MW de 7.5, y se determinó una intensidad máxima de VIII en el estado de Colima. De este sismo se reportan cerca de 60 réplicas entre Enero y Marzo. Para otros 13 sismos importantes se realizó una inversión del momento sísmico utilizando los registros regionales de la red de banda ancha y se listan 12 mecanismos obtenidos y reportados por la Universidad de Harvard (2003). Finalmente se hace una descripción de la sismicidad más importante ocurrida en el primer semestre del 2003.

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 el caso en 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. Debido a que la estación sísmica LPIG, localizada en La Paz, Baja California Sur, estuvo fuera de servicio durante todo el semestre del 2003, los sismos reportados 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, 2003).

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.

En este momento se están realizando pruebas con los algoritmos de Fukuyama y Dreger (2000) para determinar de manera automática y rutinaria el tensor de momento sísmico para los sismos moderados a grandes ($M > 4.8$). Pronto se añadirá a la página del SSN (www.ssn.unam.mx) una sección con las soluciones calculadas en tiempo casi real.

Para los sismos localizados en el centro-sur de México también se reproducen las soluciones obtenidas por la Universidad de Harvard (2003), 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 (2003).

SISMICIDAD DEL PRIMER SEMESTRE DE 2003

En la Figura 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

Tabla 1: Parámetros de fuente.

N°	Fecha	hrmi	seg.	Lat.	Lon.	Prof.	M _w	Acim.	Buz.	Desl.	Fuente
ENERO											
1	030110	0208	02	16.97	-100.30	20	5.0	265	47	68	SSN
			03	16.88	-99.85	45	5.2	241	49	35	HRV
2	030121	0246	54	13.36	-91.64	30	6.3	302	43	89	SSN
			55	13.53	-91.31	41	6.4	290	33	80	HRV
3	030121	0706	59	13.60	-91.41	45	5.2	260	40	42	SSN
			57	13.42	-91.40	55	5.4	276	32	69	HRV
4	030122	0206	34	18.60	-104.22	9	7.6	-	-	-	SSN
			49	18.86	-103.90	26	7.5	308	12	110	HRV
5	030122	1941	42	18.74	-104.55	15	5.7	299	47	79	SSN
			49	18.86	-104.54	20	5.9	299	23	85	HRV
6	030122	2015	38	18.85	-104.48	15	5.1	279	40	72	SSN
			42	18.58	-104.16	15	5.4	271	16	65	HRV
FEBRERO											
7	030201	1630	59	16.51	-93.23	200	5.7	203	57	53	SSN
		1631	01	16.51	-93.23	209	5.8	188	82	56	HRV
8	030205	1901	11	13.42	-91.27	5	5.6	321	84	-84	SSN
			12	13.58	-91.57	44	5.6	330	80	-73	HRV
9	030217	0441	57	18.81	-105.14	5	5.3	292	53	64	SSN
		0442	1	18.59	-104.94	18	5.3	282	34	64	HRV
MARZO											
10	030312	2341	42	26.51	-110.04	5	6.3	258	34	20	SSN
			39	26.63	-110.91	15	6.3	220	81	-9	HRV
11	030315	0639	9	13.88	-91.63	55	4.8	321	42	-105	SSN
12	030327	0744	23	18.01	-101.78	25	4.9	131	89	-80	SSN
			24	18.28	-101.80	31	5.2	310	79	98	HRV
MAYO											
13	030516	0909	24	18.29	-101.26	50	4.8	246	70	-72	SSN
14	030519	1627	11	17.72	-105.70	10	6.2	30	33	-9	SSN
			14	17.72	-105.65	15	6.1	218	80	-33	HRV

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

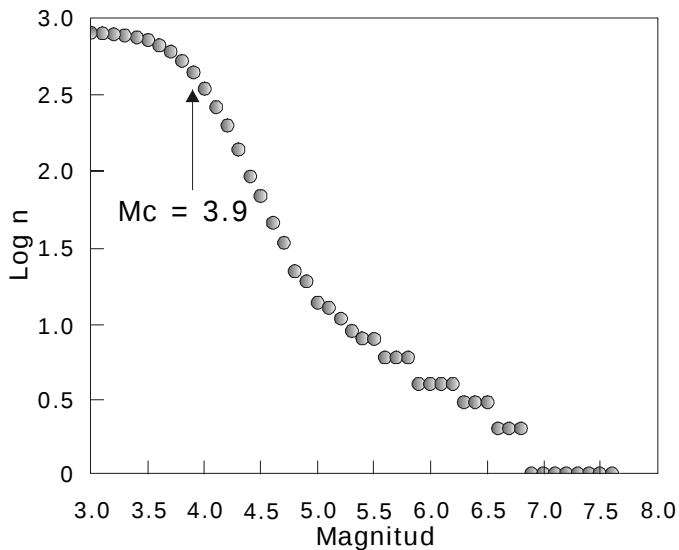


Figura 1. Distribución del número de sismos (n) con magnitud mayor o igual a M.

mínima magnitud de «complitud» que se deriva del catálogo es 4.0. A pesar de que el SSN reporta regularmente sismos con magnitudes menores de 4, 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. En regiones más al norte y dentro del eje Neovolcánico no hay cobertura suficiente para localizar sismos de menor magnitud.

En la Figura 2 se muestra la distribución espacial de los sismos ocurridos durante el primer semestre del 2003. En total se reportaron 797 eventos con magnitudes distribuidas entre 2.8 y 7.6. Los sismos de mayor magnitud se localizaron frente a las costas del estado de Colima, frente a las costas de Guatemala y fuera de la costa, en el Océano Pacífico o el Golfo de California. En total se reportaron 576 sismos superficiales (círculos) y 221 sismos con profundidades mayores de 40 km (cuadrados). El resto de la sismicidad se concentra frente a las costas de los estados con mejor cobertura o de mayor sismicidad, como son Guerrero, Oaxaca y Chiapas.

La tabla 1 presenta los sismos más importantes ocurridos durante el primer semestre del 2003. En esta tabla se puede leer el tiempo de origen (GMT), la localización, la magnitud de momento sísmico (MW) y su mecanismo focal para el mejor doble par. Los mecanismos focales determinados para los sismos más importantes se muestran en la Figura 3. En la tabla 1 se reproducen todos los mecanismos reportados por la Universidad de Harvard (2003) y aquellos determinados por el SSN (2003).

Cuatro sismos sobrepasan la magnitud de 6.0: el primero ocurrió el 21 de Enero frente a las costas de Guatemala (MW 6.4); el segundo, el 22 de Enero frente a las costas de Colima (MW 7.5); el tercero, el 12 de Marzo en el Golfo de California (MW 6.3); y el cuarto, el 19 de Mayo al sur de la Fractura de Rivera (MW 6.1), dentro del Océano Pacífico.

El sismo más importante (evento 4) se registró el 22 de Enero (21 de Enero, hora local) frente a las costas de Colima. El Servicio Sismológico Nacional lo reportó con una magnitud de 7.6, mientras que el Servicio Geológico de Estados Unidos lo reportó inicialmente con una magnitud de 7.8 y más tarde calculó un momento sísmico de MW 7.6. La Universidad de Harvard, luego de revisar la magnitud (inicialmente de 7.4) lo reporta con una magnitud de momento sísmico de MW 7.5. La mayor intensidad reportada fue de VIII en el Estado de Colima (Singh y otros, 2003). Este sismo produjo graves daños en los estados de Colima, Jalisco y Michoacán, con saldo de 21 personas fallecidas y más de 15,000 viviendas dañadas, de las cuales, alrededor de 3,000 resultaron severamente dañadas. En el Distrito Federal, la intensidad medida fue de V, por lo que causó pánico entre la población capitalina. El mecanismo es de cabalgadura, de ángulo de falla somero, por lo que representa una ruptura de la interface entre las placas de Cocos y Norteamérica. La localización, frente a las costas de Tecmán, dentro del graben de Tecmán, lo ubica en una zona de brecha sísmica que no logró ser liberada durante el sismo de Manzanillo de 1995 (MW 8.0). De hecho, su ubicación coincide con la mayor réplica del sismo de 1995 de magnitud MW 6.0 (Escobedo y otros, 1997). La ruptura se propagó con dirección hacia el Noroeste (Yagi, 2003), lo que explica parcialmente el daño ocasionado en la ciudad de Colima y sus alrededores.

Las grandes réplicas registradas que aparecen en la Tabla 1 y Figura 3 se localizan hacia el Noroeste del epicentro, dentro de la zona de ruptura del sismo de 1995. Aparentemente el sismo del 22 de Enero logró disparar sismicidad tanto dentro del conti-

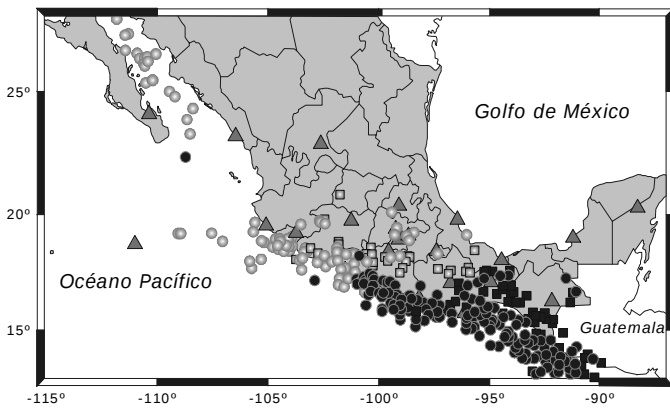


Figura 2. Sismos reportados durante el primer semestre del 2003. Círculos representan eventos superficiales y cuadrados aquellos con profundidades mayores a 40 km. Las estaciones de la red aparecen como triángulos.

nente como fuera de la costa, dentro de la placa oceánica de Cocos. La red de Colima (RESCO) reporta gran actividad dentro del continente luego del gran sismo (Gabriel Reyes, comunicación personal, 2003). Además se registró una secuencia sísmica, a principios de Abril, en Tecomán, Michoacán, dentro del graben de Cotija, a lo largo de la falla de los Reyes, y una secuencia más cercana a la costa, en Tizcuapan, Michoacán, durante los meses de Enero y Febrero. Igualmente se nota un aumento en la sismicidad a lo largo de la fractura de Rivera y sus alrededores, que culmina, más al sur, con un sismo de magnitud MW 6.2 el 19 de Mayo. No es fácil establecer una relación causal entre el sismo de Tecmán y la actividad sísmica que se presenta días, o hasta meses más tarde, sin embargo existen antecedentes de disparo de sismicidad en el interior del continente, causada por grandes sismos de subducción (Singh y otros, 1998).

En este reporte se dan los mecanismos de cuatro sismos ocurridos frente a las costas de Guatemala. Aunque este país está fuera del alcance de la red sísmica del SSN, es importante mantener una observación constante de la sismicidad que se localiza cercana a la frontera entre México y Guatemala. La interfase Norteamérica-Cocos frente a las costas de Chiapas no ha experimentado un gran sismo desde 1903, y debe recordarse que durante la secuencia sísmica de 1902-1903 estuvieron involucradas ambas partes de la zona de subducción, en México y en Guatemala (Ambraseys y Adams, 1996). Por otro lado, la secuencia sísmica de Enero-Febrero-Marzo en Guatemala se asemeja mucho a la secuencia de Noviembre del 2001 a Enero del 2002 que ocurrió en Chiapas frente a las costas de Pijijiapan (Reporte SSN, 2002). Estas secuencias están dominadas por eventos dentro en la placa subducente, mostrando mecanismos tanto de eje de tensión a lo largo de la placa como de eje de compresión en la misma dirección. Este tipo de actividad es considerada por algunos autores como un indicativo de madurez de la zona de contacto entre placas (Astiz y Kanamori, 1986, 1988; Christensen y Ruff, 1983; Dmowska y otros, 1988; Lay y otros, 1989).

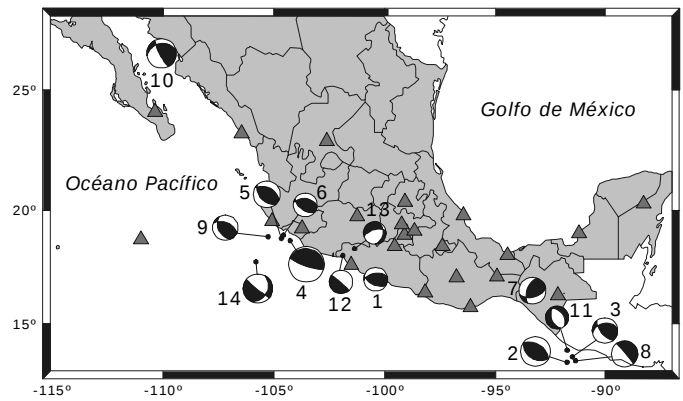


Figura 3. Mecanismos focales de los sismos de mayor magnitud (Tabla 1) ocurridos durante el primer semestre del 2003.

El primero de Febrero se reportó un sismo (evento 7) en Chiapas de magnitud MW 5.7, que fue localizado bajo los altos de Chiapas, a una profundidad de 200 km. El mecanismo es de compresión, con eje de compresión paralelo a la trinchera, lo cual es difícil de explicar a menos que el sismo haya sido producto de esfuerzos generados por alguna contorsión dentro de la placa en subducción. Rebollar y otros (1999) reportan un sismo de magnitud MW 7.2 ocurrido el 21 de Octubre de 1995, a una profundidad de 165 km, muy cercano al sismo de Febrero de este año. Sin embargo, este gran sismo presenta un mecanismo de eje de tensión a lo largo de la placa subducida, que es lo esperado para este tipo de eventos intraplaca. La complejidad del mecanismo del sismo de Febrero no puede deberse a errores en el algoritmo de inversión, ya que las soluciones encontradas por Harvard y el NEIC (2003) son muy similares a la del SSN, con eje de compresión perpendicular a la dirección de subducción.

Dos sismos localizados en el océano, con mecanismo determinado por el SSN, el primero (evento 10) en el Golfo de California, y el segundo (evento 14) al sur de la Fractura de Rivera, aparecen con una solución muy diferente a la determinada por Harvard. Siendo ambos lugares dominados por una tectónica de distensión acotada por fallas transformantes, la solución de Harvard para ambos casos, que muestra fallamiento lateral derecho puro, es la más apropiada. Probablemente la estructura de corteza utilizada por el SSN no es la adecuada para estos eventos, aunque se utilizó un modelo de corteza oceánica joven para las estaciones costeras. El NEIC (2003) reporta varias réplicas del sismo del 3 de Marzo en el Golfo de California que se reflejan en la Figura 2.

El resto de la sismicidad se distribuye a todo lo largo de la costa del Pacífico Sur Mexicano, desde Jalisco hasta Chiapas, con algunos sismos de profundidad intermedia bajo el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, y la zona del río Balsas en Guerrero. De este último lugar se presentan dos mecanismos en la Tabla 1 (12 y 13) de sismos ubicados bajo la depresión del Río Balsas; el primero de fallamiento normal de plano de falla vertical, muy cercano a la costa y similar al sismo de Michoacán de 1997 (Mikumo y otros, 1999, 2000), y el otro, de mecanismo normal con eje de tensión paralelo a la depresión del Balsas. Ambos sismos se produjeron dentro de la placa de Cocos en subducción.

Dentro del eje neovolcánico mexicano se presentaron dos secuencias sísmicas importantes. La primera, como se mencionó anteriormente, se localizó en Los Reyes, Michoacán, durante el mes de Abril. Aparentemente esta sismicidad estuvo asociada al sistema de fallas de los Reyes. Aparentemente, porque no hay estaciones en la región que permitan una localización adecuada de la sismicidad.

Otra secuencia importante se dio el 27 de Junio en Tula, Hidalgo. El sismo del 27 (M 3.6) fue sentido fuertemente por la población de la ciudad de Tula, Hidalgo. El SSN sólo reportó el sismo principal, sin embargo los pobladores de Tula declararon haber sentido más de 3 réplicas en el lapso de 2 días.

También dentro del eje neovolcánico se localizó el sismo de Veracruz del 24 de Mayo (M 4.1). Este sismo superficial ocurrió cercano a la ciudad de Veracruz, pero dentro del Golfo.

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.

REFERENCIAS

- Ambraseys, N.N., and R.D. Adams, 1996. Large-magnitude Central American earthquakes, 1898-1994, *Geophys. J. Int.*, 127, 665-692.
- Astiz L., and H. Kanamori, 1986. Interplate coupling and temporal variation of mechanisms of intermediate-depth earthquakes in Chile, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 76, 1614-1622.
- Astiz, L., and H. Kanamori, 1988. Large intermediate depth earthquakes and the subduction process, *Phys. Earth Planet. Int.*, 53, 80-166.
- Campillo, M., S.K. Singh, N. Shapiro, J. Pacheco, and R.B. Hermann, 1996. Crustal structure of the Mexican volcanic belt, based on group velocity dispersion. *Geofísica Internacional*, 35, No. 4, 361-370.
- Christensen D.H., and L.J. Ruff, 1983. Outer-rise earthquakes and seismic coupling, *Geophysical Research Letters*, 10, 697-700.
- Dmowska, R., J.R. Rice, L.C. Lovison, and D. Josell, 1988. Stress Transfer and Seismic Phenomena in Coupled Subduction Zones During the Earthquake Cycle, *Journal of Geophysical Research*, 93, 7869-7884.
- Escobedo, D., J.F. Pacheco and G. Suárez, 1998. Teleseismic body-wave análisis of the 9 October, 1995 (Mw = 8.0), Colima-Jalisco, México earthquake, and its largest foreshock and aftershock, *Geophysical Research Letters*, 25, 547-550.
- Fukuyama, E., and D.S. Dreger, 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, 2003. <http://www.seismology.harvard.edu/CMTsearch.html>.
- Havskov, J., and M. Macías, 1983. A coda-length magnitude scale for some Mexican stations, *Geofísica Internacional*, 22, 205-213.
- Havskov, J., and L. Ottemöller, 1999. Seisan earthquake analysis software, *Seismological Research Letters*, 70, 532-534.
- Jeffreys, H. and K.E. Bullen, 1940. Seismological Tables, British Association Seismological Committee, London.
- Lay, T., L. Astiz, H. Kanamori, and D.H. Christensen, 1989. Temporal variation of large interplate earthquakes in coupled subduction zones, *Phys. Earth Planet. Int.*, 54, 258-312.
- Lienart, B.R., and J. Haskov, 1995. A computer program for locating earthquakes both locally and globally, *Seismological Research Letters*, 66, 26-36.
- National Earthquake Information Center, NEIC earthquake reports, 2003. <http://earthquake.usgs.gov/activity/past.html>.
- Pacheco, J.F., and S.K. Singh, 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.
- Randall, G.E., C.J. Ammon and T.J. Owens, 1995. Moment tensor estimation using regional seismograms from a Tibetan plateau portable network deployment. *Geophysical Research Letters*, 22, 1665-1668.
- Rebollar, C.J., L. Quintanar, J. Yamamoto and A. Uribe, 1999. Source process of the Chiapas, México, Intermediate-Depth Earthquake, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 89, 348-358.
- Reporte de Sismos SSN, 2002. El sismo del 16 de Enero, 2002. Servicio Sismológico Nacional, UNAM.
- Singh, S.K. and J.F. Pacheco, 1994. Magnitude of Mexican earthquakes, *Geofísica Internacional*, 33, 189-198.
- Singh, S.K., J.G. Anderson and M. Rodriguez, 1998. Triggered seismicity in the Valley of Mexico from major Mexican earthquakes. *Geofísica Internacional*, 31, 1-6.
- Singh, S.K., J.F. Pacheco, L. Alcántara, G. Reyes, M. Ordaz, A. Iglesias, S.M. Alcocer, C. Gutiérrez, C. Valdés, V. Kostoglodov, C. Reyes, T. Mikumo, R. Quaas, and J.G. Anderson, 2003. A preliminary report on the Tecoman, México, earthquake of 22 January 2003 (Mw 7.4) and its effects, *Seismological Research Letters*, 74, 279-289.
- Yagi, Y., 2003. Preliminary results of rupture process for January 22, 2003 Colima, Mexico, earthquake, <http://iisee.kenken.go.jp/staff/yagi/eq/colima/colima.html>.

Tabla 2. Sismicidad reportada por el Servicio Sismológico Nacional durante el primer semestre del 2003.

Fecha	Hora	Lat.	Lon.	Prof.	Mag.	Región Epicentral
ENERO						
01/01/03	02:47:03	16.70N	96.27W	63	3.8	Oaxaca
01/01/03	07:09:27	16.72N	94.70W	116	3.8	Istmo de Tehuantepec
01/01/03	08:57:49	14.57N	94.19W	16	4.1	Golfo de Tehuantepec
01/01/03	12:12:52	15.58N	93.35W	95	4.0	Costa de Chiapas
01/01/03	12:35:21	16.85N	100.15W	23	3.3	Costa de Guerrero
01/01/03	13:53:53	16.18N	95.74W	66	4.1	Oaxaca
02/01/03	01:43:07	15.91N	97.39W	25	3.9	Costa de Oaxaca
02/01/03	08:35:11	13.80N	91.49W	60	4.2	Costa de Guatemala
02/01/03	12:47:08	15.85N	98.80W	15	4.1	Costa de Oaxaca
03/01/03	01:00:07	18.83N	98.56W	8	3.3	Puebla-Morelos
03/01/03	08:33:02	17.06N	101.62W	3	3.7	Costa de Guerrero
03/01/03	09:45:06	17.27N	94.58W	163	4.1	Istmo de Tehuantepec
03/01/03	12:40:53	17.19N	102.83W	16	4.3	Costa Guerrero-Michoacán
04/01/03	04:48:34	17.12N	101.51W	20	3.6	Costa de Guerrero
04/01/03	08:15:24	16.93N	100.23W	17	3.4	Costa de Guerrero
04/01/03	11:40:05	19.16N	103.56W	89	3.9	Jalisco-Colima
04/01/03	19:15:23	16.13N	98.42W	26	3.7	Costa Guerrero-Oaxaca
04/01/03	19:17:39	15.69N	94.02W	16	4.0	Golfo de Tehuantepec
05/01/03	08:13:25	17.37N	100.62W	20	3.4	Guerrero
05/01/03	19:46:01	16.04N	97.55W	25	3.8	Oaxaca
05/01/03	20:42:09	16.06N	96.44W	57	3.7	Oaxaca
05/01/03	20:59:49	16.83N	96.27W	65	3.6	Oaxaca
05/01/03	21:34:41	16.34N	94.94W	78	4.1	Istmo de Tehuantepec
06/01/03	12:42:22	17.24N	100.57W	10	3.2	Guerrero
07/01/03	06:52:21	15.02N	94.02W	16	4.1	Golfo de Tehuantepec
07/01/03	09:02:02	18.17N	98.50W	50	3.6	Puebla-Morelos
08/01/03	06:12:27	14.53N	93.99W	20	4.0	Golfo de Tehuantepec
08/01/03	06:24:59	18.01N	105.78W	33	3.6	Costa de Colima
08/01/03	09:17:06	17.02N	101.75W	10	4.2	Costa de Guerrero
08/01/03	19:24:22	16.92N	100.12W	10	3.7	Costa de Guerrero
08/01/03	19:44:36	14.23N	92.37W	65	4.0	Costa México-Guatemala
08/01/03	19:49:04	16.93N	100.07W	5	4.0	Costa de Guerrero
08/01/03	21:27:22	19.18N	98.97W	13	3.0	Eje Volcánico Oriental
09/01/03	08:26:18	17.09N	99.36W	16	3.5	Guerrero
10/01/03	02:08:02	16.97N	100.30W	30	5.3	Costa de Guerrero
10/01/03	02:31:35	17.08N	100.27W	25	3.5	Guerrero
10/01/03	08:51:25	13.15N	91.20W	8	4.7	Costa de Guatemala
10/01/03	12:47:08	27.25N	111.46W	10	4.1	Golfo de California Sur
11/01/03	00:51:38	16.98N	99.58W	51	3.7	Costa de Guerrero
11/01/03	07:20:34	17.03N	100.89W	10	3.9	Guerrero
11/01/03	11:43:50	16.94N	100.21W	5	3.8	Costa de Guerrero
11/01/03	15:21:09	23.31N	108.50W	10	3.9	Golfo de California Sur
11/01/03	21:13:50	16.95N	100.17W	3	3.7	Costa de Guerrero
12/01/03	04:50:52	17.00N	99.99W	35	3.4	Guerrero
12/01/03	06:19:57	16.09N	97.59W	13	4.1	Oaxaca
12/01/03	19:39:43	13.26N	92.04W	19	4.4	Costa México-Guatemala
12/01/03	20:18:30	17.22N	100.53W	40	4.1	Guerrero
13/01/03	09:50:03	16.98N	100.16W	2	4.1	Costa de Guerrero
13/01/03	14:28:27	32.40N	115.26W	7	3.8	Mexicali, B.C.
13/01/03	18:09:21	16.14N	97.23W	16	3.3	Oaxaca
14/01/03	22:14:33	15.50N	98.93W	6	3.8	Costa de Oaxaca
15/01/03	15:08:57	17.62N	97.21W	80	4.1	Oaxaca
15/01/03	17:54:33	16.02N	97.57W	16	3.8	Oaxaca
16/01/03	01:43:28	17.04N	95.39W	50	3.9	Veracruz-Oaxaca
16/01/03	06:40:01	17.00N	99.64W	26	4.0	Guerrero
16/01/03	08:21:15	19.19N	98.94W	15	3.1	Eje Volcánico Oriental
16/01/03	10:28:21	14.10N	92.70W	20	4.0	Costa México-Guatemala
16/01/03	12:50:01	14.22N	92.68W	23	4.3	Costa México-Guatemala
16/01/03	13:07:24	15.92N	98.63W	18	4.2	Costa de Oaxaca
16/01/03	19:12:17	16.98N	100.06W	5	4.2	Costa de Guerrero
16/01/03	19:16:00	17.02N	100.08W	20	3.1	Guerrero
16/01/03	21:46:37	15.21N	93.77W	35	4.2	Costa de Chiapas
17/01/03	06:09:05	16.89N	100.14W	9	3.5	Costa de Guerrero
17/01/03	07:17:45	18.06N	100.66W	57	3.8	Alto Río Balsas
17/01/03	13:05:16	16.02N	98.93W	17	3.6	Costa Guerrero-Oaxaca
17/01/03	17:05:13	17.28N	94.84W	135	4.1	Istmo de Tehuantepec
17/01/03	19:07:20	14.94N	93.81W	17	4.1	Golfo de Tehuantepec
17/01/03	21:10:10	23.89N	108.65W	10	4.0	Golfo de California Sur
18/01/03	04:01:43	16.20N	98.45W	4	4.3	Costa Guerrero-Oaxaca
18/01/03	06:14:38	15.98N	97.73W	21	3.9	Costa de Oaxaca
18/01/03	07:56:47	15.93N	97.72W	17	3.7	Costa de Oaxaca
18/01/03	11:40:33	15.84N	98.86W	20	3.7	Costa de Oaxaca
18/01/03	18:11:33	15.92N	98.52W	10	4.0	Costa de Oaxaca
19/01/03	01:17:34	16.14N	98.40W	6	3.8	Costa Guerrero-Oaxaca
19/01/03	05:55:28	14.01N	93.25W	16	4.3	Golfo de Tehuantepec
19/01/03	10:41:49	16.91N	100.26W	9	3.6	Costa de Guerrero
19/01/03	12:08:52	18.81N	101.73W	79	3.9	Rio Balsas Inferior
19/01/03	14:23:21	16.25N	99.13W	16	4.0	Costa de Guerrero
19/01/03	16:46:27	26.65N	111.45W	10	4.2	Golfo de California Sur
19/01/03	19:17:22	15.61N	94.24W	37	3.9	Golfo de Tehuantepec
19/01/03	20:28:32	15.81N	95.29W	20	3.8	Golfo de Tehuantepec
20/01/03	05:09:13	15.24N	93.66W	30	4.4	Costa de Chiapas
20/01/03	09:32:08	13.14N	90.62W	76	4.6	Costa de Guatemala

Tabla 2. Continuación

Fecha	Hora	Lat.	Lon.	Prof.	Mag.	Región Epicentral
20/01/03	19:51:57	16.17N	97.55W	59	3.8	Oaxaca
21/01/03	01:28:30	17.17N	100.06W	12	3.2	Guerrero
21/01/03	01:29:28	17.20N	100.07W	4	3.4	Guerrero
21/01/03	02:46:54	13.36N	91.64W	17	6.8	Costa de Guatemala
21/01/03	03:03:27	13.44N	91.58W	20	4.9	Costa de Guatemala
21/01/03	03:25:14	13.50N	91.33W	15	4.3	Costa de Guatemala
21/01/03	04:30:48	17.07N	94.83W	136	3.7	Istmo de Tehuantepec
21/01/03	05:45:23	15.34N	93.27W	32	4.3	Costa de Chiapas
21/01/03	07:06:59	13.60N	91.41W	15	5.1	Costa de Guatemala
21/01/03	07:36:02	13.48N	91.48W	17	4.3	Costa de Guatemala
21/01/03	10:55:24	16.35N	98.46W	18	4.1	Costa Guerrero-Oaxaca
21/01/03	13:37:21	18.10N	98.84W	74	3.5	Puebla-Morelos
21/01/03	14:05:37	13.21N	91.24W	8	4.5	Costa de Guatemala
22/01/03	02:06:34	18.60N	104.22W	9	7.6	Costa de Colima
22/01/03	02:26:44	18.57N	104.30W	10	4.7	Costa de Colima
22/01/03	02:29:02	18.61N	104.42W	5	5.2	Costa de Colima
22/01/03	04:17:20	18.51N	104.48W	5	4.0	Costa de Colima
22/01/03	04:34:15	18.40N	104.22W	23	4.0	Costa de Colima
22/01/03	04:50:44	18.54N	104.20W	4	4.0	Costa de Colima
22/01/03	05:09:35	18.82N	104.20W	30	4.4	Costa de Colima
22/01/03	05:45:08	18.73N	104.18W	5	4.3	Costa de Colima
22/01/03	05:52:43	18.52N	104.35W	6	4.2	Costa de Colima
22/01/03	06:04:41	18.72N	104.17W	7	4.3	Costa de Colima
22/01/03	06:10:00	16.52N	96.02W	16	3.9	Oaxaca
22/01/03	07:05:37	18.70N	104.18W	19	3.8	Costa de Colima
22/01/03	07:13:38	18.13N	99.40W	8	3.7	Taxco-Iguala
22/01/03	09:20:45	18.73N	104.18W	11	3.9	Costa de Colima
22/01/03	09:42:00	18.76N	104.29W	12	3.9	Costa de Colima
22/01/03	10:05:41	18.58N	104.10W	13	3.8	Costa de Colima
22/01/03	15:12:16	18.50N	104.27W	3	3.9	Costa de Colima
22/01/03	15:40:19	17.63N	101.21W	42	4.0	Costa de Guerrero
22/01/03	15:42:50	18.43N	103.96W	20	3.8	Costa de Michoacán
22/01/03	18:39:12	13.75N	91.57W	71	4.6	Costa de Guatemala
22/01/03	19:41:42	18.74N	104.55W	16	5.8	Costa de Colima
22/01/03	19:58:04	18.63N	104.66W	20	4.0	Costa de Colima
22/01/03	20:04:53	18.72N	104.49W	16	3.5	Costa de Colima
22/01/03	20:15:38	18.85N	104.48W	5	5.2	Costa de Colima
22/01/03	21:30:05	18.64N	104.62W	18	3.7	Costa de Colima
22/01/03	21:38:54	16.01N	97.74W	29	3.6	Oaxaca
22/01/03	22:05:24	18.70N	104.58W	16	3.6	Costa de Colima
22/01/03	22:08:05	18.71N	104.59W	16	3.5	Costa de Colima
22/01/03	22:40:54	13.28N	91.59W	18	4.7	Costa de Guatemala
22/01/03	22:42:49	18.69N	104.51W	31	3.9	Costa de Colima
22/01/03	23:09:50	18.75N	104.59W	20	3.9	Costa de Colima
22/01/03	23:37:16	18.70N	104.57W	16	3.7	Costa de Colima
23/01/03	01:30:01	18.64N	104.50W	20	3.9	Costa de Colima
23/01/03	04:46:14	18.91N	104.60W	15	4.0	Costa de Colima
23/01/03	05:33:11	13.31N	92.96W	108	4.5	Costa México-Guatemala
23/01/03	06:26:45	18.81N	104.57W	15	4.0	Costa de Colima
23/01/03	06:56:28	17.74N	101.33W	55	4.0	Costa de Guerrero
23/01/03	08:07:04	18.61N	103.87W	15	3.6	Costa de Michoacán
23/01/03	08:25:28	18.64N	104.15W	20	4.1	Costa de Colima
23/01/03	10:55:00	18.65N	104.35W	9	4.7	Costa de Colima
23/01/03	16:43:20	18.81N	104.12W	36	3.8	Costa de Colima
23/01/03	17:54:37	18.66N	104.34W	16	4.3	Costa de Colima
23/01/03	19:08:43	18.50N	104.33W	22	4.4	Costa de Colima
23/01/03	21:27:21	27.88N	111.83W	10	3.9	Golfo de California Sur
24/01/03	03:33:22	18.32N	102.65W	68	4.1	Costa de Michoacán
24/01/03	06:40:17	18.68N	104.15W	4	3.8	Costa de Colima
24/01/03	07:49:07	18.65N	104.50W	15	4.0	Costa de Colima
24/01/03	09:29:40	18.78N	104.23W	16	3.9	Costa de Colima
24/01/03	10:33:11	18.58N	104.37W	16	3.7	Costa de Colima
24/01/03	11:19:17	18.72N	104.49W	16	3.7	Costa de Colima
24/01/03	15:11:11	29.75N	113.40W	10	4.0	Golfo de California
24/01/03	15:23:41	16.18N	98.38W	4	3.8	Costa Guerrero-Oaxaca
25/01/03	00:26:45	16.92N	100.38W	13	3.6	Costa de Guerrero
25/01/03	04:32:37	14.45N	93.12W	23	4.0	Golfo de Tehuantepec
25/01/03	21:52:42	17.15N	99.40W	36	3.5	Guerrero
26/01/03	00:17:03	15.89N	99.79W	10	3.6	Costa de Guerrero
26/01/03	08:46:48	18.82N	104.45W	4	4.0	Costa de Colima
26/01/03	10:16:58	16.87N	100.14W	12	3.3	Costa de Guerrero
26/01/03	11:52:12	17.01N	99.48W	50	3.5	Guerrero
26/01/03	16:00:46	14.21N	92.70W	24	4.0	Costa México-Guatemala
26/01/03	20:44:26	15.69N	95.45W	16	3.7	Golfo de Tehuantepec
26/01/03	22:10:28	15.65N	95.64W	11	3.7	Golfo de Tehuantepec
26/01/03	23:08:16	16.42N	98.39W	40	3.7	Costa Guerrero-Oaxaca
27/01/03	19:06:40	17.02N	100.29W	10	3.2	Guerrero
28/01/03	03:07:23	16.33N	98.77W	16	3.5	Costa Guerrero-Oaxaca
28/01/03	03:56:09	16.13N	97.51W	19	3.8	Oaxaca
28/01/03	11:29:06	18.47N	104.16W	22	4.2	Costa de Colima
28/01/03	13:11:57	16.89N	94.38W	131	3.7	Istmo de Tehuantepec
28/01/03	13:50:12	17.45N	96.74W	94	4.0	Oaxaca
28/01/03	14:18:01	15.74N	96.19W	29	4.3	Costa de Oaxaca
28/01/03	19:31:22	17.43N	101.23W	41	3.6	Costa de Guerrero
29/01/03	07:00:26	18.54N	104.39W	17	3.7	Costa de Colima

Tabla 2. Continuación

Fecha	Hora	Lat.	Lon.	Prof.	Mag.	Región Epicentral
29/01/03	12:05:31	16.96N	100.24W	7	3.1	Costa de Guerrero
29/01/03	15:22:21	18.28N	100.93W	65	4.0	Alto Río Balsas
29/01/03	16:03:26	16.15N	93.88W	103	4.0	Chiapas
29/01/03	19:38:09	18.75N	104.00W	10	3.8	Costa de Colima
29/01/03	20:37:27	14.27N	92.40W	17	4.2	Costa México-Guatemala
29/01/03	23:28:38	15.94N	95.06W	20	4.0	Golfo de Tehuantepec
30/01/03	10:30:38	14.64N	92.40W	90	3.8	Costa México-Guatemala
30/01/03	18:52:23	15.69N	95.77W	43	3.8	Golfo de Tehuantepec
31/01/03	13:19:59	16.92N	100.19W	6	4.1	Costa de Guerrero
31/01/03	15:56:51	16.99N	100.15W	5	4.5	Costa de Guerrero
31/01/03	17:26:30	16.86N	100.23W	14	3.5	Costa de Guerrero
31/01/03	18:00:05	16.93N	100.18W	9	3.8	Costa de Guerrero
31/01/03	18:23:31	15.39N	96.60W	16	3.8	Costa de Oaxaca
31/01/03	22:33:31	16.98N	100.16W	10	3.7	Costa de Guerrero
FEBRERO						
01/02/03	05:32:37	16.02N	97.09W	35	3.7	Oaxaca
01/02/03	13:49:43	16.96N	100.21W	16	3.4	Costa de Guerrero
01/02/03	14:51:26	16.90N	100.27W	16	3.4	Costa de Guerrero
01/02/03	16:30:59	16.51N	93.23W	216	5.8	Chiapas
01/02/03	20:22:07	17.05N	100.82W	9	3.6	Guerrero
02/02/03	04:03:28	15.89N	98.89W	11	3.9	Costa de Oaxaca
02/02/03	07:26:47	15.65N	97.04W	20	3.6	Costa de Oaxaca
02/02/03	12:16:21	18.56N	101.75W	72	4.5	Río Balsas Inferior
02/02/03	12:44:38	16.91N	100.24W	5	3.5	Costa de Guerrero
02/02/03	18:48:50	17.04N	94.79W	131	4.3	Istmo de Tehuantepec
02/02/03	22:44:07	16.97N	100.19W	11	3.4	Costa de Guerrero
02/02/03	23:09:02	17.04N	100.18W	8	3.8	Guerrero
03/02/03	11:35:08	16.97N	100.20W	15	3.5	Costa de Guerrero
03/02/03	22:13:09	16.97N	100.19W	12	3.4	Costa de Guerrero
04/02/03	03:34:08	18.61N	104.12W	11	4.4	Costa de Colima
04/02/03	03:37:45	18.09N	100.84W	58	4.1	Alto Río Balsas
04/02/03	04:48:15	13.46N	91.21W	20	4.2	Costa de Guatemala
04/02/03	04:58:21	16.22N	93.51W	134	4.2	Chiapas
04/02/03	06:02:18	13.23N	91.63W	102	4.4	Costa de Guatemala
04/02/03	09:29:25	17.00N	100.17W	11	3.5	Guerrero
04/02/03	10:59:03	18.92N	98.51W	2	4.1	Puebla-Morelos
04/02/03	16:29:50	18.59N	104.24W	12	4.4	Costa de Colima
04/02/03	22:43:36	17.92N	100.19W	53	3.7	Guerrero
05/02/03	02:54:57	13.52N	91.82W	76	4.3	Costa de Guatemala
05/02/03	07:17:07	14.90N	92.81W	60	3.9	Costa México-Guatemala
05/02/03	07:54:09	16.31N	99.16W	20	4.2	Costa de Guerrero
05/02/03	11:54:10	27.31N	111.29W	10	3.7	Golfo de California Sur
05/02/03	15:39:09	17.05N	100.19W	19	3.8	Guerrero
05/02/03	19:01:11	13.42N	91.27W	39	5.5	Costa de Guatemala
05/02/03	19:20:46	13.57N	91.37W	40	4.3	Costa de Guatemala
06/02/03	00:24:11	16.94N	100.25W	15	3.5	Costa de Guerrero
06/02/03	02:38:57	15.25N	93.21W	92	4.1	Costa de Chiapas
06/02/03	02:55:55	15.98N	98.33W	7	4.4	Costa de Oaxaca
06/02/03	03:44:11	18.49N	104.05W	20	3.8	Costa de Colima
06/02/03	06:31:38	13.95N	91.81W	56	4.4	Costa de Guatemala
06/02/03	06:53:31	15.98N	98.33W	20	3.9	Costa de Oaxaca
06/02/03	07:26:44	15.54N	97.53W	20	3.9	Costa de Oaxaca
06/02/03	16:56:26	17.01N	100.27W	24	3.2	Guerrero
06/02/03	18:47:59	13.83N	92.45W	16	4.2	Costa México-Guatemala
07/02/03	01:02:30	16.86N	100.38W	2	3.2	Costa de Guerrero
07/02/03	02:19:02	16.27N	98.43W	9	3.8	Costa Guerrero-Oaxaca
07/02/03	03:56:44	15.37N	92.81W	118	4.0	Costa de Chiapas
07/02/03	05:48:14	17.06N	100.18W	11	3.4	Guerrero
07/02/03	07:41:17	16.97N	100.20W	6	4.6	Costa de Guerrero
07/02/03	08:49:21	18.28N	97.24W	69	3.8	Puebla
07/02/03	10:34:04	31.63N	115.51W	8	5.0	Baja California
07/02/03	12:16:53	16.21N	98.09W	9	3.7	Costa Guerrero-Oaxaca
07/02/03	15:18:41	17.04N	100.21W	9	4.0	Guerrero
08/02/03	07:46:55	16.54N	98.52W	21	3.9	Costa Guerrero-Oaxaca
08/02/03	23:05:27	17.25N	100.33W	53	3.5	Guerrero
08/02/03	23:35:45	16.97N	100.17W	10	4.0	Costa de Guerrero
08/02/03	23:47:02	16.94N	100.19W	12	3.7	Costa de Guerrero
09/02/03	05:48:01	15.39N	94.64W	12	3.9	Golfo de Tehuantepec
09/02/03	05:51:35	15.29N	94.42W	18	4.0	Golfo de Tehuantepec
09/02/03	06:15:45	19.04N	98.54W	20	3.3	Eje Volcánico Oriental
09/02/03	09:32:21	14.60N	92.18W	93	4.0	Costa México-Guatemala
09/02/03	10:45:01	13.88N	91.13W	83	4.3	Costa de Guatemala
09/02/03	17:10:37	15.53N	93.35W	114	3.9	Costa de Chiapas
10/02/03	13:46:08	16.92N	101.50W	16	3.7	Costa de Guerrero
10/02/03	22:01:50	14.45N	92.41W	45	3.8	Costa México-Guatemala
11/02/03	02:03:09	16.94N	100.18W	10	3.3	Costa de Guerrero
11/02/03	04:27:50	18.53N	104.03W	13	3.8	Costa de Colima
11/02/03	09:16:00	16.94N	100.18W	9	3.5	Costa de Guerrero
11/02/03	09:51:18	15.99N	99.75W	10	3.7	Costa de Guerrero
11/02/03	10:30:09	16.94N	100.22W	8	3.5	Costa de Guerrero
11/02/03	12:30:50	13.82N	90.22W	17	4.6	Costa de Guatemala
11/02/03	12:53:30	16.90N	100.15W	13	3.5	Costa de Guerrero
12/02/03	02:29:18	15.48N	97.85W	27	3.9	Costa de Oaxaca
12/02/03	05:37:41	16.98N	94.05W	168	3.7	Istmo de Tehuantepec
12/02/03	08:55:14	15.38N	94.60W	24	3.9	Golfo de Tehuantepec

Tabla 2. Continuación

Fecha	Hora	Lat.	Lon.	Prof.	Mag.	Región Epicentral
12/02/03	18:45:34	16.84N	94.91W	109	3.7	Istmo de Tehuantepec
13/02/03	00:42:05	18.75N	103.91W	9	4.0	Costa de Michoacán
13/02/03	00:44:31	18.87N	103.96W	9	4.0	Costa de Michoacán
13/02/03	03:57:58	16.87N	100.21W	4	4.0	Costa de Guerrero
14/02/03	00:52:14	16.89N	100.18W	20	3.6	Costa de Guerrero
14/02/03	02:06:07	17.79N	100.20W	68	4.4	Guerrero
14/02/03	06:53:53	18.53N	104.00W	15	4.1	Costa de Colima
14/02/03	11:34:24	19.04N	98.47W	1	3.8	Eje Volcánico Oriental
14/02/03	11:49:15	17.57N	96.65W	78	3.8	Oaxaca
14/02/03	19:34:46	17.01N	100.20W	8	3.2	Guerrero
14/02/03	20:11:52	18.54N	104.02W	29	3.7	Costa de Colima
14/02/03	21:01:52	13.26N	92.89W	16	4.1	Costa México-Guatemala
16/02/03	04:42:43	17.08N	100.03W	43	3.9	Guerrero
16/02/03	11:06:17	16.29N	99.32W	16	3.7	Costa de Guerrero
16/02/03	20:29:20	13.61N	91.71W	22	4.5	Costa de Guatemala
17/02/03	04:41:57	18.81N	105.14W	16	5.5	Costa de Colima
17/02/03	08:46:03	14.33N	90.93W	16	4.6	Guatemala
17/02/03	18:14:41	19.32N	105.62W	15	4.3	Costa de Jalisco
18/02/03	01:11:09	18.75N	103.88W	16	3.6	Costa de Michoacán
18/02/03	01:54:36	17.01N	100.11W	5	4.0	Guerrero
18/02/03	03:57:46	17.65N	103.42W	16	4.2	Costa de Michoacán
18/02/03	05:16:18	19.18N	107.51W	5	4.8	Costa de Jalisco
18/02/03	05:59:29	18.84N	105.23W	11	4.0	Costa de Colima
18/02/03	07:36:36	19.19N	108.93W	10	4.1	Costa de Jalisco
18/02/03	12:44:52	13.71N	92.34W	100	4.2	Costa México-Guatemala
18/02/03	18:06:19	17.01N	100.45W	8	3.4	Guerrero
19/02/03	00:27:26	18.71N	104.26W	13	3.9	Costa de Colima
19/02/03	00:32:43	19.27N	105.61W	20	4.5	Costa de Jalisco
19/02/03	06:38:06	17.01N	100.16W	5	3.5	Guerrero
19/02/03	09:39:37	18.60N	104.54W	15	4.1	Costa de Colima
19/02/03	16:00:11	16.85N	94.14W	143	3.8	Istmo de Tehuantepec
19/02/03	20:36:50	17.07N	100.67W	2	3.5	Guerrero
20/02/03	04:27:07	16.98N	100.21W	9	3.5	Costa de Guerrero
20/02/03	05:12:17	18.81N	103.84W	15	3.8	Costa de Michoacán
21/02/03	01:13:53	16.94N	100.19W	10	3.4	Costa de Guerrero
21/02/03	01:33:39	16.91N	100.25W	12	3.2	Costa de Guerrero
21/02/03	17:54:52	17.03N	100.15W	20	3.5	Guerrero
22/02/03	08:39:04	19.00N	98.56W	1	3.7	Eje Volcánico Oriental
22/02/03	12:52:40	15.22N	98.24W	16	3.8	Costa de Oaxaca
22/02/03	15:42:35	16.26N	98.72W	11	3.8	Costa Guerrero-Oaxaca
22/02/03	18:00:58	15.91N	98.54W	9	3.9	Costa de Oaxaca
22/02/03	20:36:43	19.10N	98.69W	5	3.7	Eje Volcánico Oriental
23/02/03	06:18:39	15.98N	94.65W	16	4.2	Golfo de Tehuantepec
23/02/03	10:30:29	16.68N	90.97W	20	4.3	México-Guatemala
23/02/03	13:32:34	16.99N	100.16W	7	3.7	Costa de Guerrero
23/02/03	15:14:44	14.82N	95.34W	16	4.0	Golfo de Tehuantepec
23/02/03	19:01:33	19.18N	98.31W	4	3.5	Eje Volcánico Oriental
24/02/03	02:54:00	17.05N	100.03W	6	3.7	Guerrero
24/02/03	13:59:13	16.64N	99.23W	16	3.4	Costa de Guerrero
25/02/03	02:07:36	16.85N	99.94W	32	3.7	Costa de Guerrero
25/02/03	20:05:34	16.53N	99.41W	9	4.2	Costa de Guerrero
25/02/03	21:38:48	17.62N	101.57W	41	4.4	Costa de Guerrero
26/02/03	10:04:16	15.68N	96.14W	7	3.7	Costa de Oaxaca
26/02/03	11:35:31	16.98N	100.15W	8	3.9	Costa de Guerrero
26/02/03	12:48:08	18.60N	104.75W	13	4.2	Costa de Colima
26/02/03	19:00:47	16.94N	95.11W	131	3.9	Oaxaca
26/02/03	19:04:53	17.69N	98.84W	66	3.9	Guerrero-Oaxaca
26/02/03	22:29:01	15.35N	95.97W	6	3.5	Golfo de Tehuantepec
27/02/03	07:31:40	15.74N	96.66W	20	3.6	Costa de Oaxaca
27/02/03	09:38:42	16.87N	99.61W	27	3.7	Costa de Guerrero
27/02/03	11:48:05	16.95N	98.01W	39	3.5	Costa Guerrero-Oaxaca
27/02/03	14:09:18	17.29N	101.18W	16	3.7	Costa de Guerrero
27/02/03	23:00:12	15.20N	95.58W	20	4.0	Golfo de Tehuantepec
28/02/03	05:35:07	13.86N	90.61W	103	4.3	Costa de Guatemala
28/02/03	16:25:57	16.07N	98.81W	14	3.9	Costa Guerrero-Oaxaca
MARZO						
01/03/03	19:13:29	16.44N	95.81W	52	4.0	Oaxaca
02/03/03	13:39:45	16.56N	94.79W	92	3.9	Istmo de Tehuantepec
02/03/03	14:09:47	15.72N	99.00W	16	4.5	Costa de Guerrero
02/03/03	15:37:22	16.00N	99.00W	16	4.0	Costa de Guerrero
02/03/03	16:02:21	17.41N	94.82W	148	3.9	Istmo de Tehuantepec
02/03/03	18:21:14	15.39N	95.79W	43	4.1	Golfo de Tehuantepec
02/03/03	19:48:30	15.14N	95.79W	6	3.7	Golfo de Tehuantepec
02/03/03	20:55:03	13.83N	91.44W	31	4.1	Costa de Guatemala
02/03/03	23:52:54	16.31N	96.17W	85	3.6	Oaxaca
03/03/03	02:43:03	16.21N	91.23W	47	4.1	Chiapas
03/03/03	03:56:12	16.97N	100.19W	7	3.7	Costa de Guerrero
03/03/03	04:16:57	16.96N	100.21W	9	3.5	Costa de Guerrero
03/03/03	05:02:08	15.73N	96.42W	9	3.7	Costa de Oaxaca
03/03/03	12:20:00	15.54N	92.29W	176	3.9	Costa de Chiapas
03/03/03	14:39:30	17.06N	94.08W	165	4.0	Istmo de Tehuantepec
03/03/03	15:10:22	16.85N	94.92W	110	3.9	Istmo de Tehuantepec
03/03/03	17:07:28	17.05N	94.45W	147	3.9	Istmo de Tehuantepec
04/03/03	03:52:25	15.14N	95.74W	18	3.7	Golfo de Tehuantepec
04/03/03	11:27:17	15.35N	92.02W	170	4.0	Costa de Chiapas

Tabla 2. Continuación

Fecha	Hora	Lat.	Lon.	Prof.	Mag.	Región Epicentral
04/03/03	13:42:09	16.04N	98.32W	11	4.4	Costa Guerrero-Oaxaca
05/03/03	04:14:04	16.97N	100.13W	5	3.5	Costa de Guerrero
05/03/03	08:03:24	17.14N	94.80W	134	4.5	Istmo de Tehuantepec
05/03/03	19:14:51	16.03N	98.35W	10	3.8	Costa Guerrero-Oaxaca
06/03/03	05:09:35	14.78N	93.84W	16	4.2	Golfo de Tehuantepec
06/03/03	05:25:22	13.93N	92.18W	10	4.2	Costa México-Guatemala
06/03/03	05:42:37	13.72N	91.91W	11	4.2	Costa de Guatemala
06/03/03	08:34:11	15.24N	95.77W	10	3.9	Golfo de Tehuantepec
06/03/03	22:44:12	16.86N	100.30W	7	3.6	Costa de Guerrero
07/03/03	04:09:36	16.30N	98.46W	17	3.7	Costa Guerrero-Oaxaca
07/03/03	04:39:37	17.22N	95.08W	39	3.5	Veracruz-Oaxaca
07/03/03	06:21:10	16.69N	93.80W	142	4.0	Chiapas
07/03/03	07:23:28	16.90N	100.11W	10	4.0	Costa de Guerrero
07/03/03	11:27:48	14.07N	93.76W	17	4.2	Golfo de Tehuantepec
08/03/03	00:21:27	16.91N	100.26W	14	3.5	Costa de Guerrero
08/03/03	08:59:37	15.95N	97.61W	16	3.9	Costa de Oaxaca
08/03/03	12:35:41	15.67N	97.74W	44	3.9	Costa de Oaxaca
08/03/03	16:04:52	14.11N	93.06W	20	4.2	Golfo de Tehuantepec
08/03/03	19:45:17	18.56N	104.16W	8	4.5	Costa de Colima
09/03/03	10:29:32	14.46N	92.55W	123	4.2	Costa México-Guatemala
09/03/03	15:18:15	17.44N	101.41W	16	3.7	Costa de Guerrero
09/03/03	15:59:01	13.28N	91.02W	73	4.2	Costa de Guatemala
09/03/03	20:38:22	18.52N	104.12W	16	3.9	Costa de Colima
10/03/03	06:47:20	17.07N	100.54W	6	3.8	Guerrero
10/03/03	09:32:00	14.51N	93.57W	17	3.9	Golfo de Tehuantepec
10/03/03	21:11:06	18.24N	102.39W	27	4.5	Costa de Michoacán
10/03/03	22:27:07	14.93N	92.72W	83	4.5	Costa México-Guatemala
11/03/03	06:31:34	18.74N	104.39W	15	4.7	Costa de Colima
11/03/03	06:58:03	17.25N	91.41W	5	4.6	Tabasco-Chiapas
11/03/03	14:44:06	17.00N	100.16W	5	3.2	Guerrero
11/03/03	14:52:11	16.76N	94.18W	131	3.8	Istmo de Tehuantepec
12/03/03	00:32:01	19.00N	104.38W	9	4.0	Costa Jalisco-Colima
12/03/03	00:35:02	13.82N	93.21W	16	4.2	Costa México-Guatemala
12/03/03	05:55:15	15.85N	96.95W	12	4.3	Costa de Oaxaca
12/03/03	06:10:29	16.66N	99.48W	15	3.2	Costa de Guerrero
12/03/03	09:29:22	13.50N	90.72W	103	4.2	Costa de Guatemala
12/03/03	16:13:36	18.38N	101.38W	57	3.7	Río Balsas Inferior
12/03/03	16:38:22	16.13N	98.83W	5	3.4	Costa Guerrero-Oaxaca
12/03/03	22:24:54	18.06N	100.77W	62	3.5	Alto Río Balsas
12/03/03	23:41:42	26.51N	110.04W	12	6.5	Golfo de California Sur
12/03/03	23:46:34	26.40N	110.41W	10	4.8	Golfo de California Sur
13/03/03	01:30:40	25.34N	110.49W	10	3.6	Golfo de California Sur
13/03/03	01:48:52	25.47N	110.18W	10	4.1	Golfo de California Sur
13/03/03	02:25:38	26.23N	110.39W	10	3.8	Golfo de California Sur
13/03/03	02:56:09	16.58N	94.75W	101	3.6	Istmo de Tehuantepec
13/03/03	04:23:04	26.05N	110.54W	10	4.0	Golfo de California Sur
13/03/03	05:52:50	15.97N	97.62W	19	3.5	Costa de Oaxaca
13/03/03	08:12:49	26.34N	110.77W	10	3.7	Golfo de California Sur
13/03/03	08:28:33	14.02N	90.47W	150	4.2	Guatemala
13/03/03	10:05:30	14.36N	94.46W	16	4.2	Golfo de Tehuantepec
13/03/03	14:38:19	26.51N	110.88W	10	4.1	Golfo de California Sur
13/03/03	19:55:43	15.55N	98.23W	20	3.5	Costa de Oaxaca
13/03/03	20:28:26	26.32N	110.59W	10	3.6	Golfo de California Sur
13/03/03	20:48:50	26.12N	110.59W	10	3.5	Golfo de California Sur
14/03/03	04:39:14	15.60N	97.34W	10	4.0	Costa de Oaxaca
14/03/03	08:34:21	17.31N	100.88W	5	4.0	Guerrero
14/03/03	11:59:35	17.03N	95.03W	109	4.0	Veracruz-Oaxaca
14/03/03	19:10:46	16.84N	99.66W	4	3.6	Costa de Guerrero
15/03/03	05:45:26	16.84N	99.62W	3	3.5	Costa de Guerrero
15/03/03	06:39:09	13.88N	91.63W	30	4.9	Costa de Guatemala
15/03/03	08:32:25	18.68N	104.56W	16	3.9	Costa de Colima
15/03/03	09:15:32	18.67N	104.55W	17	3.9	Costa de Colima
15/03/03	10:37:31	15.41N	95.69W	16	3.9	Golfo de Tehuantepec
15/03/03	15:40:47	16.90N	94.76W	57	3.8	Istmo de Tehuantepec
15/03/03	23:33:34	17.65N	101.08W	71	3.9	Costa de Guerrero
16/03/03	17:13:34	14.98N	92.13W	121	3.8	Costa México-Guatemala
16/03/03	19:58:30	17.24N	94.58W	154	3.9	Istmo de Tehuantepec
17/03/03	02:26:12	18.56N	100.28W	40	3.8	Alto Río Balsas
17/03/03	04:29:39	16.97N	99.15W	13	4.0	Costa de Guerrero
17/03/03	10:36:26	16.47N	99.76W	10	3.9	Costa de Guerrero
17/03/03	22:10:12	14.00N	92.64W	22	4.3	Costa México-Guatemala
17/03/03	22:25:04	15.56N	95.95W	5	4.3	Golfo de Tehuantepec
18/03/03	00:05:46	15.67N	95.88W	5	4.3	Golfo de Tehuantepec
18/03/03	00:15:26	15.68N	95.93W	9	4.1	Golfo de Tehuantepec
18/03/03	00:59:37	15.97N	96.76W	70	3.6	Costa de Oaxaca
18/03/03	03:20:36	17.94N	100.50W	53	3.7	Guerrero
18/03/03	04:03:08	15.63N	97.14W	18	3.8	Costa de Oaxaca
18/03/03	09:28:08	16.14N	98.36W	7	4.2	Costa Guerrero-Oaxaca
18/03/03	18:47:26	18.19N	98.57W	67	3.5	Puebla-Morelos
18/03/03	20:32:42	15.62N	96.75W	5	4.3	Costa de Oaxaca
18/03/03	23:39:43	16.04N	98.96W	8	4.0	Costa Guerrero-Oaxaca
19/03/03	04:24:15	14.36N	91.90W	28	4.3	Guatemala
19/03/03	07:20:44	17.00N	100.25W	18	3.6	Guerrero
19/03/03	16:14:57	16.27N	97.32W	67	3.7	Oaxaca
19/03/03	20:03:04	16.07N	94.91W	41	3.9	Istmo de Tehuantepec

Tabla 2. Continuación

Fecha	Hora	Lat.	Lon.	Prof.	Mag.	Región Epicentral
19/03/03	21:41:06	16.94N	94.04W	156	3.8	Istmo de Tehuantepec
20/03/03	01:26:26	18.30N	100.70W	55	3.7	Alto Río Balsas
20/03/03	05:54:46	17.05N	99.49W	34	4.1	Guerrero
20/03/03	06:42:30	16.92N	100.21W	11	3.6	Costa de Guerrero
20/03/03	09:04:12	16.78N	99.55W	16	3.7	Costa de Guerrero
20/03/03	13:21:16	17.39N	100.22W	30	3.9	Guerrero
21/03/03	06:41:22	14.79N	92.08W	123	4.2	Costa México-Guatemala
21/03/03	08:33:18	18.58N	104.48W	18	4.0	Costa de Colima
21/03/03	09:02:42	16.48N	99.79W	5	3.7	Costa de Guerrero
21/03/03	13:38:18	17.31N	101.31W	8	3.9	Costa de Guerrero
21/03/03	21:39:30	17.08N	94.32W	148	3.8	Istmo de Tehuantepec
22/03/03	04:03:51	16.02N	97.17W	14	4.1	Oaxaca
22/03/03	05:55:20	17.07N	100.17W	5	3.1	Guerrero
22/03/03	08:06:13	14.05N	91.86W	6	4.5	Guatemala
22/03/03	17:55:40	26.28N	110.66W	10	4.8	Golfo de California Sur
22/03/03	23:36:24	17.78N	102.34W	24	4.5	Costa Guerrero-Michoacán
23/03/03	00:10:26	17.06N	100.13W	10	3.4	Guerrero
23/03/03	11:26:14	13.84N	91.48W	50	4.3	Costa de Guatemala
24/03/03	01:42:03	14.05N	93.41W	18	3.8	Golfo de Tehuantepec
24/03/03	05:42:44	17.16N	94.31W	154	3.6	Istmo de Tehuantepec
24/03/03	07:13:07	17.09N	100.26W	46	3.5	Guerrero
24/03/03	07:16:55	18.75N	104.56W	16	3.5	Costa de Colima
24/03/03	08:45:39	15.87N	94.88W	28	3.8	Golfo de Tehuantepec
24/03/03	15:34:02	16.92N	100.28W	21	3.8	Costa de Guerrero
24/03/03	15:48:43	15.78N	94.93W	22	4.1	Golfo de Tehuantepec
25/03/03	04:57:21	17.37N	94.83W	140	3.8	Istmo de Tehuantepec
25/03/03	06:13:54	17.54N	95.15W	126	3.9	Veracruz-Oaxaca
25/03/03	16:54:58	17.07N	95.42W	38	4.1	Veracruz-Oaxaca
25/03/03	17:25:07	14.29N	91.95W	27	4.0	Guatemala
26/03/03	00:35:16	15.90N	97.65W	30	3.7	Costa de Oaxaca
26/03/03	07:10:05	14.13N	92.02W	27	4.0	Costa México-Guatemala
26/03/03	09:43:57	16.89N	100.21W	8	3.7	Costa de Guerrero
26/03/03	10:03:58	14.78N	94.00W	20	3.9	Golfo de Tehuantepec
26/03/03	11:40:04	17.09N	100.10W	3	3.7	Guerrero
26/03/03	14:55:22	17.31N	94.46W	180	3.9	Istmo de Tehuantepec
27/03/03	04:53:32	15.66N	93.70W	66	4.1	Costa de Chiapas
27/03/03	05:23:05	17.57N	94.75W	158	4.1	Istmo de Tehuantepec
27/03/03	07:44:23	18.01N	101.78W	25	5.1	Río Balsas Inferior
27/03/03	10:17:51	17.99N	102.05W	15	3.7	Costa Guerrero-Michoacán
27/03/03	11:55:25	16.25N	98.05W	14	3.8	Costa Guerrero-Oaxaca
27/03/03	12:14:32	16.94N	100.15W	5	3.4	Costa de Guerrero
28/03/03	07:19:27	16.81N	100.14W	29	3.6	Costa de Guerrero
28/03/03	22:57:19	15.79N	95.58W	34	3.6	Golfo de Tehuantepec
29/03/03	07:24:46	17.04N	100.04W	5	3.5	Guerrero
29/03/03	16:03:10	16.75N	99.66W	2	3.5	Costa de Guerrero
29/03/03	19:21:18	17.30N	94.63W	139	3.8	Istmo de Tehuantepec
29/03/03	20:39:54	16.43N	99.14W	9	3.9	Costa de Guerrero
30/03/03	00:21:19	13.73N	91.44W	11	4.3	Costa de Guatemala
30/03/03	09:11:54	18.43N	95.57W	100	3.6	Sur de Veracruz
30/03/03	14:28:17	17.03N	100.62W	15	3.6	Guerrero
30/03/03	17:47:38	16.99N	100.13W	5	3.1	Costa de Guerrero
30/03/03	18:28:33	14.03N	92.35W	16	3.9	Costa México-Guatemala
31/03/03	03:23:26	18.01N	99.48W	60	3.3	Taxco-Iguala
31/03/03	08:14:02	17.17N	99.74W	17	3.4	Guerrero
31/03/03	11:51:45	16.62N	91.11W	81	4.2	Chiapas
31/03/03	18:51:33	18.25N	101.46W	45	3.5	Río Balsas Inferior
ABRIL						
01/04/03	01:45:16	16.91N	100.12W	4	3.7	Costa de Guerrero
01/04/03	04:27:39	16.17N	98.20W	6	3.9	Costa Guerrero-Oaxaca
01/04/03	20:17:46	18.43N	103.18W	16	3.6	Costa de Michoacán
02/04/03	02:20:42	15.85N	95.55W	28	3.7	Golfo de Tehuantepec
02/04/03	02:53:42	19.73N	102.57W	57	3.9	Michoacán-Jalisco
02/04/03	11:53:17	16.06N	98.27W	7	3.9	Costa Guerrero-Oaxaca
02/04/03	21:47:50	15.81N	92.93W	162	4.3	Costa de Chiapas
03/04/03	09:44:01	20.79N	101.67W	149	3.9	Guanajuato
03/04/03	17:06:31	17.00N	94.15W	145	4.1	Istmo de Tehuantepec
03/04/03	19:38:03	16.27N	95.14W	12	3.8	Oaxaca
04/04/03	02:10:31	15.75N	92.79W	145	3.8	Costa de Chiapas
04/04/03	02:45:58	17.26N	94.75W	144	3.5	Istmo de Tehuantepec
04/04/03	11:26:48	16.03N	94.85W	51	4.4	Istmo de Tehuantepec
05/04/03	00:58:13	16.67N	99.91W	41	3.5	Costa de Guerrero
05/04/03	13:23:30	16.99N	100.29W	29	3.4	Costa de Guerrero
05/04/03	14:59:40	16.52N	95.90W	68	3.8	Oaxaca
05/04/03	16:17:44	16.69N	93.81W	151	3.9	Chiapas
05/04/03	16:53:31	18.00N	100.63W	48	3.7	Alto Río Balsas
05/04/03	17:12:35	14.28N	93.72W	19	4.2	Golfo de Tehuantepec
05/04/03	18:38:36	16.95N	100.20W	14	3.8	Costa de Guerrero
05/04/03	20:50:06	24.81N	109.17W	10	3.5	Golfo de California Sur
06/04/03	01:57:55	16.57N	94.56W	98	3.9	Istmo de Tehuantepec
06/04/03	09:46:08	15.55N	94.81W	20	4.0	Golfo de Tehuantepec
06/04/03	20:48:17	16.02N	95.92W	58	3.9	Oaxaca
07/04/03	03:16:48	16.99N	100.45W	29	3.7	Costa de Guerrero
07/04/03	03:18:06	16.62N	99.51W	13	3.7	Costa de Guerrero
07/04/03	07:16:17	19.67N	102.59W	20	4.0	Michoacán-Jalisco
07/04/03	07:42:04	19.60N	102.52W	16	3.9	Michoacán-Jalisco

Tabla 2. Continuación

Fecha	Hora	Lat.	Lon.	Prof.	Mag.	Región Epicentral
07/04/03	09:46:50	13.18N	92.00W	10	4.6	Costa México-Guatemala
07/04/03	10:15:30	17.98N	98.69W	53	3.9	Guerrero-Oaxaca
07/04/03	16:37:54	16.95N	98.05W	14	3.6	Costa Guerrero-Oaxaca
07/04/03	18:06:46	18.74N	104.04W	6	4.1	Costa de Colima
07/04/03	23:42:22	16.85N	99.55W	30	4.0	Costa de Guerrero
08/04/03	03:34:45	18.73N	104.62W	16	3.9	Costa de Colima
08/04/03	05:56:35	18.68N	104.65W	16	3.9	Costa de Colima
08/04/03	09:47:18	14.46N	93.21W	25	4.2	Golfo de Tehuantepec
08/04/03	10:28:42	16.90N	95.20W	104	3.9	Oaxaca
08/04/03	13:28:37	14.86N	92.48W	85	4.0	Costa México-Guatemala
08/04/03	18:59:23	15.99N	96.04W	60	3.6	Costa de Oaxaca
08/04/03	20:02:49	16.66N	99.61W	15	3.7	Costa de Guerrero
09/04/03	00:51:21	16.81N	94.28W	126	3.8	Istmo de Tehuantepec
09/04/03	11:33:02	17.03N	100.14W	10	3.9	Guerrero
10/04/03	00:56:21	13.83N	91.85W	96	4.4	Costa de Guatemala
10/04/03	20:32:31	16.73N	95.18W	101	3.9	Oaxaca
11/04/03	02:33:52	15.09N	95.98W	15	3.8	Golfo de Tehuantepec
11/04/03	10:50:34	16.12N	97.28W	16	3.7	Oaxaca
11/04/03	18:28:39	16.21N	99.42W	18	3.8	Costa de Guerrero
12/04/03	05:38:51	19.60N	102.38W	16	3.6	Michoacán-Jalisco
12/04/03	09:33:06	19.70N	102.40W	86	3.6	Michoacán-Jalisco
12/04/03	14:28:21	19.06N	99.20W	9	3.1	Eje Volcánico Central
13/04/03	02:13:46	15.70N	93.77W	86	4.5	Costa de Chiapas
13/04/03	10:43:31	14.30N	93.15W	23	4.4	Golfo de Tehuantepec
14/04/03	08:43:25	17.34N	94.03W	24	4.1	Istmo de Tehuantepec
14/04/03	10:21:06	14.67N	92.12W	6	4.3	Costa México-Guatemala
14/04/03	12:08:07	18.08N	103.67W	54	3.5	Costa de Michoacán
14/04/03	12:58:26	17.59N	93.99W	64	4.3	Istmo de Tehuantepec
14/04/03	15:29:49	18.38N	101.81W	16	3.8	Río Balsas Inferior
14/04/03	19:02:14	15.58N	93.46W	69	4.0	Costa de Chiapas
14/04/03	21:56:11	16.96N	94.57W	125	3.7	Istmo de Tehuantepec
14/04/03	22:38:57	16.76N	99.64W	6	3.5	Costa de Guerrero
14/04/03	22:39:25	14.90N	94.10W	22	4.3	Golfo de Tehuantepec
14/04/03	23:09:00	14.74N	92.45W	104	4.0	Costa México-Guatemala
15/04/03	01:34:23	18.72N	103.96W	32	4.1	Costa de Michoacán
15/04/03	04:48:18	16.14N	96.68W	53	3.6	Oaxaca
15/04/03	08:21:17	25.03N	109.43W	10	4.9	Golfo de California Sur
15/04/03	11:40:34	14.38N	92.87W	22	4.3	Costa México-Guatemala
15/04/03	19:42:09	16.00N	94.95W	26	3.6	Istmo de Tehuantepec
16/04/03	02:35:28	14.41N	94.83W	16	4.4	Golfo de Tehuantepec
16/04/03	03:14:28	16.05N	97.60W	16	3.5	Oaxaca
16/04/03	05:55:21	16.25N	96.42W	47	3.7	Oaxaca
16/04/03	10:36:20	16.32N	95.28W	47	3.9	Oaxaca
16/04/03	20:54:22	15.51N	94.81W	20	4.1	Golfo de Tehuantepec
17/04/03	07:24:49	13.46N	91.37W	88	4.2	Costa de Guatemala
17/04/03	08:41:47	18.56N	103.25W	20	3.9	Costa de Michoacán
17/04/03	13:39:37	18.13N	103.37W	17	3.7	Costa de Michoacán
17/04/03	13:46:21	13.28N	91.78W	10	4.4	Costa de Guatemala
18/04/03	01:34:59	17.00N	99.74W	43	3.4	Guerrero
18/04/03	14:23:15	17.02N	100.09W	22	3.1	Guerrero
18/04/03	15:11:49	17.03N	100.35W	42	3.4	Guerrero
18/04/03	15:18:13	13.91N	91.37W	24	4.3	Costa de Guatemala
18/04/03	16:45:57	16.26N	98.03W	8	4.4	Costa Guerrero-Oaxaca
18/04/03	16:56:55	13.01N	90.17W	70	4.6	Costa de Guatemala
18/04/03	17:08:15	16.22N	97.48W	38	3.7	Oaxaca
19/04/03	11:38:27	16.18N	97.27W	25	4.4	Oaxaca
20/04/03	00:01:44	13.93N	93.19W	20	4.1	Costa México-Guatemala
20/04/03	00:57:47	15.91N	97.01W	23	4.2	Costa de Oaxaca
20/04/03	20:26:56	17.17N	100.58W	13	3.9	Guerrero
20/04/03	23:19:51	16.16N	97.55W	13	3.6	Oaxaca
21/04/03	00:54:56	17.01N	100.53W	39	3.5	Guerrero
21/04/03	07:56:27	17.41N	101.31W	32	4.6	Costa de Guerrero
21/04/03	11:47:28	15.78N	94.29W	43	3.8	Golfo de Tehuantepec
22/04/03	08:15:12	17.37N	100.95W	49	4.0	Guerrero
22/04/03	09:52:19	16.13N	100.51W	16	4.0	Costa de Guerrero
22/04/03	19:34:47	16.89N	94.83W	118	4.2	Istmo de Tehuantepec
23/04/03	06:54:02	17.10N	99.56W	25	3.6	Guerrero
23/04/03	20:37:17	15.64N	93.78W	35	4.1	Costa de Chiapas
23/04/03	21:24:47	17.67N	101.64W	36	4.0	Costa de Guerrero
24/04/03	13:54:54	15.84N	98.87W	17	3.7	Costa de Oaxaca
25/04/03	01:50:20	18.97N	98.53W	13	3.7	Puebla-Morelos
25/04/03	06:07:52	17.52N	101.18W	9	3.1	Costa de Guerrero
26/04/03	00:19:07	17.47N	100.36W	53	3.5	Guerrero
26/04/03	00:41:00	16.86N	100.08W	31	3.5	Costa de Guerrero
26/04/03	02:45:53	18.31N	101.45W	98	4.1	Río Balsas Inferior
26/04/03	04:27:02	18.11N	100.31W	59	3.8	Alto Río Balsas
26/04/03	05:56:33	13.45N	92.24W	12	4.7	Costa México-Guatemala
26/04/03	15:49:04	18.65N	104.38W	14	4.2	Costa de Colima
26/04/03	20:00:14	16.93N	100.14W	5	3.6	Costa de Guerrero
27/04/03	01:06:13	22.39N	108.71W	18	4.7	Cordillera Pacífico Oriental
27/04/03	05:27:37	13.62N	91.01W	8	4.6	Costa de Guatemala
27/04/03	11:03:23	19.18N	109.05W	10	4.2	Cordillera Pacífico Oriental
27/04/03	11:55:19	13.73N	92.26W	33	4.2	Costa México-Guatemala
27/04/03	13:13:24	18.87N	104.47W	10	4.3	Costa de Colima
27/04/03	19:01:11	15.14N	95.68W	16	3.8	Golfo de Tehuantepec

Tabla 2. Continuación

Fecha	Hora	Lat.	Lon.	Prof.	Mag.	Región Epicentral
28/04/03	00:14:47	19.55N	103.46W	4	4.0	Jalisco-Colima
28/04/03	03:27:35	14.00N	93.25W	23	4.4	Golfo de Tehuantepec
28/04/03	06:20:25	19.00N	98.50W	10	3.7	Eje Volcánico Oriental
28/04/03	10:43:17	15.44N	93.59W	35	4.1	Costa de Chiapas
28/04/03	16:02:24	24.34N	108.36W	10	3.7	Golfo de California Sur
29/04/03	01:20:31	18.38N	103.33W	29	3.7	Costa de Michoacán
29/04/03	02:18:21	13.93N	92.27W	15	4.5	Costa México-Guatemala
29/04/03	17:53:48	15.39N	95.14W	10	4.2	Golfo de Tehuantepec
29/04/03	19:31:30	15.87N	98.15W	16	4.1	Costa de Oaxaca
29/04/03	20:57:50	16.83N	100.05W	21	4.0	Costa de Guerrero
29/04/03	23:07:32	13.74N	92.33W	16	4.3	Costa México-Guatemala
30/04/03	03:46:13	15.42N	95.68W	16	3.8	Golfo de Tehuantepec
30/04/03	05:29:08	16.99N	94.57W	151	3.7	Istmo de Tehuantepec
30/04/03	12:53:50	17.21N	100.85W	15	3.5	Guerrero
30/04/03	15:41:38	17.15N	99.73W	36	3.4	Guerrero
30/04/03	15:45:01	18.59N	104.00W	16	3.7	Costa de Colima
30/04/03	17:25:51	18.28N	100.24W	65	3.8	Alto Río Balsas
30/04/03	20:24:15	18.84N	107.01W	4	4.2	Océano Pacífico
MAYO						
01/05/03	13:39:49	16.28N	98.50W	16	4.4	Costa Guerrero-Oaxaca
01/05/03	23:40:01	15.40N	93.76W	188	3.9	Costa de Chiapas
02/05/03	21:58:18	13.90N	91.67W	15	4.0	Costa de Guatemala
03/05/03	00:54:46	13.72N	91.45W	16	4.1	Costa de Guatemala
03/05/03	03:08:20	15.88N	98.54W	14	3.9	Costa de Oaxaca
03/05/03	07:23:27	14.78N	93.23W	61	4.1	Golfo de Tehuantepec
03/05/03	07:40:53	14.83N	93.18W	65	3.9	Golfo de Tehuantepec
03/05/03	16:42:03	16.75N	99.93W	18	3.9	Costa de Guerrero
03/05/03	22:03:23	17.48N	95.76W	106	3.7	Veracruz-Oaxaca
03/05/03	23:19:32	19.63N	105.55W	18	4.7	Costa de Jalisco
04/05/03	04:24:16	16.88N	93.88W	187	3.8	Chiapas
05/05/03	03:48:14	14.07N	92.74W	20	4.4	Costa México-Guatemala
05/05/03	04:03:19	13.83N	92.62W	17	4.3	Costa México-Guatemala
05/05/03	04:16:05	13.84N	92.79W	21	4.1	Costa México-Guatemala
05/05/03	05:01:29	18.63N	104.05W	6	3.9	Costa de Colima
05/05/03	07:30:13	16.43N	98.47W	5	3.6	Costa Guerrero-Oaxaca
05/05/03	07:37:40	15.88N	98.24W	2	4.0	Costa de Oaxaca
05/05/03	08:12:42	15.71N	96.45W	14	3.8	Costa de Oaxaca
05/05/03	09:47:21	17.14N	94.89W	130	3.6	Istmo de Tehuantepec
05/05/03	14:05:06	15.76N	92.39W	233	4.2	Costa de Chiapas
05/05/03	19:39:01	13.12N	92.58W	82	4.1	Costa México-Guatemala
05/05/03	23:11:53	16.94N	93.96W	175	3.8	Chiapas
06/05/03	00:26:21	19.23N	105.64W	10	3.8	Costa de Jalisco
06/05/03	04:37:31	14.03N	93.45W	16	4.1	Golfo de Tehuantepec
06/05/03	08:32:34	13.96N	92.69W	16	3.9	Costa México-Guatemala
06/05/03	08:57:24	14.89N	93.28W	26	3.8	Golfo de Tehuantepec
06/05/03	14:01:20	17.21N	100.15W	3	3.3	Guerrero
07/05/03	04:50:11	16.99N	100.23W	15	3.8	Costa de Guerrero
07/05/03	08:33:36	13.75N	92.04W	20	4.7	Costa México-Guatemala
07/05/03	12:54:36	16.57N	99.07W	16	3.5	Costa de Guerrero
07/05/03	13:17:03	17.57N	95.95W	74	4.2	Veracruz-Oaxaca
07/05/03	15:21:42	17.06N	100.16W	8	3.6	Guerrero
08/05/03	04:54:01	17.95N	102.73W	19	4.0	Costa Guerrero-Michoacán
08/05/03	20:14:14	19.66N	102.53W	99	3.6	Michoacán-Jalisco
08/05/03	22:37:19	16.72N	99.68W	7	3.4	Costa de Guerrero
09/05/03	07:33:44	16.05N	94.94W	29	3.7	Istmo de Tehuantepec
09/05/03	07:51:53	19.74N	102.39W	87	3.8	Michoacán-Jalisco
09/05/03	15:27:23	14.17N	91.14W	10	4.1	Guatemala
09/05/03	18:45:42	16.74N	99.86W	26	3.3	Costa de Guerrero
09/05/03	19:33:22	16.00N	97.73W	32	3.6	Oaxaca
10/05/03	02:41:49	16.34N	94.73W	65	3.8	Istmo de Tehuantepec
10/05/03	16:22:37	17.91N	101.04W	25	3.2	Costa de Guerrero
11/05/03	20:36:06	16.90N	100.19W	5	3.1	Costa de Guerrero
12/05/03	19:13:06	17.21N	95.26W	125	4.1	Veracruz-Oaxaca
13/05/03	06:31:48	18.29N	100.53W	65	4.2	Alto Río Balsas
14/05/03	05:45:34	16.19N	93.68W	52	3.8	Chiapas
15/05/03	04:22:46	16.99N	100.14W	10	3.2	Costa de Guerrero
15/05/03	04:34:45	16.89N	100.24W	12	3.2	Costa de Guerrero
15/05/03	06:36:47	17.69N	95.85W	102	3.9	Veracruz-Oaxaca
15/05/03	07:48:08	16.95N	100.19W	8	3.5	Costa de Guerrero
15/05/03	15:09:03	16.70N	99.74W	10	3.5	Costa de Guerrero
15/05/03	18:19:36	16.97N	100.16W	10	3.3	Costa de Guerrero
16/05/03	09:09:24	18.29N	101.26W	69	4.9	Río Balsas Inferior
17/05/03	02:20:52	14.59N	93.28W	34	4.3	Golfo de Tehuantepec
17/05/03	06:31:58	19.40N	99.12W	18	3.1	Eje Volcánico Central
17/05/03	07:16:02	16.47N	99.22W	20	4.5	Costa de Guerrero
17/05/03	07:46:39	16.80N	94.46W	123	3.9	Istmo de Tehuantepec
18/05/03	08:14:52	18.55N	103.00W	50	4.0	Costa de Michoacán
18/05/03	08:42:28	16.62N	100.48W	6	3.9	Costa de Guerrero
18/05/03	14:33:39	15.69N	92.91W	184	4.5	Costa de Chiapas
18/05/03	18:09:50	16.97N	100.18W	6	4.2	Costa de Guerrero
18/05/03	20:57:58	14.66N	92.84W	26	4.2	Costa México-Guatemala
18/05/03	22:40:13	16.58N	100.38W	5	3.6	Costa de Guerrero
19/05/03	00:19:46	14.88N	92.35W	106	4.4	Costa México-Guatemala
19/05/03	03:54:38	16.97N	100.18W	5	3.9	Costa de Guerrero
19/05/03	14:46:46	16.96N	100.20W	11	3.2	Costa de Guerrero

Tabla 2. Continuación

Fecha	Hora	Lat.	Lon.	Prof.	Mag.	Región Epicentral
19/05/03	16:27:11	17.72N	105.70W	10	6.2	Costa de Michoacán
20/05/03	11:52:38	15.54N	93.22W	59	4.2	Costa de Chiapas
20/05/03	20:47:03	16.08N	98.84W	15	4.0	Costa Guerrero-Oaxaca
21/05/03	01:21:49	18.31N	101.04W	23	3.9	Río Balsas Inferior
21/05/03	16:03:44	15.88N	93.80W	88	4.7	Costa de Chiapas
22/05/03	13:12:23	16.39N	99.20W	11	3.7	Costa de Guerrero
22/05/03	22:31:38	15.99N	96.24W	52	3.9	Costa de Oaxaca
23/05/03	01:08:33	17.19N	100.51W	10	2.8	Guerrero
23/05/03	01:09:01	17.19N	100.50W	10	3.0	Guerrero
23/05/03	11:53:52	18.28N	101.44W	71	4.2	Río Balsas Inferior
23/05/03	21:59:35	18.20N	98.98W	25	3.9	Puebla-Morelos
23/05/03	23:50:14	18.23N	98.95W	40	3.6	Puebla-Morelos
24/05/03	02:43:58	16.92N	94.31W	140	4.2	Istmo de Tehuantepec
24/05/03	12:15:23	16.38N	98.51W	17	3.6	Costa Guerrero-Oaxaca
24/05/03	13:32:37	15.39N	94.73W	11	4.7	Golfo de Tehuantepec
24/05/03	16:16:32	19.09N	95.91W	21	4.1	Costa de Veracruz
24/05/03	20:34:26	16.73N	99.64W	3	3.3	Costa de Guerrero
25/05/03	04:27:35	13.85N	93.40W	19	4.5	Costa México-Guatemala
25/05/03	06:13:20	16.64N	99.45W	12	3.6	Costa de Guerrero
25/05/03	08:40:05	16.36N	96.38W	54	3.7	Oaxaca
25/05/03	10:54:37	14.21N	93.34W	20	4.1	Golfo de Tehuantepec
25/05/03	16:09:27	18.14N	100.39W	63	3.5	Alto Río Balsas
25/05/03	18:51:49	16.99N	100.14W	12	3.4	Costa de Guerrero
27/05/03	03:51:29	13.27N	92.60W	6	4.7	Costa México-Guatemala
27/05/03	08:05:30	14.76N	94.18W	16	4.3	Golfo de Tehuantepec
27/05/03	09:32:54	16.93N	100.12W	10	4.0	Costa de Guerrero
27/05/03	15:25:24	15.49N	91.99W	211	4.6	Guatemala
28/05/03	02:20:45	16.96N	100.17W	5	3.4	Costa de Guerrero
28/05/03	05:23:33	16.88N	100.13W	25	4.0	Costa de Guerrero
28/05/03	05:44:46	16.87N	100.12W	7	3.4	Costa de Guerrero
28/05/03	05:56:36	16.91N	100.11W	10	3.5	Costa de Guerrero
28/05/03	06:32:47	16.86N	100.14W	12	3.4	Costa de Guerrero
28/05/03	10:37:07	17.42N	94.52W	161	4.0	Istmo de Tehuantepec
28/05/03	15:06:38	17.35N	100.86W	10	3.5	Guerrero
28/05/03	21:35:07	18.08N	105.27W	15	4.3	Costa de Colima
30/05/03	04:26:30	16.39N	95.77W	66	3.9	Oaxaca
30/05/03	11:23:16	13.84N	92.83W	16	4.3	Costa México-Guatemala
30/05/03	16:16:10	16.88N	100.10W	5	3.5	Costa de Guerrero
30/05/03	17:45:39	17.32N	101.71W	5	3.8	Costa de Guerrero
31/05/03	14:51:59	14.48N	93.11W	23	4.3	Golfo de Tehuantepec
31/05/03	21:08:58	16.11N	98.19W	15	4.3	Costa Guerrero-Oaxaca
31/05/03	21:29:29	14.19N	93.54W	18	4.1	Golfo de Tehuantepec
JUNIO						
01/06/03	09:52:38	16.91N	100.23W	12	3.4	Costa de Guerrero
01/06/03	17:07:27	17.15N	100.74W	11	4.2	Guerrero
02/06/03	06:58:26	15.98N	93.52W	124	4.1	Costa de Chiapas
02/06/03	20:59:41	15.77N	93.76W	96	4.0	Costa de Chiapas
03/06/03	00:20:44	16.97N	100.17W	8	4.3	Costa de Guerrero
03/06/03	01:56:29	16.95N	100.17W	11	3.9	Costa de Guerrero
03/06/03	02:32:07	16.90N	100.21W	6	3.1	Costa de Guerrero
04/06/03	05:14:51	15.60N	92.57W	186	4.0	Costa de Chiapas
04/06/03	05:51:46	16.15N	97.10W	49	3.4	Oaxaca
04/06/03	08:45:50	17.22N	94.67W	155	3.5	Istmo de Tehuantepec
04/06/03	10:17:43	14.94N	91.56W	191	4.3	Guatemala
04/06/03	13:04:01	14.08N	91.79W	155	4.5	Guatemala
05/06/03	00:47:25	16.98N	100.21W	7	4.1	Costa de Guerrero
05/06/03	04:33:14	17.34N	100.15W	53	3.9	Guerrero
05/06/03	06:23:30	16.95N	100.20W	7	3.4	Costa de Guerrero
05/06/03	08:25:26	17.50N	98.96W	42	3.4	Guerrero-Oaxaca
05/06/03	09:14:40	18.55N	101.84W	37	4.0	Río Balsas Inferior
05/06/03	16:04:06	16.89N	100.23W	8	3.1	Costa de Guerrero
05/06/03	19:36:50	17.33N	101.58W	3	3.6	Costa de Guerrero
05/06/03	19:54:09	16.79N	100.20W	2	3.3	Costa de Guerrero
06/06/03	11:13:15	17.36N	94.63W	148	3.9	Istmo de Tehuantepec
07/06/03	21:40:26	18.04N	103.50W	21	3.8	Costa de Michoacán
08/06/03	02:46:12	18.16N	99.62W	73	3.4	Taxco-Iguala
08/06/03	07:59:33	17.38N	100.84W	13	3.4	Guerrero
08/06/03	08:24:07	14.31N	91.74W	134	4.5	Guatemala
08/06/03	10:16:01	17.61N	101.44W	43	3.7	Costa de Guerrero
09/06/03	21:50:59	15.98N	97.69W	23	4.1	Costa de Oaxaca
10/06/03	04:54:04	15.72N	97.69W	11	4.1	Costa de Oaxaca
10/06/03	09:40:18	15.46N	93.63W	40	3.9	Costa de Chiapas
10/06/03	14:46:13	16.28N	98.58W	10	3.7	Costa Guerrero-Oaxaca
10/06/03	19:50:38	13.60N	92.14W	73	4.5	Costa México-Guatemala
11/06/03	00:23:09	17.70N	101.47W	36	4.2	Costa de Guerrero
11/06/03	00:33:06	17.74N	101.55W	36	4.2	Costa de Guerrero
11/06/03	07:30:47	15.42N	94.80W	16	4.2	Golfo de Tehuantepec
11/06/03	08:47:13	15.24N	94.87W	20	4.6	Golfo de Tehuantepec
11/06/03	18:22:38	14.58N	92.55W	25	4.0	Costa México-Guatemala
12/06/03	02:49:25	16.89N	100.11W	11	3.3	Costa de Guerrero
12/06/03	08:40:13	17.45N	94.47W	46	4.1	Istmo de Tehuantepec
12/06/03	12:09:44	15.09N	94.87W	20	4.2	Golfo de Tehuantepec
12/06/03	12:43:37	17.34N	94.40W	32	4.2	Istmo de Tehuantepec
12/06/03	18:28:42	16.11N	97.57W	14	3.9	Oaxaca
12/06/03	22:59:08	15.79N	96.63W	16	4.3	Costa de Oaxaca

Tabla 2. Continuación

Fecha	Hora	Lat.	Lon.	Prof.	Mag.	Región Epicentral
13/06/03	09:12:29	16.56N	97.29W	11	4.1	Oaxaca
14/06/03	09:55:18	16.22N	97.50W	19	4.0	Oaxaca
14/06/03	11:40:48	16.29N	98.19W	20	3.8	Costa Guerrero-Oaxaca
14/06/03	14:11:40	17.54N	100.99W	27	4.2	Guerrero
15/06/03	06:33:10	16.96N	95.89W	10	3.9	Oaxaca
15/06/03	08:13:24	15.95N	98.91W	7	4.0	Costa de Oaxaca
16/06/03	12:40:13	16.29N	98.98W	16	3.7	Costa Guerrero-Oaxaca
16/06/03	14:03:14	16.93N	100.11W	6	4.0	Costa de Guerrero
16/06/03	15:43:48	17.58N	95.04W	128	3.8	Veracruz-Oaxaca
16/06/03	16:34:28	18.39N	103.39W	110	4.2	Costa de Michoacán
17/06/03	04:28:56	16.34N	98.91W	24	3.8	Costa Guerrero-Oaxaca
17/06/03	04:31:02	16.15N	98.96W	17	3.8	Costa Guerrero-Oaxaca
17/06/03	05:18:45	15.96N	99.26W	20	4.2	Costa de Guerrero
18/06/03	00:01:27	16.10N	99.23W	16	4.0	Costa de Guerrero
18/06/03	07:32:59	16.01N	98.62W	10	3.9	Costa Guerrero-Oaxaca
18/06/03	08:21:37	16.22N	97.38W	45	4.0	Oaxaca
18/06/03	13:25:12	18.72N	104.58W	17	3.6	Costa de Colima
19/06/03	21:38:28	16.67N	99.91W	6	3.9	Costa de Guerrero
20/06/03	02:58:07	16.90N	100.24W	8	3.5	Costa de Guerrero
20/06/03	12:06:48	16.28N	97.92W	12	4.2	Oaxaca
20/06/03	19:23:17	15.95N	96.11W	51	3.8	Costa de Oaxaca
22/06/03	01:52:37	16.65N	99.69W	18	4.3	Costa de Guerrero
22/06/03	05:04:01	16.28N	94.07W	120	4.5	Istmo de Tehuantepec
22/06/03	14:27:09	17.04N	96.31W	61	3.3	Oaxaca
22/06/03	15:42:02	16.85N	100.20W	43	3.8	Costa de Guerrero
22/06/03	22:53:28	17.02N	100.14W	6	3.3	Guerrero
23/06/03	23:45:49	17.70N	101.46W	12	3.7	Costa de Guerrero
24/06/03	03:05:28	16.92N	100.22W	6	4.2	Costa de Guerrero
24/06/03	04:12:29	16.93N	100.23W	7	3.1	Costa de Guerrero
25/06/03	00:26:33	14.49N	93.25W	90	4.5	Golfo de Tehuantepec
25/06/03	05:23:00	16.10N	97.15W	15	4.3	Oaxaca
25/06/03	15:35:32	16.98N	100.18W	3	3.4	Costa de Guerrero
26/06/03	01:29:48	18.74N	104.44W	12	3.5	Costa de Colima
27/06/03	01:38:07	20.06N	99.32W	4	3.6	Hidalgo-Querétaro
28/06/03	18:51:34	15.83N	97.20W	17	3.8	Costa de Oaxaca
29/06/03	03:37:06	16.68N	100.54W	10	3.6	Costa de Guerrero
29/06/03	07:48:49	17.26N	100.83W	10	3.5	Guerrero
30/06/03	03:40:11	17.26N	100.94W	11	3.8	Guerrero
30/06/03	21:46:59	16.30N	95.30W	30	3.8	Oaxaca

PROCESAMIENTO DE DATOS Y SISMICIDAD REGISTRADA POR RESNOM DURANTE EL PERIODO ENERO A JUNIO DE 2003

GRUPO RESNOM

Depto. de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Apdo. Postal No. 2732, Ensenada, B.C., México
Correo Electrónico: resnom@cicese.mx

INTRODUCCIÓN

La Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM) es una red que ha sido mantenida en funcionamiento durante los últimos 23 años por personal del Departamento de Sismología del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B. C. (CICESE). Se diseñó para 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 (Figura 1). La información digital de los temblores que esta red registra es esencial para estudios sismotectónicos de la región, por estar contenida en un segmento importante de la frontera entre las placas Norteamérica y Pacífico.

Una descripción del desarrollo histórico y técnico que ha tenido esta red se encuentra en Vidal y Munguía (1993) e Hinojosa Corona (1988). Adicionalmente, una descripción de la instrumentación actual de las estaciones de la red puede verse en Grupo RESNOM (2002). En el presente trabajo se presenta una breve descripción de los procedimientos usados en la reducción de datos de RESNOM, así como una descripción de la sismicidad de la región en el periodo de enero a junio de 2003.

PROCESAMIENTO DE DATOS

Sistema de adquisición. El sistema de adquisición de datos de periodo corto y periodo largo de RESNOM fue actualizado. El sistema nuevo funciona con base en el sistema operativo Linux aprovechando las ventajas que ofrece este sistema: multitareas, multiusuarios, manejo de señales en tiempo real, entre otros. Un esquema general del proceso de adquisición de los datos de periodo corto se presenta en la Figura 2. Las señales de todas las estaciones sísmicas (6 en forma individual y 6 en forma multicanalizada) se reciben a través de tarjeta multipuerto Cyclades 8Ys y la señal de tiempo se recibe por medio del puerto serie de la computadora. Una vez que las señales se decodifican, se separan por componente y se les incluye la marca de tiempo; luego pasan por un algoritmo de

detección que elimina las señales correspondientes a disparos en falso (ruido) y guarda en disco duro las señales de los eventos sísmicos. Una descripción con detalle del sistema de adquisición de datos de periodo corto y de periodo largo de RESNOM se encuentra en Arregui Ojeda (2003).

Con respecto al sistema de adquisición de datos de banda ancha, éste consiste de un sensor triaxial Geotech (KS-2000), un Sistema Digital de Adquisición de datos REFTEK (DAS 72A) y un sistema GPS para el control de tiempo (Figura 3). El sistema DAS 72A cuenta con dos puertos de comunicación (marcados en su carátula frontal como COMM y SCSI) para el envío de los datos que registra. El puerto COMM tiene prioridad y transmite la información a la computadora anfitriona a través de radios de comunicación de amplio espectro (*spread spectrum*) o directamente por cable. En caso que este enlace se vea interrumpido, entra automáticamente en operación la conexión por el puerto SCSI a través del cual se envía la información para su grabación en un disco externo. En este último caso se requerirá recoger el disco externo (SCSI) del sitio de instalación para extraer su información en el CICESE. El sistema de adquisición de datos de banda ancha está configurado para enviar la información en dos modos: continuo y por evento. En el primer modo toda la información generada se envía y graba en la computadora anfitriona. En el segundo modo, se envía sólo la información necesaria (fecha y hora) para la recuperación de un evento sísmico, el cual deberá estar contenido en el archivo de captura continua. La recuperación del evento sísmico se hace mediante el uso de un algoritmo de detección basado en el cociente de promedios cortos entre promedios largos (STA/LTA) de la señal grabada.

La computadora anfitriona está conectada a la red Internet permitiendo su conexión hacia el centro de procesamiento ubicado en el CICESE en donde se realiza el procesamiento estándar de los datos de todas las estaciones.

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

PERSONAL DEL GRUPO RESNOM

Investigadores Responsables: Antonio Vidal Villegas y Luis Munguía Orozco

Técnicos en electrónica: Luis Orozco León y Oscar Gálvez Valdez
Técnicos lecturistas: Ignacio Méndez Figueroa y Francisco Farfán Sánchez

Programador: Sergio Arregui Ojeda



Figura 1. Principales fallas geológicas de la región norte de Baja California y estaciones sísmicas de la Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM).

pos de arribo, localización epicentral y cálculo de su magnitud. El resultado final del procesamiento de los eventos registrados es un boletín de información sísmica.

A partir de enero de 2003, para la localización de los sismos se utiliza el programa HYPOCENTER de Lienert y Havskov (1995), que 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 el Macizo Rocoso en Baja California y Munguía (1995) para el Valle de Mexicali. Este último modelo está basado en la estructura de velocidades propuesta por MacMechan y Mooney (1980) para el Valle Imperial. Para sismos que ocurren en la vecindad de la frontera con el estado de California,

se utilizan frecuentemente los tiempos de arribo proporcionados por la Red sísmica del Sur de California (SCSN), U. S. Geological Survey (USGS) y por el Centro de Datos del Sur de California (SCEDC).

Las localizaciones hipocentrales y valores de magnitud de los sismos registrados por RESNOM pueden consultarse en su página electrónica: <http://sismologia.cicese.mx/resnom>.

Cálculo de magnitudes. A partir de enero de 2003 se reportan 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.

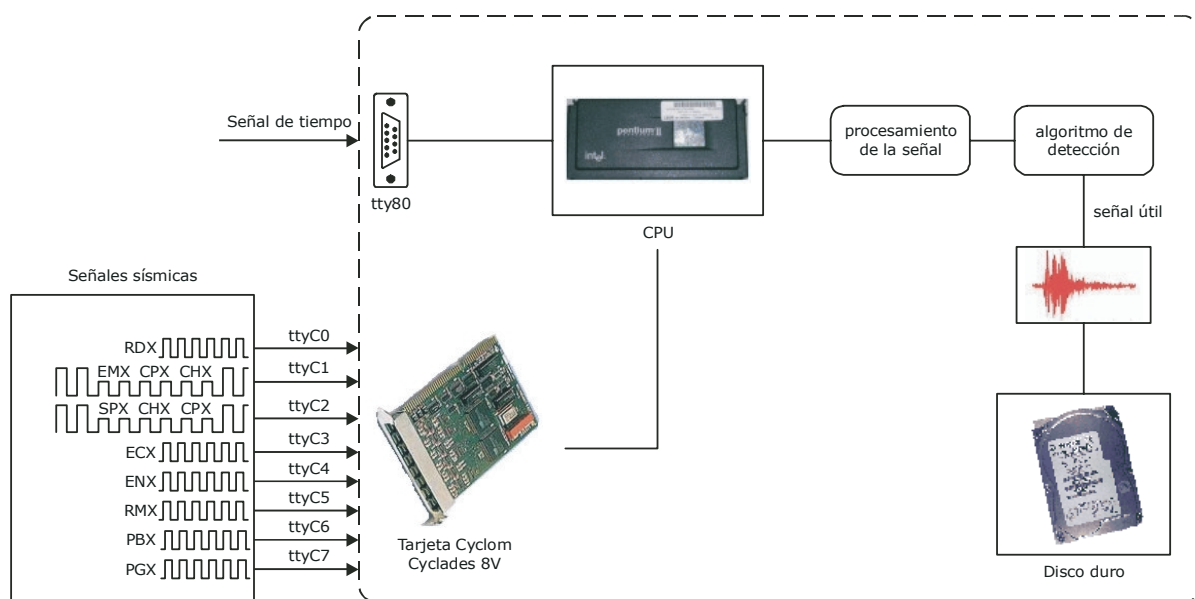


Figura 2. Esquema del sistema de recepción de las señales de periodo corto de RESNOM.

Estas amplitudes se utilizan en combinación con las relaciones empíricas propuestas por Vidal y Munguía (1999) para el cálculo de la magnitud local. Tales relaciones consideran las características geológicas de la región y las características del sitio de ubicación de las estaciones. 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 (1989).

SISMICIDAD DE ENERO A JUNIO DE 2003

Durante este semestre se localizaron alrededor de 395 sismos en la región con magnitudes que van de 1.4 hasta 4.6. En la Tabla 1 se presentan las localizaciones hipocentrales de los sismos de magnitud mayor que 3.0. No obstante, en la Figura 4 se presentan los epicentros de todos los sismos localizados. Estos epicentros definen varias áreas de actividad sísmica en la región. De la Figura 4 se aprecia que la sismicidad se concentra a lo largo de las fallas Sierra Juárez y San Miguel por el lado del Macizo Roco y a lo largo de las fallas Imperial y Cerro Prieto por el lado del Valle de Mexicali-Imperial. Sobresale por su magnitud (4.6) el sismo del 7 de febrero de 2003 ocurrido en la confluencia de las fallas Sierra Juárez y San Miguel. No se reportaron daños producidos por este temblor.

REFERENCIAS

- Arregui Ojeda, S. M., 2003. Adquisición y visualización de datos de la Red Sísmica del Noroeste de México. Tesis de licenciatura, UABC, Ensenada, Baja California, 93 p. (en revisión).
- González, J. J. y R. A. García, 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, A. C., 399-406.

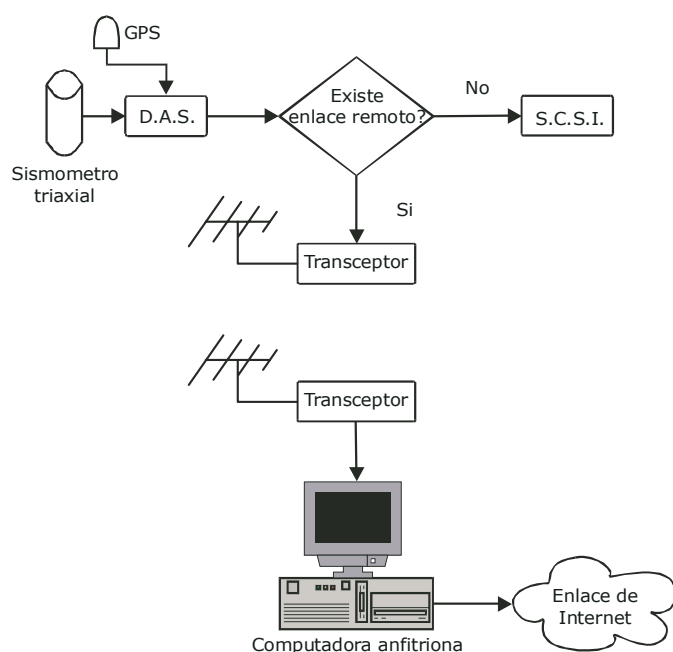


Figura 3. Esquema del sistema de recepción de las señales de banda ancha de RESNOM.

- 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, A. C., 22, 1, 43-48.
- Hinojosa Corona, A., 1988. Sistema de captura y detección de eventos sísmicos para la red sísmológica RESNOR, basado en una computadora personal IBM-PC. Tesis de maestría, CICESE, Ensenada, Baja California, 119 p.
- Lienert, B. R. y J. Havskov, 1995. A computer program for locating earthquakes both locally and globally, Seism. Res. Lett. 66, 5, 26-36.

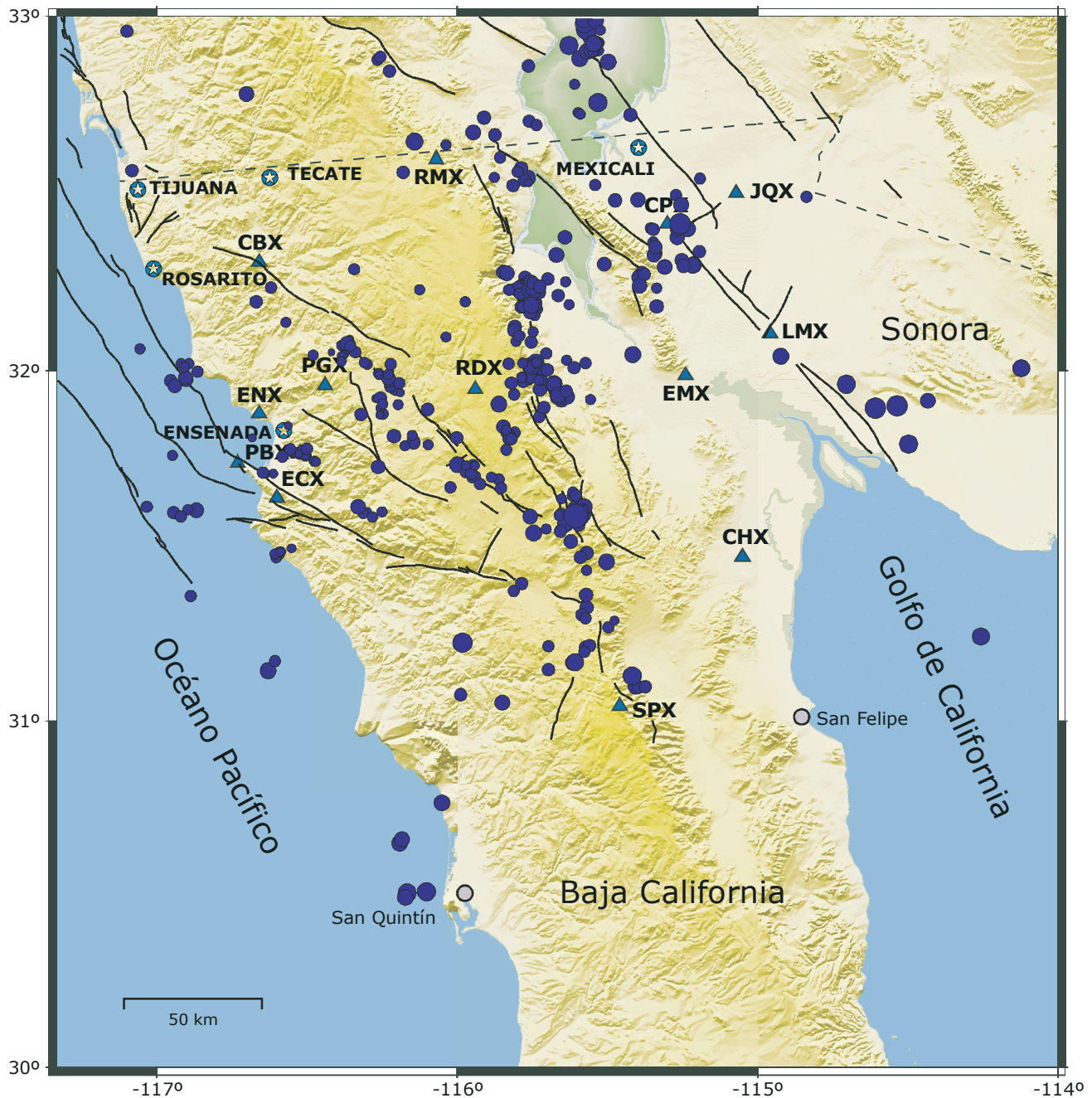


Figura 4. Epicentros de temblores (círculos) de la región registrados durante el primer semestre de 2003.

McMechan, G. A. y W. D. Mooney, 1980. Asymptotic ray theory and synthetic seismograms for laterally varying structures: theory and application to the Imperial Valley, California. *Bull. Seism. Soc. Am.* 70, 2021-2035.

Munguía, 1995. Estudio de microsismicidad en la zona de Riito, Sonora, México. Informe técnico final CICESE-CFE, 33 pp.

Nava, E.A. y J.N. Brune, 1982. An earthquake-explosion reversed refraction line in the Peninsular Ranges of southern California and Baja California Norte. *Bull. Seism. Soc. Am.* 72, 4, 1195-1206.

Vidal, A. y L. Munguía, 1993. Diez años de funcionamiento de la red sísmica del noroeste de México. *Ciencia y Desarrollo*, 18, 108, 77-85.

Vidal, A. y L. Munguía, 1999. The ML scale in northern Baja California, México. *Bull. Seism. Soc. Am.* 89, 3, 750-763.

Tabla 1. Localizaciones hipocentrales de los sismos ($M \geq 3$) registrados por RESNOM durante el primer semestre de 2003.

Fecha	Origen	Lat.	Lon.	Prof	RMS	ERH	Mag
ENERO							
20030102	17:49:29.37	32.19	-115.75	6.0*	0.17	4.0	3.0
20030111	15:40:37.14	31.24	-114.25	5.0*	0.17	4.5	3.4
20030113	14:28:28.11	32.43	-115.28	3.4	0.22	2.3	4.0
20030119	22:59:47.31	32.23	-115.76	8.0	0.36	3.4	3.1
20030120	14:57:03.56	32.76	-115.53	11.2	0.23	3.6	3.5
20030125	20:38:17.55	32.05	-115.41	7.0*	0.28	2.8	3.1
FEBRERO							
20030207	10:34:05.61	31.59	-115.60	6.4	0.26	3.7	4.6
20030207	11:44:01.86	31.61	-115.58	5.3	0.21	2.2	3.1
20030211	12:51:59.40	32.24	-115.76	5.7	0.26	1.9	3.0
20030219	03:09:50.11	32.55	-115.77	5.0*	0.19	1.4	3.0
20030228	22:11:37.70	31.54	-115.74	5.3	0.12	2.0	3.0
MARZO							
20030301	02:30:26.15	32.93	-115.55	1.0	0.37	4.7	3.1
20030301	04:17:26.22	32.91	-115.55	3.3	0.29	3.9	3.0
20030301	05:38:29.56	32.91	-115.56	2.7	0.35	5.3	3.0
20030301	07:33:33.16	32.99	-115.54	6.0*	0.28	5.2	3.0
20030302	11:50:08.38	32.24	-115.77	6.0*	0.29	1.9	3.1
20030304	05:58:04.29	32.09	-114.87	5.0*	0.30	2.7	3.1
20030308	15:59:59.50	31.97	-115.68	5.6	0.16	8.3	3.0
20030311	02:05:37.01	31.93	-115.88	5.5	0.25	6.5	3.1
20030320	12:42:39.34	31.13	-115.41	7.4	0.25	6.3	3.5
20030322	13:37:30.34	31.22	-115.98	8.0	0.16	3.4	3.7
20030322	18:21:11.20	31.14	-116.63	8.0*	0.05	2.1	3.2
20030327	12:50:39.58	30.49	-116.18	10.0*	0.11	4.3	3.0
20030327	12:51:31.37	30.50	-116.10	10.0*	0.15	4.9	3.5
20030327	17:01:16.24	30.62	-116.17	7.0*	0.08	3.6	3.5
ABRIL							
20030409	04:16:47.86	31.91	-115.86	4.0*	0.24	3.4	3.2
20030411	18:45:34.19	32.89	-115.59	12.5	0.12	2.6	3.1
MAYO							
20030506	23:52:46.67	32.24	-115.77	7.0*	0.05	4.6	3.3
20030523	21:55:14.30	32.99	-115.58	10.0	0.23	3.8	3.0
20030523	23:53:38.20	32.99	-115.57	7.6	0.24	3.4	3.6
20030524	00:21:00.33	32.92	-115.63	4.6	0.12	3.3	3.5
20030524	01:38:37.74	32.88	-115.52	15.2	0.27	4.2	3.2
20030524	02:04:29.34	32.97	-115.57	10.3	0.17	4.7	4.1
20030527	20:51:58.34	31.56	-115.64	8.0	0.34	3.2	3.0
20030529	19:50:54.38	31.46	-115.50	5.2	0.07	3.6	3.1
JUNIO							
20030609	04:46:46.60	31.17	-115.61	5.0*	0.25	3.1	3.3
20030610	03:08:38.95	30.76	-116.05	11.2	0.11	3.0	3.2
20030610	13:53:24.88	32.01	-114.12	11.0*	0.06	10.0	3.3
20030611	00:56:15.06	31.93	-114.71	10.0*	0.16	5.8	3.5
20030611	14:12:26.37	31.89	-114.60	9.0*	0.28	5.1	3.9
20030611	21:13:02.32	31.86	-114.57	7.0*	0.19	4.6	3.9
20030613	10:31:13.82	32.41	-115.23	8.0	0.21	4.2	3.0
20030620	11:18:34.33	32.03	-115.74	6.0*	0.12	3.6	3.0
20030620	16:07:31.25	32.65	-116.14	8.0*	0.24	3.0	3.3
20030620	16:14:30.97	31.98	-115.01	10.0*	0.03	4.0	3.6
20030623	06:27:12.74	31.73	-116.00	7.0*	0.17	3.0	3.0
20030627	06:22:04.71	30.65	-116.19	8.0*	0.09	3.1	2.8
20030628	18:43:01.90	32.30	-115.21	5.0*	0.29	3.8	3.0
20030629	12:35:23.79	32.30	-115.21	4.0*	0.30	4.0	3.0

Abreviaturas usadas:

RMS = Error cuadrático medio de los residuales de tiempo.**ERH** = Error estándar del epicentro calculado a partir de los errores en latitud y longitud.

* Sismo localizado a profundidad fija.

COOPERACIÓN E INTEGRACIÓN CIENTÍFICA EN LATINOAMÉRICA

J. Urrutia-Fucugauchi
Instituto de Geofísica, UNAM

RESUMEN

Los estudios recientes sobre el Sistema Tierra y Cambio Global ponen de manifiesto lo complejo e interrelacionado de los procesos que controlan la evolución del planeta, a través de un amplio rango de escalas espaciales y temporales. Los avances en la instrumentación, metodología, capacidad de almacenar y procesar grandes volúmenes de información, etc permiten a los grupos de investigación, principalmente de los países desarrollados, el estudio de los procesos terrestres con un grado de resolución sin precedente. En este nuevo contexto de investigaciones globales multidisciplinarias, ¿qué papel juegan y cuáles son las perspectivas a mediano y largo plazo de los grupos de investigación de países en vías de desarrollo? - generalmente con menos recursos materiales y humanos. ¿Cuáles deben ser las relaciones y formas de cooperación entre los diferentes grupos, dadas las dispares capacidades de investigación? ¿Se tienen que desarrollar nuevos esquemas y reglas de cooperación internacional? ¿Qué estudios pueden ser considerados como parte de los esfuerzos internacionales y formar parte de los trabajos sobre Sistema Tierra? ¿Cuál es la situación en Latinoamérica? ¿cuáles son los principales problemas para lograr una integración de la ciencia en nuestros países y cuales son sus perspectivas?

INTRODUCCIÓN

En la reunión de otoño de la Unión Geofísica Americana (AGU Fall Meeting 2003) se ha organizado una sesión especial (Union Session U11) que podría traducirse como "Facilitando y Promoviendo la Investigación en Geociencias en Países en Desarrollo" ("Facilitating Geosciences Research in Developing Countries"), en la que se intenta analizar la situación, problemas mayores y perspectivas de la investigación en ciencias de la tierra en los países en desarrollo (González, 2003). Este tema, de gran importancia en el marco del desarrollo científico y la cooperación internacional, ha sido analizado frecuentemente en diversos foros. Considerando el interés que representa en la región y las repercusiones a mediano y largo plazo de contar con una política de integración y cooperación en Latinoamérica (Urrutia, 2003), se presentan en esta nota algunas reflexiones y propuestas. La investigación geofísica en temas sobre Sistema Tierra y Cambio Global requiere de estudios multidisciplinarios y colaboración internacional que permita análisis regionales y globales e integración de datos y desarrollo de modelos. Los estudios de Sistema Tierra y Cambio Global integran procesos a distintas escalas espaciales y temporales, desde el interior (núcleo, manto, litosfera), superficiales, hidrosfera, atmósfera, hasta la ionosfera y magnetosfera.

Los avances en la instrumentación, metodología, capacidad de almacenar y procesar grandes volúmenes de información, etc permiten a los grupos de investigación, principalmente de los países desarrollados, el estudio de los procesos terrestres con un grado de resolución sin precedente. En este nuevo contexto de investigaciones globales multidisciplinarias, ¿qué papel juegan y cuales son las perspectivas a mediano y largo plazo de los grupos de investigación de países en vías de desarrollo? - generalmente con menos recursos materiales y humanos. ¿Cuáles deben ser las relaciones y formas de

cooperación entre los diferentes grupos, dadas las dispares capacidades de investigación? Los programas y proyectos internacionales realizados por grupos de países desarrollados con altos niveles de financiamiento se han incrementado significativamente en los últimos años. Estas iniciativas se enmarcan como parte de los estudios globales y se anuncian como la cooperación internacional. Sin embargo, en muchos casos, la componente de investigación de los grupos de dentro del país en donde se realizan las investigaciones es pequeña o marginal o incluso prácticamente inexistente. ¿Se tienen que desarrollar nuevos esquemas y reglas de cooperación internacional? ¿Qué estudios pueden ser considerados como parte de los esfuerzos internacionales y formar parte de los trabajos sobre Sistema Tierra? ¿Cuál es la situación en Latinoamérica, cuáles son los principales problemas para lograr una integración de la ciencia en nuestros países y cuáles son sus perspectivas?

INTEGRACIÓN CIENTÍFICA EN LATINO AMÉRICA-SITUACIÓN

"La integración latinoamericana es el gran proyecto de nuestra región, que heredamos desde el Congreso de Panamá, convocado por Simón Bolívar en 1826. Se mantiene incólume, pero a la vez irrealizado. Vigente más en el espíritu que en la acción, más en el sentimiento solidario que en la producción industrial, más en el catalogo de las aspiraciones que en el de las realizaciones. Sobre nuestra sólida base de cultura común no se erigen los importantes programas que todos deseamos. Entre las iniciativas aglutinadoras, prosperan las menos; la mayoría queda atrapada en redes de pequeños obstáculos que terminan por apagarlas. La agenda del latinoamericanismo es fiel reflejo de los altibajos de nuestros propios pueblos en su marcha hacia su cabal realización" (Aréchiga, 1998).

En este párrafo inicial de la introducción a la Memoria editada por CONACyT hace ya algunos años sobre “La Ciencia en la Integración Latinoamericana”, Hugo Aréchiga resume la situación de la cooperación y el desarrollo en América Latina y el Caribe. Las acciones para promover y fortalecer la cooperación en ciencia y tecnología en la región no han tenido los resultados esperados.

En la Memoria preparada con las contribuciones presentadas en la reunión celebrada en Cancún, Quintana Roo en 1997 se reportan datos y diferentes escenarios de desarrollo y cooperación científica-tecnológica. En general, el tamaño de las comunidades científicas es todavía pequeño y los recursos económicos dedicados por parte de los gobiernos son limitados. Se tienen severos problemas de desarrollo social y económico, analfabetismo, una distribución inequitativa de la riqueza y en muchos países una buena parte de la población sufre de pobreza extrema. Los sistemas educativos son inadecuados y sufren de múltiples carencias y falta de calidad, además de ser insuficientes para garantizar adecuados estándares educativos en niveles básicos y medios. Un porcentaje muy reducido de la población tiene acceso a estudios universitarios y este es aun menor para estudios de posgrado. Martín del Campo (1998) señala que solo un 10 o 15 % de las universidades en la región tienen capacidad para tareas serias de investigación y que las inversiones en ciencia y tecnología están por debajo del 0.5 % del PIB (producto interno bruto). Son contados los países que tienen un desarrollo y capacidad para tareas de investigación, lo que se refleja en marcadas desigualdades a través de la región. De los 2,500 centros de investigación unos 1,950 están concentrados en tan solo seis países.

En las estadísticas del reporte de Scientific American de 1995 se menciona que la contribución científica, de toda la región latinoamericana es de solo 1.55 %, medida en porcentaje de publicaciones en revistas del Science Citation Index.

Los problemas para incentivar y consolidar un desarrollo mínimo en ciencia y tecnología y contar con niveles de calidad en educación superior accesibles a una mayor parte de la población son complejos y difíciles. Las diferencias internas y la falta de políticas de colaboración bi- y multi-lateral entre países de la región no facilitan la tarea y es difícil plantear programas homogéneos y de aplicación regional. Martín del Campo (1998) menciona algunos de los retos que enfrentan los países de América Latina para un desarrollo sustentable y con menores desigualdades socioeconómicas:

- 1) Entender el valor político y económico que implica el tener tecnología e innovación propias que aseguren la competitividad de un país o de una sub-región en los mercados mundiales y mayor accesibilidad a empleos.
- 2) Tener capacidad de financiar la ciencia académica a niveles apropiados (aproximadamente 0.5 % del PIB), por lo menos en el contexto regional.
- 3) Estimular el desarrollo endógeno de tecnología competitiva en el sector productivo, por medio de co-inversión, subsidios, legislación y reducción creativa de impuestos, compra gubernamental o apoyo a la importación del contenido tecnológico local.

- 4) Estimular el uso de las instalaciones y las capacidades universitarias en al industria y el sector productivo.
- 5) Incrementar sustancialmente la cooperación Sur-Sur y su financiamiento para actividades de innovación científico-tecnológica, de manera que los recursos de los países sean puestos en conjunto, incrementando su uso eficiente y estratégico. Este es un buen camino para iniciar procesos de integración con posibilidades reales de ser solidificados.
- 6) Incrementar o desarrollar soluciones ambientales para todo el sector productivo y prácticas de ingeniería limpia y de tecnologías para el uso y conservación de recursos vitales como lo son el agua y la biomasa.

En términos generales, la mayor parte de los estudiantes que salen al extranjero para continuar con sus estudios de posgrado, lo hacen principalmente en Estados Unidos y Europa (occidental). En menor proporción se escogen otros países tales como Japón o Rusia, pero raramente van a países de Latinoamérica. Una situación similar se presenta en las estancias postdoctorales, sabáticas o de investigación. Con ello, los estudiantes, profesores e investigadores tienen pocas o nulas posibilidades de conocer a sus colegas latinos, sus grupos de investigación, sus programas y proyectos, la infraestructura científica y tecnológica, etc. Las facilidades para viajar dentro de América Central y Sudamérica son limitadas y con costos más altos o comparables a viajar a Estados Unidos o Europa. Esta situación limita las opciones reales de una cooperación efectiva e integración en Latinoamérica.

Las políticas internas en las instituciones frecuentemente también desalientan o frenan el intercambio académico entre los países de la región. Solicitudes para estancias en las instituciones de prestigio de países anglosajones son más fácilmente aprobadas y mejor vistas que las solicitudes para otros países. Los doctorados y postdoctorados son mejor evaluados y considerados cuando se obtienen en esas instituciones de prestigio. La lista de estas profundas diferencias, muchas veces implementadas por nosotros mismos, se antoja interminable e incluye las publicaciones, el idioma, congresos y conferencias, proyectos de cooperación internacional, etc.

En general la realidad es que la ciencia y la innovación tecnológica que son aceptadas en buena parte de las comunidades académicas, gobiernos e industrias en América Latina son aquellas que provienen del exterior de nuestra región. Al respecto, Garbarito (1998), señala: “*Resulta preocupante comprobar el divorcio que se observa en la región entre la institución universitaria y la empresa. Muy lejos estamos de la estrecha simbiosis de esas unidades en el mundo desarrollado en el que la investigación representa el nexo*”

PERSPECTIVAS Y PROPUESTAS

Aréchiga (1998) concluye que la ciencia constituye una pieza fundamental en el desarrollo e integración de Latinoamérica y el Caribe, ya que la investigación científica es una tarea colectiva, basada en el intercambio libre de ideas, enriquecida por la colaboración y la complementariedad y cuyos frutos están en principio disponibles

para todos. Sin embargo, para que la ciencia y la innovación tecnológica constituyan elementos de cambio y de mejoramiento de las condiciones sociales y económicas en los países de la región, se requieren de cambios fundamentales en las políticas internas y relaciones multi- y bi-laterales. El desarrollo de estas políticas y la implementación de cambios, a juzgar por las experiencias de los últimos siglos y en las pasadas décadas, no será un proceso sencillo o rápido.

En diferentes foros se han planteado diversas iniciativas y propuestas para contar con una efectiva y organizada colaboración regional en América Latina. En el ámbito gubernamental, varias iniciativas han sido analizadas e implementadas a través de la Organización de Estados Americanos (OEA). En 1967 se estableció el programa de desarrollo científico- tecnológico (PRDCYT) bajo la coordinación del Consejo de Educación, Ciencia y Cultura y en 1996 se creó la Oficina de Ciencia y Tecnología (OST) de OEA (OEA, 1996). Sin embargo, por diversas causas, los temas de desarrollo científico y tecnológico no han logrado integrarse a las prioridades de los gobiernos y han en general recibido poca atención y presupuesto. Mukerje (1998) lista las actividades principales de la OST:

- 1) Desarrollo de la capacidad científica y tecnológica en los países del hemisferio, incluyendo políticas de ciencia y tecnología de la región.
- 2) Desarrollo tecnológico y social.
- 3) Actividades orientadas a obtener competitividad de los sectores industriales.
- 4) Ciencia y tecnología para el desarrollo sustentable.
- 5) Desarrollo y aplicación de tecnología de informática.

En general, el énfasis está dado en el desarrollo tecnológico, sin embargo el sector industrial en la región tiene, salvo algunas excepciones, una pobre capacidad de investigación e innovación.

En un contexto académico, Garbarino (1998) anota:

- 1) Lograr una masa crítica de investigadores y alumnos de nivel avanzado.
- 2) Generar proyectos conjuntos de investigación en torno a diversos problemas comunes.
- 3) Elevar el nivel de las investigaciones como un muro de contención efectivo frente a la fuga de cerebros.
- 4) Elaborar procesos creativos de innovación, dirigidos al sector industrial, para racionalizar sus recursos naturales en un medio de desarrollo sostenible y competitivo en el mercado internacional.
- 5) El slogan de los científicos frente a sus comunidades nacionales debe ser incorporar la ciencia a la cultura.

Villegas y Cardoza (1998) proponen diversas acciones que involucran las políticas gubernamentales y regionales hemisféricas para promover la integración en Latino América:

- 1) Crear un programa de monitoreo de la cooperación científica en América Latina con distribución actualizada de la información indispensable para orientar las políticas y apoyar las actividades de cooperación.
- 2) Solicitar de los organismos nacionales de ciencia y tecnología la asignación de recursos especiales para financiar los proyectos de cooperación científica.
- 3) Solicitar de estos organismos la firma de acuerdos binacionales para la cooperación del tipo National Science Foundation-América Latina.
- 4) Apoyar al continuidad y expansión de los proyectos de cooperación existentes y fomentar el establecimiento de nuevos proyectos sobre temas de interés regional, en los que participen grupos de investigación básica y aplicada.
- 5) Establecer programas de enlace entre los investigadores latinoamericanos residenciados en la región y fuera de ella, con el propósito de realizar proyectos conjuntos de investigación.
- 6) Apoyar los programas de adiestramiento y actualización para investigadores y personal auxiliar en los países de la región.
- 7) Solicitar a la OEA y a los países del hemisferio la ayuda para facilitar la compra y el traslado de equipos y materiales para la investigación, sin sobreprecios e impuestos adicionales.
- 8) Promover y preservar el libre acceso a la información y documentación científica y tecnológica.

Desafortunadamente, la mayoría de los programas y propuestas han permanecido en el papel sin una implementación efectiva y cambio significativo en los países latinoamericanos. Es claro que las tareas, deben ser compartidas y coordinadas por las instancias de gobierno, la iniciativa privada y las instituciones académicas.

Las instituciones académicas deben centrarse en generar y consolidar la cooperación científica básica, transferencia horizontal de conocimiento, desarrollo tecnológico y experiencias, y realización de proyectos conjuntos, con estrategias y objetivos compartidos dentro de Latinoamérica y el Caribe. La ciencia e innovación tecnológica deben aprovechar toda acción y actividad de calidad sin importar su origen; en nuestra realidad actual la generación de conocimiento y el valor agregado a partir de la innovación tecnológica está geográficamente desigualmente distribuido en el mundo. Esta desigual distribución es aceptada y fomentada internamente, directa o indirectamente por los gobiernos y comunidades académicas. La ciencia es como se enfatiza en los foros internacionales, patrimonio de la humanidad y no tiene nacionalidad ni fronteras. Los generadores y usuarios de esta ciencia, sin embargo, sí tienen nacionalidad y frecuentemente emplean criterios adicionales en la evaluación y uso del conocimiento a aquellos basados exclusivamente en la calidad, originalidad y relevancia/pertinencia.

AGENCIA LATINOAMERICANA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE CIENCIAS DE LA TIERRA

En un contexto amplio sobre la ciencia latinoamericana, debemos también mencionar la presencia de investigadores destacados y de grupos de investigación con alto desarrollo y productividad. Si bien su número es relativamente bajo y en general sufren problemas de falta de apoyos y facilidades para el desarrollo de sus investigaciones, *“existen en América Latina científicos que producen buena ciencia, y sus resultados constituyen valiosas contribuciones en un amplio rango de disciplinas. Su ejemplo es válido y notable por la ingeniosa utilización de los limitados recursos de que se disponen...”* (Garbarino, 1998).

Las opciones de crear un organismo regional o varios coordinados dentro de un esquema unificado con carácter permanente y que permitan desarrollo de planes a mediano y largo plazo han sido planteadas y discutidas en diferentes instancias. Villegas y Cardoza (1997, 1998) han propuesto una organización latinoamericana o panamericana, con amplias atribuciones y funciones:

- 1) Estudiar y coordinar las diferentes políticas científicas y tecnológicas de los países, especialmente las relativas a la cooperación.
- 2) Apoyar la investigación científica y tecnológica, sus aplicaciones y la cooperación entre investigadores y entre grupos de investigación de los diferentes países.
- 3) Impulsar la incorporación de la ciencia y la tecnología en todos los niveles educativos, a partir del preescolar y la escuela básica, tanto en el aula como fuera de ella.
- 4) Contribuir a difundir y popularizar la ciencia y la tecnología a través de los medios de comunicación masiva.

Una organización de este tipo que contara con los recursos económicos necesarios y las atribuciones legales para coordinar actividades regionales, podría tener un amplio espectro de actividades. Los beneficios potenciales inmediatos y a largo plazo pueden ser evaluados y apreciados en el modelo implantado y los esquemas de operación en la Comunidad Europea, con la Fundación de Ciencias Europea (European Science Foundation) y la Asamblea Europea de Ciencia y Tecnología (ESTA). ESTA está formada por más de cien miembros de los centros de investigación académica, gubernamental e industriales y juega un importante papel en la planeación y desarrollo de actividades de investigación básica y aplicada (e.g., Ruberti y André, 1995).

En el contexto de las ciencias de la tierra, en nuestros países se tienen varias asociaciones con diferentes grados de desarrollo y participación regional. Sin embargo, a escala hemisférica, ha sido difícil construir acuerdos y contactos duraderos y se tiene relativamente bajo nivel de interacción y coordinación. Entre las diferentes iniciativas que se han implementado en años recientes tenemos al

Comité Regional de Latino América de la Unión Geofísica Americana (AGU Regional Advisory Committee). Este Comité fue parte de la estructura internacional de la Unión y funcionó como parte de un conjunto de comités para las diferentes regiones. La AGU ha organizado también dos reuniones de presidentes de sociedades geofísicas, la última en asociación con la European Geophysical Society. Entre las asociaciones con representación por país se tiene al Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH) de la Organización de Estados Americanos, cuya sede está en México y que opera diferentes programas, incluyendo publicaciones, becas, apoyo a proyectos de investigación y congresos, cursos y talleres en los países latinoamericanos.

En fechas recientes, se ha organizado una nueva Asociación Latinoamericana de Ciencias de la Tierra (ALACIT). Su página de web puede consultarse en www.alacit.org. ALACIT surge de una iniciativa de un grupo de investigadores de varios países, interesados en establecer vínculos y promover proyectos conjuntos en Latino América y contar con un foro de análisis y discusión.

Varias de las asociaciones científicas incluyen como parte de su estructura a una secretaría internacional, que con distintas variantes, se encarga de promover acciones de cooperación y facilitar la participación de individuos y grupos de diferentes países. En México los primeros pasos de integración en escala local se han dado con la implementación de la federación de sociedades científicas y organización de reuniones nacionales conjuntas de las sociedades de ciencias de la tierra. Acciones subsecuentes podrían incluir la creación de una confederación latinoamericana de sociedades, establecimiento de secretarías de asuntos latinoamericanos e internacionales, establecimiento de convenios formales de relaciones y cooperación, etc.

COOPERACIÓN INTERNACIONAL – ¿NUEVAS FORMAS, NUEVAS REGLAS?

En un relativamente nuevo contexto de investigaciones globales multidisciplinarias, ¿qué papel juegan y cuáles son las perspectivas a mediano y largo plazo de los grupos de investigación de países en vías de desarrollo? - generalmente con menos recursos materiales y humanos. ¿Cuáles deben ser las relaciones y formas de cooperación entre los diferentes grupos, dadas las dispares capacidades de investigación? ¿Se tienen que desarrollar nuevos esquemas y reglas de cooperación internacional?

En una reunión de sociedades de geofísica coordinada por la Unión Geofísica Americana en 199 se discutieron algunos de los aspectos involucrados en la conducción de investigaciones en países extranjeros y se preparó un documento sobre “Guidelines for Scientists Conducting Research in Foreign Countries”. Este documento fue aprobado por representantes de sociedades científicas provenientes de veintidós países e incluye obligaciones legales y recomendaciones que deben observar los grupos de investigación. Entre las obligaciones formales se hace énfasis en la realización de los trámites y solicitud de permisos vía las embajadas y canales gubernamentales y

en considerar las restricciones de acceso en áreas protegidas y restricciones en la exportación/importación de instrumentos, muestras, etc.

Entre las obligaciones no oficiales se listan, establecer una colaboración real involucrando intercambio intelectual, establecer contactos con las instituciones académicas, implementar actividades conjuntas, seminarios, asesoría a estudiantes, publicaciones conjuntas y apoyos económicos a través de los proyectos y programas de cooperación.

El seguimiento de estos lineamientos en la investigación aporta beneficios a todos los grupos involucrados y sienta las bases para una relación a mediano y largo plazo, que sobrepasa a cualquier beneficio de corto plazo y alcance limitado. Las sociedades y asociaciones científicas en los países desarrollados y en desarrollo tienen un importante papel en difundir e implementar estos lineamientos e incluso participar activamente en el proceso.

Los editores de revistas internacionales y organizadores de congresos pueden establecer lineamientos que incorporen el establecimiento de políticas de intercambio académico en estudios que involucren grupos de diferentes países. La incorporación de revisores y editores en un amplio espectro de países ofrece oportunidades interesantes para establecer una comunidad internacional en ciencia más sólida y mejor estructurada, acorde con la visión de los estudios integrales y globales de nuestro planeta.

REFERENCIAS

- Arechiga, H., 1998. Introducción. La ciencia como factor de integración en Latinoamérica. Ciencia y Desarrollo, Serie Encuentros, Publ. Conacyt, México, p. 10-12.
- Conacyt, 1998. La Ciencia en la Integración Latinoamericana. Ciencia y Tecnología, Serie Encuentros, Publ. Conacyt, México, 266 pp..
- Garbarino, J.A., 1998. Vías de perfeccionamiento e integración en los cursos regionales. Ciencia y Desarrollo, Serie Encuentros, Publ. Conacyt, México, p. 218-234.
- González, W. (convener), 2003. Facilitating Geosciences Research in Developing Countries. Union Session U11, AGU Fall Meeting, San Francisco Calif., USA.
- Krauskopf, M., 1995. La escasa capacidad científico-tecnológica en América Latina exige fortalecer la cooperación interregional. En: Villegas, R. y Cardoza, G. (Eds), La Cooperación para el Desarrollo Científico de América Latina. Foro ACL 1993, Academia de Ciencias de América Latina, Caracas, Venezuela, p. 49-73.
- Martin del Campo, 1998. La cooperación científico-tecnológica en América latina y el Caribe. Ciencia y Desarrollo, Serie Encuentros, Publ. Conacyt, México, p. 32-37.
- Mukerje, S., 1998. Options for strengthening of scientific collaboration in Latin America. Ciencia y Desarrollo, Serie Encuentros, Publ. Conacyt, México, p. 95-106.
- OEA (Organization of American States), 1996. Creation of the office of science and technology, OEA/Ser. C, CP/doc 2836/96, Washington, USA.
- Ruberti, A. y André, M., 1995. The European model of research cooperation. Issues Science and Technology, v. 11, p. 17-21.
- Urrutia Fucugauchi, J., 1982. Solid Earth geophysics: An analysis from inside. EOS (Trans. Am. Geophys. Union), v. 63, p. 529-530.
- Urrutia Fucugauchi, J., 2003. Solid Earth Geophysics in Latinamerica. In: Union Session U11 (Facilitating Geosciences Research in Developing Countries), Am. Geophys. Union Fall Meeting, San Francisco, Calif. USA.
- Villegas, R. y Cardoza, G. (Eds), 1995. La Cooperación para el Desarrollo Científico de América Latina. Foro ACL 1993, Academia de Ciencias de América Latina, Caracas, Venezuela.
- Villegas, R. y Cardoza, G., 1997. A pan american science organization to support cooperation in science and technology. Technology in Society, v. 19, p. 111-115.
- Villegas, R. y Cardoza, G., 1998. Situación actual y acciones futuras. En: Ciencia y Desarrollo, Serie Encuentros, Publ. Conacyt, México, p. 85-91.

INFORME DEL TESORERO

Como ustedes saben, el año pasado la UGM participó, junto con otras diez asociaciones afines, en la III Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra (III RNCT). Como anfitriones del evento, la UGM se hizo cargo de la organización y esta Tesorería tuvo la responsabilidad administrativa del congreso. Para cumplir adecuadamente con nuestra tarea, nos propusimos llevar a cabo una escrupulosa contabilidad y entregar cuentas claras y verificables a todas las asociaciones participantes. Para ello diseñamos una base de datos que nos permitió obtener la información detallada del número de personas registradas por cada una de las asociaciones participantes, así como de los ingresos por cuenta de inscripciones, pago de resúmenes etc. Esto nos permitió entregar diariamente a cada uno de los co-organizadores un informe detallado de movimientos, y tener al término del congreso, la información necesaria para hacer el balance final.

El informe financiero final de la III RNCT, entregado el 24 de febrero de 2003, se anexa en las Tablas 1, 2 y 3. El porcentaje de participación se calculó de acuerdo al número de personas registradas a nombre de cada una de las asociaciones organizadoras. Después de pagar todos los gastos relativos al evento, el saldo final se distribuyó entre estas asociaciones organizadoras de acuerdo a su porcentaje de participación. Como hubo personas que decidieron registrarse, sin hacerlo a nombre de alguna de las sociedades participantes, éstas quedaron bajo el rubro de «sin sociedad». El saldo correspondiente a este rubro se distribuyó equitativamente entre las sociedades participantes.

De acuerdo con estos números, la participación de la UGM fue del 35.39 %, con lo que obtuvimos un saldo neto a favor de \$ 41,409.00. En la Tabla 4 se muestra el estado de cuenta de nuestra Unión, para el ejercicio 2002. Aquí se consignan todos los ingresos y gastos relativos exclusivamente a la UGM. Un análisis de estos datos muestra que durante el 2002 nuestros gastos excedieron a los ingresos, lo que nos sugiere que debemos tomar algunas medidas preventivas. Como puede verse, los gastos más fuertes son el de la edición de Geos y los honorarios a las personas de apoyo. Este último rubro incluye ayuda secretarial y administrativa (dos personas: una en el Instituto de Geofísica del la UNAM y otra en CICESE), ayuda técnica en computación (una persona en CICESE), así como algunos pagos eventuales al corrector de estilo de Geos. Los emolumentos de estas personas son casi simbólicos si se considera el trabajo que realizan, de manera que es difícil esperar ahorros en este rubro, pero sí limitar el gasto y no dejar que crezca. En cuanto a la edición de Geos, éste ha sido tradicionalmente el gasto más fuerte del año. Todavía el año pasado tuvimos apoyo financiero del CICESE para editar uno de los números, pero conseguir estos apoyos es cada vez más complicado y todo indica que muy pronto no habrá manera de conseguirlos. Hay varias alternativas para el futuro de Geos, la más viable es que se convierta en una revista electrónica en línea y/o que se distribuya en un medio electrónico como discos compactos. Esperamos tratar el asunto en la asamblea del 2003.

Tabla 1. INGRESOS III Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra

Sociedad	Inscripción Socio (\$ 1000.00 c/u)		Inscripción No Socio (\$ 1500.00 c/u)		Inscripción Estudiante (\$ 550.00 c/u)		Costo de Resúmenes (\$ 200.00 c/u)		# de Asistentes	Ingreso	Participación (%)
	#	Monto	#	Monto	#	Monto	#	Monto			
AIMMGM	7	7,000.00	0	-	1	550.00	11	2,200.00	8	9,750.00	2.20
AGHM	2	2,000.00	0	-	1	550.00	9	1,800.00	3	4,350.00	0.98
AGM	10	10,000.00	0	-	0	-	10	2,000.00	10	12,000.00	2.71
AMGP	5	5,000.00	0	-	1	550.00	11	2,200.00	6	7,750.00	1.75
INAGEQ	26	26,000.00	1	1,500.00	4	2,200.00	38	7,600.00	31	37,300.00	8.43
SELPER	19	19,000.00	0	-	8	4,400.00	31	6,200.00	27	29,600.00	6.69
SGM	46	46,000.00	1	1,500.00	11	6,050.00	54	10,800.00	58	64,350.00	14.54
SMG	7	7,000.00	0	-	9	4,950.00	18	3,600.00	16	15,550.00	3.51
SMM	12	12,000.00	0	-	3	1,650.00	11	2,200.00	15	15,850.00	3.58
UGM	107	107,000.00	0	-	27	14,850.00	174	34,800.00	134	156,650.00	35.39
UMEC	9	9,000.00	0	-	7	3,850.00	15	3,000.00	16	15,850.00	3.58
Sin sociedad	0	-	27	40,500.00	45	24,750.00	42	8,400.00	72	73,650.00	16.64
TOTALES	250	\$250,000.00	29	\$43,500.00	117	\$64,350.00	424	\$84,800.00	396	\$442,650.00	100.00

Ingresos por concepto de Renta Stands	75,000.00
cuentas por cobrar:	
Stand Instituto de Geofísica, UNAM	7,500.00
Inscrip. Estudiantes del Inst. de Geofísica, UNAM	19,250.00
	101,750.00

TOTAL DE INGRESOS EN LA IIIRNCT

\$ 544,400.00

Tabla 2. EGRESOS III Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra

Fecha	Factura	Nombre	Concepto	Cantidad
28-May-02	Recibo	Jonas de Basabe D.	Logo para reunión	500.00
14-Sep-02	45312	Papelería Siglo XXI	600 Folders	5,570.40
16-Oct-02	48	Carlos Lamadrid M.	Impresión Folders c/logo	2,702.00
18-Oct-02	46301	Papelería Siglo XXI	Papelería en general	2,979.77
17-Oct-02	19947507	Autobuses Estrella Blanca	Envío de folders	794.65
23/10/02	8841Ale	Jandro Castañeda	Impresión de Programas	21,340.00
31-Oct-02		CICESE	Envío programas y paplería	3,503.00
19-Nov-02	Recibo	Víctor M. Frías	Edición Libro de Resúmenes	5,000.00
04-Nov-02	13246	Servicio Prado	3 resmas de papel bond	105.00
06-Nov-02	754	Stands Occidente	Mamparas, Alfombra, Stands, toldo	69,960.00
	3131Ure	nce Audiovisual	Renta proyect. (7 acet. y 7 diapos.)	31,395.00
15-Nov-02	83705	Hotel Camino Real	Renta Salones	16,276.85
	""	"	Servicios de café	39,109.63
	""	"	Rompehielos	12,039.13
	""	"	Renta de Eq. Audiovisual (sonido)	19,521.25
15-Nov-02	83707	Hotel Camino Real	Comision de tarjetas	772.80
21-Nov-02		CICESE	Importación Libro de Resúmenes	3,907.96
21-Oct-02	38552	Vanard Lithographers	600 GEOS ~23.52 Dls. c/u	141,112.00
	""	""	100 INAGEQ ~31.00 Dls. c/u	31,000.00
	""	""	Abono INAGEQ a cuenta de libros	(20,000.00)
	""	""	150 SGM ~29.58 Dls. c/u	44,370.00
22-Feb-03	4597SGM		gastos de envío 500 portafolios	8,000.00
22-Feb-03	4598SGM		adquisición dec 50 portafolios	6,900.00
Total egresos:				\$ 446,859.44

Total ingresos:	\$ 544,400.00
Saldo:	\$ 97,540.56

Tabla 3. BALANCE III Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra

Sociedad	Participación %	Ingresos	Egresos	Saldo
AIMMGM	2.20	11,991.19	9,842.72	2,148.47
AGHM	0.98	5,349.92	4,391.37	958.55
AGM	2.71	14,758.39	12,114.12	2,644.27
AMGP	1.75	9,531.46	7,823.70	1,707.76
INAGEQ	8.43	45,873.99	37,654.71	8,219.28
SELPER	6.69	36,404.02	29,881.49	6,522.54
SGM	14.54	79,141.85	64,961.95	14,179.91
SMG	3.51	19,124.41	15,697.87	3,426.53
SMM	3.58	19,493.37	16,000.73	3,492.64
UGM	35.39	192,658.44	158,139.68	34,518.76
UMEC	3.58	19,493.37	16,000.73	3,492.64
Sin sociedad	16.64	90,579.60	74,350.38	16,229.22
Totales	100.00	\$ 544,400.00	\$ 446,859.44	\$ 97,540.56

* Nota: el saldo a favor de SIN SOCIEDAD se prorrata en la siguiente tabla

Sociedad	%	Prorrato de \$16,229.22	SALDO FINAL
AIMMGM	2.64	428.83	2,577.30
AGHM	1.18	191.32	1,149.87
AGM	3.25	527.79	3,172.06
AMGP	2.10	340.86	2,048.62
INAGEQ	10.11	1,640.55	9,859.82
SELPER	8.02	1,301.88	7,824.42
SGM	17.44	2,830.27	17,010.18
SMG	4.21	683.93	4,110.46
SMM	4.30	697.12	4,189.76
UGM	42.45	6,889.85	41,408.61
UMEC	4.30	697.12	4,189.76
Total	100.00	\$ 16,229.52	\$ 97,540.87

Tabla 4. Estado de cuenta Unión Geofísica Mexicana, A.C.

Saldo del ejercicio anterior	\$ 188,248.00
INGRESOS	
Ingresos III RNCT (parte proporcional)	192,658.00
Inscripciones sin sociedad (parte proporcional)	6,890.00
Membresías	30,050.00
Cursos	8,000.00
Intereses bancarios sobre saldos	1,466.00
	239,064.00
EGRESOS	
Gastos para III RNCT	158,140.00
Honorarios	49,000.00
Mensajería y Papelería	6,038.00
Mantenimiento equipo de computo	3,342.00
Camisetas y vino	13,036.00
Pasajes y viáticos	15,418.00
Premios en olimpiadas	3,325.00
Geos	57,860.00
Geos (pago parcial)	5,600.00
Material para curso	1,397.00
Posters	2,420.00
Envíos por correo y mensajería	6,641.00
Gastos varios para reunión	5,764.00
IVA pagado en gastos	26,665.00
	354,646.00
SALDO DEL EJERCICIO 2002	77,418.00

DIRECTORIO DE MIEMBROS DE LA UGM 2003

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.



UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C., • Miembros 2003

No.	Miembro	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Nombre	Institución	Correo Electrónico
1	298	X							Aceves Quesada Fernando	UNAM	
2	405						X		Aguayo Ríos Alejandra	UNAM	ale@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
3	16	X	X	X			X		Aguirre Díaz Gerardo J.	UNAM	gjad@servidor.unam.mx
4	360			X	X				Aguirre González Jorge	UNAM	jag@culer.iingen.unam.mx
5	13	X	X		X	X	X	X	Alaniz Álvarez Susana A.	UNAM	alaniz@servidor.unam.mx
6	444							X	Alarcon Ferreira Ana María	CENAPRED	mariana@cenapred.unam.mx
7	153		X		X				Alatorre Zamora Miguel Ángel	UDG	alatorre@quantum.ucting.udg.mx
8	15	X	X		X	X	X		Alatriste Vilchis David Rey	UNAM	david_alatriste@yahoo.com
9	288	X	X	X	X	X		X	Alva Valdivia Luis Manuel	UNAM	laha@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
10	379					X	X		Alvarado Cano Rodney Radames	UAZ	elcano@elfoco.com
11	403						X	X	Álvarez Béjar Román	UNAM	rab@eibniz.ilimas.unam.mx
12	4	X	X	X	X				Álvarez Borrego Josué	CICESE	josue@cicese.mx
13	3	X	X	X	X	X		X	Álvarez Borrego Saúl	CICESE	saul@cicese.mx
14	296	X							Álvarez Manilla Alfonso	IMT	amanilla@imt.mx
15	152	X			X				Álvarez Sánchez Luis Gustavo	CICESE	lalvarez@cicese.mx
16	154				X	X			Amador Buenrostro Alberto	CICESE	aamador@cicese.mx
17	8	X	X	X	X	X			Aragón Arreola Manuel de Jesús	CICESE	maragon@pangea.cicese.mx
18	157			X	X		X		Aranda Gómez Jorge Javier	UNAM	jag@servidor.unam.mx
19	14	X		X	X	X			Arellano Gómez Víctor Manuel	IIE	vag@exp2.iie.org.mx
20	156		X						Arellano Guadarrama José Fco.	CFE	
21	18			X					Argote Espinoza María Luisa	CICESE	argote@cicese.mx
22	17		X			X			Armienta Hernández María Aurora	UNAM	victoria@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
23	12			X					Arredondo Frago José	CFE	cfeinf@mail.giga.com
24	372				X	X	X	X	Arreygüe Rocha Eleazar	UMICH	arrocha@zeus.umich.mx
25	384					X			Arteaga Flores Lorenzo	INEGI	
26	10			X					Arzate Flores Jorge Arturo	UNAM	arzatej@geociencias.unam.mx
27	351				X				Ávila Serrano Guillermo E.	UABC	gavila@bahia.ens.uabc.mx
28	160	X	X	X	X	X	X		Axen Gary	UCLA	gaxen@ess.ucla.edu
29	390					X			Backstrom Lars	UNAM	backstrom_lars@hotmail.com
30	161	X	X	X	X	X	X		Bandy William L.	UNAM	bandy@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
31	22	X	X	X	X	X			Barajas Díaz Pablo	ITESO	
32	23					X	X		Barradas Miranda Víctor Luis	UNAM	vbarrada@miranda.ecologia.unam.mx
33	24	X		X	X	X		X	Barragán Reyes Rosa María	IIE	rmb@iie.org.mx
34	361				X				Bautista Belmonte Aarón	IPN	sjimenez@vmredipn.ipn.mx
35	317			X		X			Bautista Romero José Jesús	CIBNOR	jbauro@cibnor.mx
36	162		X						Beier Martín Emilio José	CICESE	ebeier@cicese.mx
37	25					X	X		Belmonte Jiménez Salvador	IPN	sbelmont@prodigy.net.mx
38	20	X	X						Bermúdez Angulo María Luisa	UNAM	maria@gea.iingen.unam.mx
39	208			X					Bermúdez Juárez María Blanca	BUAP	bbj@xanum.uam.mx
40	324		X						Bernal Franco Gladys	UABC	gbernal@bahia.ens.uabc.mx
41	29			X		X			Birkle Peter	IIE	birkle@iie.org.mx
42	28	X	X	X	X	X	X	X	Böhnel Norbert Harald	UNAM	harald@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
43	426						X		Bote Cab Gilmer Eduardo	Instituto Tecnológico de la Paz	eduardobotec@hotmail.com
44	27		X						Brassea Ochoa Jesús	CICESE	jbrassea@geofisica.cicese.mx
45	21	X		X	X		X		Bravo Cabrera José Luis	UNAM	jbravo@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
46	19	X		X	X			X	Brito Castillo Luis	CIBNOR	lbrito@cibnor.mx
47	26	X	X						Buendía Carrera Enrique	UNAM	
48	275	X	X	X	X	X			Bulgakov Sergey N.	UDG	sbulgano@udg.serv.cencar.udg.mx
49	232	X	X						Burrola Sánchez María Sara	CIBNOR	sburrola@cibnor.mx
50	166		X	X					Caballero Miranda Cecilia	UNAM	maga@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
51	318			X				X	Cabral Cano Enrique	UNAM	ecabral@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
52	396						X		Calderón Macías Carlos	IMP	ccalderon@imp.mx
53	33		X	X	X	X			Calmus Thierry	UNAM	tcalmus@servidor.unam.mx
54	399						X		Camarillo Barranco Lucio		
55	143		X	X	X	X			Campa Uganda María Fernanda	UAEG	mfernanda@data.net.mx
56	347					X			Campos Emilano	UNAM	campossm@servidor.unam.mx
57	167	X	X		X	X			Campos Enríquez Oscar	UNAM	ocampos@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
58	214			X					Candela Pérez Julio	CICESE	jandela@cicese.mx
59	258	X	X	X	X	X			Cañón Tapia Edgardo	CICESE	ecanon@pangea.cicese.mx
60	34	X	X	X	X	X		X	Carbajal Pérez Noel	IPICYT	noelc@ipicyt.edu.mx
61	243	X							Carbonell Ramón	CSIC	rcarbonell@ija.csic.es
62	36		X						Carcione José M.	Osservatorio Geofisica Sperimentale	
63	165	X				X		X	Cárdenas Soto Martín	UNAM	martinc@servidor.unam.mx
64	395						X		Carranza Castañeda Oscar	UNAM	oscar@servidor.unam.mx
65	169	X			X				Carrasco Núñez Gerardo	UNAM	gerardoc@geociencias.unam.mx
66	168	X	X		X				Carreño Ana Luisa	UNAM	anacar@servidor.unam.mx
67	310			X					Carrillo García Verónica Karina	CENAM	vcarrill@cenam.mx
68	435							X	Castillo Roman Jose	BUAP	jocaroman@hotmail.com
69	412						X		Castillo Romano Cervando	IMTA	cervando@taloc.imta.mx
70	284	X	X	X					Castrejón González Israel	UAEG	
71	235	X		X	X				Castrejón Pineda Héctor Ricardo	UNAM	castrejo@sacbe.fi-a.unam.mx
72	31	X	X	X	X	X	X	X	Castro Escamilla Raúl	CICESE	raul@sismo.cicese.mx
73	30	X		X					Castro Govea Renato	UNAM	
74	32		X						Castro Leyva Teresa	IMP	tcastro@agi-cdc.com.mx
75	437						X		Castro Valdes Ruben	UABC	rubenc@uabc.mx
76	6					X		X	Centeno García Elena	UNAM	centeno@servidor.unam.mx

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C., • Miembros 2003 Continuación

No.	Miembro	Dirección	Ciudad	Estado	C.P.	País
1	298	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
2	405	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
3	16	Campus Juriquilla, Dom. Conocido	Juriquilla	Qro.	76001	México
4	360	Nardo #2, Col. Xaltocán	México	D.F.	16090	México
5	13	Campus Juriquilla, Dom. Conocido	Juriquilla	Qro.	76001	México
6	444	Av. Delfín Madrigal 665 Pedregal de Santo Domingo	México	D.F.	4360	México
7	153	Prol. El Mediero #517, Mod. F-201, Col. San Gilberto	Zapopan	Jal.	45150	México
8	15	Temaca #6241, Col. Aragón Inguarán	México	D.F.	07820	México
9	288	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
10	379	Hda. El Cuidado #11, Fracc. Nuevo Bernárdez	Guadalupe	Zac.	98600	México
11	403	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
12	4	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
13	3	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
14	296	Circuito Jardín #356-3, Col. Álamos 3ª Sección	Querétaro	Qro.	76160	México
15	152	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
16	154	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
17	8	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
18	157	Campus Juriquilla, Dom. Conocido	Juriquilla	Qro.	76001	México
19	14	Av. Reforma #113, Col. Palmira	Temixco	Mor.	62490	México
20	156	Km 26.5, Carret. Pascualitos-Pescadero, Cerro Prieto	Mexicali	B.C.	21100	México
21	18	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
22	17	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
23	12	Alejandro Volta #655, Col. Electricistas	Morelia	Mich.	58290	México
24	372	Pino Humboldtzi #392, Fracc. Los Pinos	Morelia	Mich.	58080	México
25	384	Salto de los Salados #409, Fracc. Ojo Caliente	Aguascalientes	Ags.	20190	México
26	10	Campus Juriquilla, Dom. Conocido	Juriquilla	Qro.	76001	México
27	351	Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
28	160	UCLA - Box 951567	Los Ángeles	CA.	90095-1567	USA
29	390	Verdi #412, Col. León Moderno	León	Gto.	37480	México
30	161	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
31	22	Periférico Sur #8585	Tlaquepaque	Jal.	45090	México
32	23	Apdo. Postal No. 70-275, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
33	24	Av. Reforma #113, Col. Palmira	Temixco	Mor.	62490	México
34	361	Meza de Anahuac #17-A, Col. Volcanes	Oaxaca	Oax.		México
35	317	Lic. Primo Verdad #206, Depto. 7, Zona Centro	La Paz	B.C.S.		México
36	162	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
37	25	Mesa de Anahuac #207-A, Col. Volcanes	Oaxaca	Oax.	68020	México
38	20	Calle 128A #29-15, Depto. 403	Santa Fé de Bogotá	Bogotá	70472	Colombia
39	208	Priv. 29 Ote. #1816, Col. Mirador	Puebla	Pue.	72540	México
40	324	Villa de San Miguel #36, San Miguel	Ensenada	B.C.	22760	México
41	29	Apdo. Postal No. 1-475	Cuernavaca	Mor.	62001	México
42	28	Campus Juriquilla, Dom. Conocido	Juriquilla	Qro.	76001	México
43	426	Márquez de León #343, Col. Centro	La Paz	B.C.S.	23000	México
44	27	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
45	21	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
46	19	Km 2.35, Camino al Tular, Estero de Bacochibampo	Guaymas	Son.	85465	México
47	26	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
48	275	Av. Vallarta #2602, Sector JuárezGua	dajajara	Jal.	44100	México
49	232	Km 2.35, Camino al Tular, Estero de Bacochibampo	Guaymas	Son.	85465	México
50	166	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
51	318	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
52	396	Pino #8, San Jerónimo, Col. Lomas Quebradas	México	D.F.	10000	México
53	33	Apdo. Postal No. 1039, Zona Centro	Hermosillo	Son.	83000	México
54	399	Anaxágoras #814, Col. Navarte	México	D.F.	03020	México
55	143	Hda. Xajay #426, Fracc. Hda. Echegaray	Naucalpan	EdoMéx.	53300	México
56	347	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
57	167	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
58	214	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
59	258	Km 107, carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
60	34	Apdo. Postal No. 3-74	Tangamanga	S.L.P.	78231	México
61	243	Luis Solé i Sabaris s/n	Barcelona	Barcelona	08028	España
62	36	P.O. Box 2011	Opicina	Trieste	34016	Italy
63	165	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
64	395	Campus Juriquilla, Dom. Conocido	Juriquilla	Qro.	76001	México
65	169	Apdo. Postal No. 1-742, Zona Centro	Querétaro	Qro.	76001	México
66	168	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
67	310	Cerrada Heriberto Jara #18, Fracc. V. Querétaro	Querétaro	Qro.	76000	México
68	435	3 Sur 303 Altos, Centro Histórico	Puebla	Puebla	72000	México
69	412	Paseo Cuauhnahuac #8532, Col. Progreso	Jiutepec	Mor.	62550	México
70	284	Ex-Hacienda de San Juan Bautista, Taxco El Viejo	Taxco	Gro.	40200	México
71	235	10 Oeste, Manzana 33, Lote 6, Col. Isidro Fabela	México	D.F.	14030	México
72	31	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
73	30	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
74	32	Apdo. Postal No. 224, Oficina de Correo	Cd. Del Carmen	Camp.	24101	México
75	437	Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22800	México
76	6	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C., • Miembros 2003

No.	Miembro	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Nombre	Institución	Correo Electrónico
77	35		X		X	X			Cerca Martínez Luis Mariano	UNAM	mcerca@geociencias.unam.mx
78	37						X		Cervantes Duarte Rafael	IPN	rcervan@ipn.mx
79	391					X			Cervantes Sánchez Alfredo	UAT	alcervan@uam.mx
80	285	X	X						Charre Meza Adolfo Salomé	IMP	acharre@yahoo.com
81	41				X				Chávez Cabello Gabriel	UANL	gachavez@ccr.dsi.uanl.mx
82	409						X		Chávez González Mario	UNAM	chavez@servidor.unam.mx
83	43		X	X	X	X	X	X	Chávez Pérez Sergio		
84	158			X	X	X			Choumilne Evguine	IPN	eshumili@vmredipn.ipn.mx
85	272	X							Cifuentes Nava Gerardo	UNAM	gercifue@tonatihu.igeofcu.unam.mx
86	336		X	X	X	X	X	X	Cisneros Stoianowski Gerardo	SILICON Graphics	gerardo@cray.com
87	364				X	X		X	Concha Dimas Aline	University of Nevada	aline@scs.unr.edu
88	341			X					Contreras Pérez Juan	CICESE	juanc@pangea.cicese.mx
89	394						X		Cordero Ángeles Edgar	UNAM	once25@yahoo.com
90	244	X	X	X		X			Córdoba Barba Diego	UCM	dcordoba@eucmos.sim.ucm.es
91	303		X	X					Corona Chávez Pedro	UMICH	pcorona@zeus.umich.mx
92	38	X							Corona Ruiz Martín	CFE	
93	248	X							Correa Mora Francisco	UNAM	pancho@tonatihu.igeofcu.unam.mx
94	333		X	X		X			Cortés Cortés Abel	UCOL	cortes@cgic.ucol.mx
95	427						X		Cosío Castro Héctor Guillermo		kraftwer@yahoo.com
96	454							X	Cossio Torres Tomás	UANL	
97	315			X	X				Cruz Atienza Víctor Manuel	FIBS	victor@ollin.igeofcu.unam.mx
98	39	X	X	X	X	X	X	X	Cruz Castillo Manuel	IMP	mcruz@imp.mx
99	455							X	Cruz Medina Isidro Roberto	ITSON	
100	371				X				Cruz Orozco Rodolfo	UABCS	rroca@balandra.uabcs.mx
101	163		X						Cuenca Julio César	UNAM	julio@gea.lingen.unam.mx
102	304		X						Cupul Magaña Amílcar Levi	UDG	amilcarc@pv.udg.mx
103	245	X	X	X					Dañobeitia Juan José	CSIC	jjdanobeitia@ija.csic.es
104	172	X				X			Davydova Belifskaya Valentina	UDG	vdavidov@udg.serv.cencar.udg.mx
105	44	X	X	X	X	X			De Cserna Gombos Zoltan	UNAM	zoltan@geologia.unam.mx
106	45		X	X				X	De la Cruz Reyna Servando	UNAM	sdelacrr@tonatihu.igeofcu.unam.mx
107	46				X				De León Gómez Héctor	UANL	hdeleon@ccr.dsi.uanl.mx
108	418					X			De Mels Charles Dennis	University of Wisconsin	chuck@geology.wisc.edu
109	357			X	X				Del Río Jesús Antonio	UNAM	Antonio@servidor.unam.mx
110	49	X	X	X	X	X	X	X	Delgado Argote Luis Alberto	CICESE	ldelgado@pangea.cicese.mx
111	47	X		X					Delgado Contreras Juan Antonio	CICESE	jdelgado@cicese.mx
112	170		X	X	X		X		Delgado Granados Hugo	UNAM	hugo@tonatihu.igeofcu.unam.mx
113	305		X	X	X				Díaz Navarro Ricardo	IMP	rdiazn@imp.mx
114	440							X	Díaz Viera Martín Alberto	UNAM	mdiaz@tonatihu.igeofcu.unam.mx
115	205	X	X	X	X				Diego Orozco Arturo	IMP	adieo@imp.mx
116	50			X		X	X		Dominguez Reyes Tonatihu	UCOL	tonatihu@ucol.mx
117	48						X		Durazo Arvizu Reginaldo	UABC	rdurazo@faro.ens.uabc.mx
118	171	X	X	X	X	X	X		Dworak Robinson Juan A.	SEP	jdworak@cicese.mx
119	252	X							Eliás Herrera Mariano	UNAM	elias@servidor.unam.mx
120	257				X	X		X	Escalona Alcázar Felipe de Jesús	IEMAZ	fescalona@hotmail.com
121	173			X					Escobar Sánchez Alejandra	UANL	
122	51	X	X	X	X				Esparza Hernández Francisco Javier	CICESE	fesparz@geofisica.cicese.mx
123	52	X	X	X	X	X	X	X	Espindola Castro Juan Manuel	UNAM	jme@tonatihu.igeofcu.unam.mx
124	53	X	X	X	X			X	Espinosa Cardaña Juan Manuel	CICESE	jespinos@geofisica.cicese.mx
125	55	X			X				Fabriel Beauville Hubert	BRGM	h.fabriel@brgm.fr
126	174	X	X	X	X	X	X		Farreras Sanz Salvador	CICESE	sfarrera@cicese.mx
127	54	X	X		X	X	X	X	Ferrari Luca Pedraglio	UNAM	luca@geociencias.unam.mx
128	85	X	X	X	X	X		X	Filonov Anatoly E.	UDG	aflonov@udg.serv.cencar.udg.mx
129	59	X	X						Fletcher John Macrain	CICESE	jfletche@pangea.cicese.mx
130	299	X							Flores Cruz Fernando		
131	362				X				Flores Estrella Hortencia	UNAM	flori@data.net.mx
132	175	X	X	X	X	X		X	Flores Luna Carlos Francisco	CICESE	cflores@geofisica.cicese.mx
133	375					X	X		Flores Maciel Roberto	UDG	romaci@ucba.udg.mx
134	130		X			X	X	X	Flores Saldaña Ricardo	IIE	rsf@p.iie.org.mx
135	58	X	X	X	X	X	X	X	Frez Cárdenas José	CICESE	jofrez@cicese.mx
136	300	X	X	X	X	X			Fuentes Vargaz Carlos	UNAM	carlos@ollin.igeofcu.unam.mx
137	64	X	X	X	X	X			Galicia Pérez Marco Antonio	UCOL	galicia@volcan.ucol.mx
138	255	X	X						Gallegos Cruz Apolonio	IPN	
139	350				X	X		X	Garatuza Payan Jaime	ITSON	garatuza@yaqui.itson.mx
140	62	X	X	X	X	X	X	X	García Abdeslem Juan	CICESE	jgarcia@geofisica.cicese.mx
141	63	X	X	X	X	X	X	X	García Arthur Rosalía Eugenia	CICESE	arthur@cicese.mx
142	183				X				García Córdoba Joaquín Alberto	CICESE	joaquin@cicese.mx
143	377					X	X		García Cueto Rafael	UABC	rcueto@iing.mx.uabc.mx
144	378					X			García Daniel	UANL	
145	181	X	X	X	X	X	X	X	García García Fernando	UNAM	ffgg@atmosfera.unam.mx
146	233			X		X	X	X	García Gutiérrez Alfonso	IIE	aggarcia@iie.org.mx
147	5					X	X		García López Ramón Victorino	UAS	rgarcia@uas.uanet.mx
148	423						X		García Puga José Luis	UDG	puga@pv.udg.mx
149	184				X	X	X		García y Barragán Juan Carlos	UNAM	jcarlosg@servidor.unam.mx
150	178		X	X	X	X			Garduño López René	UNAM	rene@atmosfera.unam.mx
151	61	X	X		X			X	Garduño Monroy Víctor Hugo	UMICH	vgmonroy@zeus.umich.mx
152	182	X	X		X				Garef Ziehl Federico	CICESE	fgrae@icese.mx

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C., • Miembros 2003 Continuación

No.	Miembro	Dirección	Ciudad	Estado	C.P.	País
77	35	Apdo. Postal No. 1-742, Zona Centro	Querétaro	Qro.	76001	México
78	37	Av. IPN s/n, Playa Palo de Santa Rita	La Paz	B.C.S.	23096	México
79	391	Matamoros entre 8 y 9, Zona Centro	Ciudad Victoria	Tamp.	87000	México
80	285	Av. Universidad #12, Col. Petrolera	Ciudad del Carmen	Camp.	24180	México
81	41	Km 8, Carret. Linares-Cerro Prieto, Col. Hda. De Guadalupe	Linares	N.L.	67700	México
82	409	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
83	43	Shetland #348, Col. Cosmopolita	México	D.F.	02670	México
84	158	Apdo. Postal No. 592	La Paz	B.C.S.	23000	México
85	272	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
86	336	Av. Vasco de Quiroga #3000, Col. Santa Fé	México	D.F.	01210	México
87	364	Macklay School of Mines/172	Reno	Nevada	89557-0138	USA
88	341	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
89	394	24 de Febrero #6, Col. Polvora, Primera Sección	México	D.F.	01100	México
90	244	Av. Complutense s/n	Madrid	Madrid	28040	España
91	303	Edificio "U", Cd. Universitaria	Morelia	Mich.	58070	México
92	38	Km 26.5, Carret. Pascualitos-Pescadero, Cerro Prieto	Mexicali	B.C.	21100	México
93	248	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
94	333	Av. 25 de Julio #965, Col. Villas San Sebastián	Colima	Col.	28045	México
95	427	A. Bahía Las Palmas, Edif. #621, Depto. #301, Unidad Misioneros	La Paz	B.C.S.		México
96	454	Km 8, Carret. Linares-Cerro Prieto, Col. Hda. De Guadalupe	Linares	N.L.	67700	México
97	315	5 de Mayo #117, Col. Tepepan	México	D.F.	16020	México
98	39	Av. Volcán Fernandina #92, Col. El Mirador	México	D.F.	14449	México
99	455	5 de Febrero #818 Sur, Zona Centro	Ciudad Obregón	Son.		México
100	371	Carret. Al Sur, Km 5.5	La Paz	B.C.S.	23080	México
101	163	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
102	304	Av. Universidad de Guadalajara #203, Delegación Ixtapa	Puerto Vallarta	Jal.	48280	México
103	245	Luis Solé i Sabaris s/n	Barcelona	Barcelona	08028	España
104	172	Av. Vallarta #2602, Sector JuárezGua	dalajara	Jal.	44100	México
105	44	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
106	45	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
107	46	Km 8, Carret. Linares-Cerro Prieto, Col. Hda. De Guadalupe	Linares	N.L.	67700	México
108	418	1215 W. Dayton St.	Madison	WI.	53706	USA
109	357	Apdo. Postal No. 34	Temixco	Mor.	62580	México
110	49	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
111	47	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
112	170	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
113	305	Hda. Ajulupán #107, Hda. Echegaray	Naucalpan	EdoMéx.	53310	México
114	440	Circuito Exterior s/n Ciudad Universitaria	México	D.F.	04510	México
115	205	Eje Central Lázaro Cárdenas #152, Col. San Bartolo Atepehuacán	México	D.F.	07730	México
116	50	Av. Universidad #333	Colima	Col.		México
117	48	Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
118	171	Km 4, Carret. A Varadero Nacional, Sector Playitas	Guaymas	Son.	85425	México
119	252	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
120	257	Blvd. López Portillo #30, Interior "C", Zona Centro	Guadalupe	Zac.	98600	México
121	173	Blvd. Fundadores, Manzana I, C-4, Col. Fundadores	Saltillo	Coah.	25015	México
122	51	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
123	52	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
124	53	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
125	55	117, Avenue de Luminy, B.P. 167		Marseille C. 9	13276	France
126	174	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
127	54	Campus Juriquilla, Dom. Conocido	Juriquilla	Qro.	76001	México
128	85	Río Autlán #2180-34, Sector Atlas	Guadalajara	Jal.	44421	México
129	59	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
130	299	Antonia Nava s/n, Esc. Pri. Makarenko, Col. Carmen Serdán	México	D.F.	04910	México
131	362	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
132	175	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
133	375	Juárez #975, Sector Juárez	Guadalajara	Jal.		México
134	130	Av. Reforma #113, Col. Palmira	Temixco	Mor.	62490	México
135	58	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
136	300	Plaza del Carmen #69, Col. Plazas del Sol, 2a. Sección	Querétaro	Qro.	76090	México
137	64	Apdo. Postal No. 275, Zona Centro	Manzanillo	Col.	28200	México
138	255	Te #950, Col. Iztacalco	México	D.F.	08400	México
139	350	5 de Febrero #818 Sur, Zona Centro	Ciudad Obregón	Son.		México
140	62	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
141	63	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
142	183	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
143	377	Blvd. Benito Juárez s/n, Col. Insurgentes Este	Mexicali	B.C.	21280	México
144	378	Km 8, Carret. Linares-Cerro Prieto, Col. Hda. De Guadalupe	Linares	N.L.	67700	México
145	181	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
146	233	Av. Reforma #113, Col. Palmira	Temixco	Mor.	62490	México
147	5	Galileo 1175 Villa Universidad	Culiacán	Sin.	80010	México
148	423	Apdo. Postal No. 96-B	Puerto Vallarta	Jal.	48280	México
149	184	Luis D. Colosio y Madrid s/n, Campus UNISON	Hermosillo	Son.	83000	México
150	178	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
151	61	Av. Rey Tariacuri #374-D, Col. Villabella	Morelia	Mich.	58090	México
152	182	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C., • Miembros 2003

No.	Miembro	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Nombre	Institución	Correo Electrónico
153	280			X					Garza Rocha Daniel	UANL	dagarza@ccr.dsi.uanl.mx
154	334		X	X	X				Gavilanes Ruiz Juan Carlos	UCOL	gavilan@cglc.ucol.mx
155	72	X	X	X	X	X			Gaviño Rodríguez Juan Heberto	UCOL	gavino@volcan.ucol.mx
156	180		X	X	X	X	X		Gay García Carlos	UNAM	cgay@servidor.unam.mx
157	74	X	X	X	X	X	X	X	Glowacka Ewa	CICESE	glowacka@cicese.mx
158	176				X	X			Gómez González Juan Martín	UNAM	gomez@conin.unicit.unam.mx
159	369				X	X	X	X	Gómez López David Roberto	UV	dgomez@xal.megared.net.mx
160	73	X	X	X	X	X	X	X	Gómez Treviño Enrique	CICESE	egomez@geofisica.cicese.mx
161	67	X	X	X	X	X	X	X	Gómez Valdés José	CICESE	igomez@cicese.mx
162	292	X	X	X	X	X	X		González Fernández Antonio	CICESE	mindundi@pangea.cicese.mx
163	68	X	X		X				González García José Javier	CICESE	javier@cicese.mx
164	354				X	X	X		González Ibarra Alfonso	IMP	agibarra@imp.mx
165	69					X		X	González León Carlos M.	UNAM	cmgleon@servidor.unam.mx
166	71		X						González Morales Carlos Alberto	CICESE	cgonzalez@cicese.mx
167	60		X		X				González Morán Tomás	UNAM	tglez@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
168	400						X		González Navarro Juan Ignacio	CICESE	ignaci@cicese.mx
169	70						X	X	González Pomposo Guillermo	BUAP	gugonzal@siu.buap.mx
170	366				X				González Yajimovich Oscar	UABC	
171	307		X						Gorsline Donn S.	University of Southern California	gorsline@earth.usc.edu
172	189	X	X						Grajales Nishimura Manuel	IMP	grajales@geologia.unam.mx
173	250	X	X			X	X	X	Green Ruiz María de Jesús	Old Dominion University	mxgreen@odu.edu
174	415					X		X	Grijalva Noriega Francisco Javier	USON	grijalva@marina.geologia.uson.mx
175	436							X	Grimalsky Volodymyr	INAOE	vgrim@inaoe.mx
176	66	X	X						Guerrero García José C.	UNAM	josec@servidor.unam.mx
177	65			X					Guerrero Guadarrama José Luis	CFE	geoexplo@michl.telmex.net.mx
178	407						X		Guevara O. Enrique	CENAPRED	ego@cenapred.unam.mx
179	177					X			Gutiérrez de Velasco Guillermo	CICESE	ggutierrez@cicese.mx
180	179				X				Guzmán Speziale Marco	UNAM	marco@ollin.igeofcu.unam.mx
181	76	X							Helene Escamilla Javier	CICESE	helene@pangea.cicese.mx
182	75		X	X	X	X			Herguera García Juan Carlos	CICESE	herguera@cicese.mx
183	251	X	X	X	X	X	X		Hernández Bernal María del Sol	UNAM	msol@quetzalcoatl.igeofcu.unam.mx
184	259	X							Hernández Guerrero Joel	PEMEX	zyanya@hotmail.com
185	247	X							Hernández Treviño Teodoro	UNAM	tht@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
186	343					X			Herrera Aztegui Luis Eduardo	UNAM	electron@altavista.com
187	306		X						Herrera Charles Roberto	IPN	charles@citedi.mx
188	186					X			Herrera Revilla Ismael	UNAM	iherrera@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
189	188		X	X	X			X	Hinojosa Corona Alejandro	CICESE	alhinc@pangea.cicese.mx
190	187			X	X	X			Huerta López Carlos Isidro	CICESE	huerta@cicese.mx
191	289	X							Hughes Simon	UNAM	shuhes@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
192	77	X	X	X	X	X			Huidobro González Adolfo	UNAM	hermo@intl.lingen.unam.mx
193	78		X						Huizar Álvarez Rafael	UNAM	huizar@servidor.unam.mx
194	432							X	Hurtado Artunduaga Angel David	UNAM	adhurtado@yahoo.com
195	331		X	X	X	X	X		Hutton Wallis	UNAM	wallis@geology.wisc.edu
196	316			X					Iglesias Mendoza Arturo	FJBS	amg@tornado.com.mx
197	332		X						Israde Alcántara Isabel	UMICH	aisrade@zeus.umich.mx
198	80		X	X					Jacques Ayala César	UNAM	jacques@servidor.unam.mx
199	79		X						Jáuregui Ostos Ernesto	UNAM	ejos@ccaunam.atmoscu.unam.mx
200	82	X							Jiménez Illescas Ángel R.	IPN	ajimenez@ipn9021.jpn.mx
201	81	X							Jiménez Jiménez Zenón	UNAM	zenon@igeofcu.unam.mx
202	442						X		Jimenez Romano Gerardo	CENAPRED	termica@cenapred.unam.mx
203	340			X					Jiménez Sergio	UABC	
204	349				X	X			Jödicke Hartmut	University Munster	jodike@earth.uni.munster.de
205	411					X			Juárez Aguilar Luis	IMP	ljuarez@imp.mx
206	190		X	X					Juárez Sánchez Faustino	UNAM	lino@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
207	90			X					Keller Torres Jaime	UNAM	keller@servidor.unam.mx
208	387					X			Keplie Jhon Duncan	UNAM	duncan@servidor.unam.mx
209	138			X		X			Koshevaya Svetlana S.	INAOE	svetlana@tonali.inaoe.mx
210	83	X	X	X	X	X		X	Kostoglodov Vladimir	UNAM	vladimir@ollin.igeofcu.unam.mx
211	438							X	Kotsarenko Anatoliy	UNAM	kotsarenko@geociencias.unam.mx
212	84	X							Kouzoub Nikolai	UANL	nkouzoub@ccr.dsi.uanl.mx
213	283	X		X	X	X			Kuraica Ogie	KINEMATICS	sales@kmi.com
214	451							X	Ladrón de Guevara María A.	SEP	
215	40			X					Lara Lara José Rubén	CICESE	rlara@cicese.mx
216	261	X					X		Lares Reyes María Lucila	CICESE	llares@cicese.mx
217	87	X	X	X		X			Lavín Peregrina Miguel Fernando	CICESE	mlavin@cicese.mx
218	192	X	X						Lázaro Mancilla Octavio	CICESE	olazaro@geofisica.cicese.mx
219	439							X	Leal Lupercio Juan Carlos	IMADES	jleal@cideson.mx
220	216	X	X	X	X	X			Ledesma Vázquez Jorge	UABC	ledesma@bahia.ens.uabc.mx
221	193	X		X	X		X	X	Lermo Samaniego Javier Francisco	UNAM	lermo@intl.lingen.unam.mx
222	385					X	X		Lesser Luis E.	Arizona State University	lesser@asu.edu
223	443							X	Leyva Contreras Amando	UNAM	
224	262	X	X	X					Lira Herrera Héctor	CFE	
225	376					X	X	X	Lizarraga Celaya Carlos	USON	carlos@fisica.uson.mx
226	338		X	X					Lluch Cota Daniel Bernardo	CIBNOR	dblluch@cibnor.mx
227	339		X						Lluch Cota Salvador Emilio	CIBNOR	sluch@cibnor.mx
228	155		X						Lobato Sánchez René	IMTA	rlobato@tlaloc.imta.mx

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C., • Miembros 2003 Continuación

No.	Miembro	Dirección	Ciudad	Estado	C.P.	País
153	280	Km 8, Carret. Linares-Cerro Prieto, Col. Hda. De Guadalupe	Linares	N.L.	67700	México
154	334	Av. 25 de Julio #965, Col. Villas San Sebastián	Colima	Col.	28045	México
155	72	Apdo. Postal No. 275, Zona Centro	Manzanillo	Col.	28200	México
156	180	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
157	74	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
158	176	Apdo. Postal No. 1-742, Zona Centro	Querétaro	Qro.	76001	México
159	369	Mendez Alcalde #3, Col. Salud	Xalapa	Ver.	91070	México
160	73	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
161	67	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
162	292	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
163	68	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
164	354	Magdalena #410, Depto. 303, Col. Del Valle	México	D.F.	03100	México
165	69	Apdo. Postal No. 1039, Zona Centro	Hermosillo	Son.	83000	México
166	71	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
167	60	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
168	400	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
169	70	Bld. Valsequillo y Circuito CU, Cd. Universitaria	Puebla	Pue.		México
170	366	Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
171	307	3620 S. Vermont Ave. KAP-246	Los Angeles	CA.	90089-2538	USA
172	189	Tokio #921-202B, Col. Portales	México	D.F.	03300	México
173	250	4600, Elkhorn Ave.	Norfolk	VA.	23529	USA
174	415	Alejandro García #522, Col. Jardines	Hermosillo	Son.	83113	México
175	436	Santa María Tonantzintla, Luis Enrique Erro No. 1	Puebla	Pue.	72000	México
176	66	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
177	65	Alejandro Volta #655, Col. Electricistas	Morelia	Mich.	58290	México
178	407	Av. Delfín Madrigal #655, Col. Pedregal de Santo Domingo	México	D.F.	04360	México
179	177	Miraflores #334, entre Mulegé y La Paz, Fracc. BellaVista	La Paz	B.C.S.	23050	México
180	179	Campus Juriquilla, Dom. Conocido	Juriquilla	Qro.	76001	México
181	76	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
182	75	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
183	251	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
184	259	Av. Sitio Grande #2000, Edif. 3, Piso 1, Fracc. Carrizal	Villahermosa	Tab.	86035	México
185	247	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
186	343	Cerro Chinaco #121, Col. Campestre Churubusco	México	D.F.	04200	México
187	306	Av. Del Parque #1310, Mesa de Otay	Tijuana	B.C.	25510	México
188	186	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
189	188	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
190	187	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
191	289	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
192	77	Av. México #120, Col. Del Carmen	México	D.F.	04100	México
193	78	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
194	432	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
195	331	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
196	316	Siracusa #130, Edif. 5-B-22, Col. Lomas Estrella	México	D.F.	09890	México
197	332	Edificio "U", Cd. Universitaria	Morelia	Mich.	58070	México
198	80	De la Rivera #21	Hermosillo	Son.	83288	México
199	79	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
200	82	Colegio Militar #192, Col. Esterito	La Paz	B.C.S.	23020	México
201	81	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
202	442	1a. Cda. De Acanto Mz. 73 Lt. 21 Col. Ampliación Miguel Hidalgo	México	D.F.	14250	México
203	340	Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
204	349	Corrensstr 24 D-48149	Munster		48149	Germany
205	411	Edificio 17, Depto. 12, Fracc. Las Brisas, Talcolutla	Cd. Del Carmen	Camp.	24178	México
206	190	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
207	90	Fuente de la Juventud #64, Fracc. Tecamachalco	Naucaupan	EdoMéx.	53950	México
208	387	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
209	138	Apdo. Postal #51	Puebla	Pue.	72000	México
210	83	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
211	438	Campus Juriquilla, Dom. Conocido	Juriquilla	Qro.	76001	México
212	84	Pedro Noriega #569 Sur	Linares	N.L.	67700	México
213	283	222 Vista Avenue	Pasadena	CA.	91107	USA
214	451					
215	40	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
216	261	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
217	87	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
218	192	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
219	439	Reyes y Aguas Calientes S/N	Hermosillo	Son.	83190	México
220	216	Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
221	193	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
222	385	Arizona State University, PO Box 875306	Tempe	Arizona	85287-5306	USA
223	443					
224	262	Km 26.5, Carret. Pascualitos-Pescadero, Cerro Prieto	Mexicali	B.C.	21100	México
225	376	José M. Salvatierra #33, Col. Los Arcos	Hermosillo	Son.	83250	México
226	338	Apdo. Postal #128	La Paz	B.C.S.	23000	México
227	339	Km 0.5, Carret. Al Conchalito	La Paz	B.C.S.	23000	México
228	155	Paseo Cuauhnahuac #8532, Col. Progreso	Jlutepec	Mor.	62550	México

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C., • Miembros 2003

No.	Miembro	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Nombre	Institución	Correo Electrónico
229	414						X		López Dorcel Rubén	UASLP	rlopez@uaslp.mx
230	301			X				X	López Loera Héctor	UNAM	lopezdes@col1.telnet.net.mx
231	89	X			X				López Mariscal Juan Manuel	CICESE	malopez@cicese.mx
232	445							X	López Martínez Cesar Honorio	CENAPRED	
233	308			X					López Martínez Juana	CIBNOR	jlopez@cibnor.mx
234	88	X	X	X	X	X			López Martínez Margarita	CICESE	marlopez@pangea.cicese.mx
235	380					X	X		López Pineda Leobardo	CESUES	odrauel@yahoo.com
236	191	X							Lozada Zumaeta Manuel	IMP	mlozada@imp.mx
237	269	X	X			X			Machain Castillo María Luisa	UNAM	machain@ola.icml.unam.mx
238	91					X			Macías Vázquez José Luis	UNAM	macias@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
239	282	X							Magaña Rueda Víctor Orlando	UNAM	victormr@servidor.unam.mx
240	236			X	X	X			Makarov Vyacheslav G.	IPN	smakarov@redipn.ipn.mx
241	428						X		Malagón Montalvo Arturo	UDG	malagon_arturo@hotmail.com
242	429						X		Maldonado Sánchez Guadalupe	UNAM	magmaldonado@hotmail.com
243	368				X		X		Malishewsky Peter G.	Universita et Jena	malig@geo.uni.jena.de
244	446							X	Marie Baur Juan Luis	Inst. Repsol YPF	mariej@repsol.com
245	102	X					X		Marinone Moschetto Silvio Guido	CICESE	marinone@cicese.mx
246	93	X	X	X	X	X	X		Márquez Azúa Bertha	UDG	bmarquez@udg.serv.cencar.udg.mx
247	381					X			Márquez García Antonio Zoilo	UAM	azmg@xanum.uam.mx
248	297	X	X						Márquez González Álvaro	UCM	alvaromg@eucmax.sim.ucm.es
249	164			X					Marshall Kyle Jeffrey	Franklin Marshall College	j_marshall@fandm.edu
250	293	X	X	X	X	X			Martín Alienza Beatriz	CICESE	batienza@geofisica.cicese.mx
251	2	X	X	X	X		X		Martín Barajas Arturo	CICESE	amartin@pangea.cicese.mx
252	348				X				Martínez Díaz de León Asdrúbal	UABC	asdrubal@faro.ens.uabc.mx
253	194	X	X	X	X	X	X	X	Martínez García Mario	CIBNOR	mmartinez@cibnor.mx
254	9					X			Martínez Gutiérrez Genaro	UABCS	martingg@uabcs.mx
255	373					X			Martínez Hernández Enrique	UNAM	emar@servidor.unam.mx
256	408						X		Martínez Noriega César	UABCS	martinez@uabcs.mx
257	422						X		Martínez Retana Silvia	USON	
258	404						X		Martínez Reyes Juvenito	UNAM	jmr@geociencias.unam.mx
259	92	X							Martínez Serrano Raymundo G.	UNAM	rms@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
260	273	X				X			Martínez Zatarain Alejandro	UDG	amartinez@udg.serv.cencar.udg.mx
261	96					X			Martiny Kramer Bárbara	UNAM	martiny@servidor.unam.mx
262	367				X				Mascareño Gastelum Ramón A.	UAS	alejandro_trami@hotmail.com
263	287	X	X	X	X	X		X	Matthes Miguel	APASCO	
264	313			X					Mazariegos Alfaro Rubén Alberto	University Texas Pan American	rubenm@panam.edu
265	200	X							Mejía Trejo Adán	UABC	amejia@bahia.ens.uabc.mx
266	97	X	X	X	X				Méndez Delgado Sóstenes	UANL	somendez@ccr.dsi.uanl.mx
267	198			X		X			Mendieta Jiménez Francisco Javier	CICESE	jmendiet@cicese.mx
268	11					X			Mengelle López Jorge Jaime	IPN	se_vinculacion@hotmail.com
269	274		X						Meulener Peña Ángel R.	UDG	ameulene@udg.serv.cencar.udg.mx
270	57	X							Michaud Francois	U. Pierre ET M. Curie	micho@ccrv.obs-vlfr.fr
271	94						X		Mikumo Kamura Takeshi	UNAM	mikumo@ollin.igeofcu.unam.mx
272	323			X					Milán Valdés Marcos	IPN	milan@mexico.com
273	202						X		Miranda Miranda Ubaldo	IIE	umiranda@iie.org.mx
274	98					X			Mitre Salazar Luis Miguel	UNAM	lmitre@servidor.unam.mx
275	388					X	X		Molina Garza Roberto	UNAM	rmolina@geociencias.unam.mx
276	99	X	X		X		X	X	Montesinos Silva Genaro	UGTO	genaros@dulcinea.ugto.mx
277	419						X		Montijo González Alejandra	USON	amontijo@geologia.uson.mx
278	196		X	X		X	X	X	Monzón César Octavio	UDG	monzon@cucei.udg.mx
279	195						X		Moraila V. Carlos Ramón	UAS	cmoraila@uas.uasnet.mx
280	203			X					Morales Blake Alejandro	UCOL	mblake@volcan.ucol.mx
281	197	X	X			X			Moran Zenteno Dante Jaime	UNAM	dante@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
282	101	X	X	X	X	X			Morandi Soana María Teresa	Universidad de Los Andes	maria@ciens.ula.ve
283	449						X		Moreles Vázquez Miguel Ángel	CICESE	moreles@cicese.mx
284	270	X	X		X	X		X	Mortera Gutiérrez Carlos A.	UNAM	carlosm@ollin.igeofcu.unam.mx
285	406						X		Mouloud Bennami	UNAM	
286	265	X							Moya Juan Carlos	University of Colorado	moya@creep.colorado.edu
287	95	X	X	X					Munguía Orozco Luis	CICESE	lmunguia@cicese.mx
288	302			X	X	X			Muñoz Diosdado Alejandro	IPN	amunoz@acei.upibi.ipn.mx
289	328					X			Murillo Nava Janette	IPN	
290	199	X	X		X	X			Murrieta Hernández José Luis	UV	jose@lino.coacade.uv.mx
291	374					X			Nájera Garza Jesús	Consultor Privado	ing1207@hotmail.com
292	103		X		X		X		Natividad Baizabal Miguel Ángel	UV	navidad@lino.coacade.uv.mx
293	410						X		Nava de la Riva Julio César	Gobierno del Estado de Zacatecas	
294	104	X	X	X	X	X	X	X	Nava Pichardo Alejandro Fidencio	CICESE	fnava@cicese.mx
295	290	X	X		X			X	Nava Sánchez Enrique H.	IPN	enava@redipn.ipn.mx
296	266			X					Nevárez Martínez Manuel Otilio	INP	nevarez@altavista.net
297	416					X			Nieto Obregón Jorge	UNAM	nieto@servidor.unam.mx
298	105	X	X		X	X	X		Nieto Samaniego Ángel Francisco	UNAM	afns@geociencias.unam.mx
299	312		X	X		X		X	Norzagaray Campos Mariano	IPN	nmunoz@debtel.com.mx
300	106	X	X	X	X	X	X	X	Núñez Cornú Francisco Javier	UDG	fcornu@vallarta.cuc.udg.mx
301	370				X	X			Núñez Peralta Marco Antonio	UAM	manp@xanum.uam.mx
302	108					X	X	X	Obeso Nieblas Maclovio	IPN	mniebla@redipn.ipn.mx
303	107	X	X	X		X	X		Ocampo Torres Francisco Javier	CICESE	ocampo@cicese.mx
304	204	X		X	X	X			Ochoa De la Torre José Luis	CICESE	jchoa@cicese.mx

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C., • Miembros 2003 Continuación

No.	Miembro	Dirección	Ciudad	Estado	C.P.	País
229	414	Av. Dr. Manuel Nava #5, Zona Universitaria	San Luis Potosí	S.L.P.	78240	México
230	301	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
231	89	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
232	445	Av. Delfín Madrigal #655, Col. Pedregal de Santo Domingo	México	D.F.	4630	México
233	308	Retorno Mondorica #2056, Col. Infonavit	La Paz	B.C.S.	23070	México
234	88	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
235	380	Ley Federal del Trabajo s/n y Perimetral, Col. Apolo	Hermosillo	Son.	83100	México
236	191	Eje Central Lázaro Cárdenas #152, Col. San Bartolo Atepehuacán	México	D.F.	07730	México
237	269	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
238	91	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
239	282	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
240	236	Av. IPN s/n, Playa Palo de Santa Rita	La Paz	B.C.S.	23096	México
241	428	La Paz #63, Casa #51, Atemajac del Valle	Zapopan	Jal.		México
242	429	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
243	368	Burgweg 11	Jena		07749	Germany
244	446	Jaime Balmes 8-701	México	D.F.	11510	México
245	102	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
246	93	Av. De los Maestros y Mariano Bárcena,	Guadalajara	Jal.	44260	México
247	381	Av. Purísima y Michoacán, Col. Vicentina	México	D.F.	09340	México
248	297	Av. Complutense s/n	Madrid	Madrid	28040	España
249	164	625 W. Chestnut St.	Lancaster	PA.	17604	USA
250	293	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
251	2	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
252	348	Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
253	194	Km 1, Carret. San Juan de la Costa, Col. El Comitán	La Paz	B.C.S.	23000	México
254	9	Carret. Al Sur Km 5.5	La Paz	B.C.S.	23080	México
255	373	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
256	408	Km 5.5, Carret. Al Sur, Zona Universitaria	La Paz	B.C.S.	23080	México
257	422	Bvld. Transversal y Rosales s/n, Zona Centro	Hermosillo	Son.	83000	México
258	404	Campus Juriquilla, Dom. Conocido	Juriquilla	Qro.	76001	México
259	92	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
260	273	Av. Vallarta #2602, Sector Juárez	Guadalajara	Jal.	44100	México
261	96	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
262	367	Las Lichis #1839, Fracc. La Campiña	Culiacán	Sin.	80060	México
263	287	Campus Eliseos #345, Piso 16, Col. Polanco	México	D.F.	11550	México
264	313	810 Pacific Ave.	Edinburg	TX.	78539	USA
265	200	Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
266	97	Km 8, Carret. Linares-Cerro Prieto, Col. Hda. De Guadalupe	Linares	N.L.	67700	México
267	198	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
268	11	Av. Ticomán #600, Col. San José Ticomán	México	D.F.	07340	México
269	274	Av. Las Praderas #320, Prados Vallarta	Zapopan	Jal.	45020	México
270	57	La Darse B-P #48	Villefranche sur Mer	Paris	06230	France
271	94	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
272	323	Acueducto #63, Col. Acueducto de Guadalupe	México	D.F.	01120	México
273	202	Av. Reforma #113, Col. Palmira	Temixco	Mor.	62490	México
274	98	Campus Juriquilla, Dom. Conocido	Juriquilla	Qro.	76001	México
275	388	Campus Juriquilla, Dom. Conocido	Juriquilla	Qro.	76001	México
276	99	Apdo. Postal #311, Zona Centro	Irapuato	Gto.	36500	México
277	419	Bvld. Transversal y Rosales s/n, Zona Centro	Hermosillo	Son.	83000	México
278	196	Bvld. M. García Barragán y Corregidora	Guadalajara	Jal.	44421	México
279	195	Mutualismo #1277, Fracc. Los Pinos	Culiacán	Sin.	80120	México
280	203	Villa Florencia #54, Fracc. Soleares	Manzanillo	Col.	28869	México
281	197	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
282	101	La Hechicera	Merida	Yuc.	05101	Venezuela
283	449	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
284	270	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
285	406	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
286	265	1300, 30th, A1-24	Boulder	CO.	80303	USA
287	95	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
288	302	Valle del Po #16, Valle de Aragón	Ecatepec	EdoMex.	55280	México
289	328	Av. IPN s/n, Playa Palo de Santa Rita	La Paz	B.C.S.	23096	México
290	199	Zona Universitaria s/n, Cd. Universitaria	Xalapa	Ver.	91090	México
291	374	Ventura Salazar #334-2, Zona Centro	Zacatecas	Zac.	98000	México
292	103	Apdo. Postal #178, Zona Centro	Xalapa	Ver.	91000	México
293	410	Rebote de Barbosa #605, Zona Centro	Zacatecas	Zac.	98000	México
294	104	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
295	290	Apdo. Postal No. 592	La Paz	B.C.S.	23000	México
296	266	Bvld. Las Plazas #75, Fracc. Las Plazas	Guaymas	Son.	85430	México
297	416	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
298	105	Campus Juriquilla, Dom. Conocido	Juriquilla	Qro.	76001	México
299	312	Av. Ticomán #600, Col. San José Ticomán	México	D.F.	07340	México
300	106	Apdo. Postal No. 96-B	Puerto Vallarta	Jal.	48280	México
301	370	Apdo. Postal No. 55-534	México	D.F.	09340	México
302	108	Av. IPN s/n, Playa Palo de Santa Rita	La Paz	B.C.S.	23096	México
303	107	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
304	204	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C., • Miembros 2003

No.	Miembro	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Nombre	Institución	Correo Electrónico
305	206	X	X			X		X	Oda Noda Bertha	UNAM	oda@atmosfera.unam.mx
306	356				X	X			Oesterreich Masuch Dirk	UANL	dmasuch@ccr.dsi.uanl.mx
307	327		X	X					Olenshko Lutkova Klaudia	UNAM	olechko@servidor.unam.mx
308	420						X		Olivos Ortiz Aramis	UCOL	
309	353					X			Oropeza Villalobos Beatriz	UNAM	
310	249	X	X	X	X		X		Orozco Esquivel María Teresa	UNAM	torozco@geociencias.unam.mx
311	286	X	X	X					Orta Francisco	APASCO	
312	417						X		Ortega Guerrero Beatriz	UNAM	bortega@geofisica.unam.mx
313	281			X					Ortega Guerrero Marcos Adrián	UNAM	maog@servidor.unam.mx
314	210			X		X		X	Ortega Rivera María Amabel	UNAM	amabel@servidor.unam.mx
315	326		X	X		X		X	Ortiz Alemán Carlos	FJBS	carlos@servidor.unam.mx
316	126						X		Oskin Michael	CALTECH	
317	359				X	X			Ostroumov Mikhail	UMICH	ostroum@zeus.umich.mx
318	111	X	X	X	X	X	X	X	Pacheco Alvarado Francisco Javier	UNAM	javier@ollin.igeofcu.unam.mx
319	242	X							Padilla Arredondo Gustavo	CIBNOR	gpaddilla@cibnor.mx
320	237	X		X		X			Pal Verma Jaiswal Mahendra	IIE	mahendra@iie.org.mx
321	109		X						Palma Guzmán Sergio Hugo	CFE	
322	110		X						Palma Pérez Oswaldo	CFE	
323	398						X		Paniagua Quiroga Jesús Darío	UV	
324	115	X	X	X	X				Pavía López Edgar Gerardo	CICESE	epavia@cicese.mx
325	118		X						Payero De Jesús Juan S.	U. Autónoma de Santo Domingo	jpayero@tricom.net
326	116	X	X	X	X				Paz Moreno Francisco Abraham	USON	paz@marina.geologia.uson.mx
327	42	X			X				Pedrin Aviles Sergio	CIBNOR	spedrin@cibnor.mx
328	159			X	X	X			Peláez Salvador Roberto	PEMEX	pelaez_fi_unam@yahoo.com
329	447						X		Peña Alonso Tomás	ITCM	lopeax@hotmail.com
330	320		X						Peraza Vizcarra Ramón	UAS	
331	114	X			X	X			Pereyra Díaz Domitilo	UV	dpereyra@speedy.coacade.uv.mx
332	207		X	X	X	X	X		Pérez de Tejada Héctor	UNAM	hector@ifunam.ifisicaen.unam.mx
333	209		X		X	X		X	Pérez Enríquez Román	UNAM	roman@tonatliuh.igeofcu.unam.mx
334	425						X		Pérez Flores Marco Antonio	CICESE	mperez@geofisica.cicese.mx
335	254			X					Pérez García Ismael	UNAM	ismael@servidor.unam.mx
336	112		X	X					Pérez Rocha Luis Eduardo	FJBS	
337	352				X	X			Pérez Sesma José Antonio A.	UV	pereyra@dino.coacade.uv.mx
338	113	X	X	X	X	X			Pérez Venzor José Antonio	UABCS	jperez@calafia.uabcs.mx
339	421						X		Pervago Evgueni	IMP	
340	146	X	X		X				Peterson Villalobos Héctor	LIBRA	libra@telnor.net
341	117				X				Pola Simuta Cosme	UANL	cpola@ccr.dsi.uanl.mx
342	402						X	X	Posada Sánchez A.E.	BUAP	
343	291	X							Prieto Mendoza Jesús José	UABCS	jprieto@calafia.uabcs.mx
344	397					X	X		Quintero Núñez Margarito	UABC	
345	358	X	X		X				Ramírez Aguilar Isabel	CICESE	iramirez@cicese.mx
346	452						X		Ramírez Cruz Luis Cuauhtémoc	IMP	
347	294	X	X	X	X				Ramírez Hernández Jorge	UABC	iramirez@iing.mx.uabc.mx
348	277		X	X	X				Ramírez Herrera María Teresa	California State University	iramirez@csulb.edu
349	220	X	X	X	X	X			Ramírez Ruiz Juan José	UCOL	iramirez@cgic.ucol.mx
350	448						X		Ramírez Sánchez Elisa Leonor	CICESE	eramirez@cicese.mx
351	121	X	X	X	X				Ramírez Trejo Ana Rosa		
352	122	X							Ramírez Vázquez Carlos Ariel	UCOL	carlosr@cgic.ucol.mx
353	434						X		Ramos H. Silvia	U. de Ciencias y Artes de Chiapas	silviaramos@terra.com.mx
354	120			X					Ramos Jiménez Esteban	CENAPRED	erj@cenapred.unam.mx
355	309		X						Ramos Leal José Alfredo	IPN	
356	7					X			Ramos Martínez Jaime	IMP	jmartin@imp.mx
357	119	X	X	X	X	X	X	X	Randall Roberts John	UGTO	randall@redes.imt.com.mx
358	123	X		X	X	X		X	Rebollar Bustamante Cecilio Javier	CICESE	rebollar@cicese.mx
359	453						X		Reyes Cortes Ignacio A.	UACH	
360	124	X	X	X	X	X	X		Reyes Dávila Gabriel Ángel	UCOL	gabrielr@cgic.ucol.mx
361	344				X				Reyes Rodríguez de la Gala Jorge	CICESE	jreyes@cicese.mx
362	346				X				Reyes Trujillo Javier	UACAMP	
363	260		X						Reyes Zamora César Alfonso	CICESE	reyesz@cicese.mx
364	219					X			Rivera Rodríguez Jesús	UNAM	jrivera@servidor.unam.mx
365	329		X						Rocha Fernández José Luis	UV	abraxas@speedy.coacade.uv.mx
366	217				X	X	X	X	Rodríguez Castañeda José Luis	UNAM	jrod@servidor.unam.mx
367	215	X							Rodríguez Castillo Ramiro	UNAM	rrdz@tonatliuh.igeofcu.unam.mx
368	256		X	X			X		Rodríguez González Miguel	UNAM	mrod@gea.iingen.unam.mx
369	127		X	X					Rodríguez Ramírez Joel	CICESE	joel@geofisica.cicese.mx
370	433						X		Rodríguez Torres Rafael	USON	
371	314		X						Rodríguez Zuñiga José Luis	FJBS	sanz@mpsnet.com.mx
372	218					X	X		Roldán Quintana Jaime	UNAM	jaimer@servidor.unam.mx
373	441					X			Roldán Quintana Jaime	ERNO	
374	413						X		Romero de la Cruz Oscar Mario	UNAM	oromero@geologia.unam.mx
375	221	X	X			X			Romero Espejel Héctor	CICESE	hromero@pangea.cicese.mx
376	246	X							Romero Pascual Mercedes	UCM	romero@eucmos.sim.ucm.es
377	125	X	X	X	X	X	X	X	Romo Jones José Manuel	CICESE	jromo@geofisica.cicese.mx
378	213	X		X			X		Ronquillo Jarrillo Gerardo	IMP	gerardo@orion.expl.imp.mx
379	268	X							Rosales Álvarez Julio	CFE	
380	267	X							Rosales Grano Pedro	SEP	

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C., • Miembros 2003 Continuación

No.	Miembro	Dirección	Ciudad	Estado	C.P.	País
305	206	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
306	356	Km 8, Carret. Linares-Cerro Prieto, Col. Hda. De Guadalupe	Linares	N.L.	67700	México
307	327	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
308	420	Av. 25 de Julio #965, Col. Villas San Sebastián	Colima	Col.	28045	México
309	353	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
310	249	Campus Juriquilla, Dom. Conocido	Juriquilla	Qro.	76001	México
311	286	Campos Eliseos #345, Piso 16, Col. Polanco	México	D.F.	11550	México
312	417	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
313	281	Campus Juriquilla, Dom. Conocido	Juriquilla	Qro.	76001	México
314	210	Apdo. Postal No. 1-742, Zona Centro	Querétaro	Qro.	76001	México
315	326	Carret. Al Ajusco #203, Col. Héroes de Padierna	México	D.F.	14200	México
316	126	11507 N. Poema Place 201	Chatsworth	CA	91311	USA
317	359	Edificio "U", Cd. Universitaria	Morelia	Mich.	58070	México
318	111	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
319	242	Km 2.35, Camino al Tular, Estero de Bacochibampo	Guaymas	Son.	85465	México
320	237	Av. Reforma #113, Col. Palmira	Temixco	Mor.	62490	México
321	109	Lic. Ángel Compers #65, Col. Dr. Miguel Silva	Morelia	Mich.	58120	México
322	110	El Greco #5181, Col. Real Vallarta	Zapopan	Jal.	45020	México
323	398	Loma del Estadio s/n, Cd. Universitaria	Xalapa	Ver.	91090	México
324	115	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
325	118	Ciudad Universitaria	Santo Domingo	Santo Domingo		República Dominicana
326	116	Apdo. Postal No. 847, Zona Centro	Hermosillo	Son.	83000	México
327	42	Km 2.35, Camino al Tular, Estero de Bacochibampo	Guaymas	Son.	85465	México
328	159	Manzana No. 72, Lote 1, Fracc. José M. Morelos, Sa. Sección	Ecatepec	EdoMéx.	55070	México
329	447	Calle Sexta No. 902, Col. Jardín 20 de Noviembre	Cd. Madero	Tamaulipas		México
330	320		Mazatlán	Sin.		México
331	114	Zona Universitaria s/n, Cd. Universitaria	Xalapa	Ver.	91090	México
332	207	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
333	209	Campus Juriquilla, Dom. Conocido	Juriquilla	Qro.	76001	México
334	425	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
335	254	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
336	112	Santa María #214, Col. MalinalcoMéx	Ico	EdoMéx.		México
337	352	Zona Universitaria s/n, Cd. Universitaria	Xalapa	Ver.	91090	México
338	113	Km 5.5, Carret. Al Sur, Zona Universitaria	La Paz	B.C.S.	23000	México
339	421	Eje Central Lázaro Cárdenas #152, Col. San Bartolo Atepehuacán	México	D.F.	07730	México
340	146	Priv. Ixtlachuatl #100, Col. La Sierra	Tijuana	B.C.	22170	México
341	117	16 de Septiembre #606 Poniente	Linares	N.L.	67770	México
342	402	Bvld. Valsequillo y Circuito CU, Cd. Universitaria	Puebla	Pue.		México
343	291	Retorno Mango #1855, Col. Infonavit	La Paz	B.C.S.	23070	México
344	397	Av. Gran Lago de los Osos #964, Jardines del Lago, 1ª. Sección	Mexicali	B.C.	21330	México
345	358	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
346	452		México	D.F.		México
347	294	P.O. Box 3439	Calexico	CA	92232	USA
348	277	1250 Bellflower Boulevard	Long Beach	CA	90840	USA
349	220	Av. 25 de Julio #965, Col. Villas San Sebastián	Colima	Col.	28045	México
350	448	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
351	121	Apdo. Postal No. 343	Ajijic	Jal.	45920	México
352	122	Av. 25 de Julio #965, Col. Villas San Sebastián	Colima	Col.	28045	México
353	434	Rio de Cantela No. 221 Fracc. Paraiso II	Tuxtla Gutierrez	Chis.	29019	México
354	120	Av. Delfín Madrigal #655, Col. Pedregal de Santo Domingo	México	D.F.	04360	México
355	309	Av. Hornos #1003, Col. Ampliación Indeco	Xoxocotlan	Oax.	71230	México
356	7	Eje Central Lázaro Cárdenas #152, Col. San Bartolo Atepehuacán	México	D.F.	07730	México
357	119	Mineral de la Valenciana #2, Col. Marfil	Guanajuato	Gto.	36250	México
358	123	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
359	453	Escorza 900 Esq. Con Venustiano Carranza	Chihuahua	Chih.		México
360	124	Av. 25 de Julio #965, Col. Villas San Sebastián	Colima	Col.	28045	México
361	344	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
362	346	Agustín Melgar s/n	Campeche	Camp.		México
363	260	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
364	219	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
365	329	Altamirano #99, Zona Centro	Xalapa	Ver.	91000	México
366	217	Misión de la Caborica @14, Col. Bachoco	Hermosillo	Son.	83148	México
367	215	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
368	256	Río Bamba #674, Col. Lindavista	México	D.F.	70472	México
369	127	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
370	433	Ingenieros No. 22 Fracc. Status	Hermosillo	Son.	83210	México
371	314	Carret. Al Ajusco #203, Col. Héroes de Padierna	México	D.F.	14200	México
372	218	Quinta Mayor #133, Col. Las Quintas	Hermosillo	Son.	83240	México
373	441	Luis Donald Colosio #128-1 Col. Centro	Hermosillo	Son.	01800	México
374	413	Apdo. Postal No. 1039, Zona Centro	Hermosillo	Son.	83000	México
375	221	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
376	246	Av. Complutense s/n	Madrid	Madrid	28040	España
377	125	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
378	213	Eje Central Lázaro Cárdenas #152, Col. San Bartolo Atepehuacán	México	D.F.	07730	México
379	268	Km 26.5, Carret. Pascualitos-Pescadero, Cerro Prieto	Mexicali	B.C.	21100	México
380	267	Km 4, Carret. A Varadero Nacional, Sector Playitas	Guaymas	Son.	85480	México

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C., • Miembros 2003

No.	Miembro	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Nombre	Institución	Correo Electrónico
381	253	X		X	X	X	X	X	Rosas Helguera José	UDG	rosas@quantum.ucting.udg.mx
382	322			X	X		X	X	Royo Ochoa Miguel	UAACH	
383	278	X							Rubio Culebras Eduardo	CSIC	erubio@ija.csic.es
384	401						X		Rueda Gaxiola Jaime	IPN	
385	140	X	X	X	X	X	X	X	Sabina Ciscar Federico	UNAM	fs@uxmym1.iimas.unam.mx
386	383					X			Sakai Ricardo K.	State University of New York	sakai@asrc.cesim.albany.edu
387	212	X							Saldívar Medina Eric	UMICH	saldivar@zeus.umich.mx
388	264			X					Salinas Prieto José Antonio	IMTA	jsalinas@tlaloc.imta.mx
389	392					X			Sánchez Carrillo Salvador	ITSON	sscarril@itson.mx
390	325		X				X	X	Sánchez Gómez Rubén	UDG	rsanchez@ccip.udg.mx
391	128	X	X						Sánchez Monclú Alfredo	IMP	alfredo_sanchez@hotmail.com
392	223				X				Sánchez Pérez Juan	CFE	jsanchez@cfe.gob.mx
393	129		X		X		X	X	Sánchez Zamora Osvaldo	UNAM	osvaldo@ollin.igeofcu.unam.mx
394	139	X							Santamaría Saldaña Dora Elva	CFE	sismo00@cfe.gob.mx
395	227	X		X		X			Sarmiento López Citlali	IMP	csarmien@imp.mx
396	201			X					Sawada Munechisa	CENAPRED	sawada@cenapred.unam.mx
397	131	X	X	X	X			X	Schaaf Peter	UNAM	pschaaf@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
398	389					X			Schiller Friedrich	Universita et Jena	mail@geo.uni-jena.de
399	382					X			Sekerzh Zenkovich Sergey	UDG	seker@ccip.udg.mx
400	337		X						Shultz David M.	NSSL	schultz@nssl.noaa.gov
401	134		X	X	X	X	X		Silva García José Teodoro	IPN	tsilva@redipn.ipn.mx
402	1	X	X	X	X	X			Singh Shri Krishna	UNAM	krishna@ollin.igeofcu.unam.mx
403	133		X	X					Skiba Yuri Nikolaevich	UNAM	skiba@servidor.unam.mx
404	224		X			X			Soler Arechalde Ana María	UNAM	anesoler@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
405	424						X	X	Solis Pichardo Gabriela	UNAM	gsolis@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
406	135				X				Sosa Uscanga Ignacio	UV	
407	363				X				Sotelo Parra Anselmo	Gobierno del Estado de Morelos	
408	431						X	X	Spelz Madero Ronald	CICESE	rspelz67@msn.com
409	365				X				Staines Urías Francisca	UAABC	
410	136	X	X	X	X	X			Steinich Birgit	UNAM	birgit@geociencias.unam.mx
411	226	X	X	X	X	X	X	X	Stock Joanne M.	CALTECH	jstock@gps.caltech.edu
412	276	X			X				Suárez Arriaga Mario César	UNAM	msuarez@zeus.ccu.umich.mx
413	132		X	X	X	X	X		Suárez Plascencia Carlos	UDG	csuarez@udg.serv.cencar.udg.mx
414	225	X							Suárez Reynoso Gerardo	UNAM	gerardo@ollin.igeofcu.unam.mx
415	137	X			X	X	X		Suárez Vidal Francisco	CICESE	fsuarez@pangea.cicese.mx
416	222	X							Suter Cargnelutti Max	UNAM	sutermx@aol.com
417	430						X		Szynkaruk Ewa	UNAM	ews@uamex.mx
418	231			X					Talavera Mendoza Oscar	UAEG	
419	319		X						Tapia Armenta Juan	IPN	jtapia@citedi.mx
420	145	X		X	X				Taran Yuri	UNAM	taran@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
421	141				X	X	X		Tejeda Martínez Adalberto	UV	atejeda@uv.mx
422	330			X					Télles Duarte Miguel Ángel	UAABC	
423	142	X	X	X	X	X		X	Tereshchenko Irina E.	UDG	itereshc@ccip.udg.mx
424	230	X	X	X	X		X		Tolson Jones Gustavo	UNAM	tolson@servidor.unam.mx
425	144				X	X	X	X	Torres Hernández José Ramón	UASLP	
426	263	X	X	X					Torres Orozco Ernesto	UCOL	etorres@cgic.ucol.mx
427	228	X	X			X			Trasviña Castro Armando	CICESE	trasvi@cicese.mx
428	386				X	X			Ulaco Humberto	Universidad Autónoma de San Luis	
429	271	X	X			X	X		Urrutia Fucugauchi Jaime	UNAM	juf@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
430	355				X				Vai Rossana	IMP	
431	241			X		X		X	Valdés González Carlos	UNAM	carlos@ollin.igeofcu.unam.mx
432	393					X			Valencia Moreno Martín Andres	UNAM	
433	86	X	X	X	X	X	X	X	Valenzuela Wong Raúl	UNAM	raul@ollin.igeofcu.unam.mx
434	229			X					Valle Levinson Arnoldo	Old Dominion University	arnoldo@ccpo.odu.edu
435	147	X	X	X	X	X			Vázquez González Rogelio	CICESE	rvazquez@geofisica.cicese.mx
436	311		X	X					Vázquez Jaimés María Elena	ENVIRON International Corporation	evazquez@environcorp.com
437	335		X						Vega Granillo Ricardo	USON	rickvega@geologia.uson.mx
438	238	X							Velasco Clímato Néctor	IMP	nvelasco@imp.mx
439	239			X					Venegas Salgado Saúl	CFE	cfeinf@mail.giga.com
440	342				X				Vera Sánchez Jorge Ramón	PEMEX	
441	100	X			X	X			Victoria Morales Alfredo	UNAM	victoria@servidor.unam.mx
442	234	X	X	X	X	X	X	X	Vidal Villegas Antonio	CICESE	vidalv@cicese.mx
443	240	X	X					X	Villanueva Urrutia Elba Elsa	UNAM	eevu@atmosfera.unam.mx
444	279	X				X	X		Villegas García César José	SCINTREX	cvillega@intercable.net
445	148	X							Villicaña Cruz Francisco Javier	UNAM	
446	345			X	X		X	X	Watts Christopher	IMADES	
447	450						X	X	Weber Bodo	CICESE	bweber@cicese.mx
448	149	X	X	X	X	X	X		Wong Ortega Víctor Manuel	CICESE	vwong@cicese.mx
449	185	X	X	X	X	X			Yussim Guarneros Sergio	UNAM	yussim@servidor.unam.mx
450	151	X	X		X	X		X	Zárate Del Valle Pedro F.	UDG	pzarate@quantum.ucting.udg.mx
451	321		X						Zárate Vázquez María	UNAM	mariaz@servidor.unam.mx
452	56		X						Zavala Jorge	UNAM	jgs@servidor.unam.mx
453	295						X		Zavala Sanson Luis	CICESE	lzavala@cicese.mx
454	150	X	X	X	X		X	X	Zobin Vyacheslav M.	UCOL	vzobin@cgic.ucol.mx
455	211						X		Zuñiga Davila-Madrid F. Ramón	UNAM	ramon@conin.unicit.unam.mx

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C., • Miembros 2003 Continuación

No.	Miembro	Dirección	Ciudad	Estado	C.P.	País
381	253	Apdo. Postal No. 4-045, Sector Reforma	Guadalajara	Jal.	44840	México
382	322	Priv. Altamirano #3511, Col. Santo Niño	Chihuahua	Chih.	31320	México
383	278	Lluis Solé i Sabarís s/n	Barcelona	Barcelona	08028	España
384	401	Golondrina #53, Col. M. del Bosque	Atlixpán	EdoMéx.	54500	México
385	140	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
386	383	251 Fuller Road	Albany	NY.	12203	USA
387	212	Ganadería La Laguna #38, Col. Jardines del Toreo	Morelia	Mich.		México
388	264	Paseo Cuauhnahuac #8532, Col. Progreso	Jiutepec	Mor.	62550	México
389	392	5 de Febrero #818 Sur, Zona Centro	Ciudad Obregón	Son.		México
390	325	Calzada del Obrero #1503, Colonia Federalismo	Guadalajara	Jal.	44350	México
391	128	Apdo. Postal No. 224, Oficina de Correo	Cd. Del Carmen	Camp.	24101	México
392	223	Oklahoma #85, Piso 4, Col. Napoles	México	D.F.	03810	México
393	129	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
394	139	Zaragoza #17, Col. Tulyahualco	México	D.F.	16700	México
395	227	Calle 42 #28, Col. Tacubaya	Cd. Del Carmen	Camp.		México
396	201	Av. Delfín Madrigal #655, Col. Pedregal de Santo Domingo	México	D.F.	04360	México
397	131	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
398	389	D-07740	Jena			Germany
399	382	Blvd. M. García Barragán y Corregidora	Guadalajara	Jal.	44421	México
400	337	1313 Halley Circle	Norman	OK.	73069	USA
401	134	Justo Sierra #28	Jiquilpan	Mich.		México
402	1	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	B.C.	04510	México
403	133	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
404	224	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
405	424	Cerro dos conejos 108 Col. Romero de Terreros	México	D.F.	04310	México
406	135	Loma del Estadio s/n, Cd. Universitaria	Xalapa	Ver.	91000	México
407	363	8 Norte, Manzana 262, Lote 11, Col. Los Robles	Jiutepec	Mor.	62500	México
408	431	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
409	365	Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
410	136	Campus Juriquilla, Dom. Conocido	Juriquilla	Qro.	76001	México
411	226	2824 Shakespeare Drive	San Marino	CA.	91108	USA
412	276	Patzimba #438, Col. Vistabella	Morelia	Mich.	58090	México
413	132	Kilimanjaro #1727, Sector Independencia	Guadalajara	Jal.	44240	México
414	225	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
415	137	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
416	222	Apdo. Postal No. 1039, Zona Centro	Hermosillo	Son.	83000	México
417	430	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
418	231	Ex-Hacienda de San Juan Bautista, Taxco El Viejo	Taxco	Gro.	40200	México
419	319	Av. Del Parque #310, Col. Mesa de Otay	Tijuana	B.C.	22510	México
420	145	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
421	141	Zona Universitaria s/n, Cd. Universitaria	Xalapa	Ver.	91090	México
422	330	Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
423	142	Río Autlán #2180-34, Sector Atlas	Guadalajara	Jal.	44421	México
424	230	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
425	144	Av. Dr. Manuel Nava #5, Zona Universitaria	San Luis Potosí	S.L.P.	78240	México
426	263	Constitución #37, Col. Morelos	Manzanillo	Col.	28217	México
427	228	Miraflores #334, entre Mulegé y La Paz, Fracc. BellaVista	La Paz	B.C.S.	23050	México
428	386	Chacabuco #917-5700	San Luis	San Luis		Argentina
429	271	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
430	355	Eje Cantrel Lázaro Cárdenas #152, Col. San Bartolo Atepehuacán	México	D.F.	07730	México
431	241	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
432	393	Apdo. Postal No. 1039, Zona Centro	Hermosillo	Son.	83000	México
433	86	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
434	229	768 52nd St.	Norfolk	VA.	23529	USA
435	147	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
436	311	707 Wishire Boulevard, Suite 4950	Los Angeles	CA.	90017	USA
437	335	Blvd. Transversal y Rosales s/n, Zona Centro	Hermosillo	Son.	83000	México
438	238	Calle 42 #28, Col. Tacubaya	Cd. Del Carmen	Camp.		México
439	239	Alejandro Volta #655, Col. Electricistas	Morelia	Mich.	58290	México
440	342	Isidoro Olvera #26, Col. Presidente Ejidal	México	D.F.	00440	México
441	100	Luis Martínez del Campo #39, Col. Romero de Terreros	México	D.F.	04310	México
442	234	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
443	240	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
444	279	Sierra Nevada #207, Col. Villas del Valle	Garza García	N.L.	66288	México
445	148	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
446	345	Reyes y Aguascalientes s/n, Col. San Benito	Hermosillo	Son.	83190	México
447	450	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
448	149	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
449	185	Atotonilco #88, Col. San Felipe de Jesús	México	D.F.	07510	México
450	151	Isla sombrero No. 2917 Col. Jardines de la Cruz	Guadalajara	Jal.	44950	México
451	321	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	México	D.F.	04510	México
452	56	Parque del Conde #12, Col. San José Insurgentes	México	D.F.	03900	México
453	295	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	Ensenada	B.C.	22860	México
454	150	Av. 25 de Julio #965, Col. Villas San Sebastian	Colima	Col.	28045	México
455	211	Tanganitos #1	Guanajuato	Gto.	36000	México



SERVICIO ANALÍTICO DEL LABORATORIO DE RAYOS X
INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM
LISTA DE PRECIOS 1997-98



RESPONSABLE: QUÍM. RUFINO LOZANO SANTA CRUZ
DEPTO DE GEOQUÍMICA

Cd. Universitaria, C.P. 04510, México, D.F.
 Fax: (5)622-4317
 E-mail: rufino@servidor.unam.mx

FLUORESCENCIA DE RAYOS X
ANÁLISIS CUANTITATIVO DE ROCA TOTAL Y DE MINERALES
(ESPECTRÓMETRO SECUENCIAL SIEMENS 3000 AUTOMATIZADO)

25 Elementos Mayores y Traza

(Si, Ti, Al, Fe total, Mn, Mg, Ca, Na, K, P, Rb, Sr, Ba, Y, Zr, Nb, Ga, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Pb, Sc y Th) +
 (Pérdida por calcinación)

Precio Comercial	\$480.00/muestra (60 USCy)
Instituciones de Investigación	\$320.00/muestra (40 USCy)
Precio por muestras urgentes en lotes de <20	\$720.00/muestra
Muestras de difícil proceso (carbonatos, arcillas, sulfuros >2%)	\$100.00 por hora adicional preparación

10 Elementos Mayores y Pérdida por Calcinación o 15 Elementos Traza

Precio Comercial	\$260.00/muestra
Instituciones de Investigación	\$180.00/muestra

Determinaciones Complementarias

Pérdida por calcinación	\$60.00/muestra
Fe ⁺²	\$80.00/muestra
Análisis semicuantitativo reportando hasta 62 elementos	\$220.00/muestra

ANÁLISIS POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X
IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES CRISTALINOS
(DIFRACTÓMETRO PHILIPS)

Tiempo de Haz	\$160.00/hora
Tiempo de Haz con nuestro operador	\$320.00/hora

Favor de enviar las muestras y la solicitud de servicio a:
 Rufino Lozano y/o Patricia Girón
 Instituto de Geología, UNAM
 Laboratorio de Rayos X
 Circuito de la Investigación Científica
 Cd. Universitaria, D.F., 04510, México
 Tel.: (5) 622-4319

Nota: Sin la solicitud de análisis y la lista de muestras no se iniciará ningún estudio.
Las muestras deberán ser enviadas en polvo molido (al menos 20 g), aproximadamente a 200 mallas, en caso de requerir del uso del taller de molienda del IGLUNAM, el cargo será de \$75.00/hora.



Posgrado

Maestría y Doctorado en Ciencias de la Tierra

GEOLOGÍA GEOFÍSICA APLICADA SISMOLOGÍA

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

Exploración Geofísica
Simulación Numérica
Problemas Inversos
Electromagnetismo
Geofísica Marina
Geohidrología

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>

M.C. José Sampedro García
Instituto de Ingeniería, UABC
sampedro@iing.mx1.uabc.mx

Dra. Rosa María Barragán Reyes
Depto. de Geotermia, IIE
rmb@iie.org.mx

Dr. Mahendra Pal Verma
Depto. de Geotermia, IIE
mahendra@iie.org.mx

Dr. Alfonso García Gutiérrez
Depto. de Geotermia, IIE
aggarcia@iie.org.mx

Ing. Fidel Cedillo Rodríguez
Gerencia Proy. Geotermoeléctricos, CFE
mmjh0529@cfe.gob.mx

M.C. Alfonso Aragón Aguilar
Depto. 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/ugm>



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 OCEANO 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>



Maestría y Doctorado en Ingeniería Hidráulica



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

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

POLÍTICA EDITORIAL

GEOS es el boletín informativo de la Unión Geofísica Mexicana, se publica cuatrimestralmente y en él caben artículos de investigación y de divulgación, notas de investigación, reportes técnicos, comentarios, noticias, opiniones, anuncios y aspectos relevantes para la vinculación y difusión de las actividades científicas y docentes de las Ciencias de la Tierra. Los artículos de investigación publicados en **GEOS** deberán ser originales y podrán estar relacionados con cualquier área de las Ciencias de la Tierra, donde son particularmente bienvenidas todas aquellas contribuciones que coadyuven a su enseñanza.

Para facilitar su arbitraje, todos los manuscritos sometidos a **GEOS** deberán ser enviados por correo electrónico en atados compatibles con los procesadores de textos **WORD**. Todas las contribuciones deberán ser sometidas en Español y dirigidas al Editor de **GEOS** (ldelgado@cicese.mx).

Si el tema del manuscrito es relevante, el Editor Principal lo enviará a un miembro del Comité Editorial del boletín quien, si el trabajo es sometido como artículo de investigación, seleccionará dos o tres especialistas para revisar el manuscrito, o bien, un especialista, en caso de que el trabajo sea sometido como artículo de divulgación o como reporte técnico. Los revisores remitirán sus comentarios al Editor Principal junto con su recomendación. El Editor Principal puede rechazar, aceptar, o solicitar modificaciones al artículo, para lo cual enviará a los autores los comentarios de los revisores. Los trabajos que no sean de investigación o divulgación sólo serán revisados por alguno de los editores de la revista.

Publicar en **GEOS** es gratis, y se recomienda que los manuscritos no excedan 12 páginas en el formato de la revista (una página es equivalente a aproximadamente 3 cuartillas a doble espacio). Con excepción de las noticias, todas las contribuciones deberán incluir: título, resumen, introducción, una sección de métodos, una sección de resultados, una sección de discusión y conclusiones y una sección de referencias bibliográficas.

Cuando el autor reciba la noticia de aceptación, se le solicitará que envíe su manuscrito también por correo electrónico o bien, en disquette. Sugerimos que se utilicen los procesadores de textos **WORD**, aunque también se aceptarán en **ASCII**. Las ilustraciones que acompañen el manuscrito podrán ser enviadas, en cualquiera de los siguientes formatos: **TIF, EPS, PS, DXF, DWG, PDF, GIF, JPG** y **WMF**.

Si se desean sobretiros, el autor responsable deberá mencionarlo al editor al enviar la versión final de su artículo. Los sobretiros serán pagados por el autor, a razón de \$5.00 M.N. la página del artículo, multiplicado por el número de sobretiros solicitados.

RESUMEN

Al preparar su resumen tome en cuenta que éste deberá marcar los objetivos de la investigación, los resultados más importantes y las conclusiones alcanzadas. En el resumen no deben aparecer citas bibliográficas.

INTRODUCCIÓN

En la introducción se deberá presentar la naturaleza del problema, incluyendo una revisión adecuada de los 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, y su función es la de motivar al lector en cuanto a la importancia del trabajo.

METODOLOGÍA

La metodología empleada en el trabajo deberá ser descrita con suficiente detalle, para que otros miembros de la comunidad puedan asimilar la metodología presentada. Secciones de interés marginal deberán ser diferidas a un apéndice.

RESULTADOS

Usualmente, los resultados de la aplicación de cualquier metodología, pueden ser presentados en forma de tablas o figuras. Evite la redundancia mediante una adecuada selección de sus resultados. Los pies de figura deberán ser lo suficientemente explicativos para resaltar la importancia de los resultados sin necesidad de acudir al texto.

DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

Esta sección deberá incluir los principios, relaciones y generalizaciones inferidas a partir de los resultados. En esta sección se discutirán acuerdos y desacuerdos con trabajos publicados previamente, así como las implicaciones teóricas y las aplicaciones prácticas del trabajo.

REFERENCIAS

Todas las referencias deberán ser agrupadas en orden alfabético de autores. Si un autor es referenciado más de una vez el mismo año, utilice el sufijo, a, b, etc. para distinguir el trabajo citado. Aquellos manuscritos que no estén en prensa no deberán incluirse en las referencias. Sólomente cuando el manuscrito sea de divulgación o reporte técnico, se permitirá utilizar referencias no citadas en el texto.

FORMATO PARA CITAS

Para cada autor o co-autor, escriba con mayúscula únicamente la primera letra de los apellidos y después las iniciales. Utilice letras mayúsculas sólo en la primera letra del título y para los nombres propios. Incluya 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.

Sánchez-Sesma, F.J., and Luzón, F., 1994, Seismic response of three-dimensional alluvial valleys for incident P, S, and Rayleigh waves, *Bulletin of the Seismological Society of America*, v. 85, p. 269-284.

Winkler, H.G.F., 1967, *Petrogenesis of metamorphic rocks*, 2nd Ed., Springer-Verlag, New York, 237 pp.

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

intensidad del campo magnético en gammas

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 tipo resaltado. Numere en forma consecutiva y utilice paréntesis para todas las ecuaciones que aparezcan en el texto.

FIGURAS

Por consideraciones de costo, únicamente se publicarán figuras en blanco y negro. Si las ilustraciones son elaboradas a mano, utilice tinta negra sobre papel albanene o mylar. Si las ilustraciones son elaboradas en computadora utilice una impresora láser.

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

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

GEOS



FORMA DE ARBITRAJE (CUALQUIER TIPO DE TRABAJO)

AUTOR (ES): _____

TITULO: _____

	SI	NO	PARCIALMENTE
1.- ¿Contiene el trabajo datos o ideas que ameriten su publicación en GEOS ?	☐	☐	☐
2.- ¿Como lo clasificaría? (subrrayar) 1) Investigación, 2) Divulgación, 3) Noticia 4) Reporte Técnico			
3.- ¿Son válidas las observaciones y conclusiones?	☐	☐	☐
4.- ¿Son pertinentes y comprensibles el título y el resumen?	☐	☐	☐
5.- ¿Son necesarias y adecuadas las tablas y figuras presentadas?	☐	☐	☐
6.- ¿Son buenas la organización y presentación del trabajo?	☐	☐	☐
7.- ¿Es correcto el lenguaje científico?	☐	☐	☐
Sugerencias al (los) autor (es):			
a) Indicadas en hoja aparte	☐	☐	
b) Anotadas sobre el manuscrito	☐	☐	
Recomendación al Editor:			
a) El trabajo es aceptable en su forma actual	☐	☐	
b) El trabajo es aceptable con correcciones menores	☐	☐	
c) El trabajo puede ser aceptable después de ser corregido y evaluado de nuevo	☐	☐	
d) Comentarios confidenciales al editor en hoja aparte	☐	☐	

NOMBRE Y FIRMA
(opcional)

Recordamos a todos los miembros de la Unión Geofísica Mexicana, A.C.
que la cuota para el 2003 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

Araceli Chamán
Depto. de Posgrado, Instituto de Geofísica,
UNAM
Cd. Universitaria, Delegación Coyoacán,
México, 04510, D.F., México
Correo electrónico: achaman@igeofcu.unam.mx

Con un cordial saludo

Luis A. Delgado Argote
Secretario de Difusión

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

GEOS

Revista a la venta con:

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

Costo del ejemplar \$60.00

Araceli Chamán
Depto. de Posgrado
Instituto de Geofísica
Tel: (01)5622-4130 y 5622-4137
Correo electrónico: achaman@igeofcu.unam.mx



