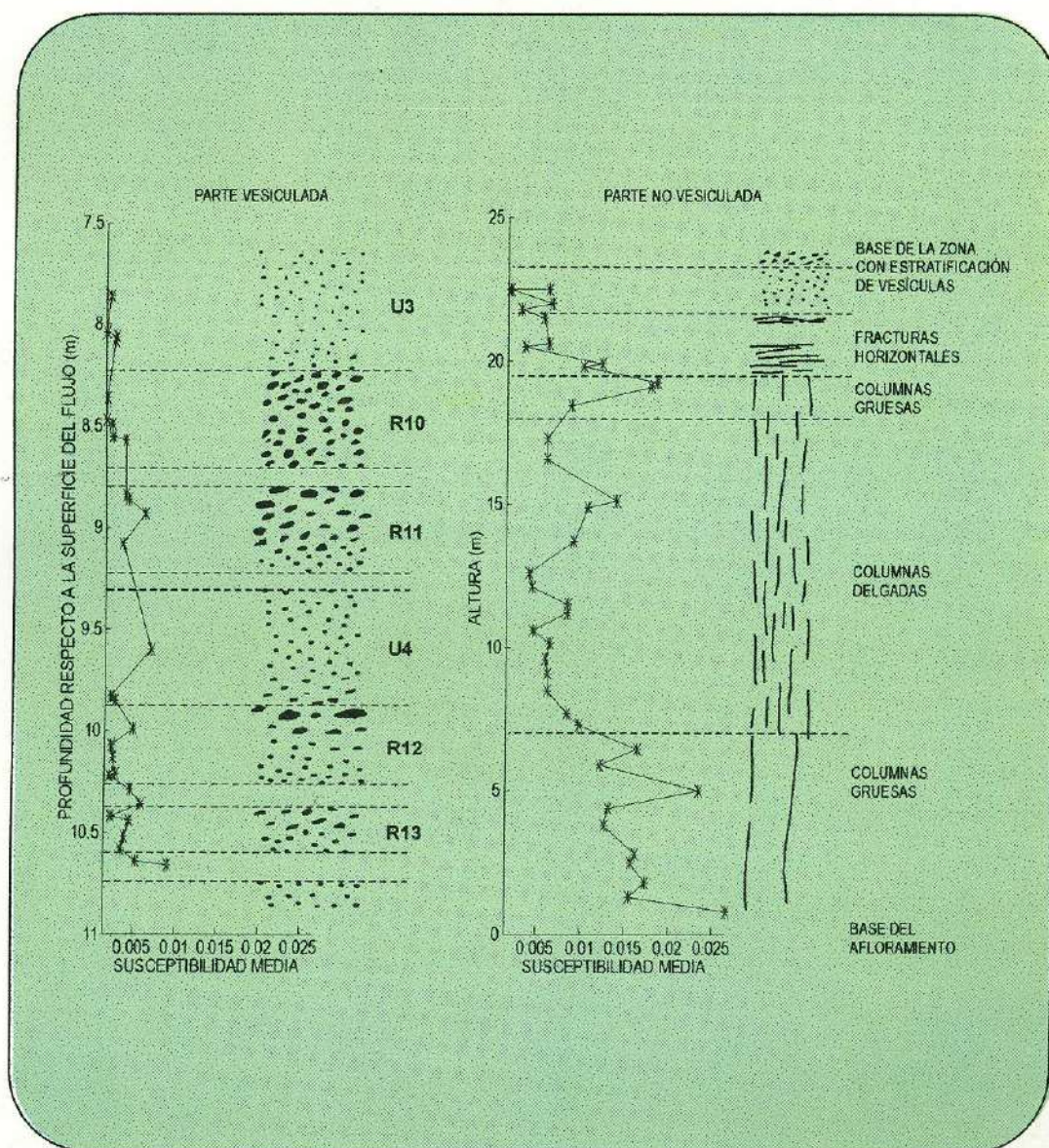


GEOS

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA

BOLETÍN INFORMATIVO

ÉPOCA II



Volumen 18

No. 1

Marzo de 1998

GEOS

**BOLETÍN INFORMATIVO
DE LA
UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA
(ISSN 0186-1891)**

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA Mesa Directiva 98-99

Dr. José Gómez Valdés
Presidente

Dr. Fernando García García
Vicepresidente

Dr. Edgar Payá López
Secretario General

Dr. Josué Alvarez Borrego
Tesorero

Dr. Sóstenes Méndes Delgado
Secretario de Investigación

M.C. Luis Alberto Delgado Argote
Secretario de Difusión

M.C. Miguel Rodríguez González
Secretario de Educación

Dr. Julián Adem Chain
Presidente Honorario

GEOS, Boletín Informativo de la Unión Geofísica Mexicana 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, Boletín Informativo de la UGM publica artículos y notas de investigación, divulgación, 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 trabajos de investigación y divulgación enviados para publicación no deben de exceder 20 páginas (número de palabras por página 1050) en el formato de la revista. Los primeros serán arbitrados por duplicado, mientras que los de divulgación serán arbitrados por un especialista. Las figuras deben de ser en blanco y negro y de buena calidad.

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, quienes turnarán los documentos a los editores de área para su arbitraje.

Toda correspondencia dirigirla a:

Luis A. Delgado Argote
Depto. de Geología, División de Ciencias de la Tierra
Km. 107 Carretera Tijuana-Ensenada,
Ensenada, 22860, Baja California, México
Tel. (61) 744-501 al 05, Ext. 26020

Luis A. Delgado Argote
y
Juan García Abdeslem
Editores

COMITE EDITORIAL

Harald Bohnel, Paleomagnetismo, Instituto de Geofísica, UNAM
Silvia Bravo, Estudios Espaciales, Instituto de Geofísica, UNAM
Noel Carbajal Pérez, Oceanografía Física, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
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 Ledezma Vázquez, Sedimentología, Facultad de Ciencias Marinas, UABC
Guillermo Pérez, Exploración Petrolera, PEMEX
Domitilo Pereyra, Meteorología, Universidad Veracruz-Jalapa
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

INDICE

EDITORIAL	1
ARTÍCULOS DE DIVULGACION	
MECANISMO DE EMPLAZAMIENTO DE LAS MESETAS BASÁLTICAS GIGANTES CONTINENTALES ESTUDIADO A TRAVÉS DE MEDICIONES DE ANISOTROPÍA DE SUSCEPTIBILIDAD MAGNÉTICA	2
<i>Edgardo Cañón Tapia y George P.L. Walker</i>	
RED SÍSMICA TEMPORAL DE LA PAZ: BOLETÍN DE INFORMACIÓN SÍSMICA (NOVIEMBRE-DICIEMBRE DE 1996)	11
<i>Arturo Cruz-Falcón, Sergio Mayer-Geraldo, Luis Munguía-Orozco y Tito Valdéz-López</i>	
LA CIENCIA, EL TRAZADO DE RAYOS Y EL UNIVERSO VIRTUAL	16
<i>Juan A. Madrid González</i>	
IMÁGENES ELECTROMAGNÉTICAS DEL INTERIOR DE LA TIERRA: PARTE IV	24
<i>Enrique Gómez Treviño</i>	
NOTAS CORTAS	
EFFECTOS DE EL NIÑO EN EL ÁREA METROPOLITANA DE LA CD. DE MÉXICO	31
<i>Jorge Zavala, Rosario Romero y Fernando Romero</i>	
HACIA UN PROYECTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA MÉXICO (Discurso Inaugural de la Reunión Anual 1997)	33
<i>Dip. María del Carmen Díaz Amador</i>	
LA TERCERA GENERACIÓN DE REDES SÍSMICAS / RED SÍSMICA LOCAL	36
<i>Ogie Kuraica, Matías Franke, Muhammad El-Idrissi, Mauricio Ciudad-real, John Fort, Kinematics Inc.</i>	
ENDOCRINOLOGÍA Y HURACANES	37
<i>Edgar Pavía</i>	
REPORTES	
SISMICIDAD DEL NOROESTE DE MÉXICO	38
<i>GRUPO RESNOM</i>	
NOTICIAS DE LA UGM	
ACTA DE LA ASAMBLEA GENERAL DE LA REUNIÓN ANUAL 1997 DE LA UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA	41
HISTORIA BREVE DE LA UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA	46
DIRECTORIO DE MIEMBROS DE LA UGM 1998	75
PREMIOS DE LA UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA	82
COMUNICACIONES	
PRIMERA REUNIÓN NACIONAL DE CIENCIAS DE LA TIERRA	84
REUNIÓN ANUAL 1998, UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.	86
INSTRUCCIONES PARA AUTORES DE ARTÍCULOS	92
FORMA DE ARBITRAJE	94

EDITORIAL

La reseña histórica de la UGM que aparece en este número de GEOS nos invita a pensar en la forma en que nuestra Unión ha evolucionado. Durante los primeros años el crecimiento fue accidentado, el número de investigadores en Ciencias de la Tierra era reducido y las instituciones donde se hacía investigación estaban concentradas en el centro del país. Durante la década de los setenta las actividades relacionadas con estas ciencias se ampliaron, nacieron nuevos centros de investigación y la educación superior se fortaleció en varias universidades. Sin embargo, es a partir de la década de los ochenta cuando se observa un crecimiento sostenido de la investigación, que se refleja en el número de trabajos que se han presentado en las reuniones anuales de la Unión, las que cada vez cuentan con mayor participación de instituciones extranjeras. La característica de los noventa ha sido la diversificación de las actividades de la Unión. En ésta se inició la edición de monografías de investigación y divulgación y, con el fin de compensar el descuido por parte de los programas oficiales, se han efectuado olimpiadas de Ciencias de la Tierra dirigidas a estudiantes de bachillerato para darles a conocer otras opciones de estudio. En parte, los buenos resultados que la Unión ha obtenido se deben a que ésta acoge a todas las disciplinas que estudian desde el espacio exterior hasta el interior de la Tierra.

Además de invitar a la comunidad a que participen cada vez más en las actividades de la Unión, con esta nota queremos también dar la bienvenida a la Mesa Directiva 1998-1999 y agradecer el esfuerzo de la anterior.

MECANISMO DE EMPLAZAMIENTO DE LAS MESETAS BASÁLTICAS GIGANTES CONTINENTALES ESTUDIADO A TRAVÉS DE MEDICIONES DE ANISOTROPÍA DE SUSCEPTIBILIDAD MAGNÉTICA

Edgardo Cañón Tapia¹ y George P.L. Walker²

¹ Depto de Geología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada, Ensenada, Baja California, México
E-mail: ecanon@cicese.mx

² Department of Geology, University of Bristol, Bristol BS8 1JR, U.K.

RESUMEN

Las mesetas basálticas gigantes continentales (MBGC) están formadas por la superposición de un gran número de flujos de lava individuales, cada uno de los cuales puede alcanzar más de 100 km de longitud y un volumen superior a los 100 km³. Estos flujos de lava han sido tradicionalmente asociados con erupciones muy rápidas (2 a 3 días), tasas de erupción muy grandes (de 1 a 3 km³/día por cada km de fisura eruptiva) y una forma de movimiento turbulenta. Un examen detallado de sus estructuras internas revela analogías entre los flujos de lava que conforman las MBGC y flujos de lava de mucho menores dimensiones en otras provincias volcánicas alrededor del mundo, por lo que se ha postulado recientemente que el mecanismo de emplazamiento de los flujos individuales en las MBGC debió haber sido similar a los procesos observados en la actualidad en otras regiones. En particular, la observación directa del emplazamiento de pequeñas mesetas basálticas en Hawai'i sugiere un modo alternativo de formación de las MBGC basado en el crecimiento endógeno de los flujos de lava individuales. Sin embargo, este nuevo modelo no ha sido aceptado de forma general debido en parte a que las estructuras internas de los flujos de lava de las MBGC sólo son directamente observables en un número muy reducido de afloramientos.

En este estudio se presentan resultados parciales de la medición de las variaciones internas de la anisotropía de susceptibilidad magnética (ASM) en un flujo de lava de la meseta basáltica del Río Columbia (Washington, EUA). Tanto la orientación de los ejes principales de susceptibilidad como el comportamiento semicíclico de los parámetros escalares asociados con el tensor de susceptibilidad parecen apoyar el modelo de crecimiento endógeno de este flujo de lava. A pesar de estos resultados, es importante mencionar que antes de poder aplicar este método al estudio de los procesos de emplazamiento de otros flujos de lava en la región es necesario realizar mediciones más detalladas tanto de la ASM como de otras propiedades magnéticas (p. ej., curvas de histeresis, temperaturas de Curie, etc.) que sirvan para caracterizar la mineralogía magnética de este flujo.

INTRODUCCIÓN

Las mesetas basálticas gigantes continentales (MBGC) se han definido como zonas continentales con un área de más de 100,000 km², están cubiertas por una capa de más de 1 km de espesor de flujos de lava basálticos (Self *et al.*, 1997). Los flujos de lava individuales en las MBGC generalmente tienen longitudes superiores a los 100 km, y pueden tener volúmenes superiores a los 100 km³. El gran volumen de basaltos que caracteriza a las MBGC las coloca en el segundo lugar en importancia en cuanto a la acumulación de este tipo de rocas sobre la superficie terrestre, tan solo detrás de la observada a lo largo de las cordilleras oceánicas (Wilson, 1991; Coffin y Eldholm, 1994). Los diversos aspectos tectónicos relacionados con las MBGC han sido objeto de numerosos estudios en los que generalmente se concluye que éstas son el producto de plumas o diapiros provenientes del manto que al llegar a la superficie de la Tierra marcan el inicio de la ruptura de un continente dando así lugar a la formación de una nueva cuenca oceánica (p. ej., White and McKenzie, 1989; McDougall, 1988;

Campbell and Griffiths, 1990; Carlson, 1991; Arndt *et al.*, 1993; Hooper and Hawkesworth, 1993; Anderson, 1994; Mahoney and Coffin, 1997). En contraste, los aspectos relacionados con el mecanismo de emplazamiento de flujos individuales de las MBGC han recibido muy poca atención por parte de la comunidad científica.

La investigación de los procesos de emplazamiento de las MBGC recibió un fuerte impulso después de que se reconoció la importancia del crecimiento endógeno durante el emplazamiento de flujos de lava en Hawai'i (Walker, 1991; Hon *et al.*, 1994). Con anterioridad a estos trabajos, se consideraba que cada flujo de lava en las MBGC se había emplazado como una sola unidad de varias decenas de metros de espesor que se movió a grandes velocidades, y muy probablemente de manera turbulenta (Shaw y Swanson, 1970; Swanson *et al.*, 1975; Long y Wood, 1986). Un reconocimiento más detallado de las estructuras internas de los flujos de lava de las MBGC junto con la analogía establecida entre estas estructuras y las observadas en Hawai'i, ha permitido la postulación reciente de un modelo alternativo en el que los flujos

de lava de las MBGC se explican como el resultado de la inyección continua de lava debajo de una corteza en estado semiplástico (Finnemore *et al.*, 1993; Self *et al.*, 1996, 1997; Walker *et al.*, 1997). Sin embargo, debido a que algunas de las características internas de los flujos de lava de las MBGC sólo se observan en zonas muy restringidas dentro de la extensión total de los mismos (Reidel, 1997), la hipótesis de crecimiento endógeno de estos flujos no ha encontrado una aceptación general hasta la fecha.

La medición de la anisotropía de susceptibilidad magnética (ASM) en rocas ígneas ha sido aplicada exitosamente para resolver problemas de interés volcanológico en varias regiones aún en la ausencia de otro tipo de marcadores de petrofábrica (p. ej., Knight y Walker, 1988; Rochette *et al.*, 1991; Ernst y Baragar, 1992; Cañón-Tapia *et al.*, 1995, 1996, 1997), y es por ello que se considera que esta técnica puede ser utilizada como un método alternativo para esclarecer la controversia respecto al mecanismo de emplazamiento de los flujos de lava de las MBGC. En este artículo se presentan resultados parciales de un estudio detallado de ASM realizado en uno de los flujos de lava que conforman la Meseta Basáltica del Río Columbia (estado de Washington, EUA). Los aspectos relacionados con la orientación de las susceptibilidades principales ya han sido reportados (Walker *et al.*, 1997), por lo que éstos serán mencionados solo de manera muy breve. En cambio, se presentan resultados que no han sido publicados previamente y que están relacionados con la variación vertical de los parámetros escalares asociados con el tensor de susceptibilidad. Los resultados que aquí se presentan no constituyen una prueba definitiva a favor de ninguno de los modelos de emplazamiento expuestos anteriormente, aunque parecen favorecer el crecimiento endógeno de estos flujos. No obstante, la evidencia reportada es de gran interés ya que marca el camino que se debe seguir para llegar a una conclusión final sobre el mecanismo de formación de las MBGC.

EL FLUJO DE LAVA "BIRKETT"

La edad estimada del grupo de basaltos del Río Columbia (GBRC) oscila entre los 17.5 y 6 Ma (Hooper, 1982), por lo que la meseta basáltica del Río Columbia es una de las MBGC más jóvenes que se conocen. Este grupo cubre gran parte de los estados de Washington, Idaho y Oregon, en la zona que se encuentra entre las Montañas Rocallosas al este y los volcanes de la Sierra Cascada al oeste (Figura 1). Las lavas del GBRC han sido divididas en cuatro formaciones principales, cada una con características petrográficas y geoquímicas particulares (Hooper, 1988). La formación más voluminosa, conocida como el basalto de "Grande Ronde", fue extrudido en un período de tiempo relativamente corto (ca. 2 Ma) aunque representa cerca del 85 % del volumen total del GBRC (Swanson *et al.*, 1979; Reidel *et al.*, 1982). Los flujos de lava del basalto de Grande Ronde fueron eruptados a través de fisuras que se encuentran cerca de la frontera entre Idaho y Oregon, y muchos de ellos se desplazaron grandes distancias hacia el oeste y noroeste a través

de la Cuenca de Pasco. Uno de estos flujos en particular, el flujo Birkett, se encuentra muy bien expuesto a lo largo del Río Columbia al sur del pueblo de Vantage.

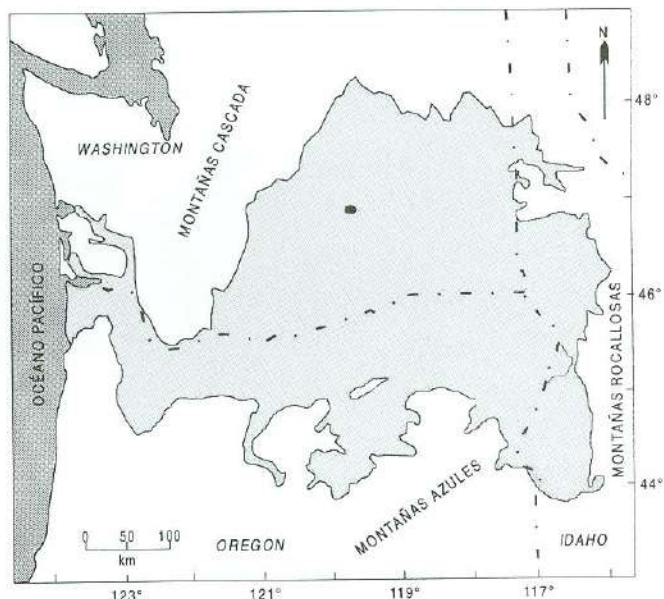


Figura 1. Localización y extensión del Grupo de Basaltos del Río Columbia. El círculo muestra la localización aproximada del afloramiento del flujo Birkett estudiado en este trabajo.

El flujo Birkett es un flujo de aproximadamente 40 m de espesor y presenta una zonación interna muy peculiar (Figura 2). La parte inferior del flujo está prácticamente desprovista de vesículas mientras que la parte superior está formada por una capa de alrededor de 12 m de espesor, en la que se observan claramente varias capas horizontales con vesicularidad variable. La parte más alta del flujo (> 5 m) exhibe una estructura semejante a los flujos compuestos del tipo pahoe-hoe, es decir, está formada por la superposición de numerosos lóbulos de alrededor de 0.3 m de grosor, aunque parte de esta zona superior está considerablemente brechada.

La franja con vesicularidad variable está formada por una alternancia de capas con gran contenido de vesículas y capas sin vesículas. Las vesículas en las capas vesiculares pueden aumentar de tamaño con la profundidad relativa a la parte superior de la capa, o bien pueden mantener un tamaño uniforme a lo ancho de toda la capa. De cualquier modo, las vesículas en esta parte del flujo están notablemente alargadas y comparten una orientación preferencial subparalela a una línea este-oeste (Figura 3). La orientación preferencial de alargamiento de las vesículas del flujo Birkett fue interpretada por Walker *et al.* (1997) como resultado de la deformación sufrida por la lava durante su emplazamiento, por lo que esta dirección parece indicar la dirección de movimiento de la lava en esta localidad. Esta dirección de flujo coincide con la dirección de flujo deducida por Landon y Long (1989) con base en el adelgazamiento de los flujos de lava que conforman la Cuenca de Pasco según se observa en pozos de perforación de la zona y, como se explica más adelante, también coincide con una de

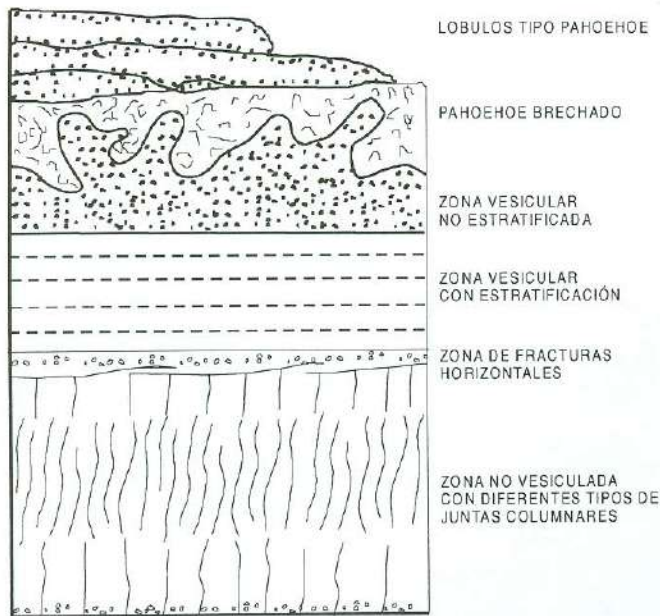


Figura 2. Esquema simplificado de las estructuras internas más sobresalientes del flujo Birkett.

las tres direcciones preferentes identificadas en base a mediciones de ASM.

Un total de 61 muestras fueron colectadas en este flujo para realizar mediciones de ASM. Las muestras fueron perforadas directamente del afloramiento con ayuda de una perforadora mecánica y fueron orientadas antes de ser removidas. 38 muestras provienen de la parte inferior, no vesiculada, y las 23 restantes fueron colectadas de una franja de 2.8 m de espesor en la parte con estratificación vesicular. Posteriormente se obtuvieron de uno a dos especímenes de cada muestra, a los que se les midió su ASM usando el instrumento Kappabridge KYL-2 del Laboratorio de Paleomagnetismo de la Universidad de Hawai'i.

RESULTADOS

La ASM de cada espécimen está representada por un tensor de segundo rango. Es conveniente expresar este tensor con referencia a sus valores principales, de manera que de cada espécimen se obtienen tres direcciones, correspondientes a cada uno de los tres ejes principales de susceptibilidad. Cada una de las direcciones de susceptibilidad principal tiene un valor escalar asociado que indica el valor de la susceptibilidad a lo largo de esa dirección. Estos tres valores escalares asociados a cada una de las tres direcciones principales se conocen como las susceptibilidades principales y corresponden a los valores principales, o eigenvalores, del tensor de susceptibilidad. Las tres susceptibilidades principales satisfacen una relación de orden del tipo $k_1^3 k_2^3 k_3$, por lo que generalmente se denominan $k_{\max}$, k_{int} y $k_{\min}$ para hacer énfasis en esta relación de orden.

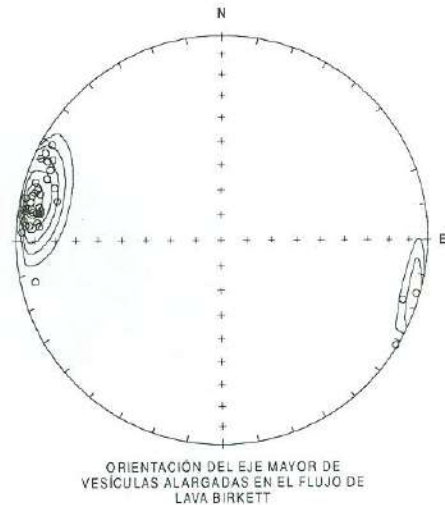


Figura 3. Proyección estereográfica de igual área mostrando la orientación preferente del eje mayor de las vesículas de la parte vesicular con estratificación del flujo Birkett.

Aunque teóricamente las magnitudes y las direcciones de las susceptibilidades principales deberían analizarse conjuntamente, se ha encontrado de manera empírica que un análisis por separado de las direcciones y de los valores escalares conduce a interpretaciones geológicamente significativas. Sin embargo, hay que tener presente que tanto el análisis de la parte direccional como el análisis de la parte escalar del tensor de susceptibilidad debe incluir los tres componentes de cada espécimen de manera simultánea, sin justificar de ninguna manera la separación ulterior entre diferentes clases de componentes. Por ejemplo, al realizar el análisis direccional de la susceptibilidad es justificable concentrarnos en la distribución de ejes de susceptibilidad principal sin hacer referencia al valor escalar asociado con cada eje, siempre y cuando se tome en cuenta que cada espécimen contribuye a esa distribución con tres direcciones mutuamente perpendiculares. Por el contrario, no es justificable realizar un análisis direccional juntando los ejes que tienen asociado $k_{\max}$, por ejemplo, despreciando los otros dos ejes de cada espécimen, aún cuando después se realizara un análisis direccional para cada uno de los otros dos tipos de ejes. Consideraciones del mismo tipo se aplican al análisis de los valores de las susceptibilidades principales.

ANÁLISIS DIRECCIONAL

A pesar de la dispersión aparente al graficar los tres ejes principales de susceptibilidad en una proyección estereográfica, se pueden identificar tres direcciones preferenciales mediante el uso de líneas de contorno (Figura 4). Una de las zonas con mayor densidad de ejes de susceptibilidad principal tiene azimuth $290^\circ - 110^\circ$, aunque como se observa al comparar las figuras 4a y 4b, la dirección exacta del agrupamiento de ejes depende de la posición relativa de los especímenes dentro del flujo. Los especímenes provenientes de la parte con estratificación vesicular definen un agrupamiento de ejes con

una dirección de 290° y echado positivo, mientras que los especímenes que provienen de la parte inferior del flujo definen un agrupamiento con dirección 110° y echado ligeramente negativo. Esta disposición simétrica de agrupamiento de ejes es también observable para el agrupamiento de ejes mas cercanos a la vertical, pero no está definida en el caso del agrupamiento con dirección 200° . Esta dependencia de la orientación de los ejes de susceptibilidad principal con la posición relativa del espécimen en el flujo de lava define una imbricación opuesta que apunta en dirección 290° y coincide con la orientación preferencial de la dirección de mayor alargamiento de las vesículas de la parte superior del flujo mostrada en la Figura 3, y también concuerda con la dirección de movimiento deducida para los flujos de lava que se encuentran en la Cuenca de Pasco, según se describió en la sección anterior.

Otra característica de las zonas con mayor densidad de ejes de susceptibilidad identificadas en la Figura 4, es que cada una de estas no contiene exclusivamente un solo tipo de ejes, sino que es posible encontrar mezclados ejes de susceptibilidad máxima, intermedia y mínima. También es importante mencionar que, en general, los ejes de susceptibilidad máxima son los ejes con inclinación más cercana a la dirección vertical, por lo que es difícil asociar este tipo de ejes con la dirección de movimiento, como se ha hecho en estudios anteriores de ASM en lavas. Sin embargo, se ha encontrado que ciertos tipos de lava pahoehoe, denominados pahoehoe tipo S por Wilmoth y Walker (1993), tienen una orientación similar de los ejes de susceptibilidad con la observada en el flujo Birkett (es decir, predominancia de ejes de susceptibilidad máxima cerca de la vertical), mientras que en otros tipos de lava esta peculiaridad en la orientación de ejes de susceptibilidad principal no se observa (Cañón-Tapia *et al.*, 1997). La característica distintiva del pahoehoe tipo S es su alto contenido de vesículas casi esféricas repartidas de manera prácticamente uniforme en el interior de cada unidad de enfriamiento, lo cual podría sugerir que la presencia de ejes de susceptibilidad máxima semiverticales se

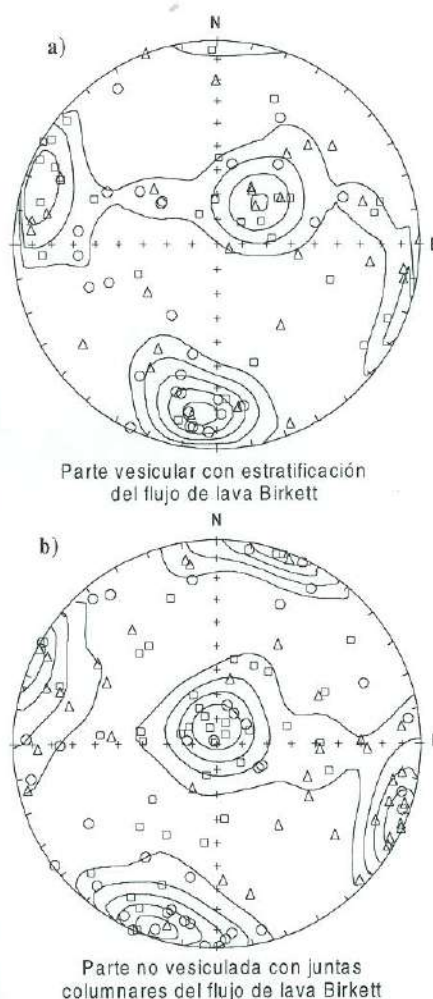


Figura 4. Proyección estereográfica de igual área mostrando la orientación de los ejes principales de susceptibilidad en a) la parte vesicular con estratificación y b) la parte inferior del flujo Birkett. Los cuadros representan los ejes de susceptibilidad máxima, triángulos - susceptibilidad intermedia, y círculos - susceptibilidad mínima.

debe a la influencia de las vesículas esféricas. Sin embargo, al encontrarse el mismo patrón global en la orientación de ejes de susceptibilidad en la parte no vesiculada del flujo Birkett, se debe descartar la influencia de las vesículas como el factor principal que determina la orientación de los ejes de susceptibilidad máxima. Otras alternativas que pueden explicar la orientación peculiar de ejes de susceptibilidad máxima incluyen 1) una predominancia de granos de magnetita de dominio sencillo en donde las dimensiones físicas de un grano y el tamaño de la susceptibilidad están inversamente relacionadas (Stephenson *et al.*, 1986) y

2) un control mecánico de la orientación de los ejes de susceptibilidad que puede incluir poca deformación de la lava líquida durante su emplazamiento, una disrupción de la ASM primaria (es decir, relacionada directamente con el movimiento de la lava) debido a enfriamiento en condiciones estáticas, o algún factor semejante, aunque la discriminación entre estas alternativas se encuentra fuera del propósito de este artículo.

ANÁLISIS ESCALAR

Las tres susceptibilidades principales de cada tensor de susceptibilidad pueden ser combinadas de muy diversas formas para definir un escalar único asociado con cada tensor. A pesar de la gran diversidad de posibles combinaciones (p. ej., Cañón-Tapia, 1994) los parámetros escalares se pueden agrupar en tres grupos diferentes. El significado de cada uno de estos grupos de parámetros se aprecia mas fácilmente si se visualiza al tensor de susceptibilidad como un elipsoide con semiejes de tamaño igual a cada una de las tres susceptibilidades principales (Nye, 1964), de manera que un tipo de parámetros es proporcional al tamaño (volumen) del elipsoide, otro tipo de parámetros representa su excentricidad y el tercer tipo de parámetros es una medida de su forma (es decir, indica si el elipsoide es alargado o aplanado en 3 dimensiones). Es importante aclarar que esta representación geométrica de un tensor de segundo rango no es única, y por lo mismo la interpretación de los parámetros no está asociada a ningún proceso físico en particular. Aunque hasta el momento no es posible asociar un valor específico de un parámetro en particular con un proceso físico determinado, debido en parte a la poca atención que ha recibido este aspecto de la susceptibilidad magnética, se tienen indicios de que existe una relación determinística entre algunos parámetros físicos y los parámetros de ASM, como se verá mas adelante.

El primer tipo de parámetro escalar a considerarse es proporcional al volumen del elipsoide, y se calcula como el promedio de las tres susceptibilidades principales. Este parámetro se conoce

como la susceptibilidad media. Aunque es posible calcular el promedio de las susceptibilidades principales de dos maneras distintas (promedio aritmético y promedio geométrico), en la práctica se encuentra poca diferencia en el método utilizado debido a que las susceptibilidades máxima y mínima generalmente difieren poco entre sí. En este trabajo se calculó el valor de la susceptibilidad media como el promedio aritmético de las tres susceptibilidades principales. La susceptibilidad media de todos los especímenes colectados es de $.0073 \pm .0056$ (en el Sistema Internacional de medidas la susceptibilidad magnética es un número sin unidades). Este valor es comparable a la susceptibilidad media de flujos de lava en Hawai'i (Cañón-Tapia *et al.*, 1997) y a los productos del volcán Xitle al sur de la ciudad de México (Cañón-Tapia *et al.*, 1995), aunque existe una diferencia importante entre el valor de la susceptibilidad media en las partes vesiculada ($.0036 \pm .0018$) y no vesiculada ($.010 \pm .0059$) del flujo Birkett. Este aumento en la susceptibilidad media no está relacionado con la mayor vesicularidad de los especímenes en la parte superior del flujo, ya que al calcular

la susceptibilidad media por unidad de masa de cada espécimen la diferencia entre las dos secciones del flujo se preserva (Figura 5). Por otro lado, a pesar de algunas fluctuaciones, se puede observar un aumento paulatino en el valor de la susceptibilidad magnética con la profundidad en el flujo Birkett, mismo que puede ser atribuido a un aumento similar en el contenido de minerales ferromagnéticos. Otra explicación requiere de un cambio sistemático en la composición química de esta fracción con la profundidad (p. ej., titanomagnetitas más ricas en Ti en la parte superior y más ricas en Fe en la parte inferior), posiblemente asociado con escape preferencial de hidrógeno de las partes centrales del flujo de lava durante su enfriamiento. Sin embargo, las zonas de mayor oxidación, y por consecuencia en las que se esperaba tener una mayor susceptibilidad media, son las partes centrales de flujos de lava muy gruesos (Petersen, 1976), de manera que esta hipótesis no parece contar con evidencia a su favor por el momento. Resulta entonces necesario hacer pruebas detalladas de la mineralogía magnética de este flujo para llegar a una interpretación más concluyente.

El segundo tipo de parámetro escalar relacionado con el tensor de susceptibilidad mide el grado de excentricidad del elipsoide asociado, y se conoce como el grado de anisotropía. Se han propuesto un gran número de formas para calcular este parámetro, aunque los resultados cualitativos obtenidos con cada una de ellas varían muy poco entre sí (Cañón-Tapia, 1994). En este trabajo se reporta el grado de anisotropía usando el parámetro definido por $A = 100 \times (1 - k_3 / (2k_1 - k_2/2k_1))$, donde k_1 , k_2 y k_3 corresponden a los valores de las susceptibilidades máxima, intermedia y mínima, respectivamente. La ventaja relativa de este parámetro con respecto a algunos otros es que incluye las tres susceptibilidades principales en su definición y puede tomar valores únicamente en el rango de 0 a 100 (0 corresponde a un tensor isotrópico). El grado de anisotropía de todos los especímenes del flujo Birkett es menor a 6% (valor promedio $1.5\% \pm 1.4\%$), aunque en la parte vesiculada del flujo es mucho menor que en la parte no vesiculada (Figura 6). Aparentemente los especímenes con mayor grado de anisotropía en la parte con estratificación vesicular del flujo se encuentran en la zonas libres de vesículas que separan dos franjas con una distribución de vesículas distintiva. Sin embargo, al no contar mas que con especímenes de dos de tales franjas no es claro si este patrón de variación es consistente a todo lo ancho de esta parte del flujo. Por otro lado, en la parte baja del flujo se observan fluctuaciones semicíclicas del grado de anisotropía. La zona inmediatamente debajo de la franja con fracturas horizontales, y la parte adyacente al contacto entre la zona con columnas gruesas y la zona con columnas delgadas en la parte más baja del flujo están caracterizadas por un grado de anisotropía relativamente alto, aunque también se observan otros lugares con valores altos del grado de anisotropía magnética al interior de la zona formada con columnas delgadas para los cuales no hay una explicación inmediata, pero que parecen eliminar la posibilidad de que las fluctuaciones del grado de anisotropía magnética estén determinadas por cambios en la estructura columnar del flujo. A pesar de que tanto el valor del grado de

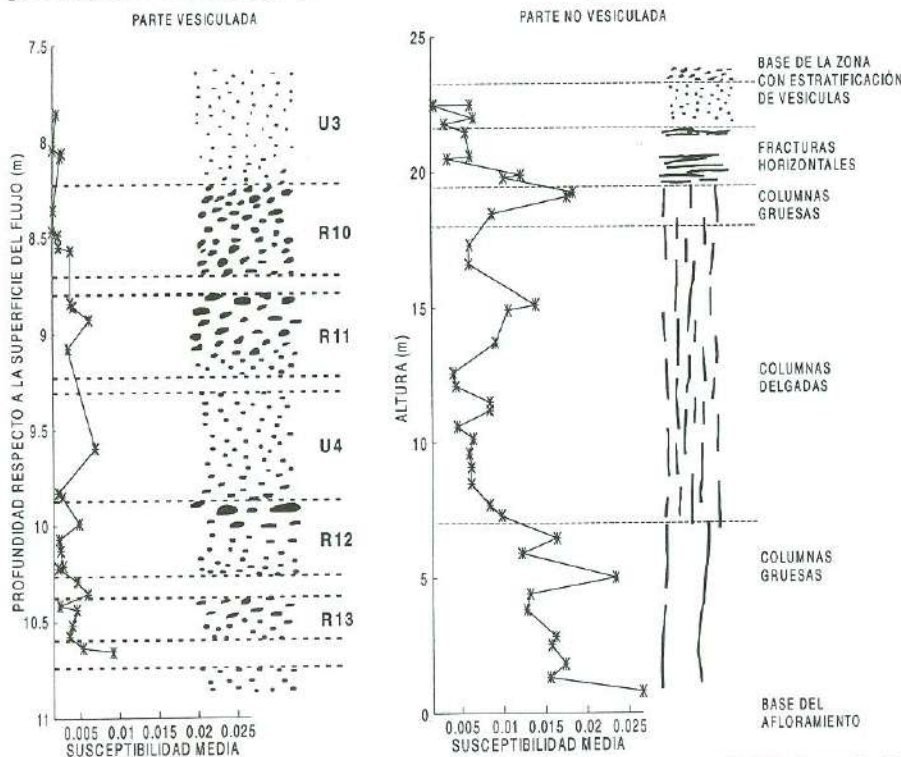


Figura 5. Variación vertical de la susceptibilidad magnética. a) susceptibilidad media, b) susceptibilidad media por unidad de masa. Nótese la diferencia de escala entre los diagramas correspondientes a la parte superior y a la parte inferior del flujo.

anisotropía y el de la susceptibilidad media aumentan con la profundidad en el flujo, no existe una correlación directa entre ambos parámetros (Figura 7). El hecho de que ambos parámetros tengan un valor mayor en la parte inferior del afloramiento posiblemente está relacionado con el proceso de emplazamiento del flujo de lava según se explica más adelante.

El tercer tipo de parámetro escalar asociado con el tensor de susceptibilidad evalúa la forma del elipsoide (i.e., sirve para dar una idea de si el elipsoide es aplastado o alargado), y se conoce como parámetro de forma o, alternativamente, como fábrica magnética. Al igual que para el grado de anisotropía se han propuesto muchas definiciones de parámetros de forma, aunque en este caso se encuentra que existen algunas diferencias cualitativas en los resultados dependiendo de la definición utilizada. En este trabajo se calcularon parámetros de forma de acuerdo a las 17 definiciones examinadas por Cañón-Tapia (1994) y los resultados se graficaron contra la posición del espécimen en el flujo para comparar la variación de la forma del tensor de susceptibilidad con las estructuras

observadas en el afloramiento. La posición de algunos de los valores "pico" en la forma del tensor de susceptibilidad depende del parámetro utilizado, aunque existen partes del flujo de lava en las que consistentemente se encuentran especímenes con un tensor de susceptibilidad marcadamente más aplanado que en el resto del flujo. En la Figura 8 se muestra un ejemplo de la variación de la forma del tensor de susceptibilidad con la posición en el flujo, en donde se pueden observar claramente las zonas especiales mencionadas. Es importante destacar que todos los lugares marcados con una flecha en la figura presentan picos en la forma del tensor de susceptibilidad, independientemente de la definición usada para calcular el valor de dicho parámetro, por lo que es muy probable que en estas zonas se tenga realmente un tensor de susceptibilidad con características diferentes al que se encuentra en el resto del flujo. La existencia de valores pico en la forma del tensor de susceptibilidad en otras regiones del flujo de lava se considera por el momento como de dudoso origen debido a su dependencia en la definición usada para calcular el parámetro de forma.

DISCUSIÓN

El origen de la ASM en las rocas ígneas, y en particular en las rocas basálticas, está íntimamente ligado a la orientación preferencial y a la distribución de minerales de titanomagnetita, ya que la contribución de otras fases minerales en estas rocas es de mucha menor importancia (Borradaile, 1988, Borradaile y Henry, 1997). Haciendo a un lado la creación de minerales ferromagnéticos como resultado de procesos de alteración hidrotermal ocurridos mucho después de finalizado el emplazamiento de un flujo de lava, los efectos de las fuerzas de tipo mecánico que actúan sobre los minerales que esta contiene juegan un papel dominante en la definición de la ASM. Este efecto mecánico se puede dividir en dos etapas, dependiendo del tipo de fuerzas que están siendo aplicadas. En la primera etapa, la interacción de la fase líquida con los minerales que está arrastrando, así como la interacción mecánica entre los diferentes minerales durante el movimiento de la lava, son los factores dominantes, mientras que en la segunda etapa la diferencia de densidades entre los minerales y la fase líquida y la rigidez de esta última son los factores dominantes. La primera etapa corresponde al momento durante el cual la lava se encuentra en movimiento y la segunda etapa tiene lugar en el intervalo de tiempo que transcurre entre el momento en que la lava se detiene y el momento en que la lava se solidifica. Dependiendo del estado de solidificación alcanzado por la lava al detenerse, la segunda etapa puede no ser importante en algunos casos. De cualquier modo, el aspecto que merece mayor atención es que durante ambas etapas tanto la orientación como la distribución de los granos minerales son influenciadas mecánicamente por fuerzas hidráulicas, aunque la gran complejidad de este proceso impide definir una relación única y simple entre la orientación preferencial, la distribución de los granos de titanomagnetita y la ASM medida en una roca.

Para interpretar las mediciones de ASM, en un primer nivel de complejidad, ésta se considera relacionada directamente con la orientación preferencial de los granos de titanomagnetita, y se supone que

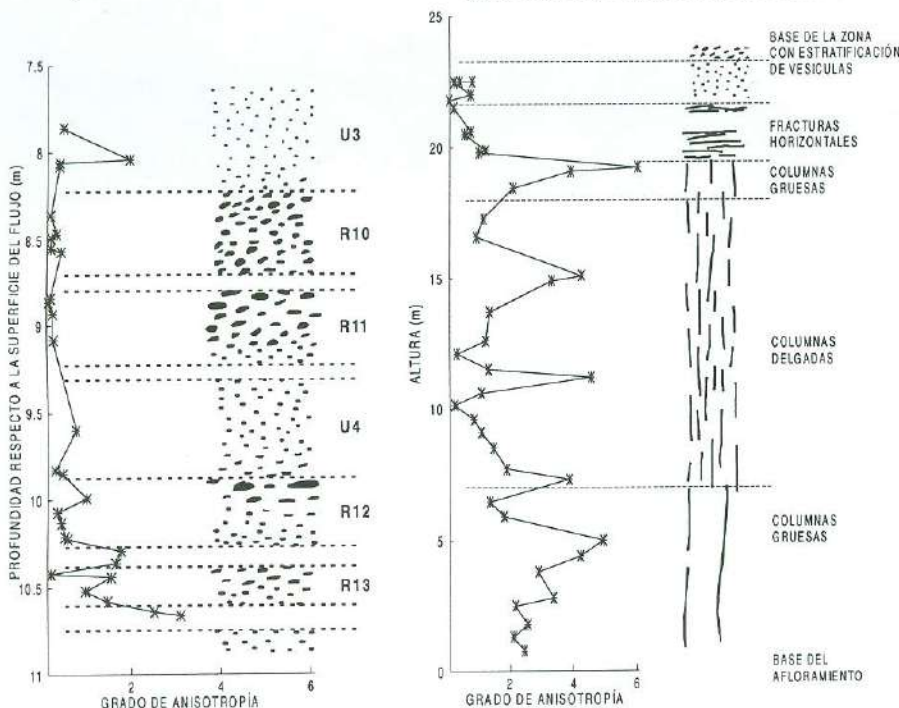


Figura 6. Variación vertical del grado de anisotropía en el flujo de lava Birkett. Nótese la diferencia de escala entre los diagramas correspondientes a la parte superior y a la parte inferior del flujo.

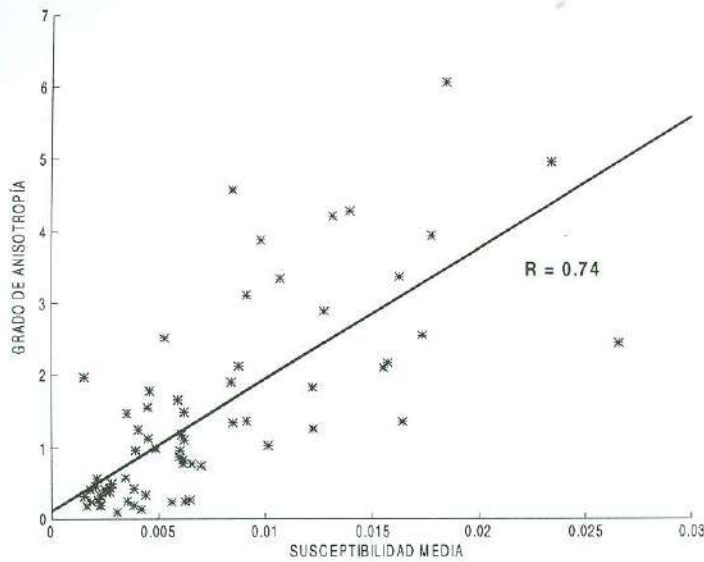


Figura 7. Gráfica de susceptibilidad magnética media contra grado de anisotropía. Nótese la gran dispersión en los datos y el pobre coeficiente de correlación entre ambas variables.

dicha orientación es el resultado exclusivo de las fuerzas que actúan durante la primer etapa de emplazamiento.

A pesar de que se pueden presentar complicaciones relacionadas con interacciones magnéticas o con la estructura magnética de los granos minerales ferromagnéticos, es razonable pensar que existe una cierta continuidad en la variación de la ASM de una roca como resultado de la continuidad mecánica en el proceso de emplazamiento de la misma. La aplicación de este criterio de continuidad ha permitido establecer una relación muy clara entre la orientación de los ejes principales de susceptibilidad y las fuerzas dentro del flujo responsables de la deformación de vesículas en lavas tipo 'a' (Cañón-Tapia *et al.*, 1996), así como entre otros aspectos de la ASM y algunas de las estructuras internas características de diversos tipos de lava en Hawai'i (Cañón-Tapia *et al.*, 1997). En el caso del flujo Birkett, se encuentra que varias de las características de su ASM son muy semejantes a las características de la ASM de los flujos de lava tipo pahoehoe hawaianos, lo que sugiere una analogía en las características de emplazamiento de las lavas tanto en Hawai'i como en el caso específico del flujo Birkett. Por otro lado, existen diferencias en algunas de las características de la ASM de los flujos de lava en ambos lugares que pueden interpretarse en el sentido de que marcan

diferencias importantes en el mecanismo exacto de su emplazamiento.

Por ejemplo, se sabe que los flujos de lava tipo pahoehoe tienden a detenerse cuando la lava en el interior se encuentra

aún en estado líquido, lo cual permite, bajo ciertas condiciones, el movimiento vertical de burbujas de gas y de granos minerales. Debido a la mayor densidad de los granos de titanomagnetita relativa a la densidad de la lava líquida (5.2 vs. 2.3 g/cm³), éstos deben tener una tendencia a hundirse, propiciando una mayor concentración en el fondo del flujo que en las partes altas del mismo. Esta diferencia en la abundancia relativa de granos de titanomagnetita puede producir un aumento en el valor de la susceptibilidad magnética con la profundidad en el flujo, independientemente de variaciones en la composición química de los minerales ferromagnéticos, pero este modelo no puede explicar las fluctuaciones observadas en el valor de la susceptibilidad media en el flujo Birkett.

Walker *et al.*, (1997) propusieron un modelo de crecimiento del flujo Birkett basado en la inyección sucesiva de pulsos de lava líquida cerca de una parte central de lava en reposo, pero que aún se

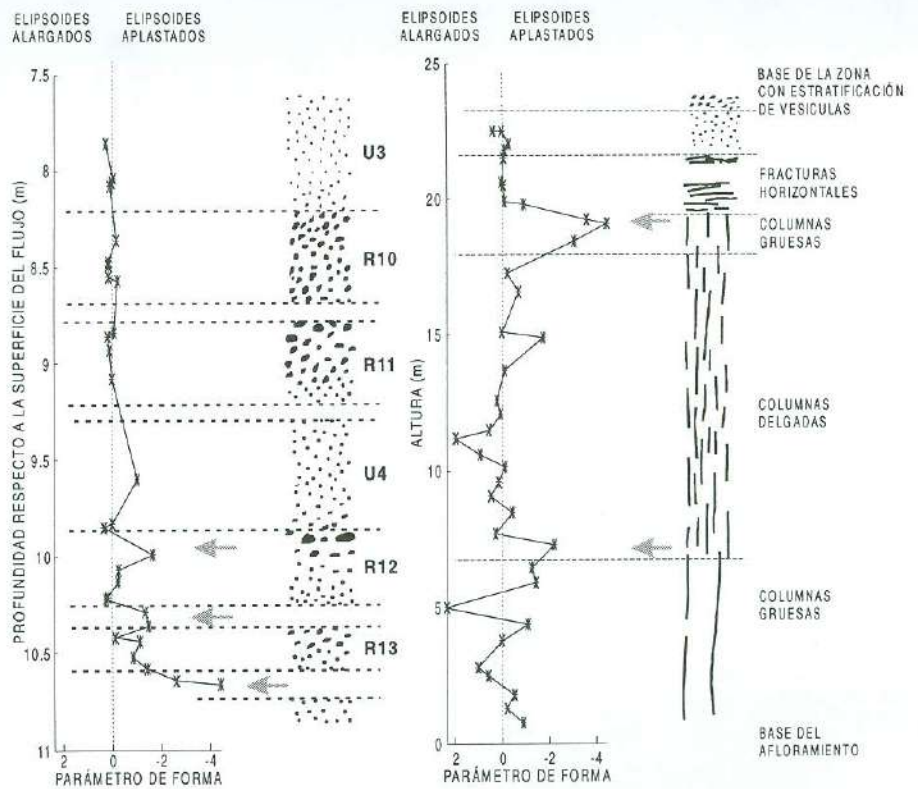


Figura 8. Ejemplo de la variación vertical de la forma del tensor de susceptibilidad observada en el flujo Birkett. La definición exacta del parámetro de forma usado en esta figura no afecta la localización de las zonas con valores "pico" marcadas por una flecha (ver el texto para mayores detalles). Nótese la diferencia de escala entre los diagramas correspondientes a la parte superior y a la parte inferior del flujo.

encuentra en estado semiplástico. Dicho de otro modo, la inyección de lava líquida debió haber tenido lugar entre un piso y un techo de lava relativamente rígida. De acuerdo a este modelo, el techo de lava encima de un nuevo pulso sirve de barrera para impedir el ascenso continuo de burbujas de gas, dando lugar a una capa de vesículas que termina mas o menos abruptamente en su parte superior. Del mismo modo, el piso de lava por debajo del nuevo pulso puede haber detenido el hundimiento de granos de titanomagnetita, propiciando la formación de lugares con concentraciones variables de material ferromagnético y por consiguiente, propiciando la fluctuación de la susceptibilidad magnética. Otra consecuencia de la inyección de lava entre un techo y un suelo semirígidos, es la creación de zonas de mayor deformación de la lava que está siendo inyectada. Estas franjas de mayor deformación se localizan en las inmediaciones de los márgenes superior e inferior del nuevo pulso de lava y pueden producir una imbricación opuesta de ejes principales de susceptibilidad tal y como la observada en la gran mayoría de los cuerpos intrusivos laminares estudiados en Hawai'i (Knight y Walker, 1988). La intrusión sucesiva de varios pulsos provoca que las zonas imbricadas se separen entre sí conforme el flujo de lava aumenta su grosor, dando lugar a una imbricación de ejes de susceptibilidad con una dirección opuesta entre la parte baja y alta del flujo, semejante a la observada en el flujo Birkett (Walker *et al.*, 1997). Es también en estas zonas marginales en donde los esfuerzos tangenciales de la lava en movimiento son mayores, y por consiguiente, en donde se esperaría tener un mayor grado de anisotropía y posiblemente tensores de susceptibilidad más aplastados. Sin embargo, ya que cada pulso de lava debió haber tenido un tiempo diferente para permitir la redistribución de las burbujas de gas y el hundimiento de minerales, es probable que tanto la excentricidad como la forma del tensor de susceptibilidad producido en los extremos de cada pulso de lava durante su emplazamiento se vieran modificados durante el lapso transcurrido entre la finalización del movimiento de un pulso y el inicio del siguiente. Una evolución esquemática de estos parámetros debida al acercamiento de minerales magnéticos a lo largo de la vertical ha sido descrita por Cañón-Tapia *et al.* (1996), y es enteramente compatible con las observaciones hechas en el flujo Birkett.

En resumen, tanto la orientación de ejes de susceptibilidad principales como el comportamiento semicíclico observado en los parámetros escalares asociados con el tensor de susceptibilidad son compatibles, en una primera aproximación, con un mecanismo de crecimiento endógeno del flujo Birkett. Mas aún, el modelo propuesto para el flujo Birkett postula la inyección de pulsos de lava en contraste con el crecimiento endógeno documentado por Hon *et al.* (1994) en Hawai'i, en donde la inyección de lava tuvo lugar de manera más bien continua. Sin embargo, es necesario hacer un estudio detallado de la variación de otras propiedades magnéticas con la profundidad en el flujo Birkett para poder delimitar la posible influencia de otros factores, como variaciones sistemáticas en la composición química o en la estructura magnética de los minerales ferromagnéticos, en la definición de los resultados

obtenidos. Así mismo, es necesario realizar un muestreo más detallado para poder determinar si las fluctuaciones observadas son progresivas, o bien son el resultado de especímenes aislados con características muy especiales. Ambas líneas de estudio se están desarrollando actualmente, por lo que una decisión definitiva respecto al mecanismo de emplazamiento de flujo Birkett debe aplazarse por el momento. De cualquier modo, este trabajo ejemplifica la manera en que los métodos magnéticos pueden usarse como una herramienta que ayuda al esclarecimiento de los procesos de emplazamiento de rocas volcánicas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no habría podido realizarse sin la ayuda de E. Herrero-Bervera, quien proporcionó el equipo necesario para la adquisición de muestras y me permitió el uso irrestricto de los instrumentos de su laboratorio en la Universidad de Hawai'i. El apoyo financiero para este trabajo fue proporcionado parcialmente por CONACyT y el fondo Jaggar Bequest de la Universidad de Hawai'i. También agradezco la asesoría de J. Mojarro durante la creación de las figuras y los arbitajes de Sergio Rodríguez y un revisor anónimo por sus atinados comentarios.

REFERENCIAS

- Anderson, D.L., 1994. Sublithospheric mantle as the source of continental flood basalts - the case against the continental lithosphere and plume head reservoirs. *Earth and Planetary Science Letters*, 123, 269-280.
- Arndt, N.T., Czamanske, G.K., Woode, J.L., and Fedorenko, V.A., 1993. Mantle and crustal contributions to continental flood volcanism. *Tectonophysics*, 223, 39-52.
- Borradaile, G.J., 1988. Magnetic susceptibility, petrofabrics and strain. *Tectonophysics*, 156, 1-20.
- Borradaile, G.J., and Henry, B., 1997. Tectonic applications of magnetic susceptibility and its anisotropy. *Earth Science Reviews*, 42, 49-93.
- Campbell, I.H., and Griffiths, R.W., 1990. Implications of mantle plume structure for the evolution of flood basalts. *Earth and Planetary Science Letters*, 99, 79-93.
- Cañón-Tapia, E., 1994. Anisotropy of magnetic susceptibility parameters: guidelines for their rational selection. *Pure and Applied Geophysics*, 142, 365-382.
- Cañón-Tapia, E., 1996. Single-grain versus distribution anisotropy: a simple three dimensional model. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 94, 149-158.
- Cañón-Tapia, E., Walker, G.P.L., and Herrero-Bervera, E., 1995. Magnetic fabric and flow direction in basaltic pahoehoe lava of Xitle volcano, Mexico. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 65, 249-263.

- Cañón-Tapia, E., Walker, G.P.L., and Herrero-Bervera, E., 1996. The internal structure of lava flows - insights from AMS measurements I: near vent aa. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 70, 21-36.
- Cañón-Tapia, E., Walker, G.P.L., and Herrero-Bervera, E., 1997. The internal structure of lava flows - insights from AMS measurements II: Hawaiian pahoehoe, toothpaste lava and 'a'. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 76, 19-46.
- Carlson, R.W., 1991. Physical and chemical evidence for the cause and source characteristics of flood basalt volcanism. *Australian Journal of Earth Sciences*, 38, 525-544.
- Coffin, M.F., and Eldholm, O., 1994. Large igneous provinces: crustal structure, dimensions and external consequences. *Reviews of Geophysics*, 32, 1-36.
- Ernst, R.E., and Baragar, W.R.A., 1992. Evidence from magnetic fabric for the flow pattern of magma in the Mackenzie giant radiating swarm. *Nature*, 356, 511-513.
- Finnemore, S.L., Self, S., and Walker, G.P.L., 1993. Inflation features in lava flows of the Columbia River Basalts. EOS, American Geophysical Union Fall Meeting supplement, 74, 555.
- Hon, K.J., Kauahikaua, J., Denlinger, R., and Mackay, K., 1994. Emplacement and inflation of pahoehoe sheet flows: observations and measurements of active lava flows on Kilauea volcano, Hawaii. *Geological Society of America, Bulletin*, 106, 351-370.
- Hooper, P.R., 1982. The Columbia River Basalts. *Science*, 215, 1463-1468.
- Hooper, P.R., 1988. The Columbia River Basalt. In Macdougall, J.D. (editor), *Continental flood basalts*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 1-33.
- Hooper, P.R., and Hawkesworth, C.J., 1993. Isotopic and geochemical constraints on the origin and evolution of Columbia River Basalts. *Journal of Petrology*, 34, 1203-1246.
- Knight, M.D., and Walker, G.P.L., 1988. Magma flow directions in dikes of the Koolau complex, Oahu, determined from magnetic fabric studies. *Journal of Geophysical Research*, 93, 4301-4319.
- Landon, R.D., and Long, P.E., 1989. Detailed stratigraphy of the N2 Grande Ronde Basalt, Columbia River Basalt Group, in the central Columbia Plateau. In Reidel, S.P., and Hooper, P.R. (eds.) *Volcanism and tectonism in the Columbia River Flood-Basalt Province*, Geological Society of America, Special Paper 239, 55-66.
- Long, P.E., and Wood, B.J., 1986. Structures, textures and cooling histories of Columbia River basalt flows. *Geological Society of America, Bulletin*, 97, 1144-1155.
- Macdougall, J.D. (editor), 1988. *Continental flood basalts*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 341pp.
- Mahoney, J.J., and Coffin, M.F. (editores), 1997. *Large Igneous Provinces*. American Geophysical Union Monograph, (en prensa).
- Nye, J.F., 1964. The physical properties of crystals. Clarendon Press, Oxford, 322pp.
- Reidel, S.P., 1997. On the emplacement of a Columbia River flood-basalt. *Geological Society of America, Bulletin*, (sometido).
- Petersen, N., 1976. Notes in the variation of magnetization within basalt lava flows and dikes. *Pure and Applied Geophysics*, 14, 177-193.
- Reidel, S.P., Long, P.E., Myers, C.W., and Mase, J., 1982. New evidences for greater than 3.2 km of Columbia River basalt beneath the central Columbia Plateau. EOS, 63, 173.
- Rochette, P., Jenatton, L., Dupuy, C., Boudier, F., and Reuber, L., 1991. Diabase dikes emplacement in the Oman ophiolite: a magnetic fabric study with reference to geochemistry. In Peters, T., Nicolas, A., and Coleman, R.G., (editores) *Ophiolite genesis and evolution of the oceanic lithosphere*. Ministry of Petroleum and Minerals, Sultanate of Oman, 55-82.
- Self, S., Thordarson, T., and Keszthelyi, L., 1997. Emplacement of continental flood basalt lava flows. In Mahoney, J.J., and Coffin, M., (editores) *American Geophysical Union Monograph on Large Igneous Provinces*, 381-410.
- Self, S., Thordarson, T., Keszthelyi, L., Walker, G.P.L., Hon, K., Murphy, M.T., Long, P., and Finnemore, S., 1996. A new model for the emplacement of Columbia River basalts as large, inflated pahoehoe lava flow fields. *Geophysical Research Letters*, 23, 2689-2692.
- Shaw, H.R., and Swanson, D.A., 1970. Eruption and flow rates of flood basalts. In Gilmour, E.H., and Stradling, D., (eds.) *Proc. Second Columbia River Basalt Symposium*, Eastern Washington State Coll. Press, Cheney, 271-299.
- Stephenson, A., Sadikun, S., and Potter, D.K., 1986. A theoretical and experimental comparison of the anisotropies of magnetic susceptibility and remanence in rocks and minerals. *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society*, 84, 185-200.
- Swanson, D.A., Wright, T.L., and Helz, R.T., 1975. Linear vent systems and estimated rates of magma production and eruption for the Yakima Basalt on the Columbia Plateau. *American Journal of Science*, 275, 877-905.
- Swanson, D.A., Wright, T.L., Hooper, P.R., and Bentley, R.D., 1979. Revisions in stratigraphic nomenclature of the Columbia River Basalt Group. *United States Geological Survey Bulletin*, 1457-G, 59pp.
- Walker, G.P.L., 1991. Structure and origin by injection under surface crust, of tumuli, "lava rises", "lava-rise pits", and "lava inflation clefts" in Hawaii. *Bulletin of Volcanology*, 53, 546-558.
- Walker, G.P.L., Cañón-Tapia, E., and Herrero-Bervera, E., 1997. Origin of vesicle layering and double imbrication by endogenous growth in the Birkett basalt flow (Columbia River Plateau). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, (en prensa).
- White, R.S., and McKenzie, D., 1989. Magmatism at rift zones: the generation of volcanic continental margins and flood basalts. *Journal of Geophysical Research*, 94, 7685-7729.
- Wilmoth, R.A., and Walker, G.P.L., 1993. P-type and S-type pahoehoe: a study of vesicle distribution patterns in Hawaiian lava flows. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 55, 129-142.
- Wilson, M., 1991. *Igneous petrogenesis. A global tectonic approach*. Harper Collins Academic, London, 469pp.

RED SÍSMICA TEMPORAL DE LA PAZ: BOLETÍN DE INFORMACIÓN SÍSMICA (NOVIEMBRE-DICIEMBRE DE 1996)

Arturo Cruz-Falcón¹, Sergio Mayer-Geraldo², Luis Munguía-Orozco³ y Tito Valdéz-López³

¹ Depto. de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
(Estación en La Paz B.C.S., Miraflores 334, Fracc. Bella Vista, La Paz, B.C.S., México, 23050).

E-mail: acfalcon@cicese.mx

² Depto. de Geología, UABCS, A.P. P.19-B, La Paz, B.C.S., México.

³ Depto. de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Km.107 Carret. Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C., México, 22860

E-mail: lmunguia@cicese.mx

RESUMEN

Se analizaron 202 microsismos registrados por la Red Sísmica Temporal de La Paz durante los meses de noviembre y diciembre de 1996. De éstos se pudieron localizar solamente 80 eventos, entre los que se incluyen los de mayor magnitud. La distribución de epicentros define un alineamiento con orientación Sureste-Noroeste de alrededor de 40 km de longitud y extendiéndose a lo largo del flanco Este de las islas Espíritu Santo y La Partida, desde Punta Coyote hasta unos 10 km al norte de La Partida. Las magnitudes calculadas para estos temblores están entre 1.5 y 3.3 grados, mientras que las profundidades focales estimadas van de 1 a 15 km. El 75 % de estos eventos se generó a profundidades de entre 4 y 13 Km.

Durante los meses de noviembre y diciembre se observó un nivel de sismicidad constante y similar al de los dos meses anteriores de monitoreo sísmico en la región. Sin embargo, debe resaltarse que en este período la actividad se extendió hacia el Sureste de la isla Espíritu Santo, por un lado, y por otro se notó una clara disminución de ésta en la zona ubicada al Noreste de la Presa de La Buena Mujer.

Otra observación de interés consiste en que parte de la sismicidad registrada en el presente bimestre se desarrolló en forma de enjambres de microtemblores, de entre los cuales sobresale el ocurrido los días 11 y 12 de diciembre. Esta serie de eventos se compuso de 24 eventos con magnitudes entre 1 y 2.9. Adicionalmente, las estaciones de la red registraron también la actividad sísmica regional proveniente del Golfo de California.

INTRODUCCIÓN

En este boletín se proporciona información sobre la sismicidad registrada por la Red Sísmica Temporal de La Paz, Baja California Sur (RESIPAZ) durante los meses de noviembre y diciembre de 1996. Esta red se mantuvo en operación en la región desde el 5 de septiembre de 1996 hasta el 15 de diciembre de 1997, como un proyecto de colaboración interinstitucional en el que participan el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS) y El Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) (Munguía *et al.*, 1997).

El presente boletín incluye información relativa a la ubicación de las estaciones, al tipo de instrumentación utilizada y a los parámetros hipocentrales de temblores que fueron localizados durante este período. Para mayor información sobre la sismicidad de septiembre y octubre de 1996, así como mayores detalles respecto a los antecedentes e instrumentación en la región, consultar Munguía *et al.* (1997).

OBJETIVOS

El objetivo específico de RESIPAZ es obtener información precisa que permita localizar los epicentros de temblores que ocurren en el ambiente tectónico de región de La Paz, B. C. S. La correlación de estos epicentros con estructuras geológicas de la región será de utilidad para entender cómo el régimen de esfuerzos que controla al sistema principal de fallas del Golfo de California influye sobre la región.

Los objetivos específicos de la red son:

- Monitoreo continuo de la actividad sísmica de la zona de falla La Paz, con cinco estaciones analógicas.
- Análisis de la información registrada en términos de la distribución geográfica de los epicentros, las profundidades de las fuentes sísmicas, las magnitudes y la correlación de los temblores con las fallas regionales.
- Difusión de los resultados entre la comunidad científica y las autoridades del gobierno de Baja California Sur, a través de boletines sísmicos, informes técnicos y publicaciones en revistas científicas.

CONFIGURACIÓN DE RESIPAZ

En la Figura 1 se muestra la ubicación de las estaciones (triángulos) con sus códigos correspondientes. En la Tabla 1 se presenta la relación de estaciones y la información correspondiente a sus coordenadas geográficas. Las ganancias de operación permitidas por los niveles de ruido en cada sitio van de 66 a 72 decibeles. Como se indicó en Munguía *et al.* (1997), la instrumentación instalada en estos sitios consiste en sismógrafos Sprengnether modelo MEQ-800, con sensores Kinometrics SS-1 de período corto (1 seg). Estos instrumentos registran en papel ahumado la componente vertical del movimiento del suelo.

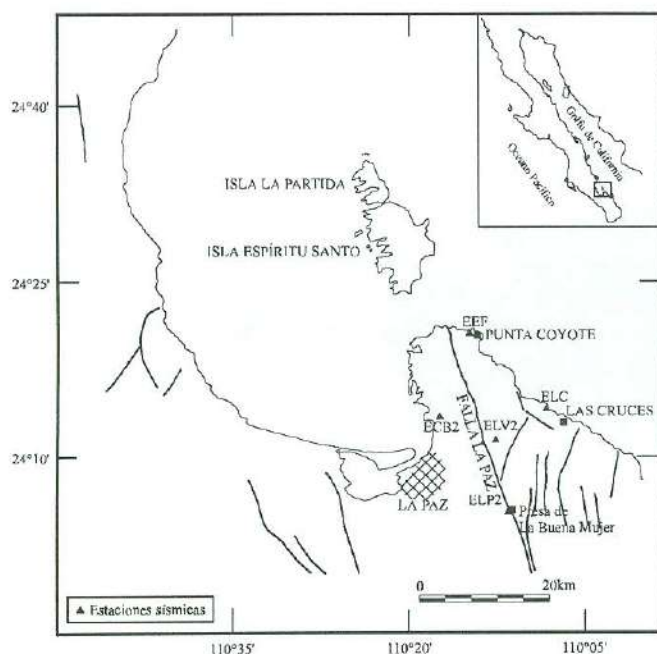


Figura 1. Mapa de la región de La Paz. Los triángulos indican estaciones sísmicas y los cuadrados indican localidades.

Tabla 1. Coordenadas geográficas de las estaciones

Estación	Código	Latitud	Longitud
Las Cruces	ELC	24°14.105'	110°08.361'
Costa Baja 2	ECB2	24°13.306'	110°17.538'
El Faro	EEF	24°20.567'	110°14.990'
La Presa 2	ELP2	24°05.255'	110°11.628'
Las Vinoramas 2	ELV2	24°11.261'	110°12.720'

El análisis detallado de la información que genera RESIPAZ aportará conocimientos adicionales a los obtenidos en los estudios realizados por Munguía *et al.* (1992) y Munguía (1995) en la zona de falla La Paz. Los resultados derivados del estudio podrán ser de utilidad en el desarrollo de programas enfocados hacia la reducción del riesgo sísmico de La Paz.

LOCALIZACIÓN DE EPICENTROS

Los tiempos de arribo de las fases P y S, radiadas por las fuentes de los eventos registrados, se midieron y utilizaron en el proceso de localización de epicentros. De este proceso se obtuvieron 80 epicentros preliminares (Círculos vacíos en la Figura 2), los cuales fueron determinados usando el programa HYPO71 de Lee y Lahr (1975) en combinación con el modelo de velocidades de Fabriol *et al.* (1997), indicado en la Tabla 2.

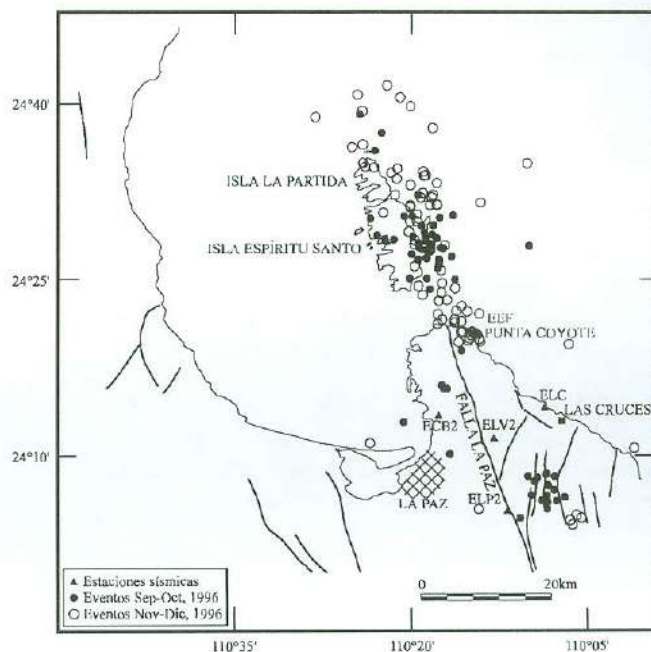


Figura 2. Sismicidad registrada durante septiembre y octubre de 1996, reportada por Munguía *et al.* (1997), conjuntamente con la sismicidad descrita en el presente boletín.

Tabla 2. Modelo de velocidades utilizado en la localización de los parámetros hipocentrales

Velocidad (km/seg)	Espesor (km)
4.00	0.00
6.00	2.00
6.40	7.00
6.90	14.00
7.60	24.00

La relación completa de eventos localizados durante este período se presenta en la Tabla 3. Conjuntamente con los parámetros hipocentrales se incluyen los errores medios producidos en su determinación. La mayoría de los temblores de esta tabla cumplen con los criterios de que el valor del error cuadrático medio de los residuales (RMS) sea menor a 0.3 segundos y que los errores estándar del epicentro (ERH) y de la profundidad focal (ERZ) sean menores o iguales a 3.0 km. Por esta razón y por el hecho de que un buen número de microtemblores grabados no se pudieron localizar, por no haber sido registrados en un número suficiente de estaciones, es claro que la cantidad de eventos que aparece en la Tabla 3 no es representativa de la sismicidad total detectada por la red.

Tabla 3. Relación de epicentros localizados para temblores ocurridos durante noviembre y diciembre de 1996 en la zona de falla La Paz

Fecha	T. de Origen hr:min:seg	Latitud	Longitud	Prof. km	Mag	RMS	ERH	ERZ
961101	13:41:55.17	24°33.93'	110°18.95'	5.27	1.82	.05	0.8	0.5
961101	19:03:36.35	24°10.69'	110°01.00'	3.25	1.91	.09	0.2	1.8
961102	05:58:08.90	24°04.53'	110°06.09'	5.76	1.74	.05	0.8	1.1
961102	14:58:18.89	24°31.37'	110°20.00'	11.50	1.63	.11	2.2	2.8
961103	02:59:23.03	24°33.69'	110°21.16'	12.37	2.22	.08	2.4	1.4
961104	23:01:22.65	24°04.95'	110°05.57'	1.95	1.91	.08	2.1	1.6
961106	00:56:17.95	24°34.18'	110°21.66'	5.94	1.88	.05	1.7	0.5
961106	09:48:21.71	24°36.39'	110°25.00'	2.55	2.27	.22	2.4	2.9
961106	20:59:20.74	24°31.57'	110°19.94'	10.03	1.57	.04	1.3	0.8
961108	07:13:09.05	24°34.29'	110°18.92'	5.59	1.87	.09	2.0	0.6
961108	19:01:09.49	24°40.65'	110°20.89'	4.17	2.02	.06	2.3	0.9
961109	08:11:44.30	24°31.41'	110°17.70'	12.93	1.70	.17	2.4	1.7
961109	08:22:24.99	24°32.29'	110°18.06'	6.03	2.14	.13	1.7	1.0
961109	09:11:16.49	24°31.45'	110°17.74'	5.92	1.63	.19	2.5	1.4
961109	09:16:07.87	24°31.40'	110°18.31'	5.24	1.54	.15	1.8	1.1
961109	10:03:35.18	24°32.46'	110°18.93'	5.54	1.70	.11	1.6	0.8
961109	13:01:29.34	24°31.62'	110°14.00'	6.11	1.57	.11	2.8	0.9
961110	03:35:41.35	24°33.13'	110°20.00'	5.88	1.90	.10	2.3	0.8
961110	06:43:15.10	24°34.54'	110°21.12'	4.88	1.83	.17	2.3	1.0
961110	18:02:42.74	24°32.30'	110°21.28'	3.14	1.81	.13	1.8	2.0
961110	18:33:40.08	24°30.00'	110°19.39'	5.11	1.69	.09	1.2	1.0
961110	21:27:20.48	24°11.11'	110°23.24'	16.17	1.23	.19	2.0	2.0
961110	21:29:43.13	24°19.56'	110°06.21'	9.62	1.64	.14	1.1	1.4
961112	00:18:57.36	24°38.97'	110°28.11'	2.85	2.46	.08	1.7	1.0
961112	02:19:43.27	24°04.72'	110°05.14'	1.96	1.86	.03	1.3	1.0
961112	11:53:21.16	24°04.14'	110°05.90'	9.08	1.81	.12	1.4	2.0
961113	22:54:08.65	24°35.03'	110°24.06'	3.43	2.26	.09	1.7	2.8
961113	22:55:58.86	24°34.71'	110°23.86'	4.10	2.73	.14	2.3	1.2
961113	23:00:34.45	24°36.64'	110°24.08'	3.93	3.13	.11	2.0	1.1
961114	04:17:56.38	24°41.66'	110°22.01'	2.61	2.18	.08	2.8	1.2
961114	12:57:44.63	24°38.03'	110°18.12'	5.63	2.00	.12	2.7	1.2
961115	14:32:56.69	24°40.87'	110°24.52'	4.20	3.08	.09	2.0	0.8
961116	18:32:46.64	24°33.96'	110°18.70'	6.39	2.42	.16	2.0	1.5
961117	00:35:25.16	24°33.29'	110°17.76'	6.05	2.36	.10	1.5	0.8
961117	20:14:21.26	24°32.05'	110°18.16'	5.61	1.79	.13	1.9	1.1
961118	05:31:23.12	24°20.60'	110°15.52'	3.04	2.07	.03	2.3	2.1
961118	18:02:36.02	24°19.83'	110°14.82'	4.50	2.02	.24	0.6	0.9
961119	06:45:19.27	24°20.62'	110°15.36'	2.77	1.76	.03	2.3	2.0
961119	16:17:22.95	24°23.30'	110°16.73'	6.08	2.50	.01	0.6	0.2
961123	03:37:29.21	24°23.92'	110°17.23'	6.63		.02	2.7	0.5
961124	11:06:53.89	24°30.60'	110°19.42'	4.61	2.01	.11	2.1	0.3
961125	05:33:01.30	24°21.66'	110°16.08'	4.14	1.94	.03	2.4	1.3
961125	07:36:05.45	24°24.31'	110°16.07'	6.70	1.94	.06	2.1	0.4
961126	04:45:40.97	24°24.51'	110°19.20'	6.09	2.06	.02	0.1	0.0
961129	12:47:42.65	24°30.00'	110°20.00'	6.03	2.10	.01	2.7	0.2
961201	22:39:16.45	24°35.00'	110°10.00'	12.00	1.93	.15	1.4	0.1
961202	10:28:30.71	24°22.10'	110°17.49'	6.00	1.70	.17	0.2	0.1
961203	05:56:41.87	24°32.05'	110°19.09'	13.16	2.20	.08	0.1	0.0
961211	00:29:40.85	24°22.38'	110°15.93'	5.84	2.85	.10	0.5	0.2
961211	00:37:45.20	24°21.38'	110°16.07'	6.00	2.49	.18	0.4	0.2
961212	00:51:31.52	24°28.40'	110°19.58'	13.78	2.78	.12	0.2	0.0
961212	02:14:31.54	24°21.51'	110°15.50'	6.41	2.12	.13	0.2	0.1
961212	04:58:15.67	24°30.00'	110°20.00'	4.00	2.54	.30	2.6	0.3
961213	05:54:25.98	24°21.64'	110°17.13'	6.00	2.49	.15	2.1	1.1
961217	02:02:16.14	24°29.13'	110°20.09'	13.11	2.23	.19	0.1	0.0
961217	19:10:49.78	24°34.65'	110°23.13'	13.00	3.27	.07	0.4	0.0
961217	23:40:08.94	24°25.93'	110°20.00'	6.98	1.73	.16	1.1	0.1
961218	09:24:28.83	24°30.75'	110°22.28'	12.83	2.30	.05	1.8	0.2
961218	11:31:47.99	24°28.01'	110°19.60'	13.74	2.27	.11	0.7	0.2
961219	01:20:33.40	24°20.00'	110°16.09'	1.93	2.02	.11	3.0	1.6
961220	09:34:26.06	24°39.47'	110°24.14'	22.19	2.85	.11	0.9	0.3
961221	19:34:25.73	24°23.23'	110°17.45'	4.70	2.78	.02	1.2	0.4
961221	19:45:45.36	24°21.29'	110°17.51'	1.27	1.85	.04	2.2	0.2
961222	15:18:54.38	24°27.70'	110°17.11'	6.45	3.02	.01	1.1	0.1
961222	15:20:11.46	24°22.33'	110°15.00'	4.06	2.00	.02	1.6	0.6

CÁLCULO DE MAGNITUD

La magnitud de los eventos localizados se calculó utilizando la expresión de Lee *et al.* (1972):

$$M_T = -0.87 + 2.0 \log(\tau) + 0.0035 \Delta$$

donde Δ es la distancia epicentral en kilómetros y τ es la duración de la señal en segundos, medida del inicio de la señal de la onda P hasta donde la amplitud de la señal se confunde con el ruido observado en el sismograma. Esta relación fue determinada para temblores de California y se usa en este trabajo por no existir una relación propia de la región.

RESULTADOS Y OBSERVACIONES

Durante estos dos meses de monitoreo sísmico se registró una cantidad importante de eventos, algunos de los cuales alcanzaron magnitudes ligeramente mayores a 3.0. De un conteo de eventos realizado directamente sobre los sismogramas, se observó que en promedio ocurren de 4 a 10 microsismos por día con magnitudes mayores o iguales a 1.0. Esta actividad sísmica es considerada como evidencia de la reactivación de lo que posiblemente sea la continuación hacia el Norte de la falla La Paz, segmento que se manifestó claramente en los temblores del 30 de Junio de 1995.

En la Figura 2 se muestra un mapa con la distribución geográfica de los epicentros determinados para los meses de noviembre y diciembre de 1996 (círculos vacíos), los cuales también se incluyen en la Tabla 3. Las magnitudes calculadas oscilan entre 1.5 y 3.3 grados, mientras que las profundidades focales varían de 1 a 15 km, aunque la gran mayoría de los temblores ocurrieron a profundidades de 4 a 13 Km. La distribución de epicentros define una zona de actividad localizada a lo largo del flanco oriental de la Isla Espíritu Santo, la cual tiene una longitud aproximada de 40 km y se extiende desde Punta Coyote hasta unos 10 km al norte de la Isla La Partida.

Tabla 3. Continuación

Fecha	T. de Origen hr:min:seg	Latitud	Longitud	Prof. km	Mag	RMS	ERH	ERZ
961223	11:16:10.09	24°23.73'	110°18.81'	5.82	2.10	.03	1.6	0.4
961225	00:52:14.47	23°44.12'	110°06.91'	11.96	1.87	.03	0.5	0.1
961225	15:58:28.61	24°20.06'	110°14.75'	1.54	1.96	.09	2.0	1.5
961226	03:09:57.62	24°39.90'	110°20.01'	0.50	1.76	.06	0.6	0.7
961226	23:06:18.20	24°26.16'	110°19.56'	4.83	2.11	.01	0.3	0.0
961227	04:20:41.80	24°27.73'	110°18.87'	5.80	2.97	.03	0.2	0.0
961227	06:58:54.60	24°25.82'	110°17.29'	6.94	1.90	.05	0.3	0.0
961227	10:27:39.32	24°20.00'	110°13.95'	1.50	2.88	.09	1.7	1.4
961228	23:17:22.13	24°05.45'	110°13.97'	6.77	1.78	.04	0.3	0.2
961229	00:26:19.87	24°19.80'	110°13.84'	0.89	2.33	.08	1.1	1.3
961229	05:01:03.96	24°22.79'	110°15.50'	6.62	2.02	.07	1.4	0.5
961230	06:37:07.49	24°20.58'	110°14.48'	2.00	1.90	.10	0.5	0.7
961230	17:04:52.64	24°20.33'	110°14.59'	2.00	2.51	.07	0.1	0.1
961230	17:08:03.31	24°22.15'	110°13.96'	3.00	2.39	.04	0.5	0.3
961230	21:11:15.81	24°24.73'	110°17.17'	6.54	1.62	.04	0.8	0.1

Con los datos registrados de septiembre a octubre de 1996, Munguía *et al.* (1997) se delimitaron claramente dos zonas de actividad importante, una localizada en el costado Este de la Isla Espíritu Santo y la otra hacia el Este de la ciudad de La Paz, al Noreste de la presa de La Buena Mujer. Con el objeto de examinar el proceso evolutivo de la actividad sísmica, en la Figura 2 se graficó la totalidad de epicentros determinados con la información registrada de septiembre a diciembre de 1996. En esa figura se observan claramente las dos zonas principales de actividad sísmica identificadas. Con el mismo propósito, en la Figura 3 se muestra el número de eventos registrados en cada una de las estaciones durante estos primeros cuatro meses de monitoreo. Para esto, en los sismogramas de cada estación se contabilizaron los microsismos originados a una distancia menor a 60 kilómetros del centro de la red. De este proceso se observó una mayor cantidad de eventos en las estaciones El Faro (EEF), Las Vinoramas (ELV2) y La Presa (ELP2), por ser las estaciones más cercanas a las dos zonas de actividad microsísmica importante. Se observó también que el nivel de actividad microsísmica local se mantuvo constante durante este período de noviembre a diciembre.

Para la interpretación adecuada de la Figura 3 es importante tomar en cuenta las siguientes observaciones: durante el mes de septiembre no se contó con una estación sismográfica en Las Vinoramas. En este sitio se instaló un instrumento hasta el 10 de octubre, lo que explica que en este mes

se reporte un número más bajo de eventos en comparación con los meses siguientes. En el mes de septiembre, la estación La Presa se ubicó en un área con mayor ruido de fondo y más lejos de la zona de actividad sísmica importante, registrándose así un menor número de eventos; el equipo de esta estación se recogió el 24 de septiembre para reparación y se instaló nuevamente el 6 de octubre en el sitio en que se encuentra actualmente.

En cuanto a la forma en que se registran los eventos en estas estaciones analógicas, los temblores de baja magnitud que ocurren en la vecindad de la Isla Espíritu Santo se registran con bastante claridad en la estación EEF, debido a su cercanía. Estos eventos, sin embargo, aún cuando se alcanzan a registrar bien en ELV2 y ELP2, ubicadas a mayor distancia, no se registran en las estaciones Costa Baja (ECB2) y Las Cruces (ELC), a pesar de

estar ubicadas a distancias más cortas de los epicentros que las dos estaciones anteriores. Cuando ocurre un sismo de magnitud similar hacia el Este de la ciudad de La Paz (segunda zona epicentral importante), éste se registra claramente en las estaciones ELV2 y ELP2, pobremente en ELC y EEF y no alcanza a registrarse en ECB2. Posiblemente este fenómeno pueda atribuirse al tipo de roca que constituye la región de La Paz, a la posición relativa de las estaciones sismográficas respecto al mecanismo de la fuente y a la atenuación de la señal sísmica en su trayectoria hacia la estación. La estación EEF se encuentra sobre un conglomerado que descansa sobre un afloramiento granítico; ELC registra sobre roca granítica; ELV2 sobre granito y aluvión; ECB2 sobre toba volcánica y conglomerado; y ELP2 sobre tonalita y granito.

En noviembre y diciembre de 1996 RESIPAZ registró algunas secuencias o enjambres sísmicos, siendo el de mayor relevancia el ocurrido los días 11 y 12 de diciembre, con 24 eventos de magnitudes entre 1 y 2.9. Otras secuencias de microsismos ocurrieron en las siguientes fechas: 4 y 5 de noviembre, con 24 eventos de magnitud menor a 1 hasta 2.4 grados, en menos de 24 horas; 25 y 26 de Noviembre, con 33 eventos de magnitud menor a 1 hasta 2 en alrededor de 36 horas; 1 de diciembre, compuesto de 19 eventos de magnitud entre 1 y 2 en menos de 24 horas; y 11 y 12 de diciembre, para el cual se contaron 17 eventos con magnitud entre 1 y 2.8 en 24 horas.

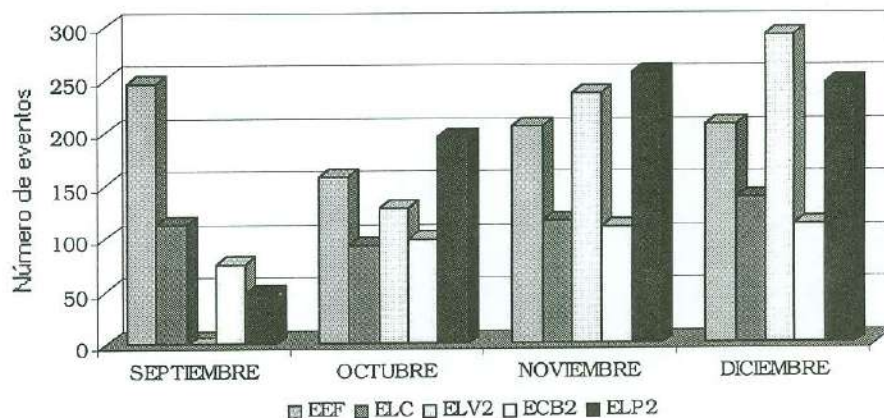


Figura 3. Número de eventos registrados por estación durante el período de septiembre a diciembre de 1996.

Durante este bimestre se registró también actividad sísmica regional. En este caso no se hizo ningún intento por tratar de localizar los epicentros debido al orden de distancia y a la reducida cobertura de la red. La mayoría de estos eventos regionales proceden de la parte central del Golfo de California, especialmente del Norte de la Cuenca de Pescadero (localización geográfica estimada por el Servicio Geológico de los Estados Unidos).

AGRADECIMIENTOS

Este es un proyecto interinstitucional entre centros SEP-CONACYT. Como tal, se lleva a cabo con los recursos y facilidades proporcionadas por el CICESE y por el CIBNOR. Se reconoce ampliamente a las autoridades de estas instituciones por el apoyo otorgado al proyecto. Se agradece también la colaboración de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, por hacer posible la participación de Sergio Mayer Geraldo en el proyecto. Nuestro reconocimiento a Armando Trasviña Castro del CICESE en B.C.S., por el apoyo en general que nos ha proporcionado, y a Javier Gaitán Morán, de la U.A.B.C.S., por poner a nuestra disposición una unidad de transporte cuando fué necesario. Se agradece a Antonio González Fernández por la revisión del manuscrito; sus comentarios fueron de utilidad para mejorar el texto.

REFERENCIAS

- Fabriol, H., Delgado-Argote, L. A., Dañobeitia, J. J., Córdoba, D., González, A., García-Abdeslem, J., Bartolomé, R. and Martín-Atienza, B. Backscattering and geophysical features of volcanic rifts offshore Santa Rosalia, Baja California Sur, Gulf of California, Mexico, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* (sometido, 1997).
- Lee, W. H. K. and J. C. Lahr, 1975. HYPO71 (Revised): A computer program for determining hypocenter magnitude, and first motion pattern of focal earthquakes. U. S. Geological Survey, Open-File Report 75-311.
- Lee, W. H. K., Bennett, R. E., and Meagher, K. L., 1972. A method of estimating magnitude of local earthquakes from signal duration. U. S. Geological Survey, Open-File Report 28.
- Munguía-Orozco L., Gaitán-Morán J., Wong-Ortega V. y Mayer-Geraldo S., 1992. Microsismicidad en la zona norte de la falla La Paz, Baja California Sur, México. *Geofísica Internacional*, V. 31, No. 3, pp. 279-287.
- Munguía-Orozco L., 1995. El temblor de La Paz, Baja California Sur, del 30 de Junio de 1995. Informe Técnico, CICESE.
- Munguía-Orozco L., Valdéz-López T., Navarro-Sánchez M., Cruz-Falcón A. y Mayer-Geraldo S., 1997. Red Sísmica Temporal de La Paz B.C.S. *Boletín de Información Sísmica* (Septiembre - Octubre de 1996). GEOS, Epoca II Vol. 17 No.1, pp. 23-28. Marzo de 1997.

LA CIENCIA, EL TRAZADO DE RAYOS Y EL UNIVERSO VIRTUAL

Juan A. Madrid González

Depto. de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE

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

E-mail: jmadrid@cicese.mx

RESUMEN

El vertiginoso avance de las capacidades de la computación ha permitido no sólo poder almacenar grandes volúmenes de datos, sino operar con ellos a velocidades que permiten la obtención y el análisis de resultados en tiempos relativamente cortos. Hace algunos años, contar con una PC con 400 Mbytes de memoria en el disco duro y ocho para la memoria de acceso, era más que suficiente para muchos propósitos científicos. En la última década, el desarrollo en los campos de creación de imágenes y realidad virtual ha permitido la representación visual y la simulación de fenómenos muy complejos, tanto estáticos como dinámicos, mediante imágenes de alta calidad generadas por diferentes métodos, entre los cuales el más importante, si no el más rápido, es el trazado de rayos. Como un resultado, fenómenos que no son directamente observables pueden ser evaluados y usados en un sentido formal. La aplicación de estas nuevas capacidades plantea la necesidad de computadoras de gran memoria, tanto en el cpu como de acceso, y de gran rapidez. Cuando estas representaciones son animadas y los objetos que contienen obedecen las leyes de la física y el usuario puede interactuar con ellos y hacer que interaccionen entre sí, hablamos de "realidad virtual". La realidad virtual permite la representación de cualquier fenómeno natural, por complejo que este sea, pagando la cuota ineludible de la dimensión del programa, el manejo de grandes cantidades de datos y el tiempo de elaboración de las imágenes. En esta elaboración, el color es una variable que se combina de acuerdo a una serie de reglas llamadas "modelo de color" y que puede ser usada cuantitativamente, proveyendo un medio para el análisis de alta resolución de una variedad de fenómenos.

INTRODUCCIÓN

Tanto en la ciencia básica como en la ciencia aplicada, una gran parte de la información que conduce al cuestionamiento de un fenómeno, así como a las ideas que pueden generar explicaciones plausibles se obtiene principalmente por la vía visual, es decir, por cómo se ve lo que se ve. La información visual domina toda la información sensorial que procesamos como seres humanos pensantes (probablemente si Newton no hubiera visto caer aquella manzana de cualquier manera habría descubierto la ley de gravitación, pero haberla visto caer seguramente le ayudó a comprender el fenómeno). La capacidad de visualización es muy importante, en particular, para algunas disciplinas que pretenden explicar lo que no se puede ver. En este sentido, el trabajo del geólogo, por ejemplo, es esencialmente una aplicación integral de la teoría inversa: de lo que se ve en la superficie de la tierra se pretende inferir no solamente qué hay en su interior, sino cómo es y aún más, cómo se formó y cómo está evolucionando. Para lograr esto, el geólogo debe echar mano de la geofísica, la geoquímica, la física de las rocas y muchas otras cosas más, pero lo que decide qué rumbo debe tomar inicialmente, es lo que ve: su dimensión, su geometría, su textura. Así, por ejemplo, si una buena fotografía aérea muestra una zona peculiar, es posible tomar la decisión, primero, de visitar el lugar y hacer una inspección visual y pruebas *in situ*, y posteriormente de colocar sensores que registren el o los datos que interesen, o tomar muestras para el laboratorio. Finalmente, la fotografía misma podría ser analizada de diferentes maneras para hacer inferencias de tipo científico.

En muchas situaciones no es posible tener acceso visual directo a un fenómeno dinámico o estático de interés; por ejemplo, el fondo del mar es accesible sólo hasta cierto límite, y aún dentro de este límite no es directa o fácilmente visible. Otro ejemplo es la topografía de una región. Aparatos como el sonar o el radar pueden producir imágenes del fondo marino o de la superficie continental u oceánica usando rayos reales, es decir, emitiendo una onda de alta frecuencia y recogiendo sus ecos para interpretarlos en términos de distancia y tiempo. En el caso de la topografía, el lugar del sonar estaría ocupado por un avión con un equipo sofisticado de fotografía, radar, o, en la actualidad, por un satélite, o una constelación de ellos (Leick, 1990). En cualquiera de estos casos, el objetivo final es la imagen, ya sea en una, dos, o varias frecuencias. Esta imagen puede ser analizada por una variedad de métodos que van desde las transformaciones más sencillas, como escalamientos, traslaciones y rotaciones (animadas o estáticas) con diferentes tipos de iluminación, hasta los más complejos y formales métodos interferométricos y de Fourier.

GENERACIÓN DE IMÁGENES

IMÁGENES FOTORREALISTAS

En un trabajo anterior (Madrid, 1997), mencionamos que una de las aplicaciones más recientes de la teoría de rayos y en particular del trazado de rayos es la producción de imágenes fotorrealistas en una computadora (Hall y Donald, 1983). La importancia de la visualización en muchas disciplinas es tan

grande que se ha hecho un gran esfuerzo para desarrollar métodos para producir imágenes virtuales de una calidad tan alta, que distinguirlas de fotografías verdaderas es un verdadero reto. Dichas imágenes, que reciben el adjetivo de "fotorrealistas", pueden elaborarse de la pura imaginación personal para crear fantasías pictóricas, o pueden representar algún fenómeno, o un conjunto de datos reales asociados a un problema específico y colectados previamente por algún método o generados en la computadora usando algún tipo de teoría. "Un problema específico" es un término lo suficientemente vago como para indicar que nos referimos a cualquier cosa, a todo. La pretensión es que se puede representar cualquier objeto (Kay y Kajiya, 1986) o conjunto de objetos, estáticos o dinámicos. Podemos igualmente reproducir y representar el movimiento de una membrana forzada de área circular o cuadrada sujeta a condiciones de frontera rígidas o libres, o la elevación del terreno, la distribución de velocidades de ondas sísmicas en la tierra, las corrientes oceánicas, el flujo de calor en una barra de metal sujeta a un gradiente de temperatura, o el movimiento del suelo durante un terremoto.

La creación de una imagen virtual fotorrealista requiere de los siguientes elementos virtuales (que existen dentro del cpu): una cámara fotográfica, una fuente de luz y los objetos del mundo que pongamos en el espacio virtual de trabajo. Además, se requieren las leyes de la óptica, ya que la simulación de una fotografía es en esencia la reproducción del fenómeno real: las fuentes de luz emiten rayos en todas direcciones que se reflejan, se refractan y se difractan, creando sombras, combinaciones de colores y toda clase de efectos ópticos que permiten la reproducción fiel de la realidad. A esto, se puede añadir la condición de que todos los objetos deben obedecer las leyes de la mecánica y entonces podemos hacer que los objetos virtuales se comporten de una forma real e interaccionen entre sí y con el medio virtual correctamente. Este proceso puede requerir de muchos millones de millones de operaciones de punto flotante, lo cual implica una buena cantidad de tiempo, que puede ser del orden de minutos o de semanas. Este tiempo depende del método usado, de la complejidad de la o las imágenes a ser creada(s) y de la rapidez de la computadora.

Existen programas comerciales de graficación que realizan muchas funciones similares. Las versiones nuevas de programas como el Surfer o el Matlab pueden producir imágenes tridimensionales de distribuciones de datos, como superficies de nivel (topografía y batimetría), permiten controlar la iluminación y el color y aún pueden producir animaciones simples, pero su rango de acción es limitado. Otros programas simulan los efectos tridimensionales y las animaciones por medio de transformaciones en el plano. Entre estos sobresale el pseudo-trazador de rayos RADIANCE. Este software, que se basa en una técnica llamada "radiosidad" (radiosity), es un conjunto de programas para el análisis y la visualización de la iluminación en el diseño. Sus archivos de entrada especifican la geometría de una escena, los materiales, las fuentes de luz, la hora, la fecha y las condiciones del cielo para cálculos diurnos. Las cantidades calculadas incluyen parámetros como la radiancia

espectral (luminancia y color), la irradiancia (iluminancia y color) y algunos índices asociados a la brillantez. Los resultados de la simulación se presentan como imágenes coloreadas, valores numéricos o contornos. Radiance es usado actualmente por ingenieros y arquitectos para predecir los efectos de la iluminación, la calidad visual y la apariencia de espacios en diseños innovadores. Algunos investigadores lo usan para evaluar nuevas tecnologías de iluminación diurna y nocturna. Actualmente, existen cientos de usuarios de este programa en todo el mundo, incluyendo instituciones de investigación públicas y privadas, así como grandes compañías de ingeniería y arquitectura.

El modelado geométrico es importante en el diseño por computadora (CAD) así como en la robótica y en otros campos. Otro método, llamado RAYCASTING es un desarrollo computacional de utilidad en muchas aplicaciones del modelado geométrico que se usa para calcular escenas sombreadas y propiedades de sólidos, pero que también puede usarse en la detección de colisiones. Los algoritmos de este paquete dependen de la forma de representar sólidos. Este es un aspecto importante en todos los métodos, porque determina el requerimiento de memoria para la elaboración de una imagen. Algunas técnicas de representación usan una aproximación poligonal que consiste de un conglomerado de triángulos que se ve como una esfera, pero que no lo es, en tanto que el trazado de rayos produce una esfera verdadera. En términos de cantidad de memoria, la definición directa de la esfera es mucho menos demandante que la representación poligonal, ya sea por triángulos o por otros polígonos.

OTROS PROGRAMAS

Existen muchos programas que pueden generar imágenes por medio del trazado de rayos (ART, DKBtrace, Ray4, MTV, QRT y DBW, por ejemplo). También hay programas que se basan en otras técnicas, como Autodesk's 3D Studio. Este es un paquete de modelado, generación de imágenes y animación para el ambiente Pc-IBM. Este programa emplea un método de barrido de línea para lograr efectos fotorrealistas. Debido a esto, no puede formar sombras verdaderas, reflexiones y refracciones, pero puede simularlas con una gran eficiencia para muy diversos propósitos.

Es generalmente aceptado que el trazado de rayos produce las imágenes más realistas. La técnica se aplica en CAD precisamente por la necesidad de realismo en el proceso de diseño. Su uso en éste y en otros campos se ve limitado solamente por las enormes cantidades de tiempo asociado con sus algoritmos, los que, por otro lado, también son los más realistas. Entonces, es sólo lógico que se dedique un gran esfuerzo para reducir esos tiempos mediante la vectorización del algoritmo (Plunkett y David, 1984) o la implementación de procesadores vectoriales o en paralelo.

Todos los trazadores de rayos dependen esencialmente de un modelo de partícula (un rayo): la luz se propaga en rayos rectos e infinitamente delgados. Un enfoque diferente, dado por

Moravec (1981), introduce un modelo de onda: la luz se propaga en frentes de onda que se almacenan en arreglos de números complejos bidimensionales. En este método, el viaje de un frente de onda se puede simular por una transformación lineal. Las propagaciones en una dirección ortogonal al plano del frente de onda son convoluciones que pueden calcularse con la FFT en mucho menor tiempo que el necesario para operaciones similares con rayos. La longitud de onda de la iluminación coloca automáticamente un límite en la resolución que elimina el cálculo de elementos que no serán visibles en la escena. Los frentes de onda generados contienen multiplicidades de vistas de la escena que se pueden extraer uno a uno, viendo la escena a través de diferentes lentes.

REALIDAD VIRTUAL

¿QUÉ ES LA REALIDAD VIRTUAL?

El término "Realidad Virtual" es en la actualidad usado por mucha gente, con diferentes acepciones. La definición considerada como la más precisa es la siguiente:

"Realidad Virtual es una forma que tienen los seres humanos para visualizar, manipular e interactuar con computadoras y datos extremadamente complejos".

La parte de la visualización se refiere a la generación en la computadora de efectos sensoriales, ya sean visuales, auditivos, o de otra naturaleza. Los visuales son imágenes o representaciones gráficas de un mundo que se encuentra dentro de la máquina, que puede ser un modelo CAD, una simulación científica o la inspección de una base de datos. El usuario puede interactuar con ese mundo y manipular directamente los objetos que ahí se encuentran.

LA GEOMETRÍA SÓLIDA CONSTRUCTIVA

Los objetos del mundo tienen toda clase de formas: caprichosas y complejas, simples y directas, pero no hay ningún objeto del mundo que no se pueda reproducir en forma, dimensiones y textura. Para este efecto se diseñó la geometría sólida constructiva (GSC) (Wilt, 1994). La GSC usa las reglas de la teoría de conjuntos para crear objetos complejos a partir de objetos simples de la misma manera que un escultor usa la plastilina para modelar un objeto: la *unión*, la *intersección* y la *diferencia* entre conjuntos son las operaciones (Booleanas) básicas (Figura 1). A estas, la GSC ha añadido otras (no Booleanas), como la *fusión*, que consiste en la desaparición de las fronteras interiores de la unión de conjuntos que se intersectan. Estas operaciones se usan para formar toda clase de cosas. Como un ejemplo, supongamos que queremos formar una lupa (Figura 2). Nuestro primer paso es generar dos esferas iguales, el segundo, colocarlas como se muestra en la parte izquierda de la Figura, y luego tomar su intersección. Una vez que el objeto tridimensional ha sido creado, se le dota de propiedades materiales y ópticas, como su transparencia u opacidad a ciertos colores, su refractividad y reflectividad, y

otros parámetros. Luego, si se desea, se le da una textura particular. En el caso de la lupa de la Figura 2, haría falta especificar el índice de refracción de la intersección obtenida. La Figura 3 muestra a la Tierra en la forma de una gota de lluvia cayendo en un estanque. Esta figura fué elaborada con esferas, conos y otros objetos geométricos que se "fundieron en uno" para formar la gota, y procedimientos especiales para texturizar su superficie con los rasgos de la superficie terrestre.

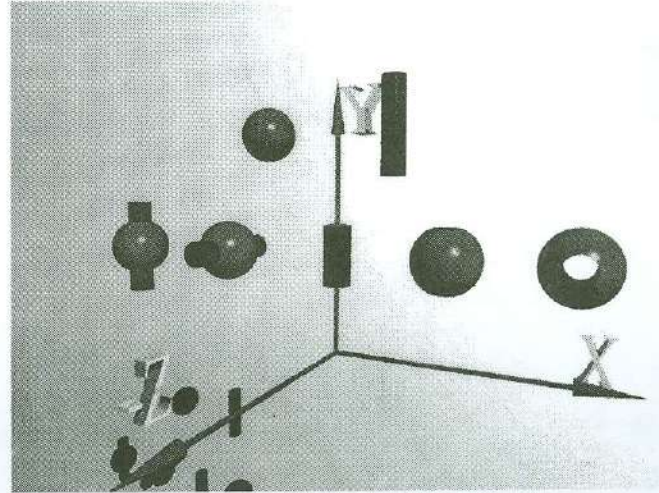


Figura 1. Las operaciones básicas de la geometría sólida constructiva: *unión*, *intersección* y *diferencia*. La unión de la esfera gris atravesada por el cilindro negro (arriba) se ilustra en la extrema izquierda. La siguiente figura a la derecha es la misma unión rotada 90 grados. En seguida tenemos la intersección (un cilindro cuya longitud es el diámetro de la esfera). La figura que sigue (diferencia) se forma sustrayendo el cilindro de la esfera. La figura final es la misma diferencia rotada 90 grados.

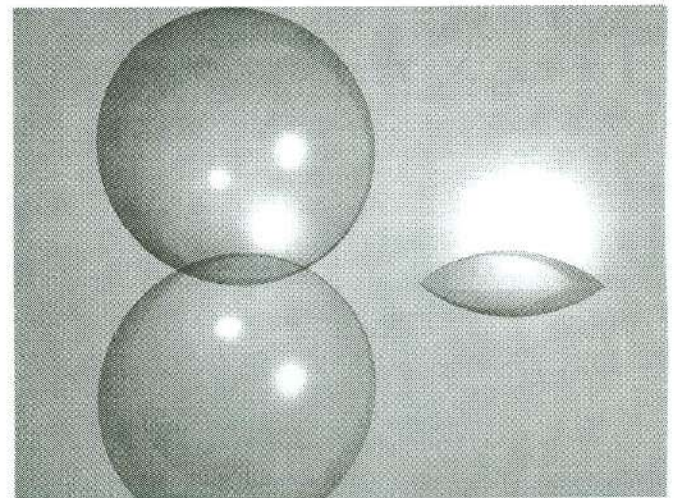


Figura 2. Un ejemplo sencillo de geometría sólida constructiva. La creación de una lente biconvexa con índice de refracción diferente de 1.

CAMPOS DE ALTURAS Y MODELOS DE COLOR

Uno de los objetos de mayor aplicación dentro del universo virtual son los campos de alturas o la creación de montañas

(Figuras 4 y 8). Aunque esta área era ya conocida por los militares (quienes la consideraron estratégica) en la década de los setenta, su uso comenzó a difundirse después de que Loren Carpenter, un ayudante de George Lucas, el director de la "Guerra de las Galaxias" ideó procesos computacionales para generar montañas prácticamente en tiempo real (Cook, Porter y Carpenter, 1984). A diferencia con programas comunes de graficación que generan superficies de nivel, en los campos de altura del universo virtual la altura se maneja usando el color como una variable (Hall, 1989).

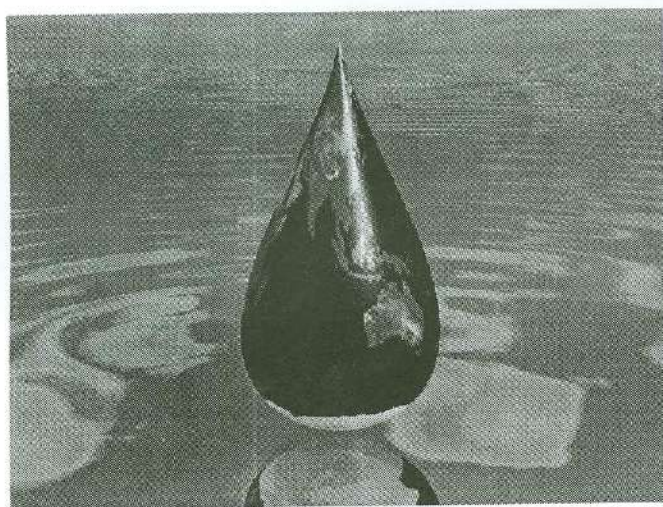


Figura 3. Un ejemplo de la construcción de un objeto complejo por medio de la GSC. La Tierra con la forma de una gota de lluvia cae en un estanque lleno de agua.

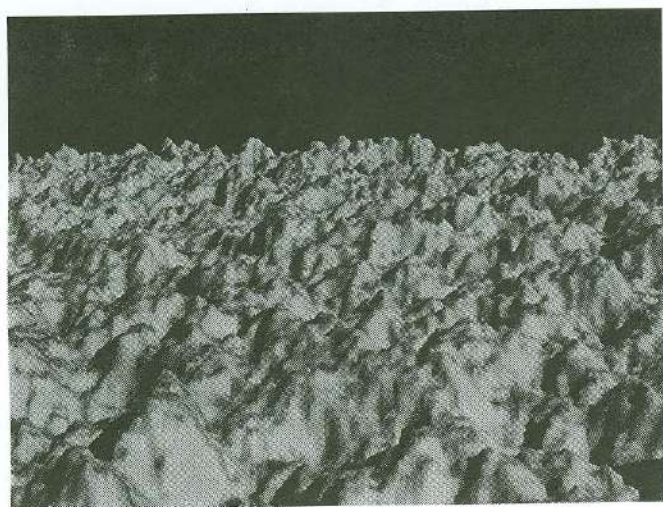


Figura 4. Un campo de alturas generado con números al azar y en escala de 256 grises.

Para que esto fuera posible, en 1931 se estableció el "Estandar Internacional de Colores Primarios", a través de la Comisión Internacional para la Iluminación (Commission Internationale de l'Eclairage, también llamada la CIE). El propósito de este estandar es permitir que todos los demás colores se puedan definir como la suma pesada de tres colores primarios. Puesto que no existen tres colores en el espectro

visible capaces de permitir esto, los colores "estandar" primarios establecidos por la CIE no corresponden a colores reales. Sin embargo, esto no es importante, porque cualquier color real se debe solamente a las cantidades de cada color primario matemáticamente necesarias para producirlo. Cada color primario en el estandar internacional se define por medio de su curva de distribución de energía (Hearn y Baker, 1986; Figura 5).

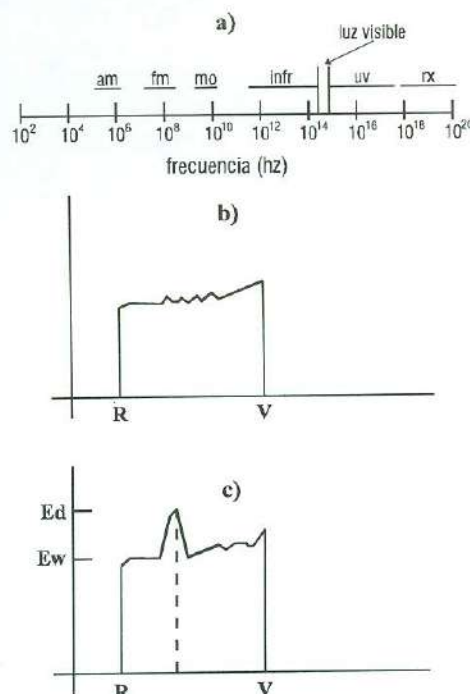


Figura 5. a) El espectro electromagnético. b) Distribución de energía en función de la frecuencia para la luz blanca y c) para una luz que contiene una frecuencia dominante.

No pretenderemos aquí hacer una revisión completa de los modelos de color existentes, ya que es un tema demasiado extenso. Un modelo del color es un método que sirve para explicar las propiedades o el comportamiento del color, y como hasta la fecha no existe un modelo único que explique todos los aspectos del color, se acostumbra usar modelos diferentes para describir las diferentes características que pueden ser percibidas. En los párrafos que siguen, intentaremos dar los fundamentos de los modelos de color y explicaremos el modelo RGB.

PROPIEDADES DE LA LUZ

Lo que los humanos percibimos como luz, o los diferentes colores, es solamente una estrecha banda de frecuencias dentro del espectro electromagnético. Otras bandas dentro de este espectro se conocen como "radioondas", "microondas", "ondas infrarrojas" y "rayos X". La Figura 5 muestra los rangos de frecuencias aproximadas para estas bandas. Cada valor de la frecuencia dentro de la banda visible corresponde a un color diferente. En el extremo de las bajas frecuencias se encuentra

el rojo con 4.3×10^{14} Hz, y en el de las altas frecuencias está el violeta con 7.5×10^{14} Hz. Entre estas dos frecuencias, el ojo humano es capaz de distinguir hasta 400,000 tonos de color diferentes que van desde el rojo, pasan por el anaranjado y el amarillo en baja frecuencia, y van hacia los verdes, azules y violetas en el extremo de la alta frecuencia. En este extremo, la longitud de onda de la luz es cercana a los 400 nm, mientras que en el otro extremo es de alrededor de 700 nm (1 nanometro = 10^{-14} m).

Una fuente de luz común, como un foco eléctrico o el sol, emite todas las frecuencias dentro del rango visible para producir luz blanca. Cuando esta luz incide en un objeto algunas frecuencias se reflejan y otras son absorbidas por el objeto. La combinación de frecuencias presentes determina lo que percibimos como el color del objeto. Si predominan las bajas frecuencias en la luz reflejada, el objeto se describe como rojo y decimos que la luz percibida tiene una *frecuencia dominante* en el extremo del rojo. La frecuencia dominante es también llamada la *coloración* o el *matiz* de la luz.

Cuando nuestros ojos ven una fuente de luz, responden al color (la frecuencia dominante) y a otras dos sensaciones básicas. Una de ellas es la "luminancia" o brillantez, que está asociada a la intensidad de la luz: mientras más fuerte o brillante sea ésta, más fuerte o brillante aparece la fuente. La otra sensación es la "pureza" o saturación de la luz: los colores pálidos o "pasteles" se describen como menos puros. El término "cromaticidad" se refiere a las dos propiedades: pureza y frecuencia dominante.

La energía emitida por una fuente de luz blanca tiene una distribución sobre las frecuencias visibles como se muestra en la Figura 5. En la luz blanca (b), cada frecuencia contribuye más o menos igual. Cuando hay una frecuencia dominante, la energía toma la forma mostrada en la parte (c) de la figura.

En la Figura 5 (b), la energía de la frecuencia dominante se señala como E_D , y las contribuciones de las otras frecuencias producen luz blanca de intensidad E_w . La brillantez de la fuente se puede calcular como el área bajo la curva, dando la energía total emitida. La pureza depende de la diferencia entre E_w y E_D . Mientras mayor sea esta diferencia, más pura es la luz. Tendremos una pureza del 100% cuando $E_w = 0$ y una pureza de 0 cuando $E_w = E_D$.

Cuando la luz es la combinación de dos o más fuentes, vemos una luz resultante con características determinadas por las fuentes originales. Dos fuentes de color con intensidades adecuadas pueden combinarse para producir una amplia variedad de colores. Si dos fuentes se combinan para producir luz blanca, sus colores se llaman "complementarios".

Típicamente, los modelos de color que describen combinaciones de luz en términos de frecuencias dominantes usan tres colores para obtener una amplia variedad de ellos. Esto se conoce como el "gamut" del color para dichos modelos. Los dos o tres colores usados como base se denominan colores "primarios".

DETERMINACIÓN DEL COLOR

Si A, B y C representan las cantidades de estándares primarios necesarios para formar un color dentro del espectro visible, las componentes de ese color se pueden escribir como

$$x = \frac{A}{A+B+C}, y = \frac{B}{A+B+C}, z = \frac{C}{A+B+C} \text{ modelo RGB}$$

puesto que $X + Y + Z = 1$, se concluye que basta con dos colores para definir un color. Esto nos permite representar todos los colores en un diagrama bidimensional. Cuando graficamos los valores X y Y para colores en el espectro visible, obtenemos la curva en forma de lengua de la Figura 6 (a) a la izquierda. Esta curva recibe el nombre de "Diagrama CIE de cromaticidad". La posición del punto C corresponde a la luz blanca, o más bien a una aproximación estándar de la luz media del día, conocido como "iluminante C". Los puntos sobre la curva representan los colores según su longitud de onda en nanómetros. El diagrama de cromaticidad provee los medios para definir cuantitativamente la pureza y la longitud de onda dominante. Para cualquier punto - color, como C_1 , definimos la pureza del color como la distancia desde C_1 al punto de luz blanca C, a lo largo de la línea recta que los une. En la Figura 6, el color C_1 tiene una pureza cercana al 50%, por estar situado casi a la mitad entre C y C_2 . La longitud de onda dominante de cualquier color se define como la longitud de onda sobre la curva espectral que intersecta la línea que une C con el punto para el color, en este caso C_1 . Es decir, C_2 (entre 500 y 520 nm en la figura).

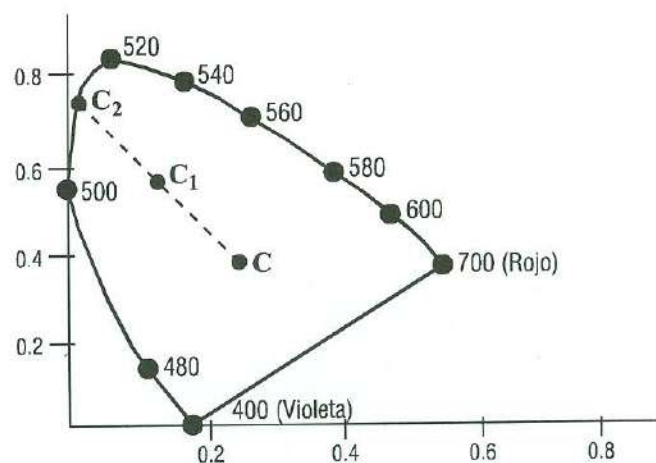


Figura 6. El diagrama CIE de cromaticidad, con las posiciones de los colores del espectro visible marcadas en unidades de longitud de onda (nm).

EL MODELO RGB

Nuestros ojos perciben el color debido a la estimulación de tres pigmentos visuales situados en los conos de la retina. Estos pigmentos tienen una sensibilidad máxima a longitudes de onda cercanas a los 630 nm. (rojo), 530 nm. (verde) y 450 nm. (azul). Comparando intensidades en una fuente de luz, percibimos el

color de esa luz. Esta teoría de la visión, llamada "el tri-stimulus" es la base sobre la cual operan las salidas de color a un monitor o a una pantalla usando los tres colores primarios (rojo, verde y azul), algo que se conoce como el modelo RGB. Una representación gráfica del modelo se muestra en la Figura 7. El cubo unitario se define con tres de sus aristas como los ejes R, G, B. El origen representa el negro y el vértice (1,1,1) es el blanco. Los colores primarios se encuentran a lo largo de los ejes y los ejes restantes representan los colores complementarios (cyan, amarillo y magenta). Un color complementario es el que se obtiene restando el color inicial del blanco. Por ejemplo, el cyan se obtiene quitando el rojo del blanco y dejando solo el verde y el azul. Este esquema de colores es aditivo: las intensidades de los colores primarios se añaden para formar otros colores. Cada punto dentro del cubo se puede representar como una terna de números (r,g,b), donde los valores r,g y b son un número entre cero y uno. El vértice magenta se obtiene añadiendo el rojo al azul para producir la terna (1,0,1); el amarillo es la suma del verde y el rojo, con la terna (1,1,0). Los grises se encuentran a lo largo de la diagonal principal del cubo, desde el origen (negro) hasta el vértice blanco. Cada punto a lo largo de esta diagonal tiene igual contribución de los tres colores primarios.

Otros modelos de color en uso se forman a partir de los colores complementarios (modelo CMY), o a partir de otros parámetros, como la saturación y el matiz y el "valor" (HSV).

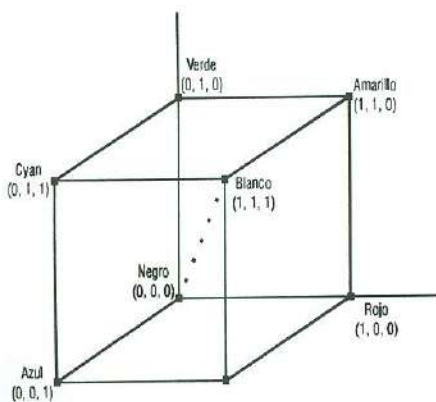


Figura 7. El modelo RGB define los colores mediante un proceso aditivo dentro del cubo unitario

En los programas usuales de graficación, se acostumbra dar un conjunto de coordenadas (x,y) y sus correspondientes alturas (z) en ascii o binario, lo cual ocupa mucha memoria. En los programas de generación de imágenes, las coordenadas (x, y) pueden ser la posición de los píxeles de una imagen, y la altura z es el color contenido en cada uno de ellos. Este color es una combinación de dos colores primarios, y su modo de combinarse da lugar a la posibilidad de diferenciar entre 65536 tonos diferentes si se usa una paleta de 256 X 256 tonos, o entre 256 si se usa una paleta de 16 X 16 tonos. No hay restricción en la división del color, es decir, uno puede crear su propia paleta con dimensiones arbitrarias. Esto se puede calibrar a cualquier escala de dimensiones que se encuentre dentro de los límites de precisión de la computadora, es decir, se puede usar para diferenciar cantidades a escalas que pueden ir desde millonésimos de centímetro hasta cientos de miles de kilómetros, con la misma precisión relativa.

En la realización de este tipo de trabajo, la rapidez y la capacidad de la computadora suelen ser esenciales. En el cpu, una pulgada de longitud a mediana resolución puede representarse usando 320 píxeles. Tomando como referencia los datos de elevación del territorio nacional del INEGI, que están dados en cuadrados de un grado de longitud por un grado de latitud (~ 111.14 X 100 Km² en promedio para el norte de México) y con una densidad de 1201 puntos por lado (1.445,000 puntos en el área), encontramos que cada grado cuadrado a la resolución total es de aproximadamente 9.5 cm por lado. En formato binario, cada grado cuadrado original requiere aproximadamente 1.45 Mb, mientras que en formato ascii requiere cerca de tres veces o más esa cantidad. Independientemente del tipo de trabajo que se pretende hacer, armar un mapa como el de la Figura 8 a la resolución original requiere el uso simultáneo de 25 grados cuadrados, lo cual implica manejar algo así como 33 millones doscientos cincuenta mil datos. Esto, aunque es posible con una buena máquina, resulta inútil si el mapa se reduce a un tamaño típico de, digamos un

metro por un metro, ya que en esta reducción la resolución se pierde efectivamente, no solamente para el ojo humano.

El mapa que se muestra en la Figura 8 está elaborado de la siguiente manera: primero, cada grado cuadrado o fracción cuadrada de grado cuadrado se convierte a un archivo de N X N píxeles, en el que la posición de cada pixel respecto de una esquina de referencia representa las coordenadas del punto correspondiente y el color que ilumina el pixel representa la altura. Este color es una combinación de dos colores primarios del modelo RGB, el verde y el rojo, en una paleta de 256 X 256, o 65536 combinaciones posibles. Enseguida, se armó un mosaico con todos los cuadrados rojiverdes. Este mosaico fué procesado mediante el trazado de rayos para producir el objeto tridimensional "campo de alturas". La distribución o campo de alturas resultante puede colorearse arbitrariamente para tratar de enfatizar algunos rasgos fisiográficos de interés, y diferentes fuentes de iluminación pueden usarse con el mismo propósito.

ANIMACIONES

Como se señaló al principio, estos métodos han sido conocidos al menos desde las últimas dos décadas. Con la muy reciente popularización de las máquinas (PC) rápidas (686, pentium, etc., a 160, 200 y más Mhz), el manejo de imágenes se ha difundido tanto, que podemos decir que entramos a la era, no de las imágenes, sino de las animaciones. Hablar de animaciones es hablar de concatenamientos de imágenes, tal y como se hace en el cine, y entonces estamos en otra etapa de requerimientos de memoria y de rapidez. Si una imagen aceptable tiene .5 Mb y queremos crear una animación de medio minuto (un clip) a la velocidad de la TV, que es de 25 imágenes por segundo, necesitaremos crear 750 imágenes, lo cual equivale a 375 Mb; si crear cada imagen toma cinco o seis minutos en una pentium, entonces hablamos de 60 horas de trabajo continuo de máquina y al menos otras tantas del operador, aparte del tiempo que lleve el desarrollo de los algoritmos y la edición. Si se quiere crear y manejar una

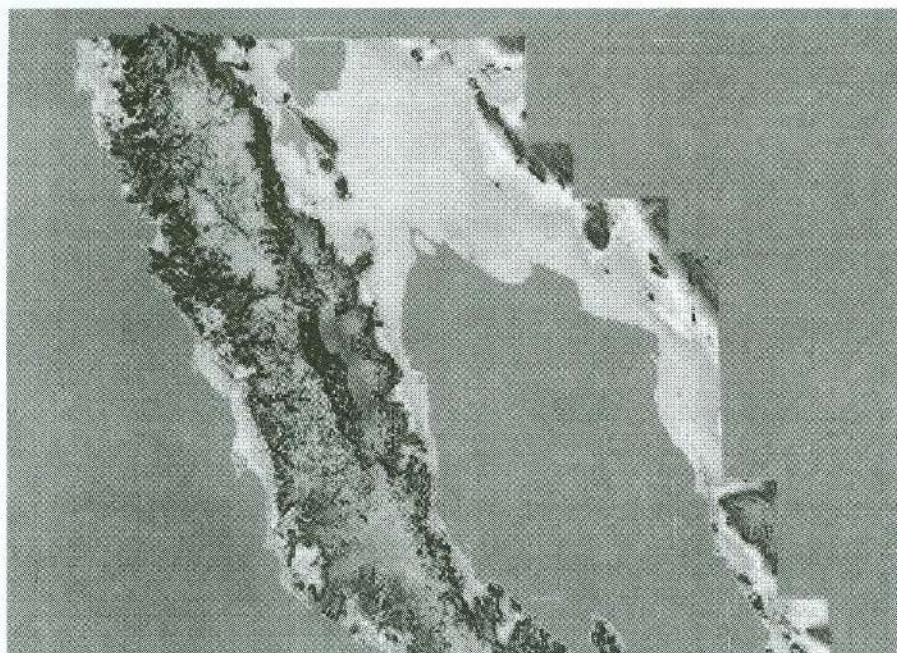


Figura 8. Una representación de la topografía de la región de Baja California, elaborada con datos de elevación del territorio nacional del INEGI.

imagen del territorio nacional completo usando los datos del INEGI, por ejemplo, se requiere de una supercomputadora.

Una de las aplicaciones más importantes de las animaciones en realidad virtual son los programas de entrenamiento por simulación de vuelo. Estos programas pueden crear un modelo detallado de cada aeropuerto importante en el mundo. En la década de los ochentas, cuando el precio del petróleo sufrió importantes aumentos, el precio de los vuelos de entrenamiento usando aviones reales era de aproximadamente \$100.00 U.S. por minuto. En ese tiempo, la FAA (Federal Aviation Administration) de los Estados Unidos requirió que la diferencia entre realidad y simulación fuese tan pequeña como fuera posible. Esto llevó a programaciones tan sofisticadas y eficientes, que las generaciones actuales de esa programación son capaces de simular los fenómenos atmosféricos más complejos, como tormentas, niebla, y aún pistas cubiertas de nieve o granizo. Todo esto a bajo costo y sin riesgos físicos reales. Otras aplicaciones de las animaciones se han dado en el campo de la astrofísica para simular las zonas de emisión de estrellas pulsares y visualizar sus geometrías, y en la física teórica en el estudio de sistemas dinámicos y en la Teoría Especial de la Relatividad.

¿Cómo se vería el universo desde un vehículo que se mueve a .99 de la velocidad de la luz? Los principios físicos y los métodos matemáticos para responder esta pregunta se conocen desde hace casi un siglo, cuando Einstein formuló la Teoría Especial de la Relatividad en 1905, pero siempre se han expresado "en abstracto". Recientemente, sin embargo, ha sido posible crear imágenes realistas de un universo observado a velocidades relativistas. Algunas de estas imágenes revelan efectos que habrían sido difíciles de predecir sin las técnicas de visualización por computadora. De acuerdo con lo expresado por un grupo de trabajo de la Universidad de Carnegie Mellon, los cambios cruciales en la programación consisten en registrar el tiempo que pasa un rayo viajando en el espacio-tiempo desde su fuente hasta el ojo del observador, lo cual implica que la velocidad de la luz es finita (los trazadores de rayos suponen, en general, una velocidad infinita), y el uso de la transformación de Lorentz entre sistemas que se mueven a velocidad relativa constante. De estos cambios, los efectos de la Relatividad Especial surgen automáticamente: la contracción de la longitud, la dilatación del tiempo y la distorsión óptica debida a las diferencias en tiempo de tránsito, así como el corrimiento Doppler: hacia el azul para

objetos que se aproximan y hacia el rojo para los que se alejan. Cambios simultáneos hacia el rojo y el azul también existen, así como un efecto de segundo orden debido a la interreflección entre objetos en movimiento relativo (Hsiung, Ping-Kang, Thibadeau, y Wu, 1990).

El gobierno de los E.U. se interesó desde un principio en las animaciones por computadora. De hecho, todos los proyectos iniciales de graficación por computadora y animación, que después llevaron al desarrollo de los primeros simuladores de vuelo, fueron financiados por la NASA y el Departamento de Defensa. Los riesgos de poner una sonda lunar sobre la superficie del satélite fueron analizados en un simulador elaborado por la General Electric.

En la elaboración de las imágenes para una animación, lo ideal es que las imágenes sucesivas se produzcan en un tiempo imperceptible al espectador. Aunque los programas trazadores de rayos no pueden cubrir este requisito, es posible diseñar una máquina paralela capaz de lograr operar en tiempo real, sacrificando la calidad de la imagen. Los procesadores en semejante máquina se organizan para formar un árbol binario. Los procesadores en las hojas del árbol barren/convierten superficies, produciendo una secuencia de segmentos, donde un segmento es la porción de una superficie que aparece en una sola línea de barrido de la escena. Los procesadores que se encuentran hacia la raíz del árbol aceptan dos secuencias de segmentos y producen una tercera secuencia en la cual todos los segmentos se ordenan siguiendo una regla prescrita. La imagen final se obtiene en la raíz del árbol. Esta forma de proceder permite eliminar los cuellos de botella en la transmisión de la información y el árbol resultante puede extenderse a escenas de complejidad arbitraria simplemente aumentando el número de procesadores.

El manejo de imágenes se encuentra actualmente en un "boom". Existen ya una cantidad de lenguajes diseñados específicamente para manejar -extraer, transmitir, trasladar, rotar etc.- imágenes fijas y animaciones, muy eficientes. El universo virtual ha incidido directamente en la ciencia y podemos esperar que amplíe

los horizontes actuales del modelado científico en prácticamente todas sus áreas.

REFERENCIAS

- Cook, Robert L., Timothy Porter y Loren Carpenter. Distributed ray tracing. SIGGRAPH 84, 137-145. In Computer Graphics 18 (34), July, 1984, ACM SIGGRAPH, New York.
- Hall, Roy. Illumination and color in computer generated imagery. New York, Springer - Verlag, 1989. 10.
- Hearn, D and M. P. Baker. COMPUTER GRAPHICS. Prentice -Hall, 1986.
- Hsiung, R. Ping-Kang, R.H., Thibadeau, and M Wu, "T-Buffer: Fast Visualization of Relativistic Effects in Spacetime", Proceedings of the 1990 Symposium on Interactive 3D Graphics, pp. 83-88, 263.
- Kay, Timothy L. y James Kajiya, Ray Tracing complex scenes, Proceedings of SIGGRAPH 86, (Dallas, Texas, August, 1986, 18-22). In Computer Graphics 20 (4), August, 1986, ACM SIGGRAPH, New York.
- Leick, A., GPS Satellite Surveying, Department of Surveying Engineering, University of Maine, Orono, Maine. John Wiley and Sons, 1990.
- Madrid, J.A., La Teoría de Rayos y sus Aplicaciones, Geos, Epoca II, Vol. 17 No. 2, 1997
- Hall, Roy, y Donald P., Greenberg, A testbed for realistic image synthesis. IEEE CG&A 10), 10-20, Noviembre, 1983.
- Plunkett, David, J., A vectorized Ray-Tracing Algorithm. M. S. M. E. Thesis, Purdue University, 1984.
- Moravec, Hans, P., 3D Graphics and the Wave Theory, SIGGRAPH 81, pp. 289-296.
- Wilt, Nicholas, Object-Oriented Ray Tracing in C++. Wiley Professional Computing, John Wiley and Sons, 1994.

IMÁGENES ELECTROMAGNÉTICAS DEL INTERIOR DE LA TIERRA: PARTE IV

Enrique Gómez Treviño
CICESE, Ensenada, Baja California, México

Parte I: Geos, 1996, Vol. 16, No. 3, 152-154.

Parte II: Geos, 1997, Vol. 17, No. 2, 104-106.

Parte III: Geos, 1997, Vol. 17, No. 3, 172-176.

Parte IV.

Precisamos en la primera parte de este artículo que llamaríamos *imagen electromagnética* del interior de la Tierra, a una representación de la distribución de la conductividad eléctrica a profundidades desde unos cuantos metros hasta centenares de kilómetros. En la segunda parte explicamos que para estimar esta propiedad a profundidad se requiere hacer que fluya corriente eléctrica a las zonas de interés, y cómo y mediante qué procedimientos podemos lograrlo. Además de hacer que fluyan corrientes eléctricas a profundidad, se requiere detectar desde la superficie los efectos de estas corrientes. Las mediciones, según vimos en la tercera parte, no son ni más ni menos que la materia prima con la que se construyen las imágenes. Por otro lado, en cualquier proceso resulta extremadamente importante saber cómo trabajar la materia prima para lograr el producto deseado. Este es el tema de la presente sección.

Empezaremos por considerar las características y propiedades de la materia prima. Necesitamos analizar y llegar a comprender las posibilidades que tienen las mediciones en relación con nuestro objetivo. En otras palabras: ¿Qué nos puede ofrecer cada una de estas mediciones?. Haciendo una analogía entre la construcción de un edificio y la construcción de una imagen de conductividad eléctrica, la cuestión podría plantearse en términos de las dimensiones de los diferentes elementos que se requieren para lograr un determinado diseño del edificio. En estos términos: ¿habrá que recortar los ladrillos y las vigas para alcanzar el objetivo deseado?, o ¿es que las mediciones representan ya por sí mismas los elementos universales que se acomodan a cualquier diseño? Nada podemos decir al respecto ya que no sabemos lo que las mediciones significan. Solamente analizando los factores que afectan a cada tipo de medición y seleccionando aquellos que nos puedan ser de utilidad, es que podremos decidir cómo y de qué manera habrá que utilizarlos para construir las tan anunciadas imágenes electromagnéticas del interior de la Tierra.

7. ¿QUÉ ES UNA MEDICIÓN?

Ya vimos en la parte III lo que es una medición. Sin embargo, reflexionando un poco sobre la pregunta llegaremos a la conclusión de que ésta puede tener una infinidad de respuestas. La más simple y posiblemente la más natural, podría ser que una medición es simplemente lo que se mide. Por

ejemplo, en el caso de los métodos de corriente directa, lo que se mide es un voltaje o una diferencia de potencial entre un par de electrodos. La respuesta podría ser simplemente el valor de esta cantidad, digamos 15.4 mV. Esta sería una manera correcta de responder a la pregunta. Sin embargo, nosotros estamos tras la pista de qué es lo que significa una medición, dicho de otro modo, ¿qué representa el valor de 15.4 mV?. Es necesario, si queremos llegar a comprender que es una medición, que hagamos una búsqueda exhaustiva de los factores que influyen para que una medición tome un determinado valor. También tenemos que hacer un trabajo de evaluación, con el fin de descartar o neutralizar aquellos factores que, si bien influyen en las mediciones, no nos ofrecen información alguna sobre el subsuelo. Para este análisis seguiremos utilizando el ejemplo de la medida de 15.4 mV.

7.1 MEDICIONES DE RESISTIVIDAD

Los métodos geoelectricos que utilizan corriente continua se conocen generalmente como métodos de resistividad. Aparentemente son bastante simples. Sin embargo, una vez considerados con detalle, resultan muy interesantes y ofrecen muchos retos a nuestra comprensión. Supongamos que los 15.4 mV se midieron con un voltímetro cuya impedancia de entrada es de 100 Megaohmios y que la medición corresponde a una separación de 2 m entre electrodos. Los electrodos son varillas de acero de 1 cm de diámetro y 1 m de longitud y están enterradas 20 cm. El voltímetro está conectado a las varillas mediante cables de cobre del No. 14, los cuales terminan en pinzas metálicas de resorte para facilitar su fijación a las varillas. Generalmente las mediciones se realizan a diferentes separaciones, por lo que lo más práctico es utilizar un solo cable con la suficiente longitud para que sirva en todos los casos. Típicamente, parte del cable está enrollado en un carrete o está tendido irregularmente en el suelo. Esto completa la descripción del circuito de medición. Su función es medir el voltaje asociado con la circulación de corriente en otro circuito. El segundo circuito está formado como sigue: una batería de pilas eléctricas que proporciona un total de 90 V está conectada a otras dos varillas, las cuales están en línea con las anteriores, pero separadas ahora 100 m una de la otra. Como en el circuito de medición, las varillas están clavadas 20 cm y están conectadas a la batería mediante el mismo tipo de cable. Adicionalmente, entre la batería y uno de los cables se encuentra conectado en serie un amperímetro para medir la intensidad de la corriente. El amperímetro marca 200 mA.

El párrafo anterior describe lo que típicamente constituye una medición en el método de resistividad. Antes de proceder al análisis de los diferentes factores que afectan propiamente a una medición, conviene representar tan claramente como

podamos el fenómeno que queremos estudiar. Al fluir corriente eléctrica por el circuito que está conectado a la batería, los electrones salen del polo negativo de la batería y viajan por el cable de cobre hasta llegar a la varilla, donde la corriente se expande un poco debido al mayor diámetro de la varilla. Al pasar a la tierra el campo está libre y ya no hay restricciones de espacio, por lo que la corriente se expande en todas direcciones, excepto hacia la atmósfera, pues el aire es muy resistivo comparado con la tierra. Hay que recordar que al pasar de la varilla a la tierra, la corriente cambia de naturaleza: los portadores de carga, de ser electrones en los cables y las varillas, pasan a ser iones en la tierra. Si bien este es un punto fundamental del fenómeno de conducción eléctrica, el comportamiento macroscópico de la corriente es idéntico en ambos casos. Se sabe por experiencia que los dos tipos de flujo se gobiernan con las mismas leyes, por lo que podemos dejar este punto de lado.

Lo que ahora interesa es que al llegar a la tierra la corriente está libre para esparcirse, y lo hace hacia abajo y horizontalmente, sin tener una dirección preferencial si el terreno es homogéneo. Las fuerzas de la gravedad son muchas veces más pequeñas que las eléctricas, por lo que no son un factor importante que pueda influir en la dirección de la corriente. Lo que sin duda deberá influir es la distribución de conductividad en la tierra. Por ejemplo, si a un lado de la varilla se encuentra una caverna vacía, la corriente por supuesto que no podrá atravesarla, le dará la vuelta y la corriente que debió haber pasado por el espacio que ocupa la caverna, tenderá a concentrarse a lo largo de sus bordes.

Otro factor que obviamente influye en la dirección de la corriente es la posición de la segunda varilla conectada a la batería. Toda la corriente que sale de la primera deberá regresar necesariamente a la segunda. Se podría pensar que esto de que la corriente regrese a la otra varilla es teóricamente posible, pero no ocurre en la práctica. Inhomogeneidades tales como fallas y fracturas y la presencia de variaciones en la composición química del suelo representan obstáculos para los iones en su viaje de una a otra varilla. Sin embargo, a pesar de todo esto se debe tener en cuenta que la corriente simplemente está circulando, y que la cantidad de carga que sale de una varilla debe necesariamente entrar por la otra. En este caso se trata de la ley de la conservación de la carga, la cual inicialmente fue sugerida por simple sentido común y después comprobada experimentalmente. Actualmente, esta ley se puede derivar por deducción partiendo de las ecuaciones de Maxwell. Para aquellos lectores con orientación matemática, lo anterior se expresa estableciendo que la divergencia de la densidad de corriente es nula en cualquier punto del espacio. De hecho, la mayor parte de los aspectos matemáticos de los métodos de corriente directa, se basan en la correspondiente ecuación diferencial que resulta de considerar que la carga eléctrica se conserva. Además se tiene que en la tierra existen tanto iones positivos como negativos. Físicamente lo que sucede es que los iones positivos se dirigen a la varilla de polaridad negativa, y viceversa. Sin embargo, el efecto neto es equivalente a

considerar iones de un solo signo, por lo que podemos imaginar que la corriente simplemente sale de una de las varillas y necesariamente deberá de terminar en la otra. La corriente que sale de la varilla positiva en dirección de la negativa seguirá a grandes rasgos la misma dirección hasta completar el circuito. Por otro lado, la corriente que sale en la dirección opuesta tendrá eventualmente que cambiar de dirección para finalmente completar el circuito.

Para completar la discusión anterior sobre la ley de la conservación de la carga, conviene precisar que estamos considerando el caso estacionario, en el cual la corriente no varía con el tiempo. Cuando decimos que la corriente entra a la tierra por una de las varillas y sale por la otra, nos referimos al estado estacionario en que la corriente está simplemente circulando sin existir variaciones en el tiempo. Desde el momento de la conexión, el sistema debe pasar por una etapa transitoria que, en la mayor parte de los casos dura mucho menos que un segundo. En aras de la exactitud en la descripción, es necesario hablar un poco sobre este último efecto, considerando que la corriente no puede establecerse inmediatamente después de la conexión debido a las leyes del electromagnetismo.

Veamos las cosas por partes. Antes de efectuarse la conexión no existe flujo de corriente eléctrica, por lo que tampoco existe campo magnético alguno en la vecindad de los cables ni dentro de la tierra. Cuando ya se ha establecido el régimen estacionario existirá un campo magnético asociado con el flujo de corriente en los cables, así como con el flujo de corriente en la tierra. Tenemos entonces que las condiciones cambian de una situación en la que no existe campo magnético, a una en la que el campo está presente. Este tipo de cambios está gobernado por la ley de Faraday. Sucede que el cambio no puede darse de inmediato debido a que en la tierra se generan corrientes transitorias que se oponen a que tal cambio se lleve a cabo. La duración de estas corrientes es mayor cuanto más conductora sea la tierra. De hecho, este fenómeno es la base para un tipo especial de métodos en geofísica conocidos como métodos electromagnéticos en el dominio del tiempo. Ya hemos hablado un poco sobre ellos y los volveremos a tocar en este escrito. Por ahora es suficiente estar conscientes de que este efecto existe también en el presente caso de corriente directa, pero que simplemente se ignora y más bien se trata de evitar su influencia en las mediciones.

Otro efecto que coexiste con el anterior, aunque no siempre está presente, es el de polarización inducida. Este se presenta cuando en la tierra existe cierto tipo de minerales metálicos en los que la conducción es electrónica, como en los cables de cobre. La conductividad eléctrica de la tierra se debe a la presencia de electrolitos, o sea, sales y otros compuestos químicos naturales que al encontrarse en presencia de humedad se separan en iones positivos y negativos. Estos iones son los que forman la corriente eléctrica en la tierra. ¿Qué sucede cuando estos iones, en su viaje por el subsuelo, se topan con las partículas metálicas en las que la conducción es mediante electrones que pueden moverse en su interior? ¿Pueden los iones penetrar en las partículas metálicas y así continuar su camino?

La respuesta es no. Lo que sucede es que se acumulan iones de signos opuestos de un lado y otro de la partícula metálica, a la vez que se concentran electrones de un lado y disminuyen en el lado opuesto en el interior de la partícula. La polarización de cargas alrededor del mineral existirá mientras exista el flujo de corriente. Al dejar de fluir la corriente, las cargas volverán a su lugar, lo cual tomará un tiempo determinado. De manera similar, para que llegue a formarse la polarización alrededor de la partícula, se requerirá cierto tiempo. Como se mencionó anteriormente, este fenómeno recibe el nombre de polarización inducida, pues se refiere a la polarización de las cargas alrededor de la partícula, y es inducida pues se establece por medio de la influencia de una corriente externa. En contraste, la polarización espontánea produce lo que se conoce como potencial espontáneo, cuyo origen se debe a reacciones naturales de oxidación-reducción y a otros efectos relativamente poco estudiados. El efecto de polarización inducida puede durar más de un segundo cuando existen determinados minerales metálicos. De hecho, este fenómeno se aprovecha en la búsqueda de varios tipos de minerales. Aunque en menor medida el efecto también existe cuando hay abundancia de arcillas.

En lo que concierne a los métodos de corriente continua, los efectos transitorios debidos a inducción electromagnética y a polarización inducida, aunque bastante importantes ya que han dado lugar a métodos geoelectrónicos independientes, no representan sino ruido y deben eliminarse o neutralizarse en la medida de lo posible.

7.1.1 Planteamiento del problema

Llegamos entonces al siguiente cuadro o representación de nuestro experimento, que consiste en una batería conectada a dos cables, que a su vez están conectados a dos varillas clavadas en el suelo. Por el circuito fluye una corriente de 200 mA, que viaja por los cables cuyo diámetro es milimétrico y al llegar a la tierra se expande y se distribuye acomodándose a las condiciones locales del terreno. Tenemos además un circuito de medición que consiste de un voltímetro conectado a dos cables que a su vez están conectados a otras dos varillas clavadas en el suelo. El voltímetro indica 15.4 mV. La pregunta es: ¿cómo depende esta cifra de 15.4 mV de los parámetros del experimento? Deseamos saber cuáles de ellos son irrelevantes y cuáles sí son verdaderamente importantes para nuestro objetivo. Nuestro objetivo sigue siendo el mismo pues queremos saber qué nos indica el valor de 15.4 mV sobre la distribución de conductividad en el subsuelo.

Tenemos muchos parámetros que debemos analizar muy cuidadosamente. En el circuito de emisión tenemos el voltaje de la batería, el radio y la longitud de los cables, las dimensiones de las varillas y la distancia que las separa, la longitud de la parte enterrada de las varillas y, finalmente, la distribución de conductividad en el subsuelo. Por otro lado, en el circuito de medición tenemos la impedancia del voltímetro, el radio y la longitud de los cables, la curva que definen los cables en el suelo, las dimensiones de las varillas y la distancia que las separa,

la longitud de la parte enterrada de las varillas y, por supuesto, la distribución de conductividad en el subsuelo. Es cierto que son demasiados los aspectos que hay que considerar, sin embargo, algunos de ellos pueden ser completamente irrelevantes. Hay otros que son altamente significativos para el valor particular de 15.4 mV, pero su efecto real en términos de información es nulo, por lo que su contribución a la medición deberá neutralizarse. Sólo uno de los aspectos será verdaderamente significativo y no puede ni debe neutralizarse. Se trata por supuesto de la distribución de conductividad en el subsuelo. Siendo así las cosas uno se pregunta: ¿cómo es que a final de cuentas todo saldrá precisamente como lo deseábamos? Sobre este punto hay que recordar que estamos describiendo un método que ha sido diseñado precisamente para que las cosas sucedan de esta manera.

7.1.2 Análisis del circuito de emisión

Empecemos por considerar el efecto que tiene el voltaje de la batería. Como en todo circuito eléctrico compuesto por elementos resistivos, la función de la batería es proveer continuamente de energía al circuito para mantener constante el flujo de corriente. Esta energía se transforma continuamente en calor en los elementos del circuito. En nuestro caso, esto quiere decir que los cables, las varillas, la batería y hasta la tierra misma se calientan cuando se hace fluir la corriente. En la mayor parte de las aplicaciones, este calentamiento es imperceptible, pero bien puede apreciarse cuando el producto de la corriente por el voltaje resulta considerable. Si bien este calentamiento está presente durante todo el levantamiento de resistividad, el efecto en los diferentes elementos del circuito, incluyendo a la tierra, es generalmente tan pequeño que podemos considerar que las propiedades de los diferentes materiales no cambian a pesar de los cambios de temperatura. Podemos suponer que la resistencia de los diferentes elementos del circuito no cambian. Si tuviéramos que tomar en cuenta posibles cambios en este sentido, el problema se complicaría terriblemente. De hecho, en los casos en que tales cambios son significativos, lo que se hace es compensar automáticamente las variaciones en el circuito emisor para que el que interpreta las mediciones ni siquiera se moleste para tomarlas en cuenta.

El único aspecto pasivo que hay que considerar para el análisis del circuito emisor es la resistencia total del mismo. La corriente que se establece en el circuito se puede conocer de antemano si se conoce el voltaje de la batería y la resistencia total. Según la ley de Ohm, la relación entre la intensidad de la corriente (I), el voltaje de la batería (V) y la resistencia del circuito R , se expresa: $I = V/R$. Para calcular R debemos sumar las resistencias de los diferentes elementos que se encuentran conectados en serie con la batería. Estos son, la batería misma, los cables, las varillas y la tierra. La resistencia de los primeros tres es muy pequeña comparada con la de la tierra, por lo que la intensidad de la corriente será simplemente el voltaje de la batería dividido por la resistencia de la tierra.

La ley de Ohm no es una ley fundamental de la naturaleza que deba cumplirse en todas las circunstancias. De hecho, no

se cumple en todos los materiales y deja de cumplirse en general cuando la corriente o el voltaje toman valores muy altos. Volviendo a nuestro problema, ¿se cumplirá en la tierra la ley de Ohm? Esta es una pregunta muy válida ya que no se trata de un material simple como el cobre, sino de una mezcla muy heterogénea de materiales en las más diversas condiciones. Para comprobar que la cumple podemos hacer un experimento muy sencillo. Se pueden fácilmente seleccionar diferentes voltajes como 15, 30, 60 y 90 V en la batería. Al aplicar estos voltajes también se producirán en el circuito diferentes corrientes. Dividiendo los voltajes entre las correspondientes intensidades de corriente deberemos obtener siempre el mismo valor, independientemente de qué valor de voltaje se utilizó. La razón es la resistencia de la tierra, ya que $R=V/I$.

Recordemos que la resistencia que ofrece un material de forma cilíndrica, como lo es un alambre de cobre, es directamente proporcional a su longitud e inversamente proporcional a su área transversal. Esto confirma nuestro sentido común de que la resistencia será proporcionalmente mayor al tener que recorrer una mayor distancia, y que entre más área tenga la corriente para esparcirse menor será la resistencia ofrecida por el medio. Lo más característico de la tierra es que el área disponible para que circule la corriente es extremadamente grande, al grado que podría considerarse infinita. Consecuentemente, su resistencia tendría que ser muy pequeña. Sin embargo, lo que se observa es que su resistencia es, en general, tan grande que podemos despreciar la resistencia de todos los demás elementos del circuito de emisión. La razón de esta aparente paradoja es que si bien la corriente en la tierra tiene bastante libertad para esparcirse, esta libertad está muy restringida cerca de las varillas. La corriente deberá pasar en la tierra por un área igual a la que presenta la parte enterrada de la varilla. A pesar de que la varilla tiene una área equivalente, su resistencia es muy pequeña debido a que su resistividad es también muy pequeña, no así la de la tierra, que por lo menos es varios órdenes de magnitud mayor que la del acero. Esto significa que la resistencia que opone la tierra al paso de la corriente se concentra principalmente cerca de las varillas. Ya lejos de las varillas la corriente se distribuye en áreas cada vez más grandes por lo que la contribución de estas regiones a la resistencia total es muy pequeña.

El hecho de que la resistencia total del circuito de emisión dependa casi enteramente de la resistividad del terreno que se encuentra en contacto con las varillas tiene una aplicación práctica muy importante. Cuando esta resistencia es muy grande y no se puede inyectar suficiente corriente porque el voltaje disponible no lo permite, la única posibilidad es disminuir la resistencia del circuito. Esto se logra disminuyendo la resistividad del terreno que se encuentra en contacto con las varillas, de donde proviene el nombre de resistencia de contacto, para lo cual simplemente se riegan las varillas. El terreno que las rodea al humedecerse por lo general disminuye su resistividad varias veces con respecto a su valor original, por lo que con el mismo voltaje se puede conseguir una corriente varias veces mayor. Sin embargo, hay que pensar en el efecto que tal

modificación pueda tener en el circuito de medición, pues estamos modificando la distribución de conductividad del terreno. Al regar las varillas lo primero que observaremos es que en el circuito de medición aumenta el voltaje que registra el voltímetro. Si la corriente aumenta de 200 a 400 mA, observaremos que nuestro valor original de 15.4 mV pasa a 30.8 mV. El efecto principal es simplemente escalar el valor original según el aumento de la corriente. Las modificaciones cerca de las varillas de corriente afectan muy poco a la distribución general de la corriente en la tierra. Para las varillas del circuito de medición, las cuales se encuentran relativamente lejos de donde se hicieron las modificaciones, la corriente sigue saliendo prácticamente del mismo lugar. El efecto es equivalente a utilizar varillas más gruesas y lo mismo se puede decir acerca del efecto de la longitud de la parte enterrada de las varillas. Si se clavan un poco más o un poco menos, la resistencia cambiará y por lo tanto variará la corriente que puede inyectarse con un voltaje determinado. Sin embargo, el efecto en la medición será proporcional a la nueva intensidad de corriente.

Todo lo anterior nos indica que ni el voltaje de la batería ni la intensidad de la corriente que circula por el circuito de emisión son parámetros importantes. Podemos decir que el menos importante de los dos es el voltaje de la batería, puesto que podemos obtener la misma lectura en el circuito de medición, independientemente del valor del voltaje de las baterías. No se puede decir lo mismo de la intensidad de la corriente, la cual resulta siempre proporcional al valor de la medición. Sin embargo, el hecho de que exista esta proporcionalidad indica que no se trata de un parámetro que nos proporcione información sobre la distribución de conductividad del terreno. Para eliminarlo o neutralizarlo, lo cual resulta conveniente, podemos simplemente dividir el valor de la medición entre el de la corriente. De esta manera, nuestra medición representará un valor de voltaje por unidad de intensidad de corriente y el valor resultante será equivalente a haber realizado la medición cuando la intensidad de la corriente es de 1 A. Aquí es interesante hacer la observación de que el mero hecho de que exista esta proporcionalidad indica que la ley de Ohm se cumple en cada rincón de la tierra por donde circula la corriente. Si no fuera así, el valor de la medición aumentaría de otra manera al aumentar la intensidad de la corriente, ya que al variar la distribución en el subsuelo de alguna manera alteraría el valor de la medición. Esto quiere decir que con aumentar la intensidad de la corriente en el circuito de medición, estamos aumentando la densidad de corriente en todos los puntos en el subsuelo, pero de una manera proporcional. De ninguna forma, al aumentar la intensidad de la corriente se penetra más en el subsuelo. Es cierto que circulará más corriente por debajo de cierta profundidad, pero también circulará más corriente por encima de esa profundidad, de manera que la distribución relativa siempre es la misma. En resumen, podemos decir que, si bien todos y cada uno de los elementos del circuito de emisión son necesarios para inyectar corriente en la tierra, prácticamente ninguno influye de una manera importante en el circuito de medición.

Vimos que el valor del voltaje de las baterías es irrelevante, que las varillas pueden enterrarse una mayor o menor longitud en la tierra sin que se altere prácticamente la medición, que la resistencias de la batería, los cables y las varillas, son despreciables en comparación con la resistencia de contacto, y que ésta es la que en última instancia determina la intensidad de la corriente que se inyecta a la tierra. También vimos que el valor de la intensidad de corriente es en sí mismo irrelevante, y que aunque la intensidad tiene un efecto directo en las mediciones, tal efecto puede fácilmente neutralizarse sin que con ello se pierda información. Sólo nos queda analizar el efecto de la distancia entre las varillas. Esto lo veremos más adelante después de considerar a continuación los detalles del circuito de medición.

7.1.3 Análisis del circuito de medición

En el ejemplo que estamos considerando el circuito de medición consiste en un voltímetro de 100 Mohmios de impedancia interna y cables No. 14 para conectar las varillas de acero, las cuales tienen un metro de longitud y están separadas 2 m. Las varillas están clavadas 20 cm en el suelo. El problema consiste en determinar cuánto y de qué manera influyen las cantidades anteriores en el valor de 15.4 mV. Veamos primero el papel que juega la impedancia o resistencia interna de 100 Mohmios del voltímetro. Para esto es conveniente recordar que lo que un voltímetro hace es simplemente responder a una excitación eléctrica externa, que en este caso está representada por el flujo de corriente en la tierra. Una porción de esta corriente se desvía por los cables y fluye a través de una resistencia en el voltímetro. La medición de voltaje de 15.4 mV representa el producto de la resistencia interna del voltímetro y la cantidad de corriente que ha sido desviada de la tierra. Esta corriente deberá ser extremadamente pequeña con el fin de que en la tierra el flujo no se vea perturbado de manera significativa. Necesitamos examinar el flujo en la tierra como si el circuito de medición no estuviera presente. Por esta razón la resistencia interna del voltímetro debe ser muy grande y mientras más grande, mejor. Otra razón igualmente importante para exigir que la resistencia sea muy grande, es que ésta debe ser mucho mayor que la suma de todas las demás resistencias del circuito de medición. Lo anterior se debe a que el voltaje se obtiene internamente en el voltímetro como el producto de la corriente que se desvía y la resistencia interna del aparato, lo que supone que no existen otras resistencias a través de las cuales esté fluyendo la corriente. El voltímetro supone que su resistencia interna es el único obstáculo que existe en el circuito. Sin embargo, sabemos que existe también la resistencia de los cables y las varillas así como la de contacto con el suelo. Las primeras dos siempre pueden despreciarse porque se trata de materiales metálicos de muy baja resistividad, especialmente seleccionados para este tipo de aplicaciones, precisamente porque no modifican apreciablemente las propiedades del circuito.

Por otro lado, la resistencia de contacto puede llegar a ser muy grande, pero muy raras veces llega a ser del orden de Mohmios, por lo que una resistencia interna de 100 Mohmios

es suficiente para la mayor parte de las aplicaciones. Las varillas pueden estar más o menos enterradas y la resistencia será igualmente despreciable. En caso de que se intuya o se compruebe la existencia de una resistencia de contacto demasiado grande, se pueden mojar o clavar más las varillas, como en el circuito de emisión. Esto generalmente no modifica en forma substancial el flujo de la corriente y la medición tendrá un valor suficientemente cercano al ideal.

Quedó establecido que los cables no afectan el valor de la medición debido a que poseen resistencias despreciables en comparación con la del voltímetro. Sin embargo, esto no se aplica al efecto que pueda tener la forma particular que tome el cable al estar tendido en el suelo. En una de las secciones anteriores se mencionó que lo que un voltímetro mide es el efecto acumulado de la componente del campo eléctrico tangencial al cable. Si el cable está tendido en el suelo, el campo eléctrico que influye en la medición es el asociado con la parte más superficial del flujo de corriente. De aquí parece desprenderse la conclusión de que debemos de alinear el cable con las varillas si lo que pretendemos es obtener una estimación del campo eléctrico en esa dirección. Si el cable está tendido de cualquier otra forma, estaremos midiendo el campo en lugares que están fuera del espacio entre las varillas. En realidad, es así, por lo que en principio deberíamos tener mucho cuidado en tender el cable en la forma correcta. Sin embargo, lo que permite desobligarnos de este requerimiento es que, si el flujo de corriente no varía con el tiempo (como en el presente caso), el mencionado efecto acumulado es independiente de la forma que tome el cable al estar tendido en el suelo. Esta es la razón por la que en las mediciones de resistividad no se pone atención a la alineación del cable. Matemáticamente esto se expresa diciendo que el campo asociado con el flujo de corriente directa es conservativo o irrotacional.

En conclusión, podemos decir que casi ninguno de los parámetros mencionados anteriormente tiene un efecto significativo en el valor de 15.4 mV que registra el voltímetro. Como en el caso del circuito de emisión, nos queda por analizar el efecto de la separación entre las varillas y, por supuesto, el efecto de la distribución de conductividad en el subsuelo. Antes de pasar a estos temas conviene detenernos un poco y examinar, basándonos en lo que hemos aprendido, la técnica que estamos describiendo para medir la resistividad de la tierra. En particular, cuestionar la necesidad de tantos electrodos o varillas.

7.1.4 Un poco de historia

Hemos planteado que para medir la resistividad de la tierra requerimos de un circuito de emisión y otro de recepción. Este punto es cuestionable. Cuando medimos resistencias en el laboratorio utilizamos un medidor de resistencias, el cual posee dos terminales. A través de estas dos terminales se aplica un voltaje a la resistencia y se mide la corriente que pasa por ella. La resistencia es simplemente el voltaje dividido por la corriente. No se necesitan más de dos terminales. ¿Por qué en nuestro caso necesitamos cuatro? Esta es una pregunta muy válida. A principios de siglo así es como se hacían las cosas. Se realizaban

levantamientos a lo largo de perfiles en los cuales simplemente se medía la resistencia utilizando dos varillas o electrodos. Debemos suponer que a alguien muy desconfiado no le pareció que los resultados fueran de mucha utilidad y se puso a estudiar en detalle lo que en realidad significaban esas mediciones. Lo que notaba en los perfiles era que la resistencia dependía mucho de las condiciones superficiales del suelo. Esto lo llevó a realizar los primeros estudios teóricos sobre la resistencia que ofrecen medios tridimensionales (como la tierra) al flujo de corriente a través de electrodos de diversas formas. Así, se encontró que efectivamente la resistencia de la tierra se concentra alrededor del electrodo, en una región demasiado pequeña para que la medición se vea afectada por zonas profundas de mayor interés. Este fracaso relativo se aprovechó para proponer un dispositivo de cuatro electrodos, el cual estaría a salvo de este problema y tendría más posibilidades de ofrecer información de mayores profundidades.

Para ver que en realidad que esto es así, consideremos el dispositivo particular de los cuatro electrodos que hemos estado analizando. Los de corriente están separados 100 m y los de medición 2 m. Ahora supongamos que vamos separando más y más los de medición, hasta que coinciden con los de corriente. El valor de 15.4 mV de la medición de voltaje se irá incrementando hasta alcanzar 90 V, que es el voltaje entre los electrodos de corriente. Podemos decir entonces que el dispositivo de dos electrodos es simplemente un caso particular del de cuatro. Consideremos además que la tierra es homogénea excepto por la presencia de una caverna que se encuentra en un lugar indeterminado entre los electrodos de corriente. El flujo de corriente en la superficie de la tierra es casi idéntico al que se produciría en una tierra homogénea. La única diferencia es la pequeña perturbación que produce la caverna. En estas condiciones, el problema consiste en determinar con qué tipo de dispositivo resultará más factible detectar la perturbación debida a la caverna. Esta perturbación, independientemente de la localización de la caverna, producirá un efecto equivalente a una pequeña fracción del efecto del flujo normal de corriente. Lo deseable para una mejor detección es estar lo más lejos posible de los electrodos de corriente, ya que el flujo se intensifica cerca de ellos. Entre más cerca estemos de los electrodos de corriente, más pequeña será la fracción que le corresponda a la perturbación. Esto significa que es muy difícil observar la perturbación en un flujo intenso, por lo que es más conveniente alejarse de las varillas de corriente. Colocando las varillas de medición en el centro de las de corriente, estamos alejados lo más posible de la zona donde el flujo es más intenso y entonces el efecto se intensifica. Por el contrario, al ir acercando las varillas de medición a las de corriente, estamos disminuyendo la fracción correspondiente a la perturbación. Al llegar a coincidir en los extremos unas con otras, el efecto es mínimo.

Generalmente se tiene la idea de que el método de resistividad nació como lo conocemos actualmente, esto es, ya perfeccionado y sin problemas de desarrollo, tal y como Palas Atenea nació del cerebro de Zeus, ya crecida y con todo y armadura.

Era lo más natural que el dispositivo de dos electrodos naciera primero como una simple extensión de lo que se hacía en el laboratorio. La inclusión de otros dos electrodos realmente significó un avance al lograr superar las limitaciones en cuanto a la profundidad de penetración.

7.1.5 Análisis conjunto de los dos circuitos

Nos queda por analizar, y posiblemente neutralizar, el efecto de las separaciones entre las varillas. También será conveniente analizar el efecto de la distribución de conductividad, pero en este caso no con el fin de neutralizarlo, sino más bien para tratar de inferir la distribución a partir de las mediciones.

Volviendo al problema de determinar el efecto de la separación entre las varillas, podemos darnos cuenta de que en general el efecto no se puede calcular, y por lo tanto neutralizar, ya que todo dependerá de la distribución de conductividad en el subsuelo. De lo único que podemos estar seguros es de que entre más lejos estemos de las varillas de corriente, más pequeña será la medición que registre el voltímetro, ya que estaremos captando un flujo de corriente cada vez más diluído. También podemos decir que entre más separadas estén las varillas del circuito de medición, mayor será el voltaje que se mida, pues estaremos incrementando la distancia de acumulación para el campo eléctrico. Sin embargo, resulta bastante incómodo analizar valores de voltaje que varían con las separaciones, sobre todo cuando se trabaja con separaciones múltiples. Entonces, es muy conveniente buscar y aplicar algún tipo de normalización que neutralice estos efectos, aunque tal normalización corresponda a un caso particular de flujo. Con esto no estaríamos introduciendo ninguna inexactitud en el método, ya que se trataría de un simple factor que puede volver a tomarse en cuenta a la hora de interpretar las mediciones. Lo que se pretende es eliminar la variación más obvia del flujo de corriente, la que en sí, no contiene perturbaciones. De esta manera, se logrará también resaltar el efecto de posibles perturbaciones, que es lo que nos interesa.

Para encontrar los factores adecuados hay que decidir lo que vamos a considerar como una tierra normal o sin perturbaciones. Por razones de simplicidad se define como normal una tierra homogénea y plana. El modelo corresponde a un semi-espacio homogéneo de resistividad indefinida para el cual se puede calcular con facilidad la distribución de corriente. Idealmente, tendríamos que considerar un semi-espacio homogéneo con topografía irregular para simular los accidentes del terreno. Sin embargo, ello complicaría tremendamente el cálculo de los factores de normalización. Para una tierra plana, la densidad de corriente es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia a la que se encuentra un electrodo fuente. Este tipo de variación es muy fácil de visualizar. Encienda el foco de su cuarto y aprecie cómo la iluminación en su mano disminuye a medida que se aleja del foco. Esto le dará una idea suficientemente exacta de cómo disminuye la intensidad de la corriente al alejarse de una de las varillas. Considerando un par de electrodos de medición cercanos uno al otro, colocados simétricamente y en línea con

Los dos electrodos de corriente (como en el caso que usamos de ejemplo), el voltaje entre los electrodos de medición se calcula con la fórmula $V = (b/(\pi r^2))Ip$, donde b representa la separación entre los electrodos de medición, I es la intensidad de la corriente que se inyecta a la tierra, ρ es la resistividad de la tierra y r es la semi-distancia entre los electrodos de corriente. Podemos ver en esta fórmula que el voltaje es directamente proporcional a la separación entre los electrodos de medición, e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre los de corriente. El factor completo que se muestra entre los paréntesis indica la forma en que varía el voltaje al variar las separaciones entre las varillas. Este es el factor que estábamos buscando. Si las mediciones de voltaje se normalizan por este factor estaremos compensando o neutralizando el efecto de las separaciones entre las varillas, según uno de nuestros propósitos originales.

Para neutralizar el efecto, dividamos el voltaje entre esta cantidad, y para seguir utilizando la ecuación hagamos lo mismo en el lado derecho según lo indican las reglas del álgebra. Según la fórmula el resultado de la operación es $V(\pi r^2/b) = Ip$. Por otro lado, ya habíamos discutido que la intensidad de la corriente inyectada no es un parámetro que contenga información sobre el subsuelo, y que su efecto puede neutralizarse dividiendo las mediciones de voltaje entre dicha intensidad. Según nuestro análisis de los párrafos anteriores, sólo debe quedar el efecto de la distribución de conductividad, ya que todos los demás parámetros, o bien resultaron completamente irrelevantes, o su efecto fue neutralizado por las respectivas normalizaciones. Normalicemos pues por la intensidad de la corriente y utilicemos la última ecuación para ver a qué es igual nuestra medición dos veces normalizada. La fórmula nos lleva a que $(V/I)(\pi r^2/b) = \rho$. ¡Esto se pone interesante!. En el lado izquierdo tenemos nuestra medición doblemente normalizada, primero por la intensidad de la corriente, y luego por el efecto de las separaciones entre las varillas. Habíamos dicho que la medición original de voltaje era $V = 15.4 \text{ mV}$. Le quitamos el efecto de la intensidad de corriente dividiendo entre $I = 200 \text{ mA}$. El resultado es 0.077 Ohmios . Le quitamos ahora el efecto de las separaciones entre varillas, para lo cual usamos $b = 2 \text{ m}$ y $r = 50 \text{ m}$. El resultado de la doble normalización es 302 y según las reglas de dimensionalidad, sus unidades son Ohmios-m. Ahora bien, según la fórmula derivada anteriormente, este resultado no es otra cosa que la buscada resistividad de la tierra. Si el terreno en donde se tomó la medición es homogéneo, lo anterior se aplica exactamente, pero si no lo es, sólo podemos decir que la resistividad efectiva es de 302 Ohmios-m . No podemos decir nada más. Con una sola medición no podríamos ni siquiera decir si el terreno es o no homogéneo. Necesitaríamos más mediciones para hacer comparaciones.

Lo que hemos hecho en el párrafo anterior no es un simple despeje, o por lo menos ésta no ha sido la intención. Hemos más bien utilizado la ecuación como una herramienta que nos ha ayudado a encontrar el factor que ya estábamos buscando. La necesidad de tal factor fué establecida en el análisis que se hizo de los diferentes efectos que influyen en una medición. Lo mismo con relación a la intensidad de la corriente.

Para completar este análisis, será muy conveniente determinar el volumen de terreno que afecta a una medición particular. Para esto, hay que considerar que las mediciones de voltaje dependen en gran medida de la distribución de la corriente en el subsuelo. ¿Qué tanto se distribuye la corriente a profundidad y hacia los lados?. Sabemos que es muy intensa cerca de las varillas y tiende a disminuir rápidamente al alejarse de ellas. La dependencia con la distancia es tal que, al doblar la distancia, la corriente disminuye no a la mitad sino a la cuarta parte. A pesar de esta fuerte disminución con la distancia, no podemos decir a qué profundidad ya no circula corriente, debido a que la ley de disminución no establece límites precisos. Sin embargo, para ser prácticos, debemos considerar que más allá de cierto valor la distribución de la corriente no afectará de manera significativa a las mediciones.

Para establecer las dimensiones del volumen crítico, podemos considerar la variación de la corriente con la profundidad bajo el punto mismo de medición. De esta manera estaremos tomando en cuenta tanto al circuito de medición, como al de emisión. Los cálculos arrojan una cifra para la profundidad de casi la mitad de la separación entre las varillas de corriente, suponiendo que la profundidad máxima corresponde al lugar donde la corriente decae a un 37 por ciento de su valor en la superficie. El mismo cálculo es aplicable a la distancia crítica hacia ambos lados de la línea. Para acotar la distancia a lo largo de la línea (o sea hacia adelante y hacia atrás de las varillas de corriente), suponemos simplemente que la corriente que circula fuera de la zona definida por las varillas no tiene efecto significativo sobre la medición. Con esto obtenemos un volumen crítico que tiene las siguientes dimensiones: la profundidad es equivalente a la mitad de la separación entre las varillas de corriente; la anchura es la separación entre las mismas varillas; la longitud es la separación misma. En el ejemplo que hemos utilizado, el volumen queda definido como $50 \times 100 \times 100 \text{ m}$, en donde el orden de los factores es profundidad, anchura y longitud. Seguramente el lector estará de acuerdo en que es una verdadera lástima que, precisamente la menor de estas cantidades corresponda a la profundidad. Sin embargo, las cosas son así.

En uno de los próximos números extendaremos este análisis a una tierra heterogénea. Con ello entraremos propiamente en lo que se conoce como teoría de inversión. El próximo número estará dedicado a analizar mediciones asociadas con el flujo de corriente alterna en una tierra homogénea.

EFFECTOS DE EL NIÑO EN EL ÁREA METROPOLITANA DE LA CD. DE MÉXICO

Jorge Zavala, Rosario Romero y Fernando Romero
Ingeniería, Geofísica y Sistemas S. A. de C. V.

Ha sido sumamente notoria la alta precipitación en el noroeste del país, pero ¿cómo ha afectado El Niño al centro del país?

Durante el mes de febrero, en la zona metropolitana de la Cd. de México, se registraron valores extremadamente bajos de humedad. Con datos de una estación meteorológica automática instalada en el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), en Tacubaya, D. F., se monitorea continuamente la evolución de la humedad y otros parámetros meteorológicos básicos. Estos datos muestran que durante el pasado mes de febrero se tuvo la humedad promedio más baja desde que se mantienen registros de esta variable, desde 1921. El registro de humedad promedio más bajo para el mes de febrero corresponde al año de 1983, también caracterizado por un evento de El Niño muy intenso (Figura 1). En ese año, el valor promedio para el mes de febrero fue de 35%, mientras que en 1998 fue de 25% según la Estación Meteorológica Automática Handar (EMAH) y de 29% de acuerdo con los registros del SMN. Durante el pasado mes de febrero se registraron valores de humedad relativa menores de 10% en 22 días de acuerdo con los datos de la EMAH, y en 15 días de acuerdo con los registros del (SMN). El valor más bajo se registró el día 27 de febrero con una humedad del 1% a las 11:00 hrs durante 10 min (Figura 2). La variación diurna promedio muestra que el mínimo de humedad se alcanza entre las 15 y 16 hrs, cuando la temperatura es más alta, y su máximo a las 7 hrs (Figura 3).

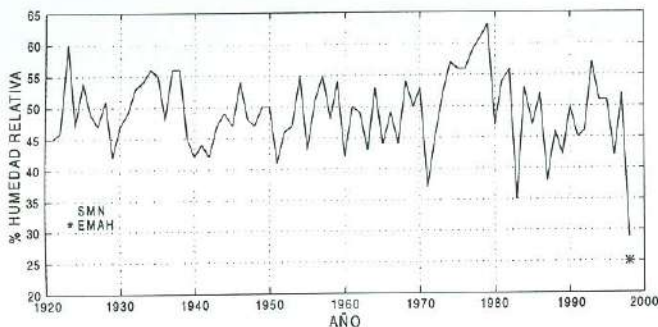


Figura 1. Valores promedio mensuales para el mes de febrero desde 1921 hasta 1998.

El promedio histórico de humedad relativa para el mes de febrero es de 49%; marzo es el mes con humedad relativa promedio más baja con 45%, mientras que el registro histórico más bajo para el promedio mensual es de 29% en marzo de 1991. Los valores puntuales más bajos en los datos históricos de humedad relativa son del 1% en marzo de 1943, seguido de 2% en febrero de 1944 y 3% para marzo de 1989, febrero de 1952 y marzo de 1941.

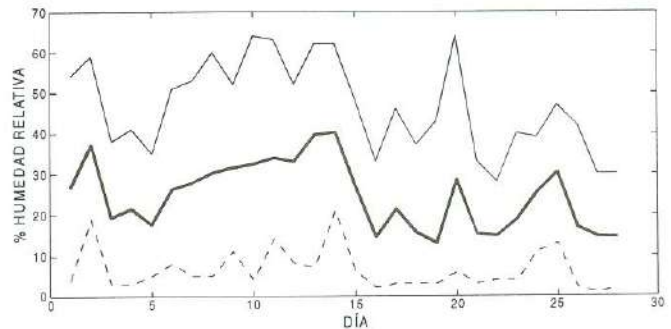


Figura 2. Promedios, valores máximos y mínimos diarios de humedad relativa durante febrero de 1988 obtenidos de las observaciones de la EMAH

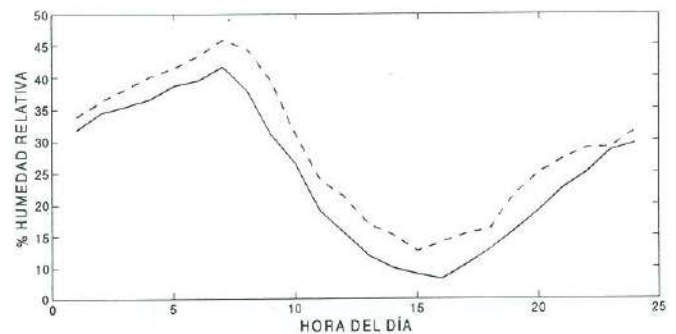


Figura 3. Valores horarios de humedad relativa: EMAH (línea continua), SMN (línea segmentada).

Se analizó también el comportamiento de la temperatura media, de las temperaturas máximas y mínimas pero en estas variables no se observaron anomalías extraordinarias. Para marzo de 1998 es de esperarse que se mantengan valores muy bajos de humedad debido a que durante otros años El Niño se han observado valores relativamente bajos, por ejemplo en marzo de 1983, el valor promedio de humedad relativa fué de 32%.

La EMAH se instaló en enero de 1997 y cuenta con un sensor de capacitor higroscópico de película; la estación registra el valor promedio de humedad relativa cada 10 min, el sensor de la EMAH tiene una precisión de $\pm 1\%$ de HR para todo el rango y una deriva de $\pm 1\%$ o menos por año según las especificaciones del fabricante. Las mediciones del SMN se realizan con un psicrómetro cada hora. Los registros de la EMAH y los del SMN difieren en 2.5% para el promedio de los valores máximos diarios, en 4.2% para el promedio de los valores mínimos diarios y en 4.3% para el promedio mensual de humedad relativa, siendo más altos los del SMN en los tres casos.

El análisis del comportamiento de la humedad relativa en una localidad y su coincidencia con eventos intensos de El Niño no es concluyente de que este fenómeno sea la causa de la anomalía, pero es fuertemente indicativo. Un análisis con datos de más estaciones de la región, que incluya las observaciones de marzo y de las condiciones sinópticas predominantes en el período, permitirá explicar si puede atribuirse o no esta anomalía a las condiciones del fenómeno de El Niño.

Se agradece a la Lic. Leticia Gómez del Servicio Meteorológico Nacional el habernos facilitado los datos registrados en el SMN.

HACIA UN PROYECTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA MÉXICO (Discurso Inaugural de la Reunión Anual 1997)

Dip. María del Carmen Díaz Amador

En primer lugar, quiero darles las gracias por invitarme a inaugurar este encuentro de estudiosos de la Geofísica. Esto significa un reencuentro no sólo entre la política y los investigadores y académicos, sino también un reencuentro entre dos ramas de la ciencia que hasta hace poco se consideraban campos antagónicos; las ciencias sociales de las cuales provengo, y las ciencias llamadas naturales o exactas.

Me han pedido que conteste a una pregunta ¿Cuál es el proyecto de política científica y tecnológica de esta legislatura? Para intentar dar una respuesta comenzaré, si ustedes me lo permiten, caracterizando el momento político que expresa la Cámara de Diputados a partir del 6 de julio y las relaciones que de él se derivan para la vida política del país.

Para mayor claridad comenzaré haciendo una comparación entre lo que significa la LVII Legislatura, en su relación con el conjunto de los mexicanos por una parte, con uno de los momentos de construcción del conocimiento, por otra parte. Ambos fenómenos, cada uno en su dimensión y en su escala respectiva, dan cuenta de una cierta clase de procesos de la realidad, proceso de ruptura y transformación.

El campo del conocimiento, el símil que quiero utilizar es el de la ruptura de paradigmas, ilustrado con el paso del pensamiento geocéntrico al pensamiento heliocéntrico.

Pasaron miles de años antes de que los hombres aprendieran a reconocer los fenómenos naturales como manifestaciones de una relación causal independiente e impersonal. En principio, la experiencia común a todos los hombres es aquella que les hace verse como el centro del acontecer mundial no solamente como individuos, sino también como grupos. La cosmovisión geocéntrica que experimentamos al ver salir el sol, al contemplar el movimiento de los astros,

es de una experiencia espontánea y accesible, por la cual nos sentimos el centro del universo. Tal vez el mejor ejemplo sea el pensamiento espontáneo y el autocentramiento mental de los niños de nuestras sociedades.

Ahora bien, el cambio de considerar a la tierra no como el centro del universo, sino como uno más de los planetas, significó un cambio en la posición de los hombres que pasaron de ser el centro del universo, a ser habitantes de uno de los planetas que giran en torno a ese centro.

La cosmovisión heliocéntrica, significó no sólo el punto de llegada de nuevos conocimientos y de nuevos avances tecnológicos, sino el paso de una ciencia construida por la tradición a un conocimiento validado por la racionalidad, y ante todo, significó una nueva percepción del hombre con respecto a sí mismo y con respecto a su relación con la naturaleza. Sin esta nueva percepción del hombre, no hubiera sido posible la ruptura paradigmática.

Fué necesario un cambio de la conciencia del hombre de sí mismo. En palabras de Norbert Elías, "la evolución que llevó a un conocimiento objetivo y a un conocimiento creciente sobre los procesos naturales de parte del hombre, también significó una evolución de la toma de conciencia de la posición del hombre y su relación con los otros".

Valga el símil para la actual situación política que vive el país a través de la nueva correlación de fuerzas que expresa la Cámara de Diputados que fue electa el 6 de julio pasado. La nueva composición del Congreso, da cuenta de una nueva percepción de una mayoría de mexicanos con respecto a sí mismos y con respecto a la vida política del país.

Lo que nos queda claro hoy en día es que una mayoría de ciudadanos se pronunció en contra de una forma de gobierno, pero además, nos queda también

claro que los votantes tuvieron otra percepción de sí mismos como ciudadanos mexicanos. 17 millones pensaron que se podía transformar el gobierno y la historia de México.

La nueva correlación de fuerzas en una de las dimensiones del gobierno federal, como es el poder Legislativo, exige por lo tanto nuevos parámetros y nuevas formas de pensamiento a partir de las cuales comenzar a reconstruir la relación política-sociedad. Por ello, no es posible pensar en una política pública o incluso en un proyecto legislativo empleando la misma noción de política que nos ha alimentado durante años.

La pregunta obligada es entonces ¿qué noción de política usar y cómo se enmarca en esta noción el proyecto del legislativo en materia de Ciencia y Tecnología? Se puede decir que estamos aún construyendo la nueva percepción y la nueva relación política-sociedad en el poder Legislativo. No hay caminos trazados, la situación es inédita.

En materia específica de Ciencia y Tecnología, nuestro marco de referencia es el lugar que ambas ocupan en el proyecto nacional.

La situación de la investigación científica y tecnológica en México puede ser caracterizada a través de 5 atributos: su debilidad, su carácter restringido, su situación fraccionada, su desarrollo desigual y, por último su aislamiento del contexto social.

Desde una perspectiva nacional, la fortaleza o debilidad de la actividad científica de un país se mide a partir de la proporción del Producto Interno Bruto que se destina a este rubro. En México, actualmente es el .31% del PIB. Esta proporción, expresa la situación de la Ciencia y la Tecnología en nuestro país. Esta situación deviene crítica cuando la comparamos con datos de otros países, por ejemplo: Grecia destina el .49% a Ciencia

y Tecnología, España el .82% y Alemania el 2.27%. En el horizonte de los países latinoamericanos, el gasto nacional en Ciencia y Tecnología de México se encuentra por debajo del promedio. Las cifras más cercanas al gasto de Ciencia y Tecnología en México son las de Turquía y la República Centro Africana.

En consecuencia, la actividad científica y tecnológica de México es una función que desempeñan unos cuantos, tiene un carácter restringido. En 1995 – según datos del CONACYT– por cada 10 mil mexicanos sólo 9 se dedican a actividades de investigación y desarrollo experimental. Por lo tanto, cada uno de ustedes es un ciudadano privilegiado, puesto que cada uno de ustedes es uno de los nueve que menciona la estadística, detrás de cada uno quedan 9993 mexicanos. Por ello hemos mencionado que la Ciencia y la Tecnología en México tienen un carácter restringido.

Además de ser una actividad de un grupo selecto, -de la Población Económicamente Activa (PEA) sólo 5 de cada 10 mil mexicanos que trabajan se dedican a esta actividad- las posibilidades para que sus conocimientos y sus aplicaciones lleguen al resto de la población son limitadas, puesto que es limitada la fuente de su producción.

A esta situación cabe añadir el fraccionamiento de las distintas actividades científicas y tecnológicas. La producción de la Ciencia y la Tecnología en México se organiza en más de 15 sectores institucionales diferentes. Esto, sin contar las Universidades Públicas de los estados, las Universidades Privadas y, los Institutos Tecnológicos. Hasta la fecha, no existe una coordinación eficiente entre la producción de las diferentes instituciones y, menos aún, un sistema institucional de información eficiente acerca de las investigaciones que se llevan a cabo en los distintos centros de una misma especialidad.

Más aún, los medios de contacto entre investigadores de distintas ramas de la ciencia, son escasos. Asimismo, las experiencias de investigación multidisciplinaria son muy limitadas. Entre otros casos, tales como la relación

entre las ciencias sociales y las ciencias exactas en actividades tan complejas como la transferencia tecnológica, no existe ninguna coordinación.

La situación de la Ciencia y la Tecnología en México, no sólo corrobora el débil papel que se la ha asignado en el proyecto nacional, sino que pone de manifiesto la falta de una política nacional que defina el lugar y la función de los científicos y los tecnólogos en la sociedad mexicana. Cabe aclarar, a la Ciencia y la Tecnología en México no se les ha ignorado, ocupan un lugar en el Plan Nacional de Desarrollo, sólo que en los hechos, se encuentran encerradas y limitadas por un sistema legal e institucional que no corresponde a las necesidades de la ciencia misma y que impide fortalecer a la actividad científica como un rubro vinculado con las prioridades de desarrollo del país.

Por ejemplo, los términos en que se encuentra la Ley de Fomento Industrial y sus reglamentaciones, establecen un conjunto de requisitos –fianzas, etc.– que hacen prácticamente imposible que los investigadores e institutos de investigación tecnológica reúnan las condiciones que se exigen para competir con las grandes empresas exportadoras de tecnología. Las innovaciones tecnológicas se quedan en el laboratorio, en el salón de clases o en el mejor de los casos son registradas como patentes.

Un ejemplo más. La Ley del Impuesto sobre la Renta y sus reglamentos también contienen una serie de candados y limitaciones que hacen de la relación empresa-conocimiento, algo tan complejo desde el punto de vista legal y administrativo, que la convierten en casi imposible y poco atractiva.

Por último, los incentivos individuales en becas y financiamiento otorgados actualmente por el CONACYT tienen como parámetro principal la publicación de artículos sobre el tema, sin tomar en cuenta que los medios de difusión del conocimiento científico en México son muy limitados. Por otra parte, las publicaciones en revistas internacionales presuponen el establecer una competencia mundial entre los científicos y los

tecnólogos, esto sería un buen ejercicio si las condiciones de producción del conocimiento en México se encontraran cercanas a las de los países desarrollados.

Ahora bien, la globalización de la economía mundial y, los nuevos términos de competencia mundial entre las naciones han dado una nueva resonancia política al conocimiento científico y a la producción tecnológica. Una frase de la OCDE califica a la Ciencia y la Tecnología como los componentes del “sistema nacional de innovación”.

Nuestro país no es ajeno a esta nueva realidad mundial. Sólo que aquí adquiere rasgos específicos.

Desde la década de los años setenta las crisis económicas son recurrentes. La globalización de la economía ha profundizado en una injusta distribución de la riqueza y el incremento del desempleo. La deuda externa se incrementa constantemente, mientras que el ahorro interno es mínimo.

Hay dependencia del capital externo y poca inversión directa. El desarrollo de la infraestructura está frenado por la dependencia tecnológica. La productividad en el campo es baja; la pobreza va en aumento.

Formular una política científica y tecnológica frente a esta realidad que favorezca la posición de la Ciencia y la Tecnología como componentes de un “sistema de innovación nacional” implica un esfuerzo tal que es comparable a la ruptura del paradigma heliocéntrico, significa el esfuerzo de repensarse, científicos y tecnológicos con respecto a la realidad que vive la población mexicana desde hace varias décadas. Es esta realidad la que define el marco en el que tenemos que reinventar a la política y a la Ciencia y a la Tecnología.

El proyecto de la Comisión de Ciencia y Tecnología de la LVII Legislatura es precisamente este: redefinir un marco jurídico que fortalezca la formación científica y tecnológica, su fortalecimiento como una actividad que potencie el desarrollo nacional para todos y no sólo para unos cuantos.

La situación que vive el Congreso, como decía al principio, es inédita, y los hechos políticos en esta coyuntura del país son impredecibles y no son reproducibles. No existe de antemano el sentido de una trayectoria. Tal como no existe un sentido predeterminado en las actividades volcánicas o en los movimientos telúricos. Por ello, el proyecto de Ciencia y Tecnología comienza por escuchar las demandas de ustedes e identificar las necesidades de los mexicanos, para más

tarde formular una norma de gobierno. Esto es a lo que nos referimos con fortalecimiento de la actividad científica y tecnológica.

Por último, doy fin a esta exposición con una fábula que ilustra en pocas palabras todo este discurso. La fábula de Krilov: cuenta como un cisne, un cangrejo y un pez trataron de mover una carreta que estaba a la orilla de un río. La carreta no se movió porque el cisne trató de tirar hacia

las nubes, el cangrejo hacia la tierra, a un lado, y el pez hacia el río. La moraleja plantea que el desacuerdo entre las partes, para realizar una empresa hacen que resulten estériles todos los esfuerzos.

Desde nuestro punto de vista un proyecto legislativo resultaría estéril si no comienza por replantear las relaciones entre gobierno y sociedad, entre ustedes y el poder Legislativo cuyo fin es construir un nuevo espacio de certidumbre para el conjunto de los mexicanos.

LA TERCERA GENERACIÓN DE REDES SÍSMICAS / RED SÍSMICA LOCAL

Ogie Kuraica, Matías Franke, Muhammad El-Idrissi, Mauricio Ciudad-real, John Fort, Kinemetrics Inc.
Kinemetrics Inc.

222 Vista Avenue, Pasadena, Ca. 91107 USA

El constante flujo de información está afectando y alterando profundamente cada rincón de nuestras vidas profesionales. Las computadoras y las comunicaciones son, en esta era de información, las reinas de la tecnología. Combinados en redes, los sistemas de cómputo son la base para difundir la información actual y contribuir con la infraestructura de la información del mañana en el paradigma del "Mercado de la Información". Cambios como éste crean nuevas oportunidades y nuevos retos, los cuales están frente a nosotros.

La Internet ha crecido de manera sorprendente en la última década, pero conforme el crecimiento del ancho de banda y la población con acceso a las redes globales de información aumentan, nuevos horizontes tecnológicos emergen. El concepto cliente-servidor en computación es una de las claves de la tecnología de los sistemas de información para el paradigma del Mercado de la Información, que es la base de Internet, y nos permitirá alcanzar nuestras necesidades de fines de los años 90 y prepararnos para el próximo milenio. Por ejemplo, en el ambiente de negocios la importancia de esta tecnología es tal que aquéllos que no adopten soluciones del tipo cliente-servidor se podrían ver en desventaja competitiva cuando la clave para la competitividad será tiempo-a-mercado, seguridad, integridad, confiabilidad, servicio al cliente y simplicidad.

El concepto cliente-servidor en computación permite al usuario final acceder la información, los recursos y servicios localizados en cualquier parte dentro de su propia red de información. Este modelo representa la combinación de tres tecnologías principales: trabajo de cómputo en red, RDBMS (sistema de manejo base de datos relacional e interfase cliente-servidor (GUI Interfase de usuario gráfico), donde cada elemento contribuye a la plataforma global con roles específicos, pero independientes unos de otros, realizando cada uno su función.

El concepto cliente-servidor potencia a los usuarios finales, aumentando su capacidad de respuesta en el Mercado de la Información; el proceso de toma de decisiones se hace más eficiente, porque ahora tienen el poder de utilizar todos los recursos en su red, mientras que simultáneamente se hace el proceso transparente para los demás usuarios. En consecuencia, el diseño de redes sísmicas presenta nuevos retos en este paradigma. Actualmente, el proceso de la adquisición y proceso de datos en tiempo real debe ser redefinido en una arquitectura dentro del ambiente cliente-servidor. En el Mercado de la Información, nuestros enlaces del sistema Intranet alcanzan mucho más allá de su confinamiento literal, de manera que la

información puede pertenecer y tomar del rico mundo exterior. Diseñamos sistemas que transportan información en tiempo real de una manera rápida y segura dentro del disperso mundo geográfico de las "computadoras sísmicas", sin importar dónde se encuentren.

El hardware y el software denominados (COTS "Comercialmente fuera de los estantes") probados en el campo en aplicaciones no sismológicas, se ocuparán del transporte de los datos desde sitios remotos hasta que la información completa sea obtenida en uno o más de los servidores centrales de registro. Adicionalmente, es necesario que sea posible obtener de la manera más rápida, los parámetros sismológicos derivados de esa información, para así satisfacer las necesidades de la sociedad.

Para el diseño de una red sísmica, nuestra manera de atacar el problema es ingeniería pragmática: establecer un ambiente de cliente-servidor para permitir la distribución de tareas de redes sismológicas, estandarización por medio de la implantación de estándares IEEE o ISO, y el uso de productos COTS que provienen de productores muy importantes con planes muy bien establecidos de servicios de mantenimiento. Esto causa reducción en el tiempo de desarrollo, aumenta la confiabilidad de la red, proporciona mayor estabilidad del sistema y reduce el costo de operación y propiedad. La implementación de una arquitectura abierta ofrece flexibilidad a través de interfaces estandar y facilita la integración a la nueva sociedad del siglo 21 en sus necesidades ya sean académicas, educacionales y/o públicas.

Los sistemas que estamos presentando incluyen todas esas opciones. Mostraremos las posibilidades en el diseño de una nueva red sísmica con énfasis en las soluciones de Internet/ Intranet/Extranet y discutiremos acerca de nuevas soluciones de desarrollo de Internet. Ultranet y su tecnología como JAVA, IPv6, SET OODB y XML. También analizaremos nuestro concepto de buffer en anillo en tiempo real, con su robusto y confiable transporte de la información. Finalmente demostraremos el uso amigable de los sistemas de información en tiempo real para el paradigma del Mercado de Información.

ENDOCRINOLOGÍA Y HURACANES

Edgar Pavía

Depto.de Oceanografía Física, División de Oceanología, CICESE

Comparada con la endocrinología, la Dinámica de Fluidos Geofísicos (DFG) es una ciencia joven. Podríamos decir que se formó en los años sesenta, durante los húmedos y calurosos veranos de *Woods Hole*, Massachusetts, en una humilde casita de campo, la ahora famosa *Walsh Cottage*. El objetivo central de la DFG es estudiar los flujos de gran escala que ocurren de manera natural en nuestro planeta, principalmente en el océano y la atmósfera. La DFG es algo así como el campo común de los meteorólogos y oceanógrafos.

En su libro *Introduction to Geophysical Fluid Dynamics* (Prentice Hall, 1994), Benoit Cushman-Roisin nos dice que gracias a los avances de la DFG se ha logrado predecir la trayectoria de los huracanes con cierto grado de confianza. Ello ha permitido establecer un sistema de alarma que ha salvado numerosas vidas en Estados Unidos... Aquí hay una lección que tenemos que aprender.

Si pensamos que estas cosas se logran juntando, una vez al año, a un grupo de gente brillante que estudie por la mañana, juegue *soft-ball* por la tarde, y beba vino por la noche (como aún sucede cada verano en *Woods Hole*); y que al cabo de una década cree una ciencia, y que con el avance de ésta logre predecir las trayectorias de los huracanes, estamos equivocados, a pesar de la breve historia de la DFG, escrita pedagógicamente, así parecería sugerirlo. La intención de predecir los huracanes es más antigua que la DFG. La creación de los programas de verano en *Woods Hole* obedeció, en gran parte, a esa intención y de ahí se creó la DFG.

Hace cincuenta años el *U.S. Weather Bureau* hizo un llamado a cientos de técnicos y profesionistas ofreciéndoles empleo. Guardando toda proporción, ¿cuándo se hará un llamado similar en México? Argentina, Cuba y España, para no hablar sólo de Estados Unidos, lo hicieron hace ya muchos años. Primero se trata de curar a los diabéticos, después se crea la endocrinología. ¿Porqué suena tan obvio en medicina y es tan difícil de entender en nuestro campo? En México no tenemos reuniones estivales como las de *Woods Hole*, pero podríamos tenerlas el próximo año. Después de todo, fuera del *soft-ball* vespertino, nuestros colegas Antonio Badán, Pedro Ripa y Julio Sheinbaum han participado activamente en *Woods Hole*. Lo que no podremos hacer el año venidero será predecir las trayectorias que seguirán los huracanes.

Mientras no exista un interés serio en establecer un sistema de alarma de huracanes ni en resolver los graves problemas ambientales en México, de muy poco sirve la DFG, dadas sus potencialidades, igual que de muy poco nos serviría la endocrinología si no hubiera interés en tratar a la diabetes. Pero no pensemos que la DFG sólo puede predecir huracanes o resolver problemas ambientales, de la misma forma que la endocrinología no sólo es útil para controlar el nivel de azúcar en la sangre de los diabéticos. No se trata de una visión pragmática o utilitaria de la ciencia ni de poner a todos los investigadores de la DFG a resolver problemas (aunque no estaría mal que alguno de nosotros lo hiciera), del mismo modo que no todos los endocrinólogos son médicos de cabecera.

Aprendamos de una vez la lección: la ciencia no es sólo resultado de nuestra curiosidad intelectual ni debe ser meramente ornamental como, desgraciadamente, lo es ahora la DFG, y lo son en gran medida la oceanografía, la meteorología y otras disciplinas en nuestro país. Esta situación va más allá del ingenuo debate sobre las prioridades de la ciencia en México. Si no existe interés en resolver los problemas que dan cuerpo y razón de ser a la DFG, de qué nos sirve que nuestra joven ciencia sea prioritaria. Por otro lado, si existiera este interés lo de menos sería que la DFG sea declarada prioritaria o no.

SISMICIDAD DEL NOROESTE DE MÉXICO

GRUPO RESNOM

Depto. de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE

Apartado Postal #2732, Ensenada, Baja California, México

E-mail: resnor@cicese.mx

Este Boletín de Información Sísmica tiene como objetivo difundir las localizaciones de los sismos registrados por la Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM), en la región norte de Baja California y áreas adyacentes con magnitudes $M \geq 3.5$ en el período comprendido de Julio a Diciembre de 1997.

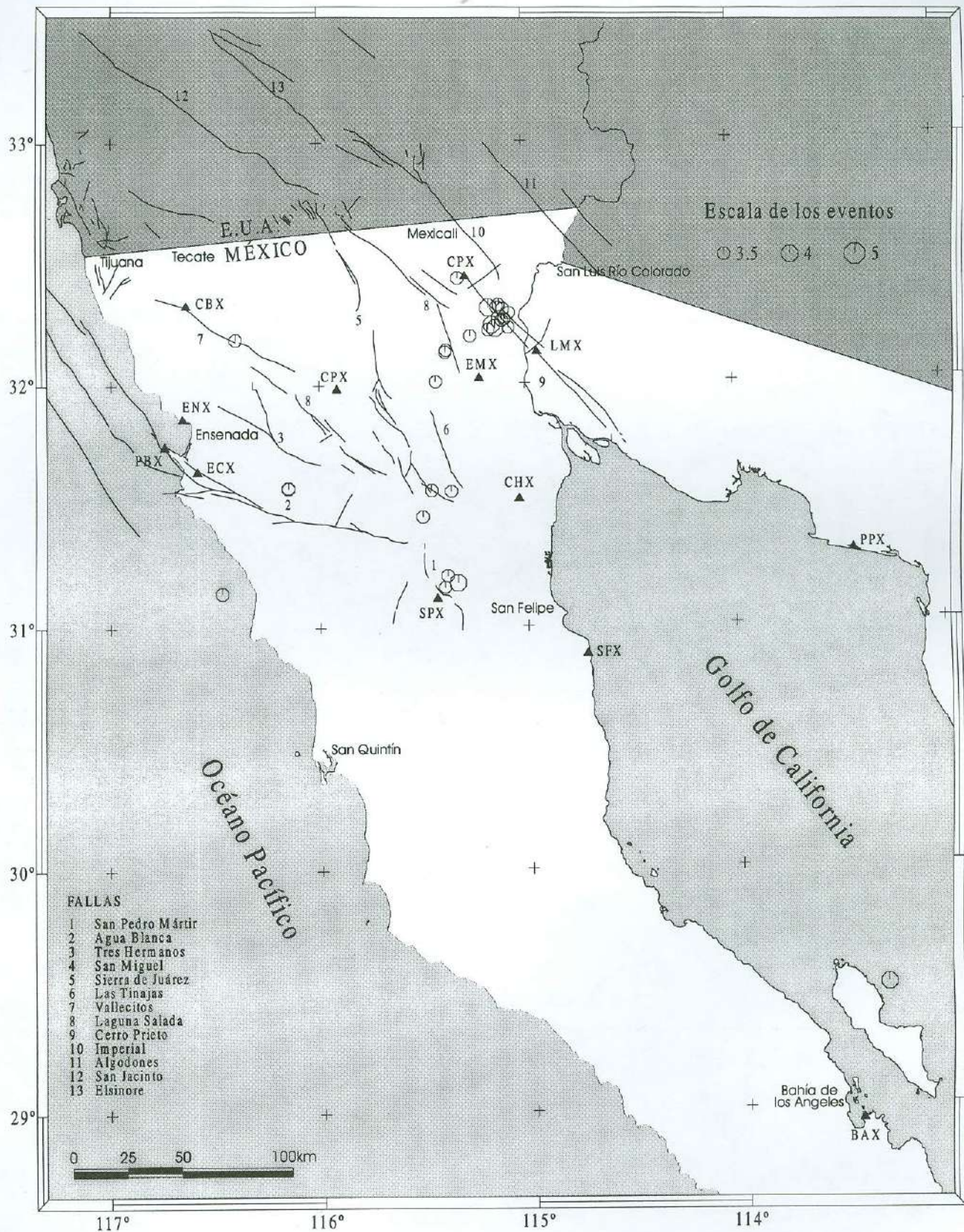
La localización de los temblores se realiza con el programa HYPO71 (Lee y Lahr, 1995), en combinación con los modelos de corteza propuestos por Reyes (1979) para el Valle de Mexicali y por Nava y Brune (1982) para el Macizo Rocoso en Baja California Norte. La profundidad de los eventos (PROF) se reporta en kilómetros y cuando la fija el operador se indica con un asterisco. El error cuadrático medio (RMS) lo calcula el programa HYPO71 con los residuales de los tiempos de viaje. En la tabla de coordenadas epicentrales también se indica el número de lecturas empleadas para la localización de los eventos. La magnitud MD se estima con la duración del registro usando las relaciones empíricas propuestas por González y García (1986).

REFERENCIAS

- González-G., J.J. y García-A. R., 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, p. 399-406.
- Lee, W.H. and Lahr J.C., 1975, HYPO 71 (revised): A computer program for determining hypocenter, magnitude, and first motion pattern of local earthquakes, U. S. Geological Survey, Open-file rept., 75-311.
- Nava, F.A. and Brune J.N. 1982, An earthquake-explosion reversed refraction line in the peninsular ranges of Southern California and Baja California, Bulletin of the Seismological Society of America, 72, 1195-1206.
- Reyes A., 1979, Estudio de microsismicidad del sistema de fallas transformadas Imperial-Cerro Prieto, Informe Técnico GEO79-01, CICESE, 114 p.

GRUPO RESNOM: Cecilio J. Rebollar Bustamante, Luis Orozco León, Julia del Carmen Sánchez Rodríguez, Oscar Gálvez Valdéz, Francisco J. Farfán Sánchez, Ignacio Méndez Figueroa, Luis Inzunza Romero, Ruth Eaton Montañón

TIEMPO			COORDENADAS		PROF.	M _b	RMS	NO	REGIÓN	
DIA	HR	MN	SEG	LAT. N						LON. O
JULIO 1997										
02	00	03	24.45	31°18.05'	115°33.86'	17.18	4.3	0.22	22	Localizado a 28 km al norte de SPX. (norte de la Falla San Pedro Mártir y sentido en San Matías, B.C.).
03	19	17	53.30	32°19.84'	115°26.39'	12.00*	3.5	0.10	13	Localizado a 15 km al suroeste de CPX. (Falla Laguna Salada).
05	12	42	40.20	32°43.62'	115°32.18'	9.00*	3.7	0.14	12	Localizado a 40 km al noroeste de CPX. (sentido en Calexico, CA., EUA, y en la Ciudad de Mexicali, B.C.).
20	12	04	3.15	31°21.10'	115°38.76'	12.77	3.7	0.22	12	Localizado a 36 km al noroeste de SPX. (sur de la Falla Agua Blanca).
26	22	39	54.73	31°16.34'	115°40.06'	11.00*	3.6	0.25	14	Localizado a 31 km al noroeste de SPX. (sur de la Falla Agua Blanca).
31	08	01	30.14	32°31.58'	115°13.25'	9.00*	3.5	0.19	14	Localizado a 14 km al noroeste de CPX. (sur de la Falla Imperial, sentido al este del Valle de Mexicali, B.C.).
31	11	43	26.11	32°32.54'	115°12.22'	15.79	3.7	0.07	14	Localizado a 18 km al noroeste de CPX. (sur de la Falla Imperial, sentido al este del Valle de Mexicali, B.C.).
AGOSTO 1997										
09	23	40	55.25	32°30.88'	115°10.06'	8.00*	3.9	0.16	13	Localizado a 18 km al noroeste de CPX. (sur de la Falla Imperial, sentido en el Valle de Mexicali, B.C.).
10	00	54	07.61	32°29.15'	115°07.22'	8.00*	3.6	0.13	11	Localizado a 19 km al noroeste de CPX. (sur de la Falla Imperial, sentido en el Valle de Mexicali, B.C.).
10	22	09	54.27	32°26.65'	115°09.45'	4.00*	3.5	0.16	12	Localizado a 13 km al este de CPX. (sur de la Falla Imperial, sentido en el Valle de Mexicali, B.C.).
10	22	10	16.98	32°31.36'	115°17.25'	10.37	4.1	0.11	13	Localizado a 12 km al norte de CPX. (suroeste de la Falla Imperial, sentido en la Ciudad y Valle de Mexicali, B.C.).
11	18	44	49.73	32°23.22'	115°07.66'	3.00*	3.6	0.18	14	Localizado a 18 km al este de CPX. (sur de la Falla Imperial, sentido en el Valle de Mexicali, B.C.).
22	19	46	22.23	32°13.21'	115°38.57'	12.00*	3.5	0.07	13	Localizado a 39 km al suroeste de CPX. (entre las Fallas Sierra de Juárez y Laguna Salada).
31	19	19	39.65	32°14.14'	115°38.23'	4.00*	3.7	0.26	16	Localizado a 38 km al suroeste de CPX. (entre las Fallas Sierra de Juárez y Laguna Salada).
SEPTIEMBRE 1997										
13	22	26	35.37	31°56.03'	115°36.30	15.07	3.5	0.12	14	Localizado a 32 km al este de RDX. (norte de la Falla Las Tinajas).
OCTUBRE 1997										
18	02	43	26.45	32°26.05'	115°10.82'	8.25	3.5	0.17	16	Localizado a 10 km al este de CPX. (sur de la Falla Imperial, sentido en el Valle de Mexicali, B.C.).
22	16	36	54.12	31°56.41'	115°45.92'	7.86	3.5	0.09	14	Localizado a 17 km al este de RDX. (Falla Sierra de Juárez).
NOVIEMBRE 1997										
08	16	30	43.76	32°22.77'	115°14.00'	16.01	4.0	0.10	16	Localizado a 8 km al este de CPX. (norte de la Falla de Cerro Prieto, sentido al sur de la Ciudad y Valle de Mexicali).
25	05	00	28.98	32°00.97'	115°43.43'	10.62	3.5	0.14	14	Localizado a 22 km al este de RDX. (Falla Sierra de Juárez).
26	15	38	51.44	29°49.52'	113°33.52'	12.00*	4.9	0.06	14	Localizado a 98 km al norte de BAX. (frente a las costas del Golfo de California).
28	14	51	39.34	32°22.25'	115°17.22'	13.17	3.8	0.08	19	Localizado a 5 km al sur de CPX. (norte de la Falla Cerro Prieto, sentido en el Valle de Mexicali).
DICIEMBRE 1997										
03	04	57	22.97	31°57.82'	116°15.14'	12.82	3.5	0.05	12	Localizado a 18 km al este de PGX. (norte de la Falla San Miguel, sentido en Ensenada, B.C.).
03	23	06	43.17	32°18.89'	116°39.92'	8.00	3.5	7.05	8	Localizado a 2 km al sur de CBX. (Falla Vallecitos, sentido en el Valle de las Palmas).
05	16	25	12.61	31°58.00'	116°15.08'	13.59	3.5	0.08	12	Localizado a 18 km al este de PGX. (norte de la Falla San Miguel, sentido en Ensenada, B.C.).
07	07	15	29.04	31°45.55'	115°50.40'	14.64	3.7	0.17	14	Localizado a 23 km al sur de RDX. (entre las Fallas San Miguel y Sierra de Juárez).
08	05	41	37.25	31°14.31'	116°46.99'	15.10	3.6	0.17	14	Localizado a 50 km al sur de ECX. (frente a las costas de B.C.).
09	01	10	12.87	32°24.31'	115°15.60'	1.00*	4.5	0.16	16	Localizado a 4 km al este de CPX. (norte de la Falla Cerro Prieto, sentido en la planta geotérmica de Cerro Prieto y al sur de Mexicali, B.C.).



ACTA DE LA ASAMBLEA GENERAL DE LA REUNIÓN ANUAL 1997 DE LA UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA

El día 5 de noviembre de 1997, siendo las 15:30 horas, se inició la Asamblea General de la Unión Geofísica Mexicana (UGM) ante un foro inicial de 51 personas y el presidium formado por el Dr. Juan Manuel Espíndola, Presidente, Dr. José Gómez Valdés, Vicepresidente, Dr. Marco Guzmán Speziale, Secretario General, Dr. Juan García Abdeslem, Tesorero y M.C. Luis A. Delgado Argote, Secretario de Difusión, presentando el siguiente:

ORDEN DEL DÍA

I. Informe de actividades 1996-1997 de la UGM, presentado por el Presidente

II. Informe del Tesorero

III. Informe de Difusión

IV. Entrega de premios

V. Elección de Vicepresidente 1998-1999

VI. Asuntos Generales

VII. Presentación del nuevo Presidente

I. INFORME DE ACTIVIDADES

- a) Se retoma la intención de hacer una Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra. Se anuncia que la Sociedad Geológica Mexicana hará la primera, y se plantea que cada cuatro años se haga una Reunión Nacional de Reuniones o Congresos.
- b) Se nombró a Jaime Yamamoto representante de la UGM ante la FESOCIME.
- c) Se hizo una recopilación de la historia de la UGM y de GEOS, que aparecerán en el número de marzo del boletín.
- d) Se recuerda que el Dr. Julián Adem fue nombrado Presidente Honorario Vitalicio y que su nombre debe aparecer en GEOS
- e) Se propone y se aprueba que a los ex-presidentes de la Unión se les exima del pago de la cuota de membresía.

II. TESORERIA

- a) Se están haciendo los trámites para poder efectuar pagos a la Unión a través de tarjeta de crédito.
- b) Se presenta informe financiero en el Anexo 1 de esta Acta.

III. DIFUSION Y EDUCACION

- a) Se publicaron las monografías 3 y 4, "Contribuciones a la Oceanografía Física en México", editada por Miguel Lavín y "Extinción Masiva del Límite Cretácico-Terciario; Mitos y Realidades", editada por Ana Luisa Carreño y Marisol Montellano. Estas publicaciones fueron financiadas

parcialmente por la UGM, Institutos de Geología y Geofísica de la UNAM, CICESE, SEP, Bodegas Santo Tomás y Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma.

- b) Geos se publicó puntualmente con financiamiento total por parte de la UGM y se buscará en uno o dos años que sea incorporada al padrón de revistas emergentes del CONACyT.
- c) Se construyó la página de la UGM, donde se incluye un Directorio de Miembros activos y se promueven las actividades de la Unión.
- d) Se está programando la edición de monografías sobre Ciencias de la Atmósfera y Riesgos Naturales.
- e) Atendiendo al llamado del SNI, se escribió y envió un documento de opinión por parte de la Unión (Anexo 2 de esta Acta).
- f) Se establecieron relaciones con la Comisión de Ciencia y Tecnología de la Cámara de Diputados, a través de la Presidenta de esta comisión, Diputada María de Carmen Díaz Amador, quien dictó una conferencia en la ceremonia inaugural de esta Reunión Anual (el texto del discurso aparece en este número de GEOS).
- g) De acuerdo con lo programado en las reuniones anteriores, se efectuó en Ensenada, Baja California, la Tercera Olimpiada Estatal de Ciencias de la Tierra dirigida a estudiantes de nivel bachillerato.
- h) Se distribuyeron cuestionarios para que se hicieran olimpiadas en otros estados. Miembros de la UGM en Nuevo León, Guerrero y Sonora solicitaron cuestionarios.
- i) Se programaron dos cursos para la Reunión Anual 1997, pero fueron cancelados.

IV. ENTREGA DE PREMIOS

- a. Se nombra a Enrique Gómez Presidente del Comité de Premiación.
- b. Se le entregó la Medalla Mariano Bárcena al Dr. Ernesto Jáuregui Ostos del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, por sus méritos académicos y servicios a la UGM.
- c. Se entregó el premio Francisco Medina 1997 a la tesis de maestría en Oceanografía Física a Sorayda Aimé Tanahara Romero.

d. No hubo propuestas para la Medalla Manuel Maldonado.

V. ELECCION DE VICEPRESIDENTE 1998-1999

Se aprobó que el Presidente entrante elija directamente al Tesorero, Secretario General y Secretario de Difusión y se procedió a la elección de Vicepresidente.

Se registraron los Dres. Fernando García García y Francisco Núñez Cornú, quienes expusieron sus motivos para ser Vicepresidentes de la UGM. Enseguida, se efectuó la votación siguiendo el mecanismo de voto por escrito y se procedió al conteo en la mesa del presidium. El resultado de la votación fue el siguiente:

Fernando García García, 36 votos;
Francisco Núñez Cornú,
19 votos; en blanco, 3 votos; anulados, 1 voto.

VI. ASUNTOS GENERALES

- Se propone que se forme una Asociación de Ciencias de la Tierra para el año 2000.
- Se propone que los premios que otorga la UGM, incluyan medalla y estímulo económico.
- Se hace una invitación para que apoyen a GEOS con artículos.
- Se propuso y se aprobó regresar al hotel Camino Real Puerto Vallarta.
- Se propone que la Mesa Directiva gestione que Geofísica Internacional acepte artículos en español.

VII. PRESENTACION DEL NUEVO PRESIDENTE

El Presidente saliente, Dr. Juan Manuel Espíndola, dio la bienvenida a la nueva Mesa Directiva, agradeciendo la participación de los colegas en las diferentes actividades de promoción y difusión durante el bienio 1996-1997. Acto seguido, el Presidente entrante, Dr. José Gómez dio a conocer a los integrantes de la Mesa Directiva 1998-1999, que quedó integrada de la siguiente manera:

Presidente
Dr. José Gómez Valdés

Vicepresidente
Dr. Fernando García García

Secretario General
Edgar Pavía López

Tesorero
Dr. Josué Alvarez Borrego

Secretario de Difusión
M.C. Luis A. Delgado Argote.

Secretario de Investigación
Dr. Sóstenes Méndes Delgado

Secretario de Educación
M.C. Miguel Rodríguez González

CONSIDERACIONES DE LA MESA DIRECTIVA 1998-1999

Al tomar posesión en la Reunión Anual de 1997, nos comprometimos a tomar como acciones básicas de la nueva mesa directiva los siguientes puntos:

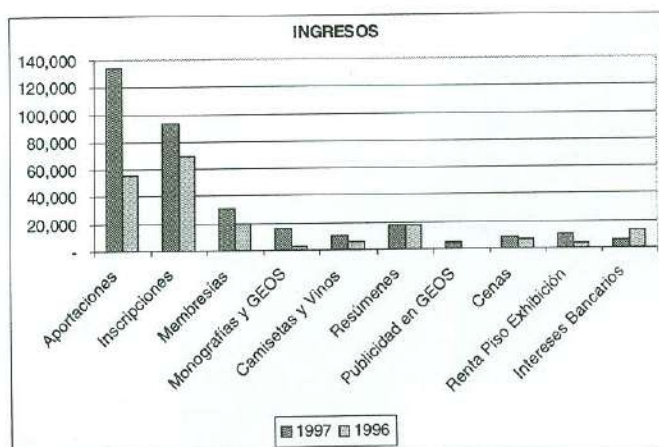
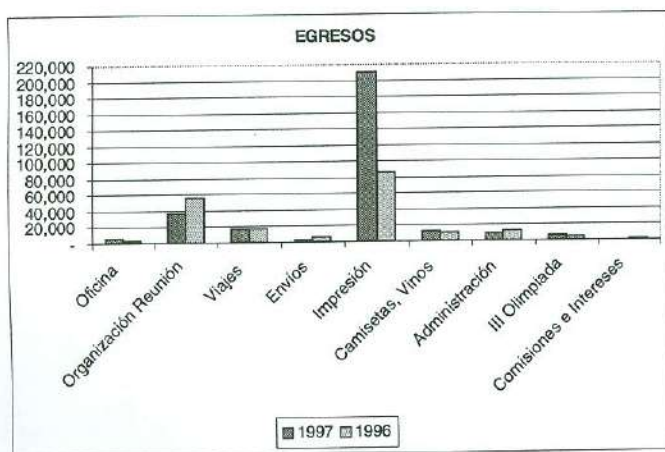
- Hacer ver que las geociencias están en el centro de la problemática nacional (Terremoto 1985, Huracán Paulina 1997, El Niño 1997-98, Popocatépetl 1997-98).
- Hacer de la mesa directiva un órgano colegiado en donde la toma de decisiones se rija por una política de consensos con base en los estatutos vigentes.
- Fortalecer las actividades de la UGM
 - Duplicar el número de miembros.
 - Acercarse a otras instituciones.
 - Mejorar el nivel científico de la reunión anual.
 - Promover la Olimpiada Nacional de Ciencias de la Tierra, para estudiantes a nivel medio superior.
- Apoyar a las revistas Geofísica Internacional y GEOS. Editar más monografías. Actualizar la página en Internet.
- Hacer aún más transparente el manejo de la tesorería.

ANEXO 1: INFORME FINANCIERO DE LA UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA 1997

Saldo del ejercicio anterior en bancos Ensenada	\$ 74,296.95
Saldo efectivo en Ensenada	\$ 4,144.14
Saldo en efectivo en México	\$ 7,412.25
Suma al 31 de diciembre de 1996	\$ 85,853.34
INGRESOS:	\$ 332,498.71
Aportaciones	\$ 134,231.00
Inscripciones Reunión Anual 1997	\$ 92,600.00
Membresías	\$ 31,350.00
Venta de Monografías y GEOS	\$ 16,114.50
Venta de camisetas y vinos	\$ 10,525.00
Resúmenes	\$ 17,800.00
Publicidad en GEOS	\$ 5,000.00
Bonificaciones	\$ 354.20
Cenas	\$ 8,550.00
Renta por piso para exhibición	\$ 10,000.00
Intereses bancarios	\$ 5,974.01
EGRESOS:	\$ 303,924.41
Gastos de oficina (papelería)	\$ 6,261.89
Gastos organización reunión anual 1997	\$ 36,995.45
Gastos de viaje	\$ 18,256.08
Gastos de envío (mensajería y servicios postales)	\$ 3,662.46
Gastos de impresión (Publicidad, GEOS y monografías)	\$ 210,046.00
Gastos varios (camisetas, vinos)	\$ 11,980.16
Gastos de Admon. (apoyo secret., contad., etc.)	\$ 9,800.00
Gastos organización III Olimpiada Estatal	\$ 6,702.37
Comisiones e Intereses pagados	\$ 220.00
SALDO AL 31 DE DICIEMBRE 1997	\$ 114,427.64
Integrado de la siguiente manera:	
Saldo en Bancos en Ensenada	\$ 114,265.45
Saldo en caja chica en Ensenada	\$ 162.19

La labor de promoción y difusión de nuestras actividades realizada por algunos colegas dió frutos. Esta se puede apreciar en las gráficas que muestran, comparativamente, cómo se movieron los recursos de la UGM entre 1996 y 1997, apreciándose una mayor captación en algunos rubros. Resalta el de las *aportaciones*, las cuales fueron, principalmente, otorgadas para la impresión de las monografías, y son producto de la promoción realizada con algunas empresas de la iniciativa privada e instituciones de educación superior. Otro rubro que creció considerablemente es el de las *membresías* el cual esperamos ampliar aún más. Se observa también un crecimiento en el rubro de *inscripciones a la reunión anual*, ya que el número de participantes fue mayor. En lo que concierne a gastos el de *impresión de libros y boletines* se lleva la mayor parte, ya que la cantidad de revistas editadas fue mayor y la calidad considerablemente mejor.

Vaya nuestro reconocimiento a los colegas que colaboraron desinteresadamente. También nuestro agradecimiento a los Institutos de Geología y de Geofísica de la UNAM y al CICESE por el apoyo otorgado para el desarrollo exitoso de las actividades de la UGM.



ANEXO 2. OPINIONES SOBRE EL SISTEMA NACIONAL DE INVESTIGADORES

En respuesta a la convocatoria lanzada por el SNI a la comunidad científica y tecnológica nacional, la Unión Geofísica Mexicana elaboró el siguiente documento a partir de una consulta general durante su Reunión 1997 efectuada en Puerto Vallarta del 3 al 7 de noviembre, el cual fue comentado en Asamblea General:

1. EFECTO EN EL ÁMBITO INSTITUCIONAL

El SNI ejerce una presión constante en la comunidad para que mantenga una productividad alta y para que el personal dedicado a la investigación se esfuerce en alcanzar niveles de doctorado. El ingreso al Sistema depende en gran medida del grado académico de la persona y su permanencia de la productividad individual. La pertenencia al SNI es motivo de prestigio académico, además de ser una necesidad real para que los salarios compuestos de los investigadores alcancen niveles satisfactorios. El efecto de la presión es claro en el ánimo de los investigadores, sin embargo, el análisis de la productividad indica que ésta no se modifica radicalmente bajo el estímulo de la presión. Es probable que para muchos académicos sea mayor el desaliento producto de no poder ingresar al Sistema o ser expulsado de éste, que el estímulo causado por pertenecer al Sistema.

En particular, habrá que revisar seriamente si es absolutamente necesario que los miembros del SNI tengan el más alto grado académico para garantizar su permanencia, o bien, si su quehacer en la investigación, en el desarrollo de infraestructura, en la formación de recursos humanos y en la divulgación de la ciencia deben normar el criterio de ingreso y permanencia.

La mayoría de las instituciones donde se hace investigación en Ciencias de la Tierra están en desarrollo y el número de especialistas es pequeño, de manera que al elegir al personal que desempeñará las funciones académico-administrativas, normalmente se nombra a investigadores de mayor prestigio y más activos que, al asumir su nueva responsabilidad, descuidará parcialmente su trabajo de investigación. Para evitar que estos investigadores pierdan los derechos que el SNI otorga por cumplir con sus obligaciones institucionales, es deseable que se considere su estatus académico-administrativo en el momento de ser evaluados y que no repercuta en sus relaciones al interior de las instituciones.

2. EFECTO SOBRE EL DESARROLLO DE LA DISCIPLINAS

No existe un efecto aparente en vista de que el SNI no repercute directamente en el desarrollo de disciplinas nuevas las cuales requieren de tiempo para consolidarse y generar productos de excelencia.

3. EFECTO SOBRE LA EDUCACIÓN SUPERIOR

En vista de que la educación consume mucho tiempo de los investigadores, ya sea en horas-pizarrón o en el entrenamiento en laboratorios y en la adquisición de datos en el campo, la tendencia general es la de prestar mayor atención en las actividades de investigación directa cuyo producto sea un artículo. El único efecto directo que se puede observar es sobre aquellos estudiantes de doctorado, ya entrenados, que han ingresado como candidatos.

4. REPERCUSIÓN EN LA CARRERA ACADÉMICA

No sólo es gratificante pertenecer al SNI, sino económicamente necesario. En vista de que los salarios nominales son bajos en prácticamente todas las instituciones de educación superior estatales, son varios los casos de investigadores que, ante la imposibilidad o dificultad de ingresar tempranamente en el SNI, optan por dedicar más tiempo a la investigación de servicio y consultoría, que a la de investigación básica.

5. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Es claro que cada disciplina científica tiene ritmos distintos en la adquisición de datos, análisis y presentación de resultados. En las Ciencias de la Tierra, la adquisición de datos es lenta y con frecuencia está determinada por las condiciones climáticas, accidentes instrumentales y, con frecuencia, la obtención oportuna de permisos gubernamentales para llevar a cabo ciertos experimentos. En condiciones óptimas, los experimentos y las mediciones en el campo se efectúan una sola vez. Además, a pesar de que existen modelos generales de "comportamiento" del medio terrestre sólido o fluido, cada región de trabajo tiene características propias que requieren de un modelado *ad hoc*. Así, un objeto de trabajo como la Tierra, requiere de varios períodos y de varios niveles de observación para resolver las preguntas que sobre éste se plantean.

Se recomienda que los criterios de evaluación de las investigaciones en estos campos sean dados por especialistas con amplia experiencia en el diseño y desarrollo de proyectos. Es injusto que a un grupo de investigadores que requieren un largo período de tiempo para llevar a cabo uno o varios experimentos relacionados, se les exijan resultados concretos en tiempos breves, digamos, los equivalentes a los tres años de duración del contrato individual.

A pesar de que los criterios de evaluación parecen estar relacionados con los rubros de los formatos, existen dudas generales acerca del peso específico que cada uno tiene. Esto es, ¿para asegurar la pertenencia en el SNI se le debe dar más importancia a una ocupación que a otra? De ser así, ¿no se estará determinando la actividad de los investigadores?

Es deseable que algunos de los criterios de evaluación y el peso específico de los rubros sean definidos por las sociedades científicas al margen de los posibles intereses institucionales.

6. PROCESO DE EVALUACIÓN

Se desconoce casi totalmente el proceso de evaluación. Es recomendable que el Sistema también haga una consulta a las sociedades científicas para aumentar en lo posible el número de candidatos para formar las comisiones evaluadoras. Se recomienda también que los miembros de las comisiones sean investigadores en activo, que no hayan desempeñado un puesto directivo en los últimos tres años y que no se encuentren en período sabático o cumpliendo alguna comisión fuera del país.

7. FUNDAMENTACIÓN DEL DICTAMEN

Si los elementos para validar los dictámenes son los distintos rubros de actividades (artículos, graduados, etc.), entonces hay un desconocimiento general acerca del peso específico para cada uno de los elementos.

8. CLASIFICACIÓN DE CATEGORÍAS Y NIVELES

Considerando que un candidato puede permanecer en esa categoría hasta 5 años, en general parecen adecuados los períodos de maduración. Sin embargo, existen casos en los que la maduración se detiene y debe plantearse la posibilidad de permanencia indefinida en alguna categoría.

9. GESTIÓN DE LOS PROCESOS

Es evidente que la administración del Sistema es cada vez más eficiente.

10. OTROS ASPECTOS

Se considera que si una persona ha tenido los méritos suficientes para ingresar al Sistema, su currículum lo respalda para que permanezca, independientemente de su edad o algún otro criterio. La acción de expulsar a un investigador del Sistema se interpreta como un castigo por no poder mantener un ritmo de crecimiento, sin considerar el ambiente en el que se encuentre. Es sano premiar el crecimiento, por lo tanto, se considera conveniente hacer crecer al propio Sistema estimulando al mayor número de investigadores posible.

Si los requisitos para ingresar al Sistema Nacional de Investigadores se endurecen, será necesario crear entonces otros Sistemas, en donde tengan cabida los técnicos de alto nivel que tanto requiere la investigación y los educadores especializados que prepararán a los futuros investigadores.

En vista de que la beca del Sistema es una parte real del salario, es deseable un pago adicional al final del año similar al aguinaldo, así como la inclusión de los familiares directos en el seguro médico.

Luis A. Delgado Argote
Secretario de Difusión
ugm@cicese.mx

HISTORIA BREVE DE LA UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA

Para un buen número de los miembros de la Unión Geofísica Mexicana A.C. la reunión de 1981 en Manzanillo parece haber sido ayer; sin embargo han transcurrido ya más de 15 años. Desde esa fecha hasta el presente, la organización de la Unión se ha dado gracias a la colaboración altruista de un grupo de sus miembros, que han cedido parte de su tiempo para colaborar en nuestras actividades, y al entusiasmo con que la mayoría ha participado en las mismas. Por esta razón, distamos de poseer un archivo ordenado y completo de nuestras actividades como es el caso de otras sociedades con mayores recursos materiales. A pesar de esto, durante este tiempo la existencia de la Unión se ha visto completamente justificada y sus tareas llenan ya un pequeño capítulo en la historia de las Ciencias de la Tierra en nuestro país. No es por lo tanto deseable que perdamos la memoria de estos sucesos puesto que hacerlo fragmentaría la continuidad de nuestra labor y faltaríamos a la justicia olvidando la contribución de mucha gente que ha dedicado parte de su tiempo a nuestra sociedad, labor que es pocas veces reconocida. Tal reconocimiento debiera darse, al menos por nosotros mismos, porque la Unión Geofísica Mexicana no ha tenido mayor pretensión que la académica. Resulta así, una buena muestra de organización autónoma basada en las relaciones científicas y de amistad de pares y colegas en las Ciencias de la Tierra. Esperemos que las actividades realizadas hasta ahora constituyan un buen punto de partida para que la UGM alcance su máximo potencial.

En el presente manuscrito se han recopilado los principales datos y documentos de la Unión. Consideramos que los hechos principales sobre nuestra asociación están contenidos en el mismo; sin embargo podría contener algunas imprecisiones u omisiones que es necesario subsanar para contar con una memoria más completa y precisa. Por este motivo consideramos el presente trabajo solamente como un marco de referencia para la redacción final de lo que sería una versión definitiva e invitamos a los miembros de la UGM a contribuir con sus observaciones, recuerdos y documentos para la reconstrucción de la historia de la Unión, misma que podría ser publicada posteriormente en las páginas de **GEOS**. La parte sobre las actividades de la Unión se redactó a partir de los artículos que sobre el tema escribió Don Julio Monges, y que aparecieron en los números 1 a 3 del volumen 6, (1986) de **GEOS**, el resto se obtuvo de otros números de nuestro boletín así como de los recuerdos personales de algunos colegas.

Por la Mesa Directiva 1995-1997
Juan Manuel Espíndola Castro
Presidente

LOS INICIOS (EPOCA I)

Con la iniciativa y el entusiasmo de los doctores Julián Adem Chain y Manuel Maldonado Koerdell y bajo los auspicios del Instituto de Geofísica, a las 4:15 p.m. del 15 de noviembre de 1960, fue creada la Unión Geofísica Mexicana en el salón de conferencias del Instituto de Geofísica (Torre de Ciencias) de la Universidad Nacional Autónoma de México. A este acto asistieron unas 50 personas.

El acta de sesión de creación de la Unión Geofísica Mexicana hace la siguiente reseña: "El Dr. Adem hizo una corta exposición de las ventajas que traería a los investigadores nacionales y extranjeros que se afiliaran al nuevo grupo para la creación de la Unión Geofísica Mexicana, la cual vendría a contribuir al estímulo, coordinación y difusión de los resultados de sus trabajos, tanto en el país como en otras naciones. Por aprobación unánime, al terminar su exposición de motivos y agradecer la asistencia de los

presentes a la Sesión de Organización, se le nombró Presidente de Debates y se pasó a la discusión del Proyecto de Estatutos de la Unión Geofísica Mexicana que se había distribuido previamente, proponiendo el Ing. Manuel Medina Peralta que se tomase la lista de los asistentes para considerarlos como Miembros Fundadores.

El Dr. Adem leyó los artículos de dicho proyecto de estatutos, ofreciendo después de la lectura de cada artículo la palabra a los asistentes para observaciones o modificaciones. Con pocos cambios que se discutieron y aceptaron y que se encuentran incorporados en los Estatutos de la Unión Geofísica Mexicana, los artículos fueron aprobados y sólo se agregó uno transitorio, el cual consta también en el texto oficial. Posteriormente se pasó a la elección de la Mesa Directiva de la Unión Geofísica Mexicana, designándose a las siguientes personas:

Julián Adem Chain
Presidente

Antonio García Rojas
1er. Vicepresidente

Ernesto Domínguez
2do. Vicepresidente

Manuel Maldonado Koerdell
Secretario general

Herminio Cepeda
Tesorero

Vocales:

Manuel Medina Peralta
Geodesia y Gravimetría

Anselmo Chargoy
Geomagnetismo y Aeronomía

Jesús Figueroa
Sismología

Gordon W. Groves
Oceanografía Física

Alfonso de la O Carreño
Hidrología

Pedro Mosiño Alemán
Meteorología

Federico Mooser
Vulcanología

Rafael Molina Berbeyer
Geoquímica y Geocronología

Ricardo Monges López
Espacio Exterior

Con base en el Artículo Transitorio de los Estatutos de la Unión Geofísica Mexicana, aprobados con esta fecha y en reconocimiento a sus muchos méritos y servicios prestados a la investigación científica, a la enseñanza y a la dirección del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México, se otorgó el nombramiento de Presidente Honorario de la misma corporación al Ing. Ricardo Monges López.

Finalmente, se declaró instalada la Mesa Directiva de la Unión Geofísica Mexicana y no habiendo más asuntos por tratar se levantó la sesión a las 19:20 hrs.

A continuación se presenta la lista de asistentes a la sesión constitutiva de la Unión Geofísica Mexicana:

Dr. Julián Adem
Sr. Román Álvarez Bejar
Sr. Rafael Acosta Ruíz
Ing. Jesús Basurto García
Sr. Gustavo Camacho Gurza
Sr. Herminio Cepeda Guzmán
Sr. Homero Jiménez Domínguez
Ing. Luis E. Lara Trujillo
Prof. Pedro Lezama y Noriega
Arqueól. José Luis Lorenzo
Ing. Cayetano V. Lugo
Dr. Manuel Maldonado Koerdell
Sr. Rafael Márquez Calderón
Sra. Celia Montero de Valdivieso
Dr. José Merino y Coronado
Sra. Marta Mejía de Valle
Sr. Jacobo Melcer Zaiane
Ing. Manuel Medina Peralta
Ing. Ricardo Monges López
Sr. Julio Monges Caldera
Met. Pedro A. Mosiño Alemán
Ing. Federico Mooser
Sr. José Luis Ottalengo Lara
Sr. Raúl Ocampo Torrea
Sr. Santiago Ordóñez Unda
Ing. Eduardo Paquentín

Ing. Manuel L. Perusquía
Met. Emilio Pérez Siliceo
Sr. Rubén Rosas Román
Sr. Luis Guillermo Rosado Pastrana
Sr. José L. Rosales
Sra. Lucila Sánchez de Camacho
Sr. Eduardo Salyano Jaramillo
Dr. Etienne J.P. Stretta
Ing. Horacio Vázquez Glumer
Sr. Raciél Zamorano Figueroa
Sr. Enrique C. Sánchez de la Barquera
Ing. Carlos Cañón Amaro
Ing. Alfonso Contreras Arias
Prof. Anselmo Chargoy Morales
Sr. Ricardo Corona de la vega
Ing. Ernesto Domínguez
Mat. Manuela Garín de Alvarez
M. en C. Ruth Gall
Ing. Francisco Grível Piña
Dr. Gordon W. Groves
Sr. Héctor Hernández Argandar
Ing. Guillermo Hernández Moedano
Sr. Leoncio Hernández Iñiguez
Sr. Raymundo Huizar
Ing. Ernesto Jáuregui O.

Una vez establecida la Unión Geofísica Mexicana y aprobados sus estatutos se procedió con el mismo entusiasmo a organizar su primera reunión anual, a la publicación de su primer Boletín y el primer número de la Revista Geofísica Internacional.

En la sesión del día 9 de junio de 1961, la Mesa Directiva de la Unión Geofísica Mexicana acordó llevar a cabo la Primera Reunión Anual en el Puerto de Veracruz, la cual tuvo lugar del 2 al 6 de octubre de dicho año.

El Comité Organizador quedó integrado por las siguientes personas:

Julián Adem
Gordon W. Groves
M. Maldonado Koerdell
Pedro Mosiño

Un Comité Local encabezado por el Segundo Vicepresidente Sr. Ernesto Domínguez se encargó de organizar las actividades sociales en el Puerto de Veracruz.

Los programas de actividades y los resúmenes de las conferencias y trabajos de la Primera Reunión Anual de la UGM

aparecieron en el Vol. I, No. 2 del Boletín de la Unión Geofísica Mexicana.

La Mesa Directiva de la UGM, en su sesión del 18 de junio de 1962, acordó convocar a la Segunda Reunión Anual, escogiéndose a la Ciudad de Puebla como sede de este evento y a cuyo fin se fijó el período del 27 al 30 de agosto de 1962.

Se solicitó y obtuvo la colaboración del Gobierno del Estado y de las Autoridades de la Universidad Autónoma de Puebla, así como a un grupo de personas encabezado por Don Domingo Taboada de esa ciudad, quienes dieron su entusiasta acogida y hospitalidad.

El Comité Organizador quedó integrado por las siguientes personas:

Ricardo Monges López
Manuel Medina Peralta
Pedro A. Mosiño Alemán

y el Comité local por :

Domingo Taboada
Presidente
A. Camarillo
Vicepresidente

En el Vol. 2, No. 1 del Boletín de la UGM aparecen el programa de actividades y los resúmenes de los trabajos de esta segunda reunión.

La Tercera Reunión Anual tuvo lugar en la Ciudad de México del 6 al 12 de junio de 1963 bajo el patrocinio de la Sociedad Meteorológica Americana, de la Unión Geofísica Mexicana y de la Unión Geofísica Americana y llevó como nombre: Tercera Conferencia Técnica sobre Huracanes y Meteorología Tropical.

Los programas de las sesiones y los resúmenes de los trabajos fueron publicados en el Vol. 2, No. 2 del Boletín de la UGM. Estos últimos fueron publicados íntegramente en la revista Geofísica Internacional.

La Mesa Directiva de la Unión Geofísica Mexicana, en su sesión del 17 de junio de 1964, acordó convocar a la cuarta Reunión Anual, habiéndose escogido la ciudad de Hermosillo, Sonora como sede de este evento para el periodo del 9 al 13 de marzo de 1965.

Al efecto, se solicitó y obtuvo la colaboración del Gobierno del Estado y las Autoridades de la Universidad de Sonora, así como de un grupo de personas radicadas en dicha localidad. Los comités organizadores respectivos estuvieron constituidos de la siguiente forma:

Comité Organizador de la UGM:

Ricardo Monges López
Pedro A. Mosiño Alemán
Manuel Medina Peralta
Manuel Maldonado Koerdell

Comité Organizador local:

Manuel Puebla Peralta
Ramón Fernández González
Gonzalo Bustillo Seynez
Manuela Garín de Alvarez

Los programas de actividades y los resúmenes de los trabajos de la Cuarta Reunión Anual fueron publicados en el Vol. 3, No. 1 del Boletín de la UGM.

La siguiente reunión anual se llevó a cabo hasta 1972 en la Ciudad de México los días 22 a 25 de febrero, en Ciudad Universitaria, formando el Comité Organizador las siguientes personas:

Pedro A. Mosiño Alemán
Presidente

Ricardo Monges López
Manuel Maldonado Koerdell

Como se había discontinuado la publicación del Boletín, se hizo una publicación de 49 páginas que dice en la portada:

*Unión Geofísica Mexicana
Reunión Anual 1972
Programa y Resúmenes
México*

En dicha reunión hubo elecciones para la Mesa Directiva, siendo nombradas las siguientes personas:

Julián Adem
Presidente

Carlos Núñez Arellano
1er. Vicepresidente

Agustín Ayala Castañares
2do. Vicepresidente

Pedro A. Mosiño
Secretario General

Herminio Cepeda
Tesorero

Vocales:

Manuel Medina Peralta
Geodesia y Gravimetría

Anselmo Chargoy
Geomagnetismo y Aeronomía

Jesús Figueroa Abarca
Sismología

Ignacio Galindo E.
Meteorología

Luis del Castillo G.
Geofísica de Exploración

Nicolás Grijalva
Oceanografía

Federico Mooser
Vulcanología

Rafael Molina Barbeyer
Geoquímica y Geocronología

Ruth Gall
Espacio Exterior

En 1973 la reunión anual tuvo lugar los días 29 de mayo a 3 de junio en la Ciudad de Ensenada. No hacía mucho tiempo se había fundado el Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE) y aunque la reunión tuvo lugar en el hotel Travel Lodge, en cierta forma fue aquella joven institución la anfitriona de la Unión. La reunión, durante la cual se presentaron 63 trabajos, fue apoyada por el Gobierno del Estado, el CONACyT y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Su organización estuvo a cargo de:

Luis del Castillo G.
Nicolás Grijalva Ortiz
Pedro A. Mosiño Alemán
Netzahualcóyotl Vélez Sobrino

La siguiente reunión se llevó a cabo los días 4 al 8 de noviembre de 1974 en el

Auditorio de la Facultad de Ciencias de Ciudad Universitaria en la Ciudad de México, en aquella ocasión el Comité Organizador estuvo constituido por:

Luis del Castillo G.
Coordinador General

Pedro A. Mosiño Alemán
Herminio Cepeda
Finanzas

La reunión de 1976 se llevó a cabo en S.L.P., en el Auditorio de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, los días 9 al 12 de noviembre.

El comité organizador fué:

Luis Del Castillo G.
Presidente

Pedro Mosiño Alemán
Secretario

David J. Terrell
Vocal

Herminio Cepeda
Tesorero

En esta ocasión la Universidad Autónoma de San Luis Potosí nombró una comisión coordinadora que estuvo integrada por las siguientes personas:

Eugenio Pérez Molphe
Director del Instituto de Geología y Metalurgia

Joel Cisneros P.
Director de la Escuela de Física

José Santos Martínez
Coordinador de Ingeniería Geológica de la Escuela de Ingeniería

Juan de Dios Pérez M.
Escuela de Astronomía

El 14 de diciembre de 1976, en el Auditorio del edificio II del Instituto de Geofísica de la UNAM se efectuó una Asamblea Ordinaria para nombrar la Mesa Directiva de la Unión Geofísica Mexicana. La Mesa Directiva elegida quedó constituida de la siguiente manera:

Julián Adem
Presidente

A. Deza
1er. Vicepresidente

C.S. Galindo
2do. Vicepresidente

Luis Del Castillo
Secretario General

Herminio Cepeda
Tesorero

Héctor Pérez De Tejada
Espacio Exterior

J. Héctor Sandoval
Exploración

David J. Terrell
Geocronología

Julio Monges
Geodesia y Gravimetría

Anselmo Chargoy
Geomagnetismo y Aeronomía

Manuel Molina Barbeyser
Geoquímica

Emigdio Z. Flores
Hidrología

Sergio Serra Castelán
Meteorología

Nicolás Grijalva
Oceanografía

Jesús Figueroa
Sismología

Federico Mooser
Vulcanología

Ernesto López Ramos
Geodinámica

Lautaro Ponce
Educación

noviembre de 1975 y en la Ciudad de México, los días 11 al 13 de mayo de 1976

ÉPOCA II

Desafortunadamente en 1977 renunciaron a la Mesa Directiva de la UGM tanto el Dr. Julián Adem como otros miembros de la Mesa Directiva. Esta situación condujo a una virtual desintegración de la Mesa y a la consiguiente suspensión de las actividades de la Unión. Sin embargo a finales de los años 70 y principios de los 80, las Ciencias de la Tierra en nuestro país habían experimentado un cambio en lo que respecta a sus recursos humanos. Una nueva generación de investigadores se había reintegrado a los institutos de la UNAM y del CICESE, a la vez que se formaban o robustecían otros grupos en instituciones como la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, la Universidad Autónoma de Nuevo León y la Universidad Autónoma de Baja California Sur, por mencionar algunas.

A finales del año 1979 surgió la inquietud entre el personal académico del Instituto de Geofísica por reactivar las actividades de la Unión. El Colegio del Personal Académico nombró una comisión para consultar con los miembros de la Mesa Directiva las posibilidades de convocar a nuevas elecciones. Sin embargo, fue pronto claro que aún los miembros de la Mesa Directiva que no habían renunciado, lo habían hecho de facto, y no consideraban pertenecer a dicha Mesa. En estas circunstancias el Colegio del Personal Académico del Instituto de Geofísica citó a todas las personas interesadas a una asamblea general el día 15 de febrero de 1980 con el objeto de tomar una resolución ante esta situación.

En dicha asamblea, a la que también concurrieron un gran número de miembros del personal académico del Centro de Ciencias de la Atmósfera y de los Institutos de Geología, Ingeniería y Ciencias del Mar y Limnología, se tomaron las resoluciones siguientes: 1) Preparar una reunión nacional de trabajo, en la cual se incluiría una mesa especial para discutir la reestructuración de la Unión y su eventual

reactivación y 2) integrar un comité que tomara la dirección de la Unión hasta nuevas elecciones.

El Comité Directivo quedó integrado por las siguientes personas:

Dr. Saúl Álvarez Borrego (CICESE)
Dr. Agustín Ayala Castañares (ICML)
Dr. Ignacio Galindo Estrada (IGF)
Dr. Ismael Herrera Revilla (IIMAS)

Para la organización de los eventos que debían concluir con la celebración de la reunión propuesta, se procedió a formar una secretaría ejecutiva que estuvo integrada por los siguientes colegas:

Sonia Salazar (IGF-UNAM)
Francisco Medina Martínez (IGF-UNAM)
Juan Antonio Madrid (CICESE)
Gustavo Calderón Riveroll (IOM)
Juan Manuel Espíndola Castro (IGF-UNAM)
Rafael Márquez (IIE)

Fue esta secretaría la que fungió de facto como comité organizador de la reunión acordada. Es importante destacar el entusiasmo con que el comité arriba nombrado acometió la empresa de preparar lo que sería la primera reunión de nuestra segunda época. En particular es de destacarse la labor de nuestro desaparecido colega y amigo Francisco Medina quien consideró siempre como de gran importancia que nuestro país contara con una sociedad científica en Ciencias de la Tierra. De su esfuerzo dependió el éxito logístico de aquella primera reunión y de muchas posteriores. Es también importante hacer notar la entusiasta respuesta que otorgaron a la reestructuración de la UGM y por ende a la Reunión de Manzanillo, los colegas de los diferentes centros de investigación en Ciencias de la Tierra de nuestro país.

Para facilitar la comunicación entre los que habrían de ser nuevos miembros de la UGM, Francisco Medina fundó en 1980 el boletín GEOS, cuyo primer número apareció en julio de ese año.

La reunión tuvo lugar finalmente en el Puerto de Manzanillo, los días 6 al 9 de mayo de 1981 y además de congregarse a cerca de 200 participantes, se celebró una

La Unión Geofísica Mexicana fue co-organizadora, junto con el Consejo de Ciencia del Canadá, la Sociedad de Meteorología Canadiense, la Sociedad Meteorológica Americana, el Instituto de Geofísica de la UNAM y el CONACyT, de las reuniones sobre Fluctuaciones Climáticas y su impacto en las actividades humanas, que se llevaron a cabo en Ontario, Canadá, los días 17 al 22 de

asamblea general en la que se discutió el procedimiento para reactivar a la UGM. La asamblea, que estuvo presidida por Francisco Medina, Sonia Salazar y Juan Manuel Espíndola, acordó elegir una mesa directiva provisional que estuvo formada por los siguientes colegas:

Ismael Herrera Revilla
Director

Mauricio de la Fuente Duch
Alejandro Nava Pichardo
Juan Manuel Espíndola
Francisco Medina
Editores de GEOS

La asamblea encomendó a esta Mesa, tanto la organización de una nueva reunión para el año de 1982, como la elaboración de unos nuevos estatutos. Entre estas tareas la Mesa Directiva procedió a la legalización ante notario de la existencia de la Unión, trámite que nunca había sido llevado a cabo. Para este efecto se adjuntaron los estatutos vigentes desde la constitución de la Unión. A partir de esta fecha, el nombre legal de la UGM es el de Unión Geofísica Mexicana A.C.

Ese mismo año de 1982, la Mesa Directiva elaboró un nuevo proyecto de estatutos, mismo que fue distribuido para su consideración por los miembros en el mes de octubre de ese año.

La reunión de 1982 de la UGM, que debía realizarse del 8 al 12 de noviembre en las instalaciones de la UNAM en Ciudad Universitaria, fue pospuesta a causa de la huelga del Sindicato de Trabajadores de la UNAM. La reunión tuvo lugar los días 16 al 30 de Mayo de 1983 en el Auditorio Justo Sierra de la UNAM. Dada la improcedencia de celebrar una segunda reunión ese mismo año, se consideró a esta misma como Reunión 1982-83. Durante la asamblea se discutieron los estatutos y se procedió a aprobarlos en lo general a la vez que se propusieron algunos cambios, entre otros, el de aumentar la duración de la mesa directiva a 2 años.

Se presentaron 115 trabajos, durante la asamblea se celebraron elecciones y en ella se eligió una nueva Mesa Directiva de acuerdo con los lineamientos de los nuevos estatutos que establecían una nueva composición para la misma. Durante esta

asamblea se eligieron por única vez al presidente y vicepresidente, ya que los nuevos estatutos establecen que el cargo de presidente es ocupado automáticamente por el vicepresidente. Así, la nueva mesa directiva quedó compuesta por:

Mesa Directiva mayo 1983 a
noviembre 1984

Héctor Pérez de Tejada (IGF)
Presidente

Federico Sabina Ciscar (IIMAS)
Vicepresidente

Francisco Medina Martínez (IGF)
Secretario General

Javier Otaola Lizarzaburu (IGF)
Tesorero

Secretarios:

Julián Adem Chain (CCA)
Investigación

José Frez (CICESE)
Docencia

Juan Manuel Espíndola Castro (IGF)
Difusión

Vocales:

Luis Munguía (CICESE)
Noroeste

José L. Comparán (UANL)
Noreste

Enrique Lima (IGF)
Centro

Atendiendo a la amable invitación de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, la Reunión 1984 se efectuó del 12 al 16 de noviembre en las instalaciones de esa Universidad en la Ciudad de La Paz, B.C.S., se presentaron 165 trabajos. Para dicha reunión se formó el siguiente comité organizador:

Julián Adem (CCA-UNAM)
Saúl Alvarez (CICESE)
U. Ceceña (UABCS)
R. Cruz Orozco (UABCS)
Juan M. Espíndola (IGF-UNAM)
Ismael Herrera (IGF-UNAM)
Francisco Medina (IGF-UNAM)
H. Pérez de Tejada (IGF-UNAM)

Javier Otaola (IGF-UNAM)
Federico Sabina (IIMAS-UNAM)

Durante dicha reunión se eligió nuevo Vicepresidente, así como el resto de los cargos de la Mesa Directiva que de esta manera quedó compuesta por :

Mesa Directiva noviembre 1984 a
noviembre 1985

Federico J. Sabina (IIMAS)
Presidente

Jaime Urrutia Fucugauchi (IGF)
Vicepresidente

David Terrell (IGF)
Secretario General

Javier Otaola (IGF)
Tesorero

Secretarios:

Mario Martínez (CICESE)
Investigación

Francisco Suárez (CICESE)
Docencia

Ruth Gall
Juan Manuel Espíndola (IGF)
Difusión

Vocales:

Francisco Medina (IGF)
Noroeste

Héctor López Loera (IGF)
Noreste

Carlos Gay (IGF)
Centro

La Reunión 1985 se llevó a cabo en la ciudad de Oaxaca con apoyo del Instituto Tecnológico de Oaxaca y el Gobierno del Estado. Durante la misma, se presentaron 155 trabajos en una serie de sesiones entre las que cabe destacar el simposio especial sobre el sismo de Michoacán que había causado estragos ese mismo año. Se llevó, además, a cabo la Asamblea General en la que se tomaron varias resoluciones y se eligió una nueva mesa directiva. Entre las resoluciones cabe destacar el nombramiento del Dr. Julián Adem como presidente honorario vitalicio y la aprobación de la ampliación de la duración

de la mesa directiva a dos años. La Mesa Directiva electa quedó constituida de la siguiente manera:

Mesa Directiva noviembre 1985 a noviembre 1987:

Jaime Urrutia Fucugauchi (IGF)
Presidente

David J. Terrell (IGF)
Vicepresidente

Mario Martínez García (CICESE)
Secretario General

Javier Otaola (IGF)
Tesorero

Secretarios:

José Francisco Valdés (IGF)
Difusión

Luis Munguía Orozco (CICESE)
Investigación

René Chávez (IGF)
Docencia

Vocales:

Raúl Castro Escamilla (CICESE)
Centro

Javier González García (CICESE)
Noroeste

Juan Berlanga
Noreste

Silvia Bravo (IGF)
Editor de **GEOS**

La Reunión 1986 tuvo lugar en Morelia, Michoacán y durante la misma se presentaron 180 trabajos. En la Asamblea General se discutieron algunos aspectos referentes a nuestras revistas y se aprobó la publicación de un manifiesto de la Unión expresando su interés en que las autoridades pertinentes tomaran la experiencia del sismo de 1985 para hacer una mejor evaluación del riesgo sísmico en el país. Dicho manifiesto, conocido como la Declaración de Morelia fue publicado en los diarios de mayor circulación.

La Reunión 1987 tuvo lugar en Ensenada, B.C. y durante la misma se

presentaron 225 trabajos. Esta reunión fue organizada por un grupo de colegas de Ensenada entre los que cabe destacar a Francisco Medina, Mario Martínez, José Manuel Romo y Javier González. Durante la Asamblea General se le entregó una preseña especial a Francisco Medina en reconocimiento por sus esfuerzos en favor de la Unión y se eligió nueva Mesa Directiva, que quedó constituida de la siguiente manera:

Mesa Directiva noviembre 1987 a noviembre 1989:

David J. Terrell (IGF)
Presidente

Mario Martínez García (CICESE)
Vicepresidente

José Francisco Valdés (IGF)
Secretario General

Nuria Segovia (ININ)
Tesorero

Secretarios:

Sonia Salazar (IGF)
Difusión

Héctor Pérez de Tejada (IGF)
Investigación

Vocales:

José Luis Comparán (UANL)
Norte

José M. Romo Jones (CICESE)
Noroeste

Jorge Nieto (FI-UNAM)
Centro

José Romeo León Vidal
Sur

Durante la Reunión 1988, celebrada del 7 al 11 de noviembre, fuimos huéspedes de la Universidad de Colima y se contó con el apoyo de esta institución y el Gobierno de Estado. La reunión tuvo lugar en las instalaciones de la Universidad en la Ciudad de Colima, se presentaron 180 trabajos y estuvo organizada por:

David J. Terrell
José Francisco Valdés

Francisco Núñez Cornú

por parte de la UGM y un comité local en el que cabe destacar a:

Guillermo Castellanos
Gustavo Calderón
Gilberto Ornelas
Gabriel Reyes

Durante la reunión el Secretario General, José Francisco Valdés presentó su renuncia al cargo y fue sustituido por Francisco Núñez Cornú, electo durante la asamblea.

Para la Reunión 1989 contamos con el decidido apoyo de la Universidad Autónoma de Morelos, y las autoridades municipales de la Ciudad de Cuernavaca, donde tuvo lugar la reunión. También colaboraron ampliamente colegas del Instituto de Investigaciones Eléctricas, entre los que recordamos a Rosa María Barragán. Durante la reunión celebrada los días 13 al 17 de noviembre, se presentaron 195 trabajos. Durante la asamblea resultó electa la siguiente Mesa Directiva:

Mesa Directiva noviembre 1989 a noviembre 1991:

Mario Martínez Gracia (CICESE)
Presidente

Juan Manuel Espíndola Castro (IGF)
Vicepresidente

Francisco Suárez Vidal (CICESE)
Secretario General

Francisco Medina Martínez (IGF)
Tesorero

José Manuel Romo Jones (CICESE)
Difusión

Juan M. Barbarín (UANL)
Educación

Silvia Bravo (IGF)
Investigación

Dada las dificultades que se presentaron durante la asamblea debido a un corte en la energía eléctrica, no se eligieron vocales regionales y se decidió que fueran electos posteriormente por los miembros de las distintas regiones, sin

embargo estas elecciones no fueron hechas posteriormente.

La Reunión 1990, durante la cual se presentaron 130 trabajos, se llevó a cabo los días 9 al 13 de noviembre y tuvo como sede la Universidad Autónoma de Nuevo León, en la Ciudad de Monterrey. Para esta reunión contamos con el apoyo de las Facultades de Ciencias Físico Matemáticas, Ingeniería Civil y Ciencias de la Tierra de esa Institución. El comité organizador local estuvo formado por colegas de esas Facultades entre los que destacaron José Luis Comparán y Juan M. Barbarín.

Los días 15 a 19 junio de 1990 se llevó a cabo la Escuela de Verano "Severo Díaz" (Unión Geofísica Mexicana) sobre volcanología, en el Instituto de Geofísica de la UNAM. Este curso fue organizado por Silvia Bravo y Juan Manuel Espíndola.

En agosto de 1990 tuvo lugar en Ensenada, B.C. la Décima Conferencia Internacional sobre Inducción Electromagnética organizada por la IAGA en colaboración con la UGM. Se presentaron cerca de 200 trabajos de 30 países en los que México estuvo representado con 7 trabajos.

La Reunión 1991 tuvo como sede el hotel Fiesta Americana Plaza Vallarta (después Continental, Plaza Vallarta) en Puerto Vallarta, Jalisco los días 11 al 15 de noviembre y se presentaron 240 trabajos. El Comité organizador estuvo formado por las siguientes personas:

Francisco Medina Martínez
Alejandro Nava
Mario Martínez García
Elena Enríquez
Francisco Suárez Vidal
Silvia Bravo

En esta reunión se le otorgó la medalla Manuel Maldonado Koerdell a los Drs. Jaime Urrutia Fucugauchi y Enrique Gómez Treviño. En la Asamblea General se procedió a elegir una Mesa Directiva completa, ya que el autor de estas líneas (JME) presentó su renuncia al cargo de Vicepresidente debido a su ausencia del país. En las elecciones resultaron nombrados los siguientes colegas:

Mesa Directiva noviembre 1991 a noviembre 1993:

Carlos Gay (IGF)
Presidente
Enrique Gómez Treviño (CICESE)
Vicepresidente
Francisco Medina Martínez (IGF)
Tesorero
René Garduño (CCA)
Secretario General

Secretarios:

Cinna Lomnitz (IGF)
Difusión

Miguel Lavín (CICESE)
Educación

Luis A. Delgado Argote (CICESE)
Investigación

En la Reunión 1992, celebrada también en Puerto Vallarta, Jalisco, se presentaron 260 trabajos. En esta reunión, la Asamblea General, acordó que la Reunión Anual tuviera como sede permanente a la Ciudad de Puerto Vallarta.

En 1993, la UGM publicó la primera de una serie de monografías sobre Ciencias de la Tierra (Contribuciones a la Tectónica del Occidente de México), en donde se resalta el interés de la Unión de editar material científico en español. Durante la Reunión 1993, se otorgó la medalla Mariano Bárcena al Dr. Cinna Lomnitz y la Manuel Maldonado Koerdell a los Drs. Shri Krishna Singh y Pedro Ripa. Aquí se presentaron 205 trabajos y se notó que cada vez es mayor la participación de investigadores extranjeros en nuestra Reunión Anual. En las elecciones celebradas durante la Asamblea General resultó electa la siguiente Mesa Directiva:

Mesa Directiva noviembre 1993 a noviembre 1995:

Enrique Gómez Treviño (CICESE)
Presidente
Juan Manuel Espíndola Castro (IGF)
Vicepresidente
Luis A. Delgado Argote (CICESE)
Secretario General

Francisco Medina Martínez (IGF)
Tesorero

Secretarios:

Silvia Bravo (IGF)
Difusión

Rosa María Prol (IGF)
Raúl Castro Escamilla (CICESE)
Educación

Luis G. Suárez (CCA)
Investigación

La Reunión 1994 se llevó a cabo los días 7 a 11 de noviembre y se presentaron 303 resúmenes. Durante la reunión se entregó el premio Mariano Bárcena al Dr. Julián Adem Chain, por sus méritos académicos en una larga carrera en la que ha sabido combinar la investigación con la docencia y la administración del quehacer científico.

El 19 de junio de 1995 falleció nuestro tesorero, el inolvidable compañero y amigo Francisco Medina a quien todos llegamos a considerar como alma de la Unión. Su muerte fue inesperada pues, aunque ocurrió tras una penosa enfermedad, Francisco dio siempre ejemplo de gran entereza y mantuvo sus actividades hasta sus últimos días. Su muerte vino a sumarse a la pena que nos causó la pérdida de otro gran amigo, que también colaboró activamente en la Unión, Javier Otaola Lizarzaburu. Descansen en paz ambos colegas.

La muerte de Francisco también dejó un enorme hueco en cuanto a las actividades de la Unión. El era el editor de **GEOS** en ese momento y ese año sólo se publicaron el primer número y el de los resúmenes de la Reunión Anual. El peso de las actividades de organización de la reunión, que también cubría casi completamente recayó en los demás miembros de la mesa directiva residentes en Ensenada y particularmente en Enrique Gómez Treviño, Presidente de la Unión y Luis A. Delgado Argote, Secretario General. Ambos tomaron la responsabilidad de estas actividades auxiliados por algunos otros colegas y la reunión de ese año pudo llevarse a cabo satisfactoriamente, lográndose reunir la cifra récord de 350 trabajos.

A principios de 1995 Francisco también promovió a través de la UGM el inicio de las Olimpiadas de Ciencias de la Tierra y, en Ensenada, a mediados de año, se llevó a cabo la primera olimpiada estatal de Ciencias de la Tierra, con el apoyo del COBACH-Ensenada. Este año apareció también la segunda monografía de la Unión (La sismología en México: 10 años después del temblor de Michoacán del 19 de septiembre de 1985 (M=8.1)).

La reunión 1995 se llevó a cabo los días 13 al 17 de noviembre en el hotel Camino Real. Durante la Asamblea General se hizo un homenaje póstumo a los colegas fallecidos. También se le entregó al Dr. Cinna Lomnitz la medalla Manuel Maldonado Koerdell y se llevó a cabo la elección de nueva Mesa Directiva, misma que quedó conformada de la siguiente manera:

Juan Manuel Espíndola Castro (IGF)
Presidente

José Gómez Valdés (CICESE)
Vicepresidente

Marco Guzmán Speciale (IGF)
Secretario General

Juan García Abdeslem (CICESE)
Tesorero

Secretarios:
Cosme Pola Simuta (UNANL)
Investigación
Luis A. Delgado Argote (CICESE)
Difusión
Javier Lermo Samaniego (II-UNAM)
Educación

Durante 1995 se creó la Federación de Sociedades Científicas de México y se formalizó el 13 de septiembre de este año. La UGM es miembro fundador de esta federación.

En la reunión de 1996, nuevamente celebrada en el hotel Camino Real, los días 4 al 8 de noviembre de 1996, se presentaron 243 trabajos. Durante la Asamblea General se discutió la posibilidad de que el nombre mismo de la Unión mostrara su característica de comprender a todas las Ciencias de la Tierra y no solo a la Geofísica. Fueron vertidos argumentos a favor y en contra

de la propuesta y no se logró ningún consenso. La discusión estuvo enmarcada en una más amplia para discutir un proyecto de nuevos estatutos que fue presentado por la Mesa Directiva. Se propuso, que su aprobación fuera votada después de un mayor plazo de tiempo para su estudio y que se hicieran llegar los cambios propuestos a la Mesa Directiva. La Mesa Directiva propuso también el uso de una página de internet de la Unión para facilitar la comunicación entre sus miembros.

Este año también se efectuaron las olimpiadas estatales de Ciencias de la Tierra en Ensenada, B.C.

A principios de 1997 se construyó la página de internet de la UGM, en donde se presentan las principales actividades de la Unión, se promueven sus publicaciones y se ofrece un Directorio de miembros activos. Este fue un año muy productivo, pues durante éste aparecieron las monografías 3 y 4 (Contribuciones a la Oceanografía Física en México y Extinción Masiva del Límite Cretácico-Terciario; Mitos y Realidades), se efectuaron las olimpiadas de Ciencias de la Tierra en Ensenada, y se distribuyeron los cuestionarios para que se hicieran en otras ciudades. En enero de 1998 se celebraron las primeras en Taxco, Guerrero, bajo la entusiasta organización de Israel Castrejón de la Universidad Autónoma de Guerrero.

En la Reunión Anual 1997 celebrada del 3 al 7 de noviembre, se presentaron 275 trabajos de investigación y durante la Asamblea General, se le entregó la medalla Mariano Bárcena al Dr. Ernesto Jáuregui y el premio Francisco Medina a la mejor tesis de maestría a Sorayda Aimé Tanahara Romero. Otras temas tratados durante esta reunión aparecen en el Informe de Asamblea en este número de **GEOS**.

Se llevó a cabo la elección del nuevo Vicepresidente de la Unión, y se adoptó la modalidad propuesta en la Asamblea General, para que el nuevo Presidente elija la Mesa Directiva 1998-1999, misma que quedó conformada de la siguiente manera:

José Gómez Valdés (CICESE)
Presidente

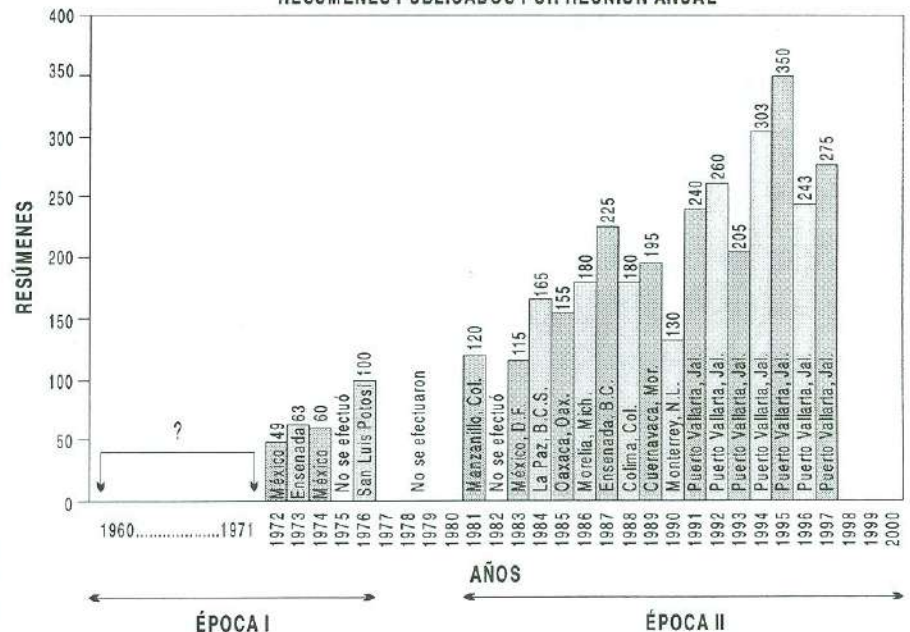
Fernando García García (Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM)
Vicepresidente

Edgar Pavía López (CICESE)
Secretario General

Josué Álvarez Borrego (CICESE)
Tesorero

Secretarios:
Sóstenes Méndez Delgado (UANL)
Investigación
Luis A. Delgado Argote (CICESE)
Difusión
Miguel Rodríguez G. (II-UNAM)
Educación

RESÚMENES PUBLICADOS POR REUNIÓN ANUAL



COMPILACIÓN DE PUBLICACIONES DE LA UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.

MONOGRAFÍAS

CONTRIBUCIONES A LA TECTÓNICA DEL OCCIDENTE DE MÉXICO

L.A. Delgado-Argote y A. Martín-Barajas (editores)
Monografía No. 1
 Unión Geofísica Mexicana, Mexico, 1993. 372 pp.

	página
Prefacio	iii
Agradecimientos	v
1 Delgado-Argote, Luis Alberto, Juan García-Abdeslem y Ramón Mendoza-Borunda: Correlación geológica entre la batimetría y los rasgos estructurales del oriente de la Isla Guadalupe	1
2 García-Abdeslem, Juan y Luis Alberto Delgado-Argote: Implicaciones geológicas de las anomalías magnéticas observadas en Isla Guadalupe, México	12
3 Suárez-Vidal, Francisco: Marco estructural de la Falla Agua Blanca, Baja California, México	24
4 Ledesma-Vázquez, Jorge: Marco tectónico para la depositación de secuencias de tempestitas, en la Formación Rosario en Baja California (Campaniano-Maastrichtiano)	40
5 Espinosa-Cardena, Juan Manuel y José Manuel Romo-Jones: Estimación de la profundidad al basamento en el Valle de San Quintín B. Cfa. mediante observaciones de gravedad y magnetismo	51
6 Martín-Barajas, Arturo y Joann M. Stock: Estratigrafía y petrología de la secuencia volcánica de Puertecitos, noreste de Baja California. Transición de un arco volcánico a rift	66
7 Martín-Barajas, Arturo, Miguel Téllez-Duarte y Gabriel Rendón-Márquez: Estratigrafía y ambientes de depósito de la secuencia marina de Puertecitos, NE de Baja California. Implicaciones sobre la evolución de la margen occidental de la depresión del Golfo	90
8 Ledesma-Vázquez, Jorge y Markes E. Johnson: Neotectónica del área Loreto-Mulegé	115
9 Mora-Alvarez, Gabriela: Relaciones estratigráficas y geocronológicas entre las unidades volcánicas de la Sierra Santa Ursula, en Sonora, y el magmatismo de la región del Golfo de California	123
10 Pérez-Segura, Efrén: Los yacimientos de oro y plata en Sonora, México, y sus relaciones con la geología regional	147
11 Rosas-Elguera, José Guadalupe, Jorge Nieto-Obregón y Jaime Urrutia-Fucugauchi: Ambiente estructural de la	

frontera norte del Bloque Jalisco	175
12 Zárate-Del Valle, Pedro F. y Jorge A. Maldonado-Reyes: Comentarios metalogénicos sobre el estado de Jalisco, México	193
13 Delgado-Granados, Hugo, Jaime Urrutia-Fucugauchi, Toshiaki Hasenaka y Masao Ban: Migración del campo volcánico de Michoacán-Guanajuato 90 Km. hacia el suroeste durante los últimos .78 Ma.	211
14 Delgado-Granados, Hugo, Angélica Tristán-Serrano y José Héctor Rivera-Cabrero: Notas y bibliografía sobre la geología de la porción occidental de la Faja Volcánica Trans-Mexicana	227
15 Morán-Zenteno, Dante, Peter Schaaf, Hermann Köhler, Harald Böhnell: Consideraciones acerca de la petrogénesis de los intrusivos de la región de Acapulco, basadas en los datos isotópicos de Sr y Nd	305
16 Tolson, Gustavo, Gabriela Solís-Pichardo, Dante Morán-Zenteno, Alfredo Victoria-Morales, Teodoro Hernández-Treviño: Naturaleza petrográfica y estructural de las rocas cristalinas en la zona de contacto entre los terrenos Xolapa y Oaxaca, región de Santa María Huatulco, Oaxaca ...	327
17 Alva-Valdivia, Luis M. y Jaime Urrutia-Fucugauchi: Propiedades petrofísicas y paleomagnéticas en la interpretación de anomalías magnetométricas del depósito de fierro Las Truchas, Michoacán, México	350

LA SISMOLOGÍA EN MÉXICO: 10 AÑOS DESPUES DEL TEMBLOR DE MICHOCÁN DEL 19 DE SEPTIEMBRE DE 1985 (M=8.1)

Francisco Medina Martínez, Luis A. Delgado Argote y Gerardo Suárez Reynoso (editores)
Monografía No. 2
 Unión Geofísica Mexicana, Mexico, 1995. 239 pp.

	página
Prefacio	viii
Reconocimientos	ix
PRIMERA PARTE:	
Los primeros análisis de los sismos de Michoacán de Septiembre de 1985	
(tomados de Geophysical Research Letters, Vol. 13, No. 6, 1986)	
Ambiente tectónico y parámetros de fuente del terremoto del 19 de septiembre de 1985, de Michoacán, México	1
Holly Eissler, Luciana Astiz y Hiroo Kanamori	

Los Terremotos de Michoacán de septiembre de 1985: distribución de réplicas e historia de la ruptura 7

Grupo de Sismología de la UNAM

Estructura fina de Post-fallamiento en una zona Wadati-Benioff 12

Christian Stolte, Karen C. McNally, Jaime González-Ruiz, Gerry W. Simila, Alfonso Reyes, Cecilio Rebollar, Luis Munguía y Luis Mendoza.

El terremoto de Michoacán del 19 de septiembre 1985: Datos de aceleración para réplicas registradas por instrumentos de movimientos fuertes instalados temporalmente 17

Luis Munguía, Gerry W. Simila, Karen C. McNally y Howard Thompson.

Sismogénesis del gran terremoto ($M_s=8.1$) de Michoacán, México de 1985 22

Karen C. McNally, Jaime R. González-Ruiz y Christian Stolte.

Daño estructural en la Ciudad de México 28

John F. Hall y James L. Beck.

Factores que contribuyeron a la catástrofe en la Ciudad de México durante el terremoto del 19 de septiembre de 1985 33

James L. Beck y John F. Hall.

Características de la fuente del terremoto de 1985 de Michoacán, México, a períodos de 1 a 30 segundos 38

Heidi Houston y Hiroo Kanamori

Mecanismo de la fuente del terremoto de Michoacán del 19 de septiembre de 1985 y sus implicaciones 44

Keith F. Priestley y T. Guy Masters

Un análisis de banda muy ancha del terremoto de Michoacán, México, de septiembre 19 de 1985 49

Göran Ekström y Adam M. Dziewonski.

Espectros del tensor de momento de los terremotos de Michoacán, México del 19 y 21 de septiembre de 1985 .. 54

Mark A. Riedesel, Thomas H. Jordan, Anne F. Sheehan y Paul G. Silver.

SEGUNDA PARTE:

La Sismología en México: 10 años después del temblor de Michoacán del 19 de septiembre de 1985 ($M=8.1$)

Diez años después: una reinterpretación de la catástrofe de 1985 61

Cinna Lomnitz

Dispersión y atenuación sísmica 68

Federico J. Sabina

Introducción al método Pseudo-espectral para la simulación de la propagación de ondas elásticas 76

Rafael Avila-Carrera, Francisco José Sánchez-Sesma y Raúl

Madariaga.

Respuesta sísmica de medios estratificados irregulares usando el método indirecto de elementos de frontera: Aplicación al estudio de la influencia de la estructura profunda en la respuesta sísmica de la cuenca de México 85

F.J. Sánchez-Sesma, R. Vai, J.M. Castillo y F. Luzón

Variaciones artificiales de sismicidad y su evaluación. Algunos ejemplos en México 100

F. Ramón Zúñiga y Stefan Wiemer.

Influencia de la interacción cinemática en los parámetros dinámicos de sistemas suelo-estructura 111

Javier Avilés y Luis E. Pérez-Rocha.

Dispersión de ondas superficiales y atenuación sísmica en la zona de Lago de la Cuenca de México 131

José Luis Rodríguez-Zúñiga, Evangelina Romero-Jiménez, Jaime Ramos-Martínez y Juan Martín Gómez-González.

Dispersión de ondas superficiales en el Valle de México y su influencia en la respuesta sísmica de la zona de Lago en septiembre de 1985 143

Francisco J. Chávez-García

Estudios de atenuación sísmica en la zona de subducción de México 157

Raúl R. Castro Escamilla.

Sismotectónica del sur de México: Subducción de las Placas de Rivera y Cocos bajo la Placa Norteamericana 165

Mario Pardo y Gerardo Suárez.

35 años de instrumentación y registro de temblores fuertes en México 191

Roberto Quaas W.

La red de acelerógrafos del Noroeste de México 198

Luis Munguía, Victor Wong, Antonio Vidal y Miguel Navarro.

Estudio de sismicidad en la zona geotérmica Las Tres Vírgenes, Baja California Sur 212

Luis Munguía y Victor Wong

CONTRIBUCIONES A LA OCEANOGRAFÍA FÍSICA EN MÉXICO

Miguel F. Lavín (editor)

Monografía No. 3

Unión Geofísica Mexicana, 1997. 272 pp.

página

Prefacio v

Lista de Autores vi

Parte I: Océano Pacífico Oriental

1 Oceanografía Física del Océano Pacífico Nororiental

Alejandro Parés Sierra, Manuel López y Edgar G. Pavía 1

2 Los "Nortes" del Golfo de Tehuantepec: la circulación costera inducida por el viento

Armando Trasviña y E.D. Barton 25

3 Ondas y Dinámica Oceánica

Pedro Miguel Ripa 47

4 Tsunamis en México

Salvador Farreras 75

5 La Corriente Costera de Costa Rica en el Pacífico Mexicano

Antonio Badán 99

Parte II: Golfo de California

6 Mareas y corrientes residuales en el Golfo de California

S.G. Marinone y M.F. Lavín 113

7 Estructura hidrográfica y circulación del Golfo de California: Escalas estacional e interanual

M.F. Lavín, E. Beier y A. Badán 141

8 Evidencias de un remolino ciclónico de mesoescala en la parte sur del Golfo de California

I. Emilsson y M.A. Alatorre 173

Parte III: Golfo de México y Mar Caribe

9 Circulación y estructura termohalina del Golfo de México

María Adela Monreal Gómez y David Alberto Salas de León 183

10 Mareas y circulación residual en el Golfo de México

David Alberto Salas de Leon y María Adela Monreal Gómez 201

11 Aspectos de la Oceanografía Física Regional del Mar Caribe

Artemio Gallegos y Steven Czitrom 225

12 Modelación numérica del Golfo de México y Mar Caribe

Julio Sheinbaum, Jorge Zavala y Julio Candela 243

Parte IV: Glosario

13 Glosario de Términos Oceanográficos

Alberto Amador Buenrostro y Manuel Figueroa Rodríguez 265

EXTINCIÓN MASIVA DEL LÍMITE CRETÁCICO-TERCIARIO; MITOS Y REALIDADES

Ana Luisa Carreño y Marisol Montellano Ballesteros
(Editoras)

Monografía No. 4

Unión Geofísica Mexicana, 1997. pp.

página

Prólogo iv

Introducción v

Catastrofismo, historia de una idea 1

Raúl Rubinovich y María Lozano

La problemática de la extinción y el origen del evolucionismo 9

Rosaura Ruiz Gutiérrez y Carlos Pérez M.

El período de extinción masiva contemporáneo ¿Podemos ponerle números? 27

Jorge Soberón Mainero

¿Dónde quedó el límite K/T? 33

Ana Luisa Carreño

Dinoflagelados a través del límite Cretácico-Terciario .. 41

Javier Helenes Escamilla

Patrones de extinción (y radiación) en invertebrados a través del límite Cretácico-Terciario 49

Francisco J. Vega Vera y María del Carmen Perrillat

La extinción de los rudistas 55

Pedro García Barrera

Los ostrácodos en la frontera del Cretácico-Terciario .. 61

Ana Luisa Carreño

El registro fósil de los neoselacios en el límite K/T 67

Luis Espinosa-Arrubarrena y Shelton P. Applegate

La extinción de los dinosaurios 77

David Fastovsky

¿Qué pasó con los mamíferos en el límite Cretácico-Terciario? 85

Marisol Montellano Ballesteros

El impacto de un asteroide y la Palinología en el límite Cretácico-Terciario 91

Enrique Martínez Hernández

Muerte masiva vs. extinción de las plantas en la frontera del K/T 99

Sergio R.S. Cevallos-Ferriz

Asteroides y chubascos cometarios	109
Arcadio Poveda	
Los primeros estudios del cráter de Chicxulub	113
Antonio Camargo Zanoguera	
El secreto de Chicxulub: algunas consideraciones geofísicas	117
Cinna Lomnitz	
Volcanes vs. cráteres de impacto; el caso del Chicxulub	121
Gerardo Carrasco Núñez	
El límite Cretácico-Terciario y el cráter de Chicxulub	137
Jaime Urrutia Fucugauchi, Luis M. Alva Valdivia y Juan Manuel Espíndola Castro	
Las rocas de impacto del cráter Chicxulub y el límite Cretácico-Terciario en México y áreas vecinas de América del Norte y el Caribe	147
Esteban Cedillo Pardo y José Manuel Grajales Nishimura	
El cráter del Chicxulub y la extinción de los dinosaurios	165
José Oscar Campos Enríquez	
El límite K-T y su exploración en el cráter de Chicxulub	171
Luis E. Marín y Alberto Trejo García	

MEMORIAS DE REUNIONES NO SERIADAS EN GEOS

REUNION ANUAL 1972

22 - 25 de Febrero, México, D.F.

Programas y Resúmenes

Se presentaron 49 Resúmenes

REUNION ANUAL 1973

29 de Mayo a 3 de Junio, Ensenada, B.C.

Programas y resúmenes

Se presentaron 63 Resúmenes

REUNION ANUAL 1974

4 - 8 de Noviembre, México, D.F.

Programas y resúmenes

Se presentaron 60 Resúmenes

REUNION ANUAL 1976

9 - 12 de Noviembre, San Luis Potosí, S.P.L.

Programas y Resúmenes

Se presentaron 100 Resúmenes

REUNION ANUAL 1983

16 - 30 de Mayo, México, D.F.

Programas y Resúmenes

Se presentaron 115 Resúmenes

REUNION ANUAL 1984

Octubre, La Paz, B.C.S.

Programas y Resúmenes

Se presentaron 165 Resúmenes

Universidad Autónoma de Baja California Sur

REUNION ANUAL 1985

9 - 15 de Noviembre, Morelia, Mich.

Programas y Resúmenes

Se presentaron 155 Resúmenes

Comité Editorial

Jaime Urrutia Fucugauchi

REUNION ANUAL 1986

8 - 12 Noviembre, San Nicolas de Hidalgo, Mich.

Se presentaron 186 Resúmenes

Universidad Michoacana

Comité Editorial

Jaime Urrutia Fucugauchi

REUNION ANUAL 1987

9 - 14 de Noviembre, Ensenada, B.C.

Programas y Resúmenes

Se presentaron 225 Resúmenes

Comité Editorial

Francisco Medina Martínez

Mario Martínez García

José Manuel Romo Jones

Javier González García

GEOS, BOLETIN DE LA UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.

La presente compilación de publicaciones de la Unión Geofísica Mexicana A.C. no lista los números de Geofísica Internacional, revista publicada por convenio con el Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México y que puede ser consultada por internet en la siguiente dirección: http://serpiente.dgsca.unam.mx/serv_hem/revistas/geofisica/

VOLUMEN 1

Francisco Medina (editor)
Apoyo Editorial: Silvia Bravo y Sonia Salazar

No. 1, JULIO 31 1980

	página
Editorial	3
Cartas recibidas	4
Actividades de la mesa directiva	5
Comunicaciones	
Artículos	
¿Debemos modificar los estatutos de la Unión?	8
Nuestros Geofísicos	
Don Severo Díaz (1876-1956)	13
Entrevista	
La Revista Geofísica Internacional	18
Entrevista	
La Geofísica en la coyuntura del desarrollo actual	23
Noticias	28

No.2, OCTUBRE 31 1980

	página
Editorial	2
Actividades de la mesa directiva	3
Primera circular UGM REUNION 1981	7
Nuestros Geofísicos	
Las corrientes ascendentes de la atmósfera	
Escrito por Severo Díaz en 1911	9
Artículos	
Orígenes de los océanos, los continentes, los temblores y los Geofísicos	
Cinna Lomnitz	18
¿Es necesaria la Licenciatura en Ciencias de la Tierra?	
F. Medina y J. M. Espíndola	24
Noticias	26

No. 3, ENERO 31 1981

	página
Editorial	2

Actividades de la mesa directiva	3
Los Huracanes en México	
Sergio Serra C.	4
Artículos	
Pruebas de la Teoría de la Tierra	
Luis Leclerc, Conde de Buffon	10
La Arquitectura de la Tierra	
Servando De la Cruz Reyna	21
Noticias	3

No. 4 (A) Y (B), ABRIL 30 1981

Contiene 120 Resúmenes de la Reunión Anual 1981

Apoyo Editorial: D.A. Gloria, J. Ruíz, L. Pérez, A. Domínguez, Guillermo García, J.M. Espíndola

VOLUMEN 2

Francisco Medina (editor)
Apoyo Editorial: Ismael Herrera, Juan M. Espíndola

No. 1, JULIO 30 1981

	página
Cartas recibidas	2
Editorial	4
Artículos	
Las islas Revillagigedo	
Gerardo Sánchez Rubio	7
El efecto Júpiter	
Gerardo Juárez Mondragón	24
Reuniones, Simposia y Congresos próximos	27
Avisos	28

No. 2, OCTUBRE 30 1981

	página
Cartas recibidas	2
Editorial	3
Artículos	
Pruebas de la teoría de la Tierra	10
Luis Leclerc Conde de Buffon	

Recursos humanos en Geofísica	
Juan Manuel Espíndola	14
Doctrina de la Literatura Científica.	
Jorge Bouton	15
El mecanismo sísmico	
Juan Manuel Espíndola	20
Reuniones, Simposia y Congresos próximos	27
NO. 3, ENERO 30 1982	

	página
Cartas recibidas	1
Editorial	3
Artículos	
Modelación Matemática en Geofísica perspectivas en México.	
Ismael Herrera	4
Las ciencias atmosféricas investigación, enseñanza y aplicaciones.	
Julián Adem	8
El Volcán de Colima	11
F. Medina, S. de la Cruz y M. Mena	
Reuniones, Simposia y Congresos próximos	20
NO. 4, ABRIL 30 1982	

	página
In memoriam	2
Editorial	3
Artículos	
El Volcán Chichón	
Francisco Medina	4
Reuniones, Simposia y Congresos próximos	20
Apoyo Editorial: Dora Alicia Gloria, José Ruíz, Antonio Domínguez, Lorenzo Pérez, Guillermo García	

1983

DURANTE 1983 NO SE EDITO NINGÚN NÚMERO DE GEOS

VOLUMEN 3

Juan Manuel Espíndola (editor)
Apoyo Editorial: Leticia Flores, Aurelio Vivar, Dora Alicia Gloria, José Ruíz

NO. 1, ABRIL 1984

	página
Editorial	1

Actividades de la Unión	2
Artículos	
Reflexiones sobre la actividad Científico Académica en Geofísica de la Tierra Sólida.	
J. Urrutia Fucugauchi	6
Catalizadores Matemáticos.	
F. Alejandro Nava	12
El Eclipse Solar de Mayo.	
S. Bravo, J.A. López y G. Zenteno	14
Observatorios Geofísicos ¿Para qué?	
Adolfo Orozco	18
El Chargoy que yo conocí.	
José Merino y Coronado.	20
Avisos	23

NO. 2, OCTUBRE 1984

Contiene 165 Resúmenes de la Reunión Anual 1984.

Francisco Medina y Juan Manuel Espíndola (editores)

NO. 3, NOVIEMBRE 1984

	página
Editorial	1
Actividades de la Unión	
La Reunión 1984	2
Artículos	
Los depósitos piroclásticos de la erupción 1982 del Volcán Chichón.	
H. Sigurdsson, S. Carey y J. M. Espíndola	5
Volcanismo planetario	
Francisco Medina	9
La modelación matemática de los problemas Geofísicos	
Ismael Herrera	14
Noticias	16

NO. 4, DICIEMBRE 1984

Jaime Urrutia Fucugauchi (editor)

Apoyo Editorial: Juan Manuel Espíndola, Dante J. Morán, Ruth Gall, Hugo Delgado, F. Alejandro Nava, Federico J. Sabina, Enrique Cabral Cano, Jorge Camacho, Guadalupe Rodríguez, José Ruíz, Alejandro Nava P., Zinzuni Jurado, Aurelio Vivar, Selma Campos y Dora Alicia Gloria

	página
Editorial	1
Actividades de la Unión	1
Contribuciones	

Reflexiones (informales) sobre el proceso educado de publicar.....	3
J. Urrutia Fucugauchi	
Programa internacional de dinámica y evolución de la litósfera.....	11
J. Urrutia Fucugauchi	
Comentarios	
La tectónica, el paleozoico y la Séptima Convención Geológica Nacional (Octubre 1984).....	19
Dante J. Morán	
"Unidades Geofísicas" En el nuevo código estratigráfico. .	20
Hugo Delgado Granados	
Bibliografía de tesis en Geofísica y Geología Facultad de Ingeniería, UNAM, 1984.	22
Hugo Delgado Granados	
Avisos	27

VOLUMEN 4

NO. 1, ENERO-MARZO 1985

Jaime Urrutia Fucugauchi (editor)
 Apoyo Editorial: Dante Morán, Selma Campos, Juan M. Espíndola, Hugo Delgado, Aurelio Vivar, Ruth Gall, Enrique Cabral, Jorge Camacho, Alejandro Nava, José Ruíz, Federico Sabina, Guadalupe Rodríguez

	página
Editorial	1
Actividades de la Unión	1
Reunión UGM-1985	2
Nieve, Hielo y Glaciares (I)	
H. Delgado Granados	3
Curiosas Propiedades Magnéticas de un Basalto Columnar	
J. Urrutia Fucugauchi	16
Bibliografía de Tesis de Geología y Geofísica	
H. Delgado Granados	26
Archipiélago Revillagigedo: Una invitación	
David J. Terrell	29
Avisos	31

NO. 4, DICIEMBRE 1985

	página
Editorial	1
Actividades de la Unión	1
Artículos	

¿Donde estaba Baja California?.....	2
J. Urrutia Fucugauchi	
Gases Nobles en Basaltos Marinos.	5
David J. Terrell	
Programa Internacional de la Litósfera Reporte 1985.	9
J. Urrutia Fucugauchi	
La Percepción Remota: Aspectos conceptuales	13
Jorge Lira	
¿Por que Paleomagnetismo?	15
J. Urrutia Fucugauchi	
¿Geodesia o no?	18
Manuel Mena, Julio Monges y Carlos Cañon A.	
Conmemoración del XV Aniversario de la creación de la Carrera de Ingeniero Geofísico	20
Lista de Miembros UGM-1985	22
Geofísica para Poetas	24
Avisos	27

VOLUMEN 6

Silvia Bravo (editor)
 Apoyo Editorial: Gerardo Zenteno, Juan M. Espíndola, Felisa Santiago, Francisco Medina, Juan Aurelio Vivar, Adolfo Orozco, Olivia Gómez Mora, José Ruíz.

NO. 1, ENERO 1986

	página
Editorial	2
75 Años del servicio Sismológico Nacional	
Zenón Jiménez	3
Agua: Problemática Académica, Técnica Económica, Política	
Ramiro Rodríguez Castillo	6
Influencia de las Ráfagas Solares sobre el Medio Terrestre	
Román Pérez Enríquez	8
Los Primeros 25 Años de la Unión Geofísica Mexicana (I)	
Julio Monges C.	10
Misiones Especiales Lejanas	
José Francisco Valdés	12
El Observatorio Magnético en la Republica Mexicana.	
J. Carlos Cañón Martínez	13
La Radioastronomía al Servicio de la Geofísica	
Silvia Bravo	14

Nuestros Geofísicos. Presentación.

Adolfo Orozco	16
Información y Noticias	17
Resúmenes	
Juan Manuel Espíndola Castro	18

NO. 3, SEPTIEMBRE 1986

	página
Editorial	2
Artículos	
Interpretación de lineamientos en imágenes Landsat para la selección de lugares con posibilidades de contener depósitos minerales.	
Enrique Torres Moye	3
El compás magnético en China y Mesoamérica.	
J. Urrutia, L. Maupomé y P. Brosche	5
Los primeros 25 Años en la Unión Geofísica Mexicana (III)	
Julio Monges C.	8
Nota sobre el comportamiento Isotópico de la precipitación en Veracruz, Ver.	
Jaime Durazo	10
La bobina exploradora y la inclinación magnética.	
Alejandro Godínez	12
42 Años de Física Espacial en México	
Silvia Bravo	20
Hoyos Coranales y corrientes de alta velocidad del viento solar	
René Espinoza	24
Geofísica para poetas III: El Dragón de Tasmania.	
Jaime Urrutia.	26
Las investigaciones sobre el clima urbano en México.	
Ernesto Jáuregui	29
Tesis de Geofísica y Geología en 1985 (UNAM)	29
Nuestros Geofísicos:	
Don José Antonio Alzate	
Adolfo Orozco	32
Resúmenes	33
Información y Noticias	34

NO. 4, NOVIEMBRE 1986

	página
Editorial	12
Artículos	
Resmac 1986	
Alejandro Nava P	3

La teoría del clima y los satélites.

René Garduño y Julián Adem	9
Términos Geológicos: Un problema a resolver	
Jesús Uribe Luna	19
Vulcanólogos, periodistas y público local afectado:	
Un relato de dos crisis en el Este del Caribe	
Richard S. Fiske	21
El Halley ayer y hoy	
Hector Pérez de Tejada	28
Geofísica para poetas (IV)	
Jaime Urrutia	31
El Ozono y su crisis.	
Carlos Gay	34
Geofísica: ¿Ciencia o Técnica?	
Silvia Bravo	39
De Sismos Históricos Mexicanos :	
Los temblores del 28 de marzo al 3 de abril de 1787.	
Gerardo Suárez	43
Urano: El gigante aguamarina	
José Valdés	45
Nuestros Geofísicos:	
Don Carlos de Sigüenza	49
Adolfo Orozco	
Resúmenes	51
Información y Noticias	52

VOLUMEN 7

Tomás Morales Acoltzi (editor)

Apoyo Editorial: Silvia Bravo, Francisco Medina, Adolfo Orozco.

NO. 1, JUNIO 1987

	página
Editorial	2
Artículos	
Contaminación Atmosférica Fotoquímica en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México Ocurrencia y Estrategia de Control	
H. Bravo, F. Perrin, R. Sosa y R. Torres	3
El Sol y su dominio. El nuevo mundo a explorar	
Silvia Bravo	10
Acerca de la Existencia de una Microplaca en el Pacífico Mexicano: la Placa Orozco	

Francisco Medina y Juan M. Espíndola

El Juego del Arbitraje/Publicación: Controversia, comentarios y contestaciones.

J. Urrutía Fucugauchi 18

Información y Noticias 22

Comunicaciones 24

NÚMERO EXTRAORDINARIO, OCTUBRE 1987

Contiene 225 Resúmenes de la Reunión Anual 1987

Celebrada en Ensenada, B.C.

Francisco Medina, Mario Martínez, José Manuel Romo y Javier González (Editores)

VOLUMEN 8

Sonia Salazar Lizán (editor)

Paulina Salas García, Juan M. Pérez Céspedes, Ela Molina Sevilla y Leticia Elizalde Camacho

NO. 1, ENERO 1988

	página
Editorial	1
In Memoriam	3
Evolución de la Física Solar	
Blanca Mendoza	5
El Sol: Nuestro desconcertante vecino	
Silvia Bravo	7
Marte ayer, hoy y mañana	12
José Valdés	
Inversiones Térmicas y Smog	16
Ernesto Jáuregui O.	
Los Empesaurios y la ciencia	20
René Garduño	
Comunicación y orientación en las Ciencias de la Tierra	
David Terrell	21
La Supernova de Magallanes	
Héctor Durand	22
Tras la húmeda pista del agua	
Ramiro Rodriguez	25
Sección Grupos de Trabajo	
Sonia Salazar	27
Noticias y comunicaciones	30

NO. 2, ABRIL 1988

	página
Editorial	1

Nuestros Geofísicos

Adolfo Orozco T.	3
Reunión Nacional Volcán de Colima. Conclusiones	4
La banda sismogénica de la Trincheras Mesoamericana en México	
Luis González Ruíz y Francisco Nava	5
Hacia un observatorio Vulcanológico en México	
Francisco Medina Martínez	11
México y su riqueza Geotérmica	
Rosa Ma. Prol Ledesma	13
El estudio del viento en la Historia	
Juan Cervantes Pérez	17
Impacto de los huracanes y tormentas tropicales sobre el Estado de Veracruz	
Domitilo Pereyra Díaz	21
Sección grupos de trabajo. Quiénes somos y qué hacemos: Recursos Naturales	30
Ramiro Rodríguez Castillo	
Reunión Anual UGM	31
Segunda Circular de Julio	32

NO. 3, JULIO 1988

	página
Editorial	1
La magnetización de los planetas del sistema solar y su relación con la evolución de sus atmósferas.	
Héctor Pérez de Tejada.	3
Problemática de la determinación analítica de tierras raras en rocas y minerales.	
María Aurora Armienta	6
Red sismológica telemétrica SSN-Pemex	
M. Calleja, R. Hernández, C. López y D. Ponce	8
Los freones y la atmósfera	
Carlos Gay	9
La Geología del sistema solar I.	
Volcanismo en Venus.	15
Jaime Urrutia Fucugauchi y Luis A. Delgado Argote	
El director invisible	17
Silvia Bravo.	
El Sismo de 1985: Una agenda para la Sismología Latinoamericana.	21
Cinna Lomnitz.	
Primera etapa de instalación de la red de monitoreo	
Sísmico y geodésico del Volcán de Colima	23

Precipitación anual probable, usando series de Fourier.

Domitilo Pereyra y Francisco Escamilla 27

Sección Grupos de Trabajo: La Editorial del Instituto de Geofísica, Geofísica Internacional

Ela Molina 36

NO. 4, OCTUBRE 1988

	página
Editorial	1
Artículos	
El nacionalismo científico	3
Ismael Herrera Revilla	
Las sociedades científicas en la prevención de desastres	
David J. Terrell	8
La planeación en Geofísica	
Porfirio Díaz García	10
El servicio de una nueva tecnología: La percepción remota, rama de las Geociencias.	
Ariel R. Alcántara Eguren	12
Contaminación con partículas sólidas atmosféricas:	
Transformación de enfermedades ocupacionales en ambientales.	
S. Salazar y Ma. Asunción Castellanos	15
El Radón, producto geoquímico.	21
Nuria Segovia	
Evolución de la Física Solar.	
Blanca Mendoza	23
Estudios de Oceanografía en CICIMAR-IPN	27
Angel Jiménez Illescas y Rafael Cervantes Duarte	
Humor Geofísico	
Yamas	27
Sección grupos de trabajo.	29
Sección Física de nubes del Centro de Ciencias de la	
Atmósfera del Departamento de Meteorología General	
Crónica de la Reunión Anual 1988	30
NÚMERO EXTRAORDINARIO, NOVIEMBRE 1988	

	página
Editorial	1
Conferencistas Invitados	3
Instituciones Participantes	5
Resúmenes	8

VOLUMEN 9

NO. 1, ENERO 1989

Sonia Salazar Lizán (editor)

Apoyo Editorial: Ma. Paulina Salas Ríos, Juan M. Pérez Céspedes, Ela Molina Sevilla y Leticia Elizalde Camacho

	página
¿Qué es la heliosismología?	1
R. Pérez Enríquez	
Humor Geofísico	4
Yamas	
Alteraciones químicas en aguas del manantial Agua Caliente en el volcán Tacaná, Chiapas; un posible precursor de las actividades sísmica y freático explosiva de 1986	
M.A. Armienta, S. de la Cruz Reyna, V. Zamora y	
F. Juárez	5
La investigación Geofísica en México I	
Francisco Medina	12
Ciencia, difusión y confusión	
Silvia Bravo	14
El misterio de las manchas solares desaparecidas.	
Silvia Bravo	17
Eclipses y calamidades	20
Silvia Bravo	
Importancia del análisis químico de aguas subterráneas en campo.	
Faustino Juárez S., Ma. Aurora Armienta H.	21
Práctica actinométrica en Villahermosa, Tabasco.	
A. Mulhia, A. Mota, V. Valderrama, L. Alonso, L. Ayala y M. A. Ruiz	23
Resultados numéricos de la teoría algebraica en la ecuación de transporte y difusión en X-T	28
Juan Diego Martínez, Ismael Herrera R.	
Índice de autores	32
NO. 2, ABRIL 1989	

	página
La red sísmológica telemetrizada de Colima (RESCO) inicia operaciones	
Guillermo Castellanos, Gilberto Ornelas-Arciniega, C. Ariel Ramírez-Vázquez, G.A. Reyes Dávila, Héctor Tamez-González	1
Determinación de la razón de Bowen en superficies con vegetación natural con un sistema psicométrico	
Victor L. Barradas	2

Más de un siglo del observatorio magnético	
Carlos Cañón Amaro	7
Don Manuel Sandoval Vallarta y el Irenacimiento de la Física en México	
Silvia Bravo	11
Hacia una nueva hidrogeología	
J. Joel Carrillo R.	13
Hacia una definición dinámica formal de la Universidad y el Instituto de Geofísica como uno de sus subsistemas	
Jorge Carrera Bolaños	15
Cómo sobrevivir a un Congreso	
Brian McEnaney	21
Edmond Halley, geofísico	
Michael E. Evans	23
Calendario y bisiestos	
René Garduño	30
Índice de autores	32
No. 3, JULIO 1989	

página

CONFERENCIAS MAGISTRALES

Paradigm in volcanology.	
Izumi Yokoyama	1
Vigilancia de los volcanes activos.	
Marino Martini.	7

AERONOMÍA Y ESPACIO EXTERIOR

Relación entre el área de hoyos coronales polares y el número de manchas del siguiente ciclo	
S. Bravo y J. A. Otaola.	13

CIENCIAS ATMOSFÉRICAS

Efecto climático del aumento de CO ₂ con retroalimentación por vapor de agua	
R. Garduño y J. Adem.	23
Variación temporal de la precipitación en México	
J. Sánchez Sesma.	31
Estudio preliminar de la solución de las ecuaciones "shalow water" por el método espectral de armónicos esféricos.	
A. Espinoza, L. Le Moyne y T. Castro.	34
Análisis de partículas de aerosol atmosférico en una zona urbana de la Ciudad de México	
L. Ma. Carrera, S. Salazar y F. Manríquez.	40
Distribución de las descargas eléctricas en el Valle de México durante el verano como una función de la dirección del viento a nivel bajo	
O. Troncoso.	65

FÍSICA Y QUÍMICA DEL INTERIOR DE LA TIERRA

Análisis comparativo de mediciones de flujo de calor realizadas con diferentes métodos en territorio Continental de México	73
--	----

R. M. Prol Ledezma.

HIDROLOGÍA

Pruebas de desplazamiento de fluidos en medios porosos	
J. Cruz Hernández	83
El método de upwind directo en problemas de advección-difusión	
J. Carrera	91
Avenida de diseño: Cuando no se tienen registros hidrométricos en el sitio del proyecto	
D. Pereira y A. Hernández	95
Estudio preliminar para diseño de un algoritmo de interpretación de datos isotópicos en aguas subterráneas.	
R. D. Arizabalo y J. D. Martínez	103
Aplicación de métodos polarográficos para la determinación de metales pesados en aguas subterráneas	

A. Aguayo-Ríos y M. A. Armienta.	111
---------------------------------------	-----

Hidrología isotópica de montañas

A. Cortés, R.D. Arizabalo y R. Rocha Miler	121
--	-----

OCEANOGRAFÍA FÍSICA.

Un modelo de mareas para la laguna de Términos	
D. A. Salas de León y M. A. Monreal.	127

SISMOLOGÍA

Cartografía de daños ocasionados por los temblores de Septiembre de 1985 en la zona centro de la Ciudad de México. Fotografía aérea y reconocimiento de campo.

J. Yamamoto y I. Montes de Oca	141
--------------------------------------	-----

Patrón de esfuerzos tectónicos en la región del Estado de Oaxaca.

Z. Jiménez J. Y Fco. Nuñez Cornú	157
--	-----

Zonas sísmicas de Oaxaca

Fco. Nuñez Cornú y L. Ponce	167
-----------------------------------	-----

Anomalías de radón en zonas geotérmicas asociadas a sismos grande

N. Segovia, S. De la Cruz, M. Mena , E. Ramos

Ondas sísmicas de gravedad en una capa sedimentaria.

C. Lomnitz	189
------------------	-----

Un sistema de detección y localización automática de eventos sísmicos con PC/AT

VOLCÁN DE COLIMA

Monitoreo geodésico en el volcán de Colima

B. Márquez A., C. Cañón A. Y M. Mena.	197
--	-----

Evaluación económica del volcán de Colima.

J. A. Flores D., G. Saavedra	203
Actividad sísmica en la región del volcán de Colima durante dos campañas realizadas en los años de 1987 y 1988.	
Z. Jiménez, L. C. González y J. M. Espíndola	213
Desarrollo de una red sismológica telemétrica para la vigilancia del volcán de Colima.	221
G. Castellanos, G. Ornelas, C. Ramírez, G. Reyes	
Ondas de montaña en el Nevado y volcán de Colima.	
I. Pérez G.	231

NO. 4, DICIEMBRE 1989

CONFERENCIA MAGISTRAL

Perspectivas actuales en sismología.

Cinna Lomnitz	1
Use of fluid geochemistry to indicate reservoir processes	
Alfred H. Truesdell	13

CIENCIAS ATMOSFÉRICAS

La eficiencia de la precipitación en nubes convectivas, en función del perfil atmosférico.

C. La Torre	17
Evaluación de una espectrometro de gotas para estudios de microfísica de nubes.	

F. García García y R. A. Montañez	25
Desarrollo de un sistema semiautomático de conteo de núcleos de condensación de nube.	

R. A. Montañez y J. J. Castro	33
Caracterización microclimática de algunas áreas verdes de Ciudad de México: 1. Distribuciones preliminares de temperatura y humedad del aire.	

V. L. Barradas y N. Olivares Sandoval.	41
Avance del estudio del aerosol atmosférico en el SW del área metropolitana de la Ciudad de México, usando microscopía electrónica de barrido y energía dispersiva de rayos X.	

S. Salazar, F. Manríquez, L. Carrera y J. Carrera	49
Pronósticos de las precipitaciones a partir del análisis estadístico y armónico de la Ciudad de Veracruz, Ver. México.	

J. Hernández Tellez y J. Aldeco.	71
Análisis de las sequías de la región de Xalapa, Veracruz: Usando series de Fourier	

D. Pereira E. I. Zitacuaro	79
Parámetros de nubosidad a partir de radar banda C en el Estado de Durango.	

V. Ramos	89
----------------	----

EXPLORACIÓN GEOFÍSICA

Análisis de sensibilidad de los sistemas electromagnéticos de bobinas horizontales.

M. A. Pérez y E. Gómez.	101
------------------------------	-----

La resolución de mediciones magnetotelúricas para los modos TE Y TM.

F. J. Esparza y E. Gómez.	109
--------------------------------	-----

Pruebas comparativas de respuestas 3D de resistividad de placas conductoras.

C. Barajas y C. Flores.	121
------------------------------	-----

Determinación y separación de las propiedades elásticas e inelásticas de las formaciones del subsuelo.

L. Ramirez y R. Del Valle.	131
---------------------------------	-----

Determinación tentativa de profundidades a la cima y a la base del basamento en la zona del Valle de Mexicali, Baja California México.

O. L. Manzilla	143
----------------------	-----

Sondeos magnetotelúricos en la depresión de Salton I.

J. M. Romo, M. Martínez y G. Jiracek	159
--	-----

La respuesta transitoria de polarización inducida de una esfera.

E. Pastrana y E. Gómez	169
------------------------------	-----

FÍSICA Y QUÍMICA DEL INTERIOR DE LA TIERRA

Determinación simultánea de propiedades térmicas de rocas.

A. Garcia y E. Contreras.	177
--------------------------------	-----

GEOTERMIA

Comportamiento del carbono-13 en el campo geotérmico de los Azufres

F. Tabaco, M. P. Verma y B. Nieva	187
---	-----

Migración de fluidos geotérmicos: Campo Cerro Prieto, B. C. S. Mercado.

Inteligencia artificial en la caracterización de yacimientos geotérmicos

V. Arellano, E. Iglesias, J. Arellano y M. P. Ramírez	205
---	-----

Modelado térmico como una herramienta en estudios de áreas geotérmicas y volcánicas.

J. Castillo Román y S. P. Verma.	217
---------------------------------------	-----

Equilibrio mineral en yacimientos geotérmicos

R. M. Barragán, E. González, D. Nieva y D. Solís.	231
--	-----

Comportamiento químico del fluido del pozo H-6 en el geotérmico de los humeros, México

R. M. Barragán, E. González, D. Nieva y J. M. López	245
---	-----

HIDROLOGÍA

Comparación de métodos analíticos para la determinación de Cromo en aguas naturales

A. Aguayo y M. A. Armienta	253
----------------------------------	-----

Concentraciones isotópicas representativas de la precipitación en la Cuenca de México	
R. D. Arizabalo, A. Cortez y J. Durazo	261
Niveles de Radon y Uranio y cociente de actividades U-234/U-238 en aguas subterráneas	
M. T. Olgin, N. Segovia, J. Carrillo, E. Ordoñez, J. L. Iturbe y S. Bulbulian	277
Cálculo de profundidad de acuíferos por análisis de curvas de potencial espontáneo	
J. A. Randall Roberts	283
Hidrología de la Sierra de las Cruces: Unidades Hidrogeológicas y una propuesta para estimar la infiltración.	
L. R. Jaimes, A. Cortez y R. N. Farbolden	293
Convección libre en un sistema hidrotermal fracturado.	
M. C. Suárez	301
El desplazamiento de fluidos en medios porosos fracturados como un proceso de convección- dispersión.	
J. Cruz y C. Pérez	313
OCEANOGRAFÍA FÍSICA	
Respuesta numérica en amplitud y fase de Isla Guadalupe a ondas de Tsunamis.	
J. Reyes y S. F. Farreras	323
Propagación de ondas de plataforma a través del golfo de Tehuantepec.	
A. Martínez y P. Ripa	331
Descubriendo la circulación anual en el Golfo de California.	
P. Ripa	339
El alto Golfo de California en el invierno 1987-1988	
M.F. Lavín, V. Godínez y S. Sánchez	347
Estudio cuasi-geostrófico de la circulación inducida por el viento en el sistema de la corriente de California	
G. Aua y A. Pares	357
Estudio térmico de la columna de agua en un punto al norte de la Península de Yucatán a partir de tres períodos de muestreo durante 1988	
J. Aldeco y J. Hernández-Téllez	367
Efectos del Huracán Gilberto en las costas Mexicanas.	
N. Zala, H. Bravo y M. Juárez	375
Transportes y estructura de la corriente cerca del estrecho de Yucatán a mediados del verano de 1984	
M.E. Cabello y F.G. Ruiz	389
"El estado del arte" en el pronóstico del oleaje	
R. Vázquez y A. Preciado	407
SISMOLOGÍA	
Algunos aspectos de la actividad sísmica durante erupciones	

explosivas.

J.M. Espíndola y F.M. Medina	417
Sismicidad registrada en la región de Colima en Noviembre y Diciembre de 1988	
Z. Jiménez, F. Núñez Cornú, G. Castellanos, G. Ornelas, A. Ramírez, G. Reyes y H. Tamez	423
Respuesta sísmica de la estructura profunda de la Ciudad de México.	
S. Chávez Pérez y G.T. Shuster	427
Peligro sísmico casual en la trinchera Mexicana	
V.H. Espíndola y F.A. Nava	437
Sistema de adquisición de datos para redes sísmicas basado en PC.	
J.M. Guirao, G. Alguacil, J. Morales y F. Vidal	453
Estación sismológica digital basada en un Microcontrolador.	
C. García	461
La red sismológica telemetrizada de Colima (RESCO) inicia operaciones.	
G. Castellanos, G. Ornelas, C.A. Ramírez, G.A. Reyes y H. Tamez	469
Resultados preliminares de la red sismológica telemetrizada de Colima (RESCO)	
G. Castellanos, G. Ornelas, C.A. Ramírez, G.A. Reyes y H. Tamez	479
La brecha sísmica de la costa grande de Guerrero: una brecha madura.	
T. Monfret y G. Suárez	489

VOLUMEN 10

NO. 1, ENERO 1990

José M. Romo Jones (editor)	
Apoyo Editorial: Juan M. Espíndola Castro, Francisco Medina, Laura Martínez Ríos, Armando Reyes Serrato, Carmen Márquez, Marcos P. González Otero, Jaime Yamamoto	
	página
Editorial	1
Pronósticos de la actividad solar (1990 - 2030)	
Jorge Sánchez Sesma	4
Los terremotos y las ondas de radiofrecuencia	
Francisco Medina	8
Reflexiones sobre la participación del Ingeniero Geofísico en la industria.	
Joaquín Martín del Campo	10
Estimación de la precipitación máxima en el Noreste de México.	
Jorge Sánchez-Sesma y Arturo Valdéz	16

Razón, necesidad y perspectivas de la percepción remota con imágenes de satélite.

Ariel Alcántara y Marta Chávez 18

NO. 2, ABRIL 1990

	página
Editorial	1
A 50 años del temblor del 18 de mayo de 1940	
Javier González.	2
Humor Geofísico	
Yamas.	4
Vulcanografía	
Juan M. Espíndola y Francisco Medina.	5
Predicción de sismos: Una ojeada al futuro.	
Cinna Lomnitz	9
Levantamientos Geofísicos en dos áreas geotérmicas en la Cuenca de Guaymas, Golfo de California, México.	
Juan M. Espinosa, Lev Zonenshine, Ivan Norrich y Eric Popof.	20

NO. 3, JULIO 1990

	página
Editorial	1
Análisis de la precipitación del Huracán Gilberto.	
Jorge Sánchez y Arturo Vadés.	2
Evidencia Geofísica para Barreras Geohidrológicas.	
Randall Roberts.	8
El Niño y su relación con las lluvias de Jalapa, Veracruz	
Pereyra Díaz, Palma Grayeb y Barrientos S.	11

NO. 4, OCTUBRE 1990

	página
Editorial	1
El decano de los disidentes en la física de plasmas.	
Anthony Peratt.	2
Modelo matemático que describe la variación de la temperatura ambiente en el Valle de Perote cuando se presentan heladas.	
Zitácuaro Contreras, Pereyra Díaz y de la Mora Basañez. ...	8
Monterrey Air Quality as Related to Meteorological Factors	
Ernesto Jáuregui y Jaime Yamamoto	12

NÚMERO EXTRAORDINARIO, OCTUBRE 1990

VOLUMEN 11

NO. 1, ENERO 1991

José M. Romo Jones y Francisco Medina (editores)
 Apoyo Editorial: Juan M. Espíndola Castro, Carmen Márquez, Marcos P. González Otero, Armando Reyes Serrato y Jaime Yamamoto

	página
Editorial	1
El vulcanismo en la historia de la Tierra	2
Luis A. Delgado.	
Contribución de los retroalimentadores al calentamiento por aumento de CO ₂ .	
René Garduño y Julián Adem	7
Balance de calor en un punto al Norte de la Península de Yucatán a partir de dos períodos de muestreo durante 1988	
José Hernández Téllez y Javier Aldeco	9
Informe de actividades 1989-1990	14
Convocatoria	17
Acerca de los miembros de la Unión	19

NO. 2, ABRIL 1991

	página
Editorial	1
Acerca de la actividad científica y el desarrollo económico en México.	
Francisco Medina	2
Modelo radiativo convectivo (primeros resultados)	
Conde C., Gay C.	6
Dinosaurios, cometas e inteligencia extraterrestre.	
Silvia Bravo	10
Convocatoria:	
"Reconocimiento a la Investigación"	14
Acerca de los miembros	15
Actividades de la Unión	16

NO. 3, JULIO 1991

	página
Editorial	1
Nueva actividad del volcán de Colima en 1992	
Francisco Medina.	2
Dos modelos de radiación infrarroja.	
Conde C. y Gay C.	5

Gravimetría y estructura de San Quintín, B.C.

J.M. Espinosa Cardeña, J.M. Romo Jones y

M. Almeida Vega 10

NÚMERO EXTRAORDINARIO, OCTUBRE 1991

Contiene 240 Resúmenes de la Reunión Anual 1991

NO. 4, OCTUBRE 1991

	página
Editorial	1
Importancia de la ciencia pequeña.	2
G. Brent Darlymple.	
Efecto de movimientos normales al plano de falla en la radiación de las ondas P y S.	7
R. R. Castro, J. G. Anderson y J. N. Brune.	
¿Hubo de veras un big bang?	
Silvia Bravo	10
Modelación de corrientes sobre la plataforma continental forzadas por el viento.	
Luis Fernando Zamudio López y Manuel López Mariscal.	14
Reporte del monitoreo sísmico realizado en la región de Maravatio-Acambay durante el período marzo de 1989 y agosto-septiembre de 1990.	
Jaime Yamamoto, Reynaldo Mota.	18
Informe de labores 1990-1991	22

VOLUMEN 12

Francisco Medina, Cinna Lomnitz (editores)

Apoyo Editorial: Carmen Márquez, Marcos P. González Otero, Juan M. Espíndola Castro, Armando Reyes Serrato, Luis Delgado, Norma Vázquez, Miguel Lavín, José L. García Chávez y Jaime Yamamoto

NO. 1, ENERO 1992

	página
Editorial	1
Determinación de los coeficientes de reflexión, transmisión y estimación de la densidad. Coeficientes de Poisson, velocidad longitudinal	
G. F. Ronquillo y L.C. Ramírez	2
Uso de la transformación P-i en la extracción de curvas de dispersión en datos de refracción sísmica somera	
Juan Martín Gómez González, Carlos Calderón M. y Emilio A. Vera García.	7
Estimación de la distribución de velocidades usando tomografía de transmisión para V.S.P	
Luis C. Ramírez Cruz, Gerardo F. y Ronquillo Jarillo	11

Una introducción a la inversión unidimensional de sismogramas: Los casos de deconvolución dinámica y filtrado de Wiener.

Marco Antonio Torres Vera y Sergio Chávez Pérez. 15

Tomographic Inversion of travel time in terms of depth parameters.

J. A. Madrid and J.C.V. Traslosheros. 20

NO. 2, ABRIL 1992

	página
Editorial	1
Vehículo instrumentado para estudios de microfísica de nubes y precipitación.	
R. A. Montañez y F. García García	2
Respuesta sísmica observada en tres niveles del suelo de la Ciudad de México.	
J. Acosta Ch., C. Huerta L. y Luis H. Mendoza	6
Dos modelos matemáticos para estimar las horas frío en base a la oscilación diaria de la temperatura.	
D. Pereyra y B. Palma	15
Avenida de diseño utilizando el modelo del hidrograma unitario instantáneo.	
D. Pereyra, I. Zitacuaro y A. Hernández.	18
Características magnéticas y de plasma de viento solar detras de una onda de choque interplanetaria	
S. Bravo y M. Lanzagorta.	22

NO. 3, JULIO 1992

	página
Editorial	1
Espectros de gotas de niebla en la Sierra Oriental.	
F. Gracia García y R.A. Montañez	2
Relación entre hoyos coronales polares, manchas solares y rayos cósmicos galácticos para los ciclos solares 21 y 22.	
S. Bravo y A.L. Rivera	5
Extracción de curvas de dispersión en registros de aceleración	
F. Romero, S. Chavez y C. Calderón	9
Enfriamiento y calentamiento por calor latente y sensible en la plataforma de Yucatán I.	
J. Hernández T. Y J. Aldeco.	6
Diferencias infinitas integrales: un "Nuevo" método en la solución de problemas de transporte en medios continuos	
M.C. Suárez y E. de la Torre.	23

NO. 4, OCTUBRE 1992

	página
Editorial	1
Noticias	2

Causas del cambio en inversiones del campo magnético de la Tierra.	
J. A. Jacobs	3
Las causas solares de las tormentas geomagnéticas.	
S. Bravo y A. L. Rivera.	7
Modelado de irregularidades topográficas ante incidencia de ondas P,SV y de Rayleigh.	
J. M. Gómez y M. A. Bravo	13
Aplicación de técnicas huerísticas y estadísticas a la caracterización y pronóstico de las ráfagas solares.	
I. Fierro	19
Análisis de la correlación entre 3 estaciones metereológicas	
T. G. Jiménez.	23
Actividades de la Unión	30
NO. 5, NOVIEMBRE 1992	

Contiene 260 Resúmenes de la Reunión Anual 1992

VOLUMEN 13

NO. 1, ENERO 1993

	página
Noticias	2
Anillos planetarios.	
D. Maravilla	3
Fisicoquímica de la zona de surgencia del Golfo de Tehuantepec.	
F. Vázquez, M. Turner y H. Alexander.	7
Radioastronomía de Júpiter.	
L. A. Rivera y L. V. Rodríguez	11
Sobre la influencia del rotacional del esfuerzo del viento en las corrientes sobre la plataforma continental.	
M. López y A. Clarke	15
Actividades de la Unión.	21

NO. 2, ABRIL 1993

	página
Noticias	2
Resonancia en la reflexión de ondas de Rossby.	
F. Graef.	3
On Stability of Rossby-Haurwitz Waves and Verkeley's Modons in the Borotropic Atmosphere.	
Y. N. Skiba	11
Inhomogeneidades espaciales en la estructura microfísica de niebla.	
F. García G. y R. A. Montañez.	15

Rifts activos y pasivos.

R. S. White	23
Sismicidad en las raíces de los arcos volcánicos	
S. Kirby y B. Hacker	25
NO. 3, JULIO 1993	

	página
Noticias	2
Tectónica de placas y la evolución del Bloque Jalisco.	
J. M. Stock	3
Conductividad térmica de la roca y condiciones termodinámicas iniciales en sistemas hidrotermales.	
M. C. Suárez y F. Ascencio	11
La Generación de columnas de magma basáltica en la frontera núcleo-manto.	
M. E. Wyssession	19
Actividades de la Unión	20
Comportamiento de la actividad b total en partículas suspendidas en el aire (1982-1990) en Laguna Verde	25
NO. 4, OCTUBRE 1993	

	página
Noticias	2
La Isla Socorro, Volcán Everman y la actividad volcánica de Febrero del 93.	
F. Medina.	3
Estudio de riesgo geoambiental con geofísica resistiva en zonas urbanas de la laguna	
A. R. Escobar, J. E. Rodríguez.	5
Comparación gráfica de la temperatura anual y de la precipitación total anual de Jalapa	
A. Tejeda, J. F. Sánchez y A. Pérez.	11
Actividades de la Unión	17
Del Barbarismo al Neologismo	
O. Gómez y A. Nava.	21
Calentamiento global y océano.	
J. Barberán	24

NO. 5, NOVIEMBRE 1993

Contiene 203 Resúmenes de la Reunión Anual 1993

VOLUMEN 14

NO. 1, ENERO 1994

	página
Noticias	2

Investigación de las curvas de luz de los destellos aplicando análisis de componentes principales.

I. Fierro	5
El niño y su relación con la sequía intraestival en dos localidades del Edo. de Veracruz	
D. Pereyra y B. Sánchez	9
Corrección barimétrica para el supermonitor de neutrones de Cd. Universitaria.	
M. Rodríguez	13
Sistema de almacenamiento en memoria de Estado Sólido e interfaz para sismómetros.	
R. Pérez, C.A. Alvarez y H. Mijares	
Actividades de la Unión	22

NO. 2, ABRIL 1994

	página
Noticias	2
Física y Química de las columnas de basalto fundido (plumes) que ascienden desde el manto.	
D. J. De Paolo, E. M. Stopler y D. M. Thomas	6
Geofísica Espacial	
José F. Valdés	13
Sobre el efecto de gradientes de presión a lo largo de la costa en simulaciones numéricas.	
L. Zamudio y M. López	17
Estimación de las horas frío usando como variable la temperatura promedio diaria.	
B. Palma y D. Pereyra	23

NO. 3, JULIO 1994

	página
Noticias	2
Impactos de fragmentos de cometa sobre Júpiter	
Francisco Medina	6
Pronóstico de la ocurrencia de destello mediante la aplicación de análisis discriminante.	
I. Ferro, J. Pérez	10
Anomalías de la precipitación de Xalapa, Ver., durante el periodo enero 91 a agosto 92.	14
I. Zitácuaro, L. Llanos, F. Acevedo y D. Pereyra	
Estimación del cambio climático global.	
J. Adem	19
Calentamiento global calculado con el modelo termodinámico.	
I. Galindo	21
Actividades de la Unión	30

NO. 4, OCTUBRE 1994

	página
Noticias	1
Foro	3
Facultad de Ciencias de la Tierra UANL	
Dr. Cosme Pola	5
Fluctuaciones climáticas en dos localidades de Guanajuato y su relación con fenómenos	
Atmosféricos Globales.	
Genaro Montesinos	7
Temblor Boliviano de un raro reflejo del Interior de la Tierra.	
Ray Labdury	11
Evolución de cuencas tensionales en sistemas de fallas	
laterales.	15
Jaime Urrutia F.	
Actividades de la Mesa Directiva.	21

NO. 5, NOVIEMBRE 1994

Resúmenes Reunión Anual 1994
Contiene 303 resúmenes.
Francisco Medina, Silvia Bravo (editores)
Apoyo Editorial: Carmen Márquez, Marcos P. González, Juan M. Espíndola, Armando Reyes, Luis A. Delgado, Norma Vázquez, Miguel Lavín, Mara Arroyo, Jaime Yamamoto, Alberto López Fernando García

VOLUMEN 15

NO. 1, ENERO 1995

Francisco Medina (editor)
Apoyo Editorial: Carmen Márquez, Marcos P. González, Juan M. Espíndola, Armando Reyes, Luis A. Delgado, Norma Vázquez, Miguel Lavín, Jaime Yamamoto, Alberto López, Fernando García, Ana Pereda, Norma Vázquez, Guadalupe González y M. Eugenia García

	página
Noticias	1
Foro	3
Estimación del periodo libre de heladas para las regiones altas del centro de Veracruz.	
Francisco J. García, Silvia Villuendas, Indalecio Montero y Domitilo Pereyra	5
Las nubes y sus efectos en el sistema climático.	
Jeffrey Kiehl	11
Actividades de la Unión	19

NO. 2, NOVIEMBRE 1995

Contiene 350 Resúmenes de la Reunión 1995

Luis A. Delgado Argote (editor)

Apoyo Editorial: Víctor M. Frías Camacho y Enrique Gómez Treviño

VOLUMEN 16

NO. 1, MARZO 1996

Luis A. Delgado Argote y Juan García Abdeslem (editores)
Víctor M. Frías Camacho (Editor Técnico)

	página
EDITORIAL	1
Noticias de la UGM	
Asamblea General 1995	5
Buques Oceanográficos	8
ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN	
Un Catálogo de Indicadores Cinemáticos en Rocas	
Cizalladas	9
Gustavo Tolson	
Ejemplos de inversión lineal utilizando el efecto gravimétrico de borde	15
Juan García Abdeslem	
ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN	
Normalización de los nombres de las formas del relieve submarino directrices, formulario de propuesta y terminología.....	22
José Luis Frías Salazar y Jorge Rey Salgado	
NOTAS CORTAS	
Serie del Nivel del Mar	41
Juán Ignacio González, José Ochoa y Pedro Ripa	
Sismicidad del Noroeste de México	43
GRUPO RESNOM	
COMUNICACIONES	
FESOCIME	45
ANUNCIOS.....	48
Instrucciones para los autores de artículos de investigación	53
Forma de Arbitraje	55
NO. 2, JUNIO 1996	
EDITORIAL	56

ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN

Estudio de riesgo geológico en Tijuana, Baja California con base en rasgos estructurales y la respuesta del terreno 57

Luis A. Delgado-Argote, Alejandro Hinojosa-Corona, Manuel Aragón-Arreola y Víctor M. Frías-Camacho

Clasificación de Imágenes Multiespectrales Utilizando Redes Neuronales Supervisadas 90

Diana Cristina Ruíz-Alvarez

ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN

Comentarios sobre la edad del campo volcánico pedregal de San Ángel, cuenca de México-fechamientos por radiocarbono 96

J. Urrutia-Fucugauchi

Modelo estadístico para estimar la concentración de NaCl y SO₂ catalizadores del proceso de corrosión atmosférica en Xalapa, Veracruz Estudio preliminar 99

Domitilo Pereyra-Díaz, Miguel Ángel Natividad-Baizabal, Ignacio Sosa-Uscanga y Javier Reyes-Trujeque

NOTAS CORTAS

Sismicidad del Noroeste de México 103

GRUPO RESNOM

Reporte de la Conferencia Penrose evolución tectónica del

Golfo de California y sus márgenes 105

Paul J. Umhoefer, Joann Stock y Arturo Martín

Actividades del proyecto Geofísico Marino y de Sísmica de Refracción CORTES-P96 109

Luis A. Delgado Argote

NOTICIAS DE LA UGM

¿Olimpiadas Nacionales de Ciencias de la Tierra? 112

COMUNICACIONES

Sobre la calidad de las ponencias en la Reunión Anual de la UGM 114

ANUNCIOS..... 115

Instrucciones para los autores de artículos de investigación 126

Forma de Arbitraje 128

NO. 3, SEPTIEMBRE 1996

	página
EDITORIAL	129

ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN

Geoquímica de la concha de ostrácodos (*Limnocythere staplini*) un método de regresión múltiple como indicador paleoclimático 130

Manuel R. Palacios-Fest

ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN

Computación paralela en las Geociencias 137

José Gómez-Valdés

Una hoja de cálculo para la manipulación y visualización de
datos de orientación 142

Francisco Correa-Mora y Gustavo Tolson

Principios teóricos del fallamiento frágil por cizalla
PARTE I: La deformación bidimensional 146

Ángel Francisco Nieto-Samaniego

Imágenes electromagnéticas del interior de la Tierra:
PARTE 1 152

Enrique Gómez Treviño

NOTAS CORTAS

Reporte de la sesión especial de posicionamiento global:
mediciones geodésicas precisas y monitoreo de la deformación
cortical en México y regiones adyacentes, Reunión Anual 1995
de la Unión Geofísica Mexicana 155

Robert Reilinger, Javier González García y Yehuda Bock

Sismicidad del Noroeste de México 157

GRUPO RESNOM

NOTICIAS DE LA UGM

Premios de la Unión Geofísica Mexicana 159

COMUNICACIONES

ANUNCIOS 160

Instrucciones para los autores de artículos de
investigación 168

Forma de Arbitraje 170

NO. 4, NOVIEMBRE 1996

Contiene 243 Resúmenes de la Reunión Anual 1996

SESIONES REGULARES

Ciencias de la Atmósfera 171

Ciencias del Mar 180

Física Espacial 183

Geofísica de Exploración 185

Geohidrología 190

Geología 195

Geoquímica 203

Paleomagnetismo Terrestre 208

Sismología 210

Vulcanología 220

SESIONES ESPECIALES

Cortes 96 226

Dinámica de Mares Marginales 230

Evolución Tectónica de México 234

Geotermia 237

La Sequía en México 240

Modelación Numérica del Océano 242

Paleoceanografía y Paleoclimatología 245

Problemas Inversos en Geociencias 248

Simulación del Oleaje y su Dinámica 254

Sismos Recientes de México 257

Tectónica de Márgenes Continentales 260

ÍNDICE DE AUTORES 264

HORARIO DE SESIONES 270

PROGRAMA GENERAL 285

VOLUMEN 17

NO. 1, MARZO 1997

Luis A. Delgado Argote y Juan García Abdeslem (editores)
Victor M. Frías Camacho (Editor Técnico)

página

EDITORIAL 1

ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN

Los peligros volcánicos y su mitigación 2

Gerardo Carrasco Núñez

Geoquímica de elementos traza y su relación con la petrogénesis
de rocas ígneas: Modelos cuantitativos de procesos
magmáticos 14

María del Sol Hernández Bernal, Gustavo Tolson y Gabriela
Solís Pichardo

Red sísmica temporal de La Paz: Boletín de información sísmica
(Septiembre-Octubre de 1996) 23

Luis Munguía-Orozco, Tito Valdéz-López, Miguel Navarro-
Sánchez, Arturo Cruz-Falcón y Sergio Mayer-Geraldo

La astronáutica y la Física Espacial 29

Oscar García Zarco

NOTAS CORTAS

Los sistemas de estímulos, la creatividad y la ortodoxia en
Ciencias de la Tierra en México 33

J. Urrutia Fucugauchi

REPORTES

Sismicidad del Noroeste de México 35

GRUPO RESNOM

NOTICIAS DE LA UGM

Informe Financiero Unión Geofísica Mexicana 1996 37

Directorio de Miembros de la UGM 1997	38
Premios de la Unión Geofísica Mexicana	42
COMUNICACIONES	
ANUNCIOS	44
Instrucciones para los autores de artículos de investigación	50
Forma de Arbitraje	52
No. 2, JUNIO 1997	

EDITORIAL	página 53
ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN	
Acerca de las causas de las elevadas concentraciones de ozono en la atmósfera de la zona metropolitana de Guadalajara en octubre de 1996	54
Irina E. Tereshchenko y Anatoliy E. Filonov	
ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN	
Geofísica computacional y enseñanza en el posgrado	60
J. Frez	
Aplicaciones petrogenéticas de los minerales magnéticos en las rocas ígneas	67
Edgardo Cañón Tapia	
La teoría de rayos y sus aplicaciones	77
Juan A. Madrid	
Segundo Coloquio investigaciones en el Golfo	86
José Gómez Valdés, Miguel Lavín y Gregory Hamman	
NOTAS CORTAS	
Imágenes electromagnéticas del interior de la Tierra:	
Parte II	104
Enrique Gómez Treviño	
REPORTES	
Sismicidad del Noroeste de México	107
GRUPO RESNOM	
NOTICIAS DE LA UGM	
Directorio de Miembros de la UGM 1997	109
Tercera Olimpiada Estatal de Ciencias de la Tierra en Baja California	114
Premios de la Unión Geofísica Mexicana	115
COMUNICACIONES	
Anuncios	117
Instrucciones para los autores de artículos de investigación	123
Forma de Arbitraje	125
Monografías de próxima aparición	126

NO. 3, SEPTIEMBRE 1997

EDITORIAL	página 127
ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN	
Intensidades sísmicas para la región de Tijuana, Baja California, a partir del posible rompimiento de la falla La Nación (Mw = 6.5)	128
José G. Acosta Chang y Juan Carlos Montalvo Arrieta	
Granitoides en el noreste de Sierra Juárez, Baja California: una historia de emplazamiento para la parte norte del Batolito Oriental del Cretácico Tardío	139
J.G. Héctor Romero-Espejel y Luis A. Delgado-Argote	
ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN	
Catálogo de sismos recientes (1991-1996) registrados por la red de acelerógrafos del Noroeste de México	155
Antonio Vidal, Manuel Luna, Luis Munguía, Miguel Navarro, Víctor Wong y Tito Valdéz	
NOTAS CORTAS	
Variación Estacional del Nivel del Mar en el Golfo de México y Mar Caribe	168
J.I., González, J. Ochoa y P. Ripa	
Imágenes electromagnéticas del interior de la Tierra:	
Parte III	172
Enrique Gómez Treviño	
REPORTES	
Sismicidad del Noroeste de México	177
GRUPO RESNOM	
NOTICIAS DE LA UGM	
Directorio de Miembros de la UGM 1997	179
Premios de la Unión Geofísica Mexicana	184
COMUNICACIONES	
ANUNCIOS	186
Instrucciones para los autores de artículos de investigación	191
Forma de Arbitraje	193
Monografías de próxima aparición	194
No. 4, NOVIEMBRE DE 1997	

Contiene 275 Resúmenes de la Reunión Anual 1997

EDITORIAL	página i
INSTITUCIONES PARTICIPANTES	ii
SESIONES REGULARES	
Ciencias de la Atmósfera	195

Espacio Exterior	204
Exploración Geofísica	208
Geohidrología	218
Geología	222
Geoquímica	236
Oceanografía	239
Paleomagnetismo	248
Paleoceanografía y Paleoclimatología	250
Sismología	253
Vulcanología	268
SESIONES ESPECIALES	
Cómputo de Alto Rendimiento y Experimentación	271
Geotermia	273
Oceanografía del Golfo de Tehuantepec y del Pacífico Tropical Nororiental	276
Oleaje	281
Tectónica Neógena de la Margen Occidental de México .	284
ÍNDICE DE AUTORES	291
HORARIO DE SESIONES	298
PROGRAMA GENERAL	315

DIRECTORIO DE MIEMBROS DE LA UGM 1998

Una vez más hemos construido una base de datos de la Unión Geofísica Mexicana. Esta vez, además de contener los nombres, direcciones y años en los cuales una persona ha pagado su cuota, le hemos asignado al miembro un número de afiliación que permitirá efectuar búsquedas más eficientes acerca de su status. La base contiene información general sobre cada uno de los miembros, así como de instituciones aportadoras de recursos.

Con base en este directorio se efectuarán los envíos de los números de **GEOS** y **GEOFÍSICA INTERNACIONAL** de manera que, en vista de que este directorio es nuevo, es probable que la captura de las direcciones contenga algunos errores. 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.

Por lo anterior, los invitamos a que verifiquen si sus datos están correctos y completos y, en caso de que exista algún error u omisión, nos lo hagan saber vía correo electrónico o a la dirección que aparece en esta revista.

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 la revista puedan conocer su situación.



Rolando Labacha
Miembro # 999

Reunión Anual 1998
Puerto Vallarta, México
9-13 de Noviembre

E-mail: ugm@cicese.mx
Internet: <http://www.ugm.org.mx>

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA - MIEMBROS 1998

No.	Miembro	97	98	Nombre	Institución	División o Instituto	Departamento o Facultad	E-mail
1	678	X		Aceves Cuesada Fernando	UNAM	Geofísica	Vulcanología	
2	20	X		Aguirre Díaz Gerardo J.	UNAM	Geología	Estación Regional del Centro	giad@servidor.unam.mx
3	16	X	X	Alaniz Alvarez Susana A.	UNAM	Geología	Estación Regional del Centro	alaniz@servidor.una.mx
4	279	X		Alatorre Zamora Miguel Angel	IPN	CICIMAR		
5	19	X	X	Alariste Vichis David Rey	IMP	Exploración y Producción	Prospección Geofísica	adavid@quetzalcoatl.igeofcu.unam.mx
6	668	X		Alba Valdivia Luis Manuel	UNAM	Geofísica	Exploración Geofísica	lalva@tonatihu.igeofcu.unam.mx
7	4	X	X	Alvarez Borrego José	CICESE	Física Aplicada	Óptica	jose@ciases.mx
8	3	X	X	Alvarez Borrego Saul	CICESE	Oceanología	Ecología	saul@ciases.mx
9	676	X		Alvarez Manilla Alfonso				
10	267	X		Alvarez Sánchez Luis G.	CICESE	Oceanología	Oceanografía Física	lalvarez@ciases.mx
11	8	X	X	Aragón Arreola Manuel de Jesús		Cantinas El Taco	Geología	
12	18	X		Araillano Gómez Victor Manuel	IIE	Geotermia		vag@exp2.ile.org.mx
13	278	X		Araillano Guadarrama José Foo	CFE	Residencia de Estudios	Exploración	
14	287	X		Axen Gary	UCLA		Earth and Space Sciences	gaxen@ess.ucla.edu
15	296	X	X	Bandy William L.	UNAM	Geofísica	Exploración Geofísica	bandy@tonatihu.igeofcu.unam.mx
16	28	X	X	Barajas Díaz Pablo	ITESO		Habitat y Desarrollo Urbano	
17	30	X		Barragan Reyes Rosa María	IIE	Geotermia		
18	26	X	X	Bermúdez Angulo María Luisa	UNAM	Ingeniería	Ingeniería Sismológica	maria@gea.ingen.unam.mx
19	711	X		Bernal Franco Gladys	UABC	Investigaciones Oceanológicas	Gequímica Ambiental	gberna@bahia.ens.uabc.mx
20	37	X	X	Bohnel Norbert Harald	UNAM	Geofísica	Exploración Geofísica	harald@tonatihu.igeofcu.unam.mx
21	34	X		Brassee Ochoa Jesús	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geofísica Aplicada	jbrassee@ciases.mx
22	27	X		Bravo Cabrera José Luis	UNAM	Geofísica	Radiación Solar	jbravo@tonatihu.igeofcu.unam.mx
23	24	X		Brito Castillo Luis	CIBNOR	Unidad Guaymas	Hidrología	lbrito@cibnor.mx
24	32	X	X	Buendía Carrera Enrique	UNAM	Ciencias de la Atmósfera	Teoría del Clima	
25	632	X	X	Bulgakov Sergey N.	UDG	Astronomía y Meteorología	Física	sbulgano@udg.serv.cencar.udg.mx
26	536	X		Burrola Sánchez María Sara	CIBNOR	Zona Costera		sburrola@cibnor.mx
27	324	X		Caballero Miranda Cecilia	UNAM	Geofísica	Exploración Geofísica	maga@tonatihu.igeofcu.unam.mx
28	51	X		Calmus Thierry	USON			
29	325	X		Campos Enriquez Oscar	UNAM	Geofísica	Exploración Geofísica	ocampos@tonatihu.igeofcu.unam.mx
30	581	X	X	Cañón Tapia Edgardo	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geología	ecanon@ciases.mx
31	52	X	X	Carbajal Pérez Noel	UNAM	Ciencias del Mar y Limnología	Est. Inv. Marinas Mazatlán	noel@ola.icyml.unam.mx
32	557	X		Carbonell Ramón	CSIC	Ciencias de la Tierra	Geofísica	rcarbonell@ija.csic.es
33	54	X		Cardone José M.		Observatorio Geofísica Sperimentale		
34	321	X		Cárdenas Soto Martín	UNAM	Ingeniería	Ingeniería Sismológica	martin@hermes.ingen.unam.mx
35	331	X		Carrasco Nuñez Gerardo	UNAM	Geología	Geología Regional	gerardoc@servidor.unam.mx
36	330	X		Carreño Ana Luisa	UNAM	Geología	Paleontología	anacar@servidor.unam.mx
37	663	X	X	Castrejón Israel				
38	645	X		Castrejón Pineda Hector Ricardo	UNAM	Ciencias de la Tierra	Ingeniería	root@sacba.fia-unam.mx
39	47	X	X	Castro Escamilla Raúl	CICESE	Ciencias de la Tierra	Sismología	raul@ciases.mx
40	45	X		Castro Gorea Renato	UNAM	Geofísica	Vulcanología	
41	49	X		Castro Leyva Teresa	IMP		Exploración y Producción	
42	53	X		Cerca Martínez Luis Mariano	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geología	mcerca@ciases.mx
43	664	X		Charre Meza Adolfo Salomé	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geofísica Aplicada	acharre@ciases.mx
44	624	X		Cifuentes Gerardo	UNAM	Geofísica	Geomagnetismo y Exploración	gercifu@tonatihu.igeofcu.unam.mx
45	726	X		Cisneros Stojanowski Gerardo	SILICON GRAPHICS			gerardo@cray.com
46	558	X	X	Córdoba Barba Diego	UCM	Ciencias de la Tierra	Geofísica	dcordoba@eucmos.sim.ucm.es
47	58	X		Corona Ruiz Martín	CFE	Campo Geotérmico Cerro Prieto		
48	566	X		Correa Mora Francisco	UNAM	Geofísica	Geoquímica y Exploración	pancho@tonatihu.igeofcu.unam.mx
49	723	X		Cortés Cortés Abel	UCOL	Observatorio Vulcanológico		corfas@cgic.ucol.mx
50	59	X		Cruz Castillo Manuel	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geología	mcruz@ciases.mx
51	686	X		Cupul Magaña Amicar Levi	UDG		Recursos Naturales	cmagana@vallarta.cuc.udg.mx
52	559	X	X	Dañobetia Juan José	CSIC	Ciencias de la Tierra	Geofísica	jdanobetia@ija.csic.es
53	342	X		Davydova Beliskaya Valentina	UDG	Astronomía y Meteorología	Física	vdavidov@udg.serv.cencar.udg.mx
54	69	X		De Csema Gömbös Zoltan	UNAM	Geología	Geología Regional	
55	82	X	X	Delgado Argote Luis Alberto	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geología	ldelgado@ciases.mx
56	75	X		Delgado Contreras Juan Antonio	CICESE	Oceanología	Oceanografía Física	jdelgado@ciases.mx
57	454	X	X	Diego Orozco Arturo	IMP	Exploración y Producción	Geofísica	arturo@orion.expl.imp.mx
58	718	X		Douglas William				
59	341	X	X	Dworak R. Juan A.	SEP	Tecnológico del Mar		
60	573	X		Elias Herrera Mariano	UNAM	Geología	Geología Regional	elias@servidor.unam.mx
61	86	X	X	Esparza Hernández Francisco	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geofísica Aplicada	fesparz@ciases.mx
62	87	X		Espindola Castro Juan Manuel	UNAM	Geofísica	Vulcanología	jme@tonatihu.igeofcu.unam.mx
63	92	X		Fabriel Beauville Hubert	CICESE	Ciencias de la Tierra	Sismología	hfabriel@ciases.mx
64	346	X		Farreras Sanz Salvador	CICESE	Oceanología	Oceanografía Física	sfarrera@ciases.mx
65	91	X	X	Ferrari Pedraglio Luca	UNAM	Geología	Estación Regional del Centro	luca@servidor.unam.mx
66	137	X	X	Filonov Anatoly E.	UDG		Físico Matemáticas	afilonov@udg.serv.cencar.udg.mx
67	97	X		Fletcher John M.	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geología	jfletche@ciases.mx
68	679	X		Flores Cruz Fernando				
69	348	X	X	Flores Luna Carlos Francisco	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geofísica Aplicada	cflores@ciases.mx
70	675	X		Forsythe Lance	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geología	forsythe@ciases.mx
71	96	X	X	Frez Cárdenas José	CICESE	Ciencias de la Tierra	Sismología	jofrez@ciases.mx
72	680	X		Fuentes Vargaz Carlos	UNAM	Geofísica	Sismología	carlos@ollin.igeofcu.unam.mx
73	108	X	X	Gálvez Pérez Marco Antonio	UCOL	Oceanografía Física	Ciencias Marinas	galicia@volcan.ucol.mx
74	578	X	X	Gállegos Cruz Apolonio	IPN	Ciencias Básicas	Física	
75	101	X	X	García Abdellem Juan	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geofísica Aplicada	jjgarcia@ciases.mx
76	104	X		García Arthur Rosalia	CICESE	Ciencias de la Tierra	Sismología	arthur@ciases.mx
77	368	X	X	García García Fernando	UNAM	Ciencias de la Atmósfera	Meteorología General	dire@mmvica.atmosfev.unam.mx
78	100	X	X	Garduño Monroy Victor Hugo	UMICH	Investigaciones Metalúrgicas	Ingeniería Química	vgmonroy@zeus.cci.umich.mx
79	358	X		Garduño Rene	UNAM	Ciencias de la Atmósfera		
80	724	X		Gavilanes Ruiz Juan Carlos	UCOL	Observatorio Vulcanológico		gavilan@cgic.ucol.mx
81	119	X	X	Gavino Rodríguez Juan Heberto	UCOL	Oceanografía Física	Ciencias Marinas	gavinho@volcan.ucol.mx
82	122	X		Glowacka Ewa	CICESE	Ciencias de la Tierra	Sismología	glowacka@ciases.mx
83	121	X	X	Gómez Treviño Enrique	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geofísica Aplicada	egomez@ciases.mx
84	112	X	X	Gómez Valdés José	CICESE	Oceanología	Oceanografía Física	jgomez@ciases.mx
85	672	X	X	González Fernández Antonio	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geología	mindundi@ciases.mx
86	113	X	X	González García José Javier	CICESE	Ciencias de la Tierra	Sismología	javier@ciases.mx
87	118	X		González Morales Carlos Alberto	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geofísica Aplicada	cgonzale@ciases.mx
88	99	X		González Morán Tomás	UNAM	Geofísica	Recursos Naturales	tglez@tonatihu.igeofcu.unam.mx
89	690	X		Gorsline Donn S.	USC		Earth Sciences	gorsline@earth.usc.edu
90	370	X	X	Graef Ziehl Federico	CICESE	Oceanología	Oceanografía Física	fgrae@ciases.mx

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA - MIEMBROS 1998 (continuación)

No.	Miembro	Calle	Colonia	Ciudad	Estado	País	C.P.	A.P.
1	678	Ciruito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
2	20	Balcones de Guanajuato #4	Arquitectos	Guanajuato	Guanajuato	México	36000	376
3	16	Balcones de Guanajuato #4	Arquitectos	Guanajuato	Guanajuato	México	36000	376
4	279	Juárez #90-3		La Paz	Baja California Sur	México		
5	19	Temaca #6241	Aragón Inguarán	México	Distrito Federal	México	7820	
6	668	Ciruito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
7	4	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
8	3	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
9	678	Ciruito Jardín #356-3	Alamos 3*	Queretaro	Queretaro	México	76160	
10	267	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
11	8	2170 SE 17th Street Suite 202		Ft. Lauderdale	Florida	USA	33316	
12	18	Reforma #113	Palmira	Temixco	Morelos	México	62490	1-475
13	278	C. Pascualitos-Pescaderos Km. 26.5		Mexicali	Baja California	México		3636
14	287	UCLA - Box 951567		Los Angeles	California	USA	90095-1567	
15	296	Ciruito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
16	28	Periferico Sur #8585		Tlaqueapaque	Jalisco	México	45090	31-175
17	30	Reforma #113	Palmira	Temixco	Morelos	México	62490	1-475
18	26	Ciruito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	70472
19	711	Villa de San Miguel #36	San Miguel	Ensenada	Baja California	México	22760	
20	37	Ciruito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
21	34	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
22	27	Ciruito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
23	24	Km. 2.35, Camino al Tular	Estero de Bacochibampo	Guaymas	Sonora	México	85465	349
24	32	Ciruito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
25	632	Av. Vallarta #2602	Sector Juárez	Guadalajara	Jalisco	México	44130	
26	536	Km. 2.35, Camino al Tular	Estero de Bacochibampo	Guaymas	Sonora	México	85465	349
27	324	Ciruito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
28	51			Hermosillo	Sonora	México		908
29	325	Ciruito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
30	581	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
31	52	Apartado Postal No. 811		Mazatlán	Sinaloa	México	82000	811
32	557	Lluís Solé i Sabarís s/n		Barcelona	Barcelona	España	8028	
33	54			Opicina	Trieste	Italia	34016	2011
34	321	Ciruito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	70472
35	331	Ciruito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
36	330	Ciruito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
37	663	Calles de la Garita #14	Centro	Taxco	Guerrero	México	40200	
38	645	Ciruito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
39	47	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
40	45	Ciruito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
41	49	Apdo. Postal 224	Oficina Correo	Cd. del Carmen	Campeche	México	24101	224
42	53	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
43	664	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
44	624	Ciruito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
45	726	Av. Vasco de Quiroga #3000	Santa Fe	México	Distrito Federal	México	01210	
46	558	Av. Complutense s/n		Madrid	Madrid	España	28040	
47	58	C. Pascualitos-Pescaderos Km. 26.5	Cerro Prieto	Mexicali	Baja California	México	21100	
48	566	Ciruito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
49	723	Av. 25 de Julio #965	Villas San Sebastian	Colima	Colima	México	28045	
50	59	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
51	686	Av. Universidad #203	Delegación Ixtapa	Puerto Vallarta	Jalisco	México		
52	559	Lluís Solé i Sabarís s/n		Barcelona	Barcelona	España	8028	
53	342	Av. Vallarta #2602	Sector Juárez	Guadalajara	Jalisco	México	44421	
54	69	Ciruito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
55	82	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
56	75	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
57	454	Eje Central Lázaro Cardenas #152	San Bartolo Atlapahuacan	México	Distrito Federal	México	7730	
58	718							
59	341	Km. 4, Carret. a Varadero Nacional	Sector Playitas	Guaymas	Sonora	México	85480	742
60	573	Ciruito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
61	86	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
62	87	Ciruito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
63	92	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
64	346	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
65	91	Balcones de Guanajuato #4	Arquitectos	Guanajuato	Guanajuato	México	36080	376
66	137	Rio Aullán #2180-34	Altas	Guadalajara	Jalisco	México	44421	
67	97	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
68	879	Antonia Nava s/n Esc. Pri. Makarenko	Carmen Serdán	México	Distrito Federal	México	4910	
69	348	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
70	675	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22830	2732
71	96	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
72	680	Ciruito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
73	108	Apartado Postal 275	Zona Centro	Manzanillo	Colima	México	28200	275
74	578	Te #950	Iztacalco	México	Distrito Federal	México	8400	
75	101	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
76	104	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
77	368	Ciruito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
78	100	Av. Rey Tiaouat #374-D	Villabell	Morelia	Michoacán	México	58090	
79	358		Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
80	724	Av. 25 de Julio #965	Villas San Sebastian	Colima	Colima	México	28045	
81	119	Apartado Postal 275	Zona Centro	Manzanillo	Colima	México	28200	275
82	122	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
83	121	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
84	112	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
85	672	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
86	113	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
87	118	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
88	99	Ciruito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
89	690			Los Angeles	California	USA	90089-0740	
90	370	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA - MIEMBROS 1998

No.	Miembro	97	98	Nombre	Institución	División ó Instituto	Departamento ó Facultad	E-mail
91	388	X	X	Grajales Nishimura Manuel	IMP	Exploración	Geociencias	grajales@geologia.unam.mx
92	570	X		Green Ruiz María de Jesús	UNAM	Ciencias del Mar y Limnología	Geología Marina	mgreen@ola.icm.unam.mx
93	111	X		Guerrero García José C.	UNAM	Geología	Paleontología	josec@servidor.unam.mx
94	126	X		Helenes Escamilla Javier	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geología	jhelenes@cicese.mx
95	125		X	Herguera García Juan Carlos	CICESE	Oceanología	Ecología	herguera@cicese.mx
96	572	X		Hernández Bernal María del Sol	UNAM	Geología	Geología Regional	msol@quetzalcoatl.igeofcu.unam.mx
97	582	X		Hernández Guerrero Joel	PEMEX	Integración e Interpretación	Activo Macuspana	zyanya@hotmail.com
98	564	X		Hernández Treviño Teodoro	UNAM	Geofísica	Exploración y Geomagnetismo	tht@tonatihu.igeofcu.unam.mx
99	689		X	Herrera Charles Roberto	IPN	CITEDI		charles@citedi.mx
100	387		X	Hinojosa Corona Alejandro	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geología	ahino@cicese.mx
101	669	X		Hughes Simon	UNAM	Geofísica	Vulcanología	shughes@tonatihu.igeofcu.unam.mx
102	127	X	X	Huidobro González Adolfo	UNAM	Ingeniería	Ingeniería Sismológica	iermo@inti.ingen.unam.mx
103	128	X		Huizar Álvarez Rafael	UNAM	Geología	Geología Regional	huizar@servidor.unam.mx
104	719	X		Hutton Wallis	U. WISCONSIN	Geophysical		wallis@geology.wisc.edu
105	722	X		Israde Alcantara Isabel	UMICH	Investigaciones Metalúrgicas	Ingeniería Civil	aisrade@zeus.cc.umich.mx
106	131	X		Jacques Ayala Cesar	UNAM	Geología	Estación Regional del Noroeste	jacques@servidor.unam.mx
107	130	X		Jáuregui O. Ernesto	UNAM	Ciencias de la Atmósfera	Meteorología General	ejos@mvica.atmoscu.unam.mx
108	133	X		Jiménez Illescas Angel R.	IPN	CICIMAR	Oceanología	ajimenez@ipn9021.ipn.mx
109	132	X		Jiménez Jiménez Zenon	UNAM	Geofísica	Sismología	zenon@igeofcu.unam.mx
110	395	X		Juárez Sánchez Faustino	UNAM	Geofísica	LUGIS	tino@tonatihu.igeofcu.unam.mx
111	135	X	X	Kostoglodov Vladimir	UNAM	Geofísica	Sismología	vladimir@oflin.igeofcu.unam.mx
112	640	X		Kotsarenko Nikola Y.	UNAM	Geofísica	Física Espacial	kotsaren@tonatihu.igeofcu.unam.mx
113	136	X		Kouzoub Nikolai	UANL		Ciencias de la Tierra	nikouzoub@ccr.dsi.uanl.mx
114	655	X		Kuraica Ogile	KINEMATICS	Sales Manager		sales@kmi.com
115	598	X		Lares Reyes María Lucila	CICESE	Oceanología	Ecología	llares@cicese.mx
116	141	X	X	Lavín Peregrina Miguel F.	CICESE	Oceanología	Oceanografía Física	mlavin@cicese.mx
117	399	X	X	Lázaro Mancilla Octavio	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geofísica Aplicada	olazaro@cicese.mx
118	483	X	X	Ledesma Vázquez Jorge	UABC	Geología	Ciencias Marinas	ledesma@bahia.ens.uabc.mx
119	404	X		Lermo Samaniego Javier Francisco	UNAM	Ingeniería	Ingeniería Sismológica	lermo@inti.ingen.unam.mx
120	602	X		Lira Herrera Héctor	CFE	Residencia Gral. Cerro Prieto	Estudios	
121	730		X	Lluch Cota Daniel Bernardo	CIBNOR		Geología Marina	
122	731		X	Lluch Cota Salvador Emilio	CIBNOR		Geología Marina	
123	146	X		López Mariscal Juan Manuel	CICESE	Oceanología	Oceanografía Física	malope@cicese.mx
124	145	X	X	López Martínez Margarita	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geología	marlope@cicese.mx
125	398	X		Lozada Zumaeta Manuel	IMP	Exploración Geofísica		manuel@oron.explimp.mx
126	615	X	X	Machain Castillo María Luisa	UNAM	Ciencias del Mar y Limnología	Geología Marina	machain@ola.icm.unam.mx
127	653	X		Magaña Rueda Víctor Orlando	UNAM	Ciencias de la Atmósfera	Meteorología General	victor@belenos.atmoscu.unam.mx
128	175	X		Marinone Moschetto Silvio Guido L.	CICESE	Oceanología	Oceanografía Física	marinone@cicese.mx
129	677	X		Marquez González Alvaro	UCM	Petrología y Geoquímica	Ciencias Geológicas	alvaromq@eucmax.sim.ucm.es
130	673	X	X	Martín Atienza Beatriz	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geología	mindundi@cicese.mx
131	2	X	X	Martín Barajas Arturo	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geología	amartin@cicese.mx
132	156	X		Martínez Serrano Raymundo G.	UNAM	Geofísica	Exploración Geofísica	rms@tonatihu.igeofcu.unam.mx
133	630	X		Martínez Zatarain Alejandro	UDG	Astronomía y Meteorología	Física	amartine@udgserv.cencar.udg.mx
134	667	X		Matthes Miguel	APASCO			
135	436	X		Mejía Trejo Adán	UABC	Investigaciones Oceanológicas	Oceanografía Física	amejia@bahia.ens.uabc.mx
136	164	X	X	Méndez Delgado Sostenes	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geofísica Aplicada	smendez@cicese.mx
137	631	X		Meulenart Peña Angel R.	UDG	Astronomía y Meteorología	Física	ameulene@udgserv.cencar.udg.mx
138	95	X		Michaud Francois	U. PARIS VI	Pierre el Marie Curie		michao@ccrv.obs-vlfr.fr
139	167	X	X	Montesinos Silva Genaro	UGTO	Ciencias Agrícolas	Agronomía	genaros@dulcinea.ugto.mx
140	414	X	X	Monzón C.O.	UDG	CUCEI	Física Matemáticas	monzon@quantum.ucting.udg.mx
141	421	X		Morán Zeniteno Dante Jaime	UNAM	Geología	Geoquímica	dingi@servidor.unam.mx
142	173	X	X	Morandi Soana María Teresa	U. DE LOS ANDES	Laboratorio de Geofísica	Ciencias	maria@ciens.ula.ve
143	619	X	X	Mortera Gutiérrez Carlos A.	UNAM	Geofísica	Sismología y Vulcanología	carlosm@din.igeofcu.unam.mx
144	608	X		Moya Juan Carlos	U. COLORADO		Geological Sciences	moya@cresp.colorado.edu
145	160	X		Munguia Orozco Luis	CICESE	Ciencias de la Tierra	Sismología	lmunguia@cicese.mx
146	434	X	X	Murieta José Luis				
147	176	X		Natividad Batzabal Miguel Angel	UVER	Meteorología Aplicada	Instrumentación Electrónica	fnava@cicese.mx
148	177	X		Nava Pichardo Alejandro	CICESE	Ciencias de la Tierra	Sismología	enava@vmedipn.ipn.mx
149	670	X	X	Nava Sánchez Enrique H.	IPN	CICIMAR	Oceanología	ains@servidor.unam.mx
150	181	X	X	Nieto Samaniego Angel Francisco	UNAM	Geología	Estación Regional del Centro	cidroax@vmedipn.ipn.mx
151	696	X		Norzagaray Campos Mariano	IPN	CHIDIR	Ingeniería y Tecnología	forom@vallarta.cuc.udg.mx
152	182	X	X	Núñez Comú Francisco Javier	UDG	CUC, Vallarta	Geografía y Organización Terr.	ocampo@cicese.mx
153	183	X	X	Ocampo Torres Francisco Javier	CICESE	Oceanología	Oceanografía Física	jchoa@cicese.mx
154	452	X		Ochoa De la Torre José Luis	CICESE	Oceanología		
155	455	X		Oda Noda Bertha	UNAM	Ciencias de la Atmósfera	Teoría del Clima y Predicción	siebe@servidor.unam.mx
156	714	X	X	Oleschko Klaudia	UNAM	Geología	Edafología	morozco@ccr.dsi.uanl.mx
157	568	X	X	Orozco Esquivel María Teresa	UANL	Ciencias de la Tierra		
158	665	X		Orta Francisco	APASCO			
159	713	X	X	Ortiz Aleman Carlos	CISAC	Fundación J. Barros Sierra, A.C.	Sismología	javier@oflin.igeofcu.unam.mx
160	191	X	X	Pacheco Alvarado Francisco Javier	UNAM	Geofísica	Sismología	gpadilla@cibnor.mx
161	549	X		Padilla Arredondo Gustavo	CIBNOR	Unidad Guaymas	Geología	
162	189	X		Palma Guzmán Sergio Hugo	CFE	Geotermia		
163	190	X		Palma Pérez Oswaldo	CFE	Geotermia		
164	201	X		Pavía López Eddar	CICESE	Oceanología	Oceanografía Física	apavia@cicese.mx
165	205	X	X	Payaro De Jesús Juan S.	UASD		Física	jpavaro@tricom.net
166	202	X		Paz Moreno Francisco A.	USON	Geología		paz@geologia.uson.mx
167	66	X		Pedrin Aviles Sergio	CIBNOR	Zona Costa	Geología Marina y Geoquímica	spedrin@cibnor.mx
168	706	X		Peraza Vizcarra Ramón	UAS		Ciencias del Mar	
169	200	X		Pereyra Díaz Domitilo	UVER	Meteorología Aplicada	Instrumentación Electrónica	dpereyra@speedy.coacadre.uv.mx
170	463	X	X	Pérez Enriquez Román	UNAM	Geofísica	Física Espacial	roman@tonatihu.igeofcu.unam.mx
171	195	X		Pérez Rocha Luis Eduardo	CISAC	Fundación J. Barros Sierra, A.C.	Geofísica	japerez@calafia.uabcs.mx
172	197	X	X	Pérez Venzor José Antonio	UABCS	Ciencias del Mar	Geología	libra@telnor.net
173	788	X	X	Peterson Villalobos Héctor	LIBRA			jprieto@calafia.uabcs.mx
174	671	X		Prieto Mendoza Jesús José	UABCS			odranoset@servidor.unam.mx
175	207	X		Quintero Legorreta Odranocel	UNAM	Geología	Geología Regional	quintero@csam1.mdx.uabc.mx
176	674	X	X	Ramírez Hernández Jorge	UABC	Ingeniería	Ciencias de la Tierra	jramirez@igiris.igeograf.unam.mx
177	638	X	X	Ramírez Herrera María Teresa	UNAM	Geografía	Geografía Física	
178	496	X		Ramírez Ruiz Juan José	UCOL	Observatorio Volcanológico		
179	211	X	X	Ramírez Trejo Ana Rosa				
180	212	X		Ramírez Vázquez Carlos Ariel	UCOL	CICBAS	RESCO	carlosr@egic.ucol.mx

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA - MIEMBROS 1998 (continuación)

No.	Miembro	Calle	Colonia	Ciudad	Estado	País	C.P.	A.P.
91	388	Tokio #921-202B	Portales	México	Distrito Federal	México	3300	
92	570	Explanada de la Azada y Cresón		Mazatlán	Sinaloa	México	82040	
93	111	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
94	126	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
95	125	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
96	572	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
97	582	Av. Sitio Grande #2000 Edif 3 1° Piso	Fracc. Carrizal	Villahermosa	Tabasco	México	86035	270
98	564	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
99	689	Av. del Parque #1310	Mesa de Otay	Tijuana	Baja California	México	22510	
100	387	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
101	669	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
102	127	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
103	128		Cd. Universitaria	México	Distrito Federal	México		
104	719	1215, West Dayton St.		Madison	Wisconsin	USA	53706	
105	722	Edif. "U" Universidad Michoacana	Cd. Universitaria	Morelia	Michoacán	México	58070	
106	131	De la Rivera #21		Hermosillo	Sonora	México	83288	
107	130		Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
108	133	Colegio Militar #192		Estero	Baja California Sur	México	23020	592
109	132	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
110	395	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
111	135	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
112	640	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
113	136	Pedro Noriega #569 Sur		Linares	Nuevo León	México	67700	
114	655	222 Vista Avenue		Pasadena	California	USA	91107	
115	598	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
116	141	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
117	399	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
118	483	Km. 106, Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22800	453
119	404	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
120	602	C. Pascualitos-Pescadores Km. 26.5	Cerro Prieto	Mexicali	Baja California	México	21100	
121	730	Km. 0.5 al Conchalito		La Paz	Baja California Sur	México	23000	128
122	731	Km. 0.5 al Conchalito		La Paz	Baja California Sur	México	23000	128
123	146	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
124	145	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
125	398	Eje Central Lazaro Cardenas #152	San Bartolo Atepehuacán	México	Distrito Federal	México	7730	
126	615	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	70305
127	653	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
128	175	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
129	677	Av. Comoluntense s/n		Madrid	Madrid	España	28040	
130	673	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
131	2	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
132	156	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
133	630	Av. Vallarta #2602	Sector Juárez	Guadalajara	Jalisco	México	44100	
134	667	Campus Eliseos #345, Piso 16	Polanco	México	Distrito Federal	México	11550	
135	436	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	453
136	164	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
137	631	Av. Las Praderas #320	Prados Vallarta	Zapopan	Jalisco	México	45020	
138	95	La Darse B-P #48		Paris	Paris	France		
139	167	Apartado Postal #311		Irapuato	Guanajuato	México	36500	311
140	414	M. Garcia Barragan y Corregidora		Guadalajara	Jalisco	México	44421	
141	421	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
142	173	Yagrumo, Quinta Frailejón	Santa María Sur	Merida	Yucatán	Venezuela	5101	
143	619	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
144	608	1300, 30th, A1-24		Boulder	Colorado	USA	80303	
145	160	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
146	434	Nogueira #1		Jalapa	Veracruz	México	91000	
147	176	Zona Universitaria s/n	Zona Universitaria	Jalapa	Veracruz	México	910290	136
148	177	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
149	670	Apdo. Postal 592		La Paz	Baja California Sur	México	23000	592
150	181	Targanitos #1		Guanajuato	Guanajuato	México	36000	
151	696	Av. Homos #1003	Ampliación Indeco	Xoxocotlan	Oaxaca	México	71230	
152	182	Gelati #99-1001	San Miguel Chamapa	México	Distrito Federal	México	11850	
153	183	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
154	452	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
155	455	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
156	714	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	04510	
157	568	Carret. Cerro Prieto Km. 8	Hacienda de Guadalupe	Linares	Nuevo León	México	67700	104
158	665	Campus Eliseos #345, Piso 16	Polanco	México	Distrito Federal	México	11550	
159	713	Carret. al Ajusco #203	Héroes de Padilla	México	Distrito Federal	México	01400	
160	191	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
161	549	Km. 2.35, Camino al Tular	Estero de Bacochibampo	Guaymas	Sonora	México	85465	349
162	189	Lic. Angel Compers #65	Dr. Miguel Silva	Morelia	Michoacán	México	58120	
163	190	El Greco #5181	Real Vallarta	Zapopan	Jalisco	México	45020	
164	201	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
165	205	Ciudad Universitaria		Santo Domingo	Rep. Dominicana			
166	202	Apartado Postal No. 847		Hermosillo	Sonora	México	83000	847
167	66	Km. 2.35, Camino al Tular	Estero de Bacochibampo	Guaymas	Sonora	México	85465	349
168	706			Mazatlán	Sinaloa	México		
169	200	Zona Universitaria s/n	Zona Universitaria	Jalapa	Veracruz	México	91090	136
170	463		Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
171	195	Santa María #214	Manizaco	Azcapotzalco	Estado de México	México		
172	197	Km. 5.5 Carretera al Sur	Universitaria	La Paz	Baja California Sur	México	23000	19-B
173	788	Bldv. Cuauhtemoc #3078-16	Gabiondo	Tijuana	Baja California	México	22420	
174	671	Retorno Mango #1855	Infonavit	La Paz	Baja California Sur	México	23070	
175	207	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
176	674	PO Box 1136		Calixico	California	USA	92232	
177	638	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	04510	
178	496	Av. 25 de Julio #965	Villa San Sebastian	Colima	Colima	México	28045	
179	211	Apartado Postal #343		Ajijic	Jalisco	México	45920	
180	212	Av. 25 de Julio #965	Villa San Sebastián	Colima	Colima	México	28045	21694

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA - MIEMBROS 1998

No.	Miembro	97	98	Nombre	Institución	División ó Instituto	Departamento ó Facultad	E-mail
181	693		X	Ramos Leal José Alfredo	IPN	CIDIR	Ingeniería y Tecnológica	
182	208	X	X	Randal Roberts John	UGTO			
183	213	X		Rebollar Bustamante Cecilio J.	CICESE	Ciencias de la Tierra	Sismología	rebollar@cicese.mx
184	215	X		Reyes Dávila Gabriel Angel	UCOL	CIBAS	RESCO	gabrielr@ogic.ucof.mx
185	717		X	Rocha Fernandez Jose Luis	UVER	Ciencias Atmosféricas	Instrumentación Electrónica	abraxas@speedy.coacad.uv.mx
186	482	X		Rodriguez Castillo Ramiro	UNAM	Geofísica	Recursos Naturales	rdz@tonatihu.igeofcu.unam.mx
187	579		X	Rodriguez González Miquel	UNAM	Ingeniería	Ingeniería Sismológica	mrod@gea.ingen.unam.mx
188	698		X	Rodriguez Zúñiga José Luis	CISAC	Fundación J. Barros Sierra, A.C.	Geofísica	sanz@mpsnet.com.mx
189	497	X		Romero Espejel J.G. Héctor	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geología	hromero@cicese.mx
190	560	X		Romero Pascual Mercedes	UCM	Ciencias de la Tierra	Geofísica	romero@eucmos.sim.ucm.es
191	218	X	X	Romo Jones José Manuel	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geofísica Aplicada	romo@cicese.mx
192	475	X		Ronquillo Janilo Gerardo	IMP	Estudios Geológicos	Investigación Sismológica	gerardo@orion.explimp.mx
193	611	X		Rosales Alvarez Julio	CFE	Campo Geotérmico Cerro Prieto	Exploración	
194	610	X		Rosales Grano Pedro	SEP	Tecnológico del Mar	Investigación	
195	575	X		Rosas Elguera José	UDG	Ciencias de la Tierra		jrosas@quantum.ucting.udg.mx
196	839	X		Rubio Culebras Eduardo	ICT-CSIC	Jaime Almera		erubio@ja.csic.es
197	242	X		Sabina Cascar Federico	UNAM	IMAS	FENOMECH	fjs@uxmymf.iiimas.unam.mx
198	228	X		Saldana Flores Ricardo	IMP	Fuentes Alternas de Energía	Fuentes No Convencionales	rsf@p.jie.org.mx
199	472	X		Saldívar Medina Eric	UMICH		Ingeniería Química	
200	712		X	Sánchez Gómez Rubén	UDG	CUCEI	Matemáticas	rubens@udgserv.cencar.udg.mx
201	226	X	X	Sánchez Mondoló Alfredo	IMP		Exploración y Producción	
202	227		X	Sánchez Zamora Osvaldo	UNAM	Geofísica	Sismología	osvaldo@ollin.igeofcu.unam.mx
203	241	X		Santamaría Saldana Dora Elva	CFE	Proceso Registros Geofísicos		
204	527	X		Sarmiento López Citlali	IMP			
205	230	X		Schaaf Peter	UNAM	Geofísica	Exploración Geofísica	pschaaf@tonatihu.igeofcu.unam.mx
206	727		X	Schultz David M.	NSSL	NOAA		Schultz@nssl.noaa.gov
207	233		X	Silva Garcia José Teodoro	IPN	CIDIR	COFAA	tsilva@vmredipn.ipn.mx
208	1	X	X	Singh Shri Krishna	UNAM	Geofísica	Sismología	krishna@ollin.igeofcu.unam.mx
209	232		X	Skiba Yuri N.	UNAM	Ciencias de la Atmósfera		skiba@servidor.unam.mx
210	235	X		Steinich Birgit	UNAM	Geología	Geoquímica	birgit@trex.igeofcu.unam.mx
211	519	X	X	Stock Joanne M.	CALTECH	Seismology		jstock@gps.caltech.edu
212	634	X		Suárez Arriaga Mario Cesar	CFE	Exploración	Modelado Matemático	geoexpl@morelia.teesa.mx
213	231		X	Suárez Plascencia Carlos	UDG		Geografía y Ordenación Territorial	csuarez@udgserv.cencar.udg.mx
214	515	X		Suárez Reynoso Gerardo	UNAM	Geofísica	Sismología	gerardo@ollin.igeofcu.unam.mx
215	236	X		Suárez Vidal Francisco	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geología	fsuarez@cicese.mx
216	502	X		Suter Cargnelutti Max	UNAM	Geología	Estación Regional del Noroeste	sutemax@aol.com.us
217	705		X	Tapia Armenta Juan José	IPN	CITEDI		jjapia@citedi.mx
218	249	X		Taran Yuri	UNAM	Geofísica	Vulcanología	taran@tonatihu.igeofcu.unam.mx
219	245	X	X	Tereschenko Irina E.	UDG	CUCEI	Física	itereshc@udgserv.cencar.udg.mx
220	532	X		Tolson Jones Gustavo	UNAM	Geología	Geología Regional	tolson@servidor.unam.mx
221	604	X	X	Torres Orozco Ernesto	UCOL	Oceanografía Física	Ciencias Marinas	etorres@ogic.ucof.mx
222	528	X	X	Trasviña Castro Armando	CICESE	Oceanología	Oceanografía Física	trasvi@cicese.mx
223	622	X		Urrutia Fucugauchi Jaime	UNAM	Geofísica	Paleomagnetismo	jul@tonatihu.igeofcu.unam.mx
224	138	X		Valenzuela Wong Raúl	UNAM	Geofísica	Sismología	raul@ollin.igeofcu.unam.mx
225	254	X		Vázquez González Rogelio	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geofísica Aplicada	rvazquez@cicese.mx
226	725		X	Vega Granillo Ricardo	USON	Geología		rickvega@geologia.uson.mx
227	545	X		Velasco Clímaco Nector	IMP			nvelasco@cicese.mx
228	543	X		Verma Jaiswal Mahendra Pal	IIE	Geotermia		
229	171	X		Victoria Morales Alfredo	UNAM	Ingeniería	Ingeniería	victoria@servidor.unam.mx
230	540	X	X	Vidal Villegas Antonio	CICESE	Ciencias de la Tierra	Sismología	vidalv@cicese.mx
231	547	X	X	Villanueva Urrutia Elba Elsa	UNAM	Ciencias de la Atmósfera	Teoría del Clima y Predicción	eevu@mvica.atmosfou.unam.mx
232	648	X		Villegas García Cesar José	SCINTREX	Servicios Geofísicos Especializados	Consultor Geofísico	
233	255	X		Villicaña Cruz Francisco Javier	UNAM	Ciencias de la Atmósfera		
234	259	X	X	Wong Ortega Victor	CICESE	Ciencias de la Tierra	Sismología	vwong@cicese.mx
235	376	X	X	Yussim Guamerós Sergio				
236	262	X	X	Zarate Del Valle Pedro F.	UDG	Ciencias de la Tierra	Civil y Topografía	pzarate@quantum.ucting.udg.mx
237	707	X		Zárate Vázquez Maria	UNAM		Ingeniería	mariaz@servidor.unam.mx
238	261	X	X	Zobin Vyacheslav M.	UCOL	Observatorio Vulcanológico		vzobin@ogic.ucof.mx

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA • MIEMBROS 1996 (continuación)

No.	Miembro	Calle	Colonia	Ciudad	Estado	País	C.P.	A.P.
181	693	Av. Homos #1003	Ampliación Indeco	Xoxocotlan	Oaxaca	México	71230	
182	208	Mineral de Valenciana #2	Marfil	Guanajuato	Guanajuato	México	36250	42
183	213	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
184	215	25 de Julio #965	Villa San Sebastián	Colima	Colima	México	28045	21694
185	717	Altamirano #99	Centro	Jalapa	Veracruz	México	91000	628
186	482	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
187	579	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	70472
188	698	Carret. al Ajusco #203	Héroes de Padiama	México	Distrito Federal	México	01400	
189	497	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
190	560	Av. Complutense s/n		Madrid	España		28040	
191	218	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
192	475	Eje Central Lazaro Cardenas #152	San Bartolo Atepehuacán	México	Distrito Federal	México	7730	
193	611	C. Pascualitos-Pescadores Km. 26.5		Mexicali	Baja California	México	21100	
194	610	Km. 4, Carret. a Varadero Nacional	Sector Playitas	Guaymas	Sonora	México	85480	742
195	575	Av. Revolución #1500	Sector Reforma	Guadalajara	Jalisco	México	44840	
196	639	Lluís Solé i Sabaris s/n		Barcelona	España		8028	
197	242	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	20726
198	228	Reforma #113	Palmira	Temixco	Morelos	México	62490	1475
199	472	Ganadería La Laguna #38	Jardines del Toreo	Morelia	Michoacán	México		
200	712	M. García Barragan y Corregidora		Guadalajara	Jalisco	México	44421	
201	226	Apdo. Postal 224	Oficina Correo	Cd. del Carmen	Campeche	México	24101	224
202	227			Coyoacán	México	Distrito Federal	4510	
203	241	Zaragoza #17	Tulyehaulco	México	Distrito Federal	México		16700
204	527	Calle 42 #28	Tacubaya	Cd. del Carmen	Campeche	México		
205	230	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	70472
206	727	1313 Halley Circle		Norman	Oklahoma	USA	73069	
207	233	Justo Sierra #28		Jiquilpan	Michoacán	México		
208	1	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
209	232	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
210	235	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
211	519	2824 Shakespeare Drive		San Marino	California	USA	91108	
212	634	Alejandro Volta #655	Electricistas	Morelia	Michoacán	México	58290	7-31
213	231	Kilimanjaro #1727	Independencia	Guadalajara	Jalisco	México	44240	
214	515	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
215	236	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
216	502	1650 West Chimeyo Place		Tucson	Arizona	USA	85704	
217	705	Av. del Parque #1310	Mesa de Clay	Tijuana	Baja California	México	22510	
218	249	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
219	245	Rio Autlán #2180-34	Atlas	Guadalajara	Jalisco	México	44421	
220	532	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	99074
221	604	Constitución #37	Morelos	Manzanillo	Colima	México	28217	
222	528	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
223	622	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
224	138	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
225	254	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
226	725	Bvd. Transversal y Rosales	Centro	Hermosillo	Sonora	México	83000	
227	545	Calle 42 #28	Tacubaya	Cd. del Carmen	Campeche	México		
228	543	Reforma #113	Palmira	Temixco	Morelos	México	62001	1-475
229	171	Luis Martínez del Campo #39	R. de Terreros	México	Distrito Federal	México	4310	
230	540	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
231	547	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
232	648	Sierra Nevada #207	Villas del Valle	Garza García	Nuevo León	México	66288	
233	255	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	4510	
234	259	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México	22860	2732
235	376	Atotonilco #88	Felipe de Jesús	México	Distrito Federal	México	7510	
236	262	Av. Revolución #1500		Guadalajara	Jalisco	México	44410	4021
237	707	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	Distrito Federal	México	04510	
238	261	Av. 25 de Julio #965	Villa San Sebastian	Colima	Colima	México	28045	

PREMIOS DE LA UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.

DR. ERNESTO JÁUREGUI OSTOS GALARDONADO CON LA

MEDALLA "MARIANO BÁRCENA" EDICIÓN 1997

Cita.- El Dr. Ernesto Jáuregui Ostos nació en Pueblo Viejo, Veracruz, el 4 de agosto de 1923. Realizó estudios de Meteorología a nivel de licenciatura de 1945 a 1946, en la Universidad de California, Los Angeles, E.U. Posteriormente estudió en el Instituto Francés de la Cooperación Técnica en París, donde obtuvo un Diploma de especialización en bioclimatología en 1962.

Luego de su regreso a nuestro país, estudió la carrera de Ingeniero Civil en la Facultad de Ingeniería de la UNAM donde obtuvo su título en 1969.

Sus primeros estudios de posgrado los llevó a cabo en el Colegio de Geografía de la UNAM entre 1970 y 1974 para después obtener el doctorado en Ciencias Naturales en el Instituto Geográfico, en la Universidad de Bonn, Alemania, en junio de 1973. El grado de doctor lo alcanzó con la distinción Magna Cum Laude.

El Dr. Jáuregui posee una basta experiencia profesional. Entre sus variadas labores profesionales, cabe destacar las siguientes: fué profesor de Meteorología Tropical en la Escuela Militar de Aviación de la Fuerza Aérea Mexicana, asesor de Meteorología en el Instituto Nacional de Energía Nuclear, investigador especial del Instituto de Ciencias Aplicadas UNAM-UNESCO y asesor en Meteorología de Difusión en el Departamento de Saneamiento Atmosférico de la Sub-Secretaría de Mejoramiento del Ambiente.

Su carrera académica la ha realizado sobre todo en la UNAM, donde fué investigador de tiempo parcial en el Instituto de Geografía de 1965 a 1969 e investigador de tiempo completo de 1970 a 1987. En este periodo el Dr. Jáuregui ocupó varios niveles como investigador hasta alcanzar el de Investigador Titular C, máximo nivel que posee esa institución. Desde 1987, el Dr. Jáuregui lleva a cabo sus labores académicas en el Centro de Ciencias de la Atmósfera de esa Universidad y actualmente es Investigador Nacional Nivel II.

El Dr. Jáuregui también es conocido internacionalmente, pues es relator desde 1984, de la Organización Meteorológica Mundial en el Área de Climatología Urbana y ha sido distinguido con numerosas becas de la Fundación Humboldt. También se ha hecho acreedor de varias distinciones como son: El Premio Universidad Nacional de 1994 en docencia y la Medalla al Mérito Académico de 1996 de las AAPAUNAM.

Sus áreas de interés en investigación son: Climatología Urbana en los Trópicos, Bioclimatología Urbana, Mapas Bioclimáticos y Cambio Climático Regional. Es autor de más de 80 publicaciones científicas arbitradas y miembro de varias asociaciones y comités científicos y académicos, como: Grupo de Expertos sobre Clima Urbano, Organización Meteorológica Mundial (OMM), Ginebra, Suiza, de 1983 a 1992; Comisión sobre Monitoreo Geográfico y Pronóstico, Unión Geográfica Internacional, de 1986 a 1992; Comisión sobre Topoclimatología, Unión Geográfica Internacional, de 1986 a 1992; Comisión Dictaminadora del Instituto de Geografía, UNAM, de 1986 a la fecha. Grupo TRUCE (Tropical Urban Climate Experiment) de la Organización Meteorológica Mundial. Ginebra, Suiza, de 1989 a 1992; Consejo Consultivo de la Calidad del Aire, SEDUE; Comité de evaluación de proyectos de CONACYT, de 1991 a 1993.

El Dr. Jáuregui es uno de los miembros más antiguos de la UGM y su apoyo a las actividades de la misma ha sido de forma callada y modesta, característico de su persona. No sólo es un asistente asiduo a las reuniones de nuestra asociación y pocas son las ocasiones en las que, por compromisos ineludibles ha dejado de participar, sino que también alienta la participación de sus allegados y colaboradores.

Por su labor académica, su sencillez y su generosa colaboración en la investigación y en el desarrollo de la Geofísica en México, la Unión Geofísica Mexicana le otorgó la Medalla "Mariano Bárcena" edición 1997.

M.C. SORAYDA AIME TANAHARA

PREMIOS "FRANCISCO MEDINA" EDICIÓN 1997

Por primera vez la Unión Geofísica Mexicana otorgó el Premio "Francisco Medina" a la mejor tesis de maestría realizada en los últimos dos años en el área de las Ciencias de la Tierra. En el concurso resultó ganadora Sorayda Aimé Tanahara Romero. Su trabajo, "Estudio de la circulación debida al forzamiento por viento en la zona norte del Golfo de California durante invierno", se realizó en el Departamento de Oceanografía Física del CICESE, y fue dirigido por el Dr. Manuel López Mariscal.

PRESENTACIÓN DE LA TESIS GANADORA DEL PREMIO FRANCISCO MEDINA

El Golfo de California es un mar muy rico en muchos sentidos. En lo que respecta a la Oceanografía Física, el golfo presenta una gran cantidad de fenómenos interesantes que se desarrollan en un rango amplio de escalas temporales y espaciales, por lo que no es sorprendente que el golfo haya sido objeto de diversos estudios oceanográficos por parte de instituciones nacionales y extranjeras. La mayoría de estos estudios consisten en la descripción e interpretación de mediciones de campo, pero de manera creciente, se están utilizando modelos numéricos para estudiar su circulación a diferentes escalas.

Dentro del esfuerzo de utilizar mejores modelos numéricos en el Golfo de California se inscribe la Tesis de Maestría de Sorayda Aime Tanahara ("ESTUDIO DE LA CIRCULACIÓN DEBIDA AL FORZAMIENTO POR VIENTO EN LA ZONA NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA DURANTE INVIERNO"). Sorayda aplicó un modelo numérico en tres dimensiones para estudiar la circulación que se genera bajo patrones idealizados de viento durante el invierno. Su modelo incluyó campos de densidad estimados a partir de observaciones con los que pudo obtener una representación detallada de la distribución de las corrientes con la profundidad. En su estudio encontró que el intercambio entre las partes norte (al norte de la Isla Angel de la Guarda) y central del golfo, se da con flujo hacia la boca por las costas de Sonora, mientras que el flujo compensatorio hacia la cabeza se da por el Canal de Ballenas. Otro resultado interesante es que del flujo hacia la boca, existe una porción significativa que recircula por el canal de Ballenas hacia la cabeza y no todo cruza hacia el sur por los estrechos entre las islas San Esteban y San Lorenzo. El intercambio entre estos estrechos se da hacia la boca en superficie y hacia la cabeza a profundidad.

Es particularmente satisfactorio ver que este tipo de estudios se realizan de manera creciente por estudiantes de los programas de posgrado en Oceanografía. Seguramente, éstos redundarán en una visión cualitativa y cuantitativamente más adecuada de la circulación en el Golfo de California.

Felicidades a Sorayda por haber obtenido el Premio Francisco Medina en la ultima reunión de la UGM.

PRIMERA REUNIÓN NACIONAL DE CIENCIAS DE LA TIERRA

SIMPOSIA REGIONALES XIV CONVENCION GEOLÓGICA NACIONAL VIII CONGRESO NACIONAL DE GEOQUÍMICA V REUNIÓN NACIONAL DE GEOMORFOLOGÍA V COLOQUIO DE MINERALOGÍA

21 AL 25 DE SEPTIEMBRE DE 1998

Sede: Conjunto Académico Amoxcalli
Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F.

CONVOCAN:

- SOCIEDAD GEOLÓGICA MEXICANA
- SOCIEDAD MEXICANA DE GEOMORFOLOGÍA
- INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM
- INSTITUTO DE GEOFÍSICA, UNAM
- INSTITUTO NACIONAL DE GEOQUÍMICA
- SOCIEDAD MEXICANA DE MINERALOGÍA
- INSTITUTO DE GEOGRAFÍA, UNAM
- FACULTAD DE INGENIERÍA, UNAM

OBJETIVO

Las sociedades geocientíficas GEOLÓGICA MEXICANA, MEXICANA DE GEOMORFOLOGÍA y MEXICANA DE MINERALOGÍA, y el INSTITUTO NACIONAL DE GEOQUÍMICA celebrarán conjuntamente sus congresos correspondientes a 1998 en el marco de la Primera Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra, con el fin de ofrecer una visión integradora de los avances técnicos y académicos que nuestra comunidad ha logrado, esta iniciativa de la Sociedad Geológica Mexicana, ha sido recibida con beneplácito por distintas entidades de investigación, educativas y de aplicación.

La Primera Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra será el primer eslabón de una cadena de intercambio de conocimientos y experiencias, que pretenden las sociedades organizadoras. Se desea fortalecer la vida académica y científica en el ámbito de Ciencias de la Tierra y buscar una vinculación más estrecha con las actividades productivas de los distintos sectores.

En la Reunión convergeremos profesionistas, profesores, investigadores y estudiantes en las diversas ramas de las Ciencias de la Tierra en el Conjunto Académico "AMOXCALLI" de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, en donde se celebrarán simultáneamente del 21 al 25 de septiembre de 1998, en sesiones matutinas, la XIV Convención Geológica Nacional, el VIII Congreso Nacional de Geoquímica, la V Reunión Nacional de Geomorfología y el V Coloquio de Mineralogía, dentro de los Simposios Regionales: Noroeste, Este, Centro y Sur; en las sesiones vespertinas se presentarán los trabajos específicos de cada congreso y las mesas redondas.

SESIONES TÉCNICAS

Las ponencias que se reciban dentro del plazo convenido serán sometidas al comité de arbitraje correspondiente de acuerdo al tema tratado; aquellos resúmenes que aborden un tema de carácter teórico, serán programados para su presentación en las sesiones específicas.

Las ponencias se presentarán en cualquiera de las modalidades: Exposición oral o Cartel.

Para ser consideradas en la publicación de los Resúmenes de la Reunión (Los cuales contendrán todos los trabajos aprobados), es necesario que los expositores entreguen al Comité Organizador el resumen en un archivo de texto elaborado en cualquier procesador de textos para sistemas operativos D.O.S. o Windows, en disquete de 3.5", además harán llegar el original impreso en una cuartilla y tres copias. La entrega deberá ser hasta el día 30 de abril de 1998. La notificación de aceptación y la modalidad en que deberán ser presentados los trabajos se hará antes del 15 de junio. Los autores tendrán un plazo de 15 días para informar su conformidad con la modalidad y el foro en que será programado su trabajo. Se aceptará la entrega de resúmenes a través del correo electrónico.

Los trabajos deberán ser enviados a:

Luca Ferrari Pedraglio
Instituto de Geología, UNAM
Circuito Exterior, Ciudad Universitaria
Coyoacán, 04510, México, D.F.
Vía correo electrónico:
luca@servidor.unam.mx
sgm@geol-sun.igeolcu.unam.mx

FECHA LÍMITE PARA LA RECEPCIÓN DE TRABAJOS (IMPRORROGABLE): 30 DE ABRIL DE 1998

PUBLICACIONES

La Reunión publicará en un ejemplar el texto **Resúmenes de la Primera Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra.**

Cada una de las Sociedades convocantes publicará los trabajos en extenso que elijan sus comités editoriales, en sus respectivos medios: **Actas INAGEQ, Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Boletín de Mineralogía y Memorias de la Sociedad Mexicana de Geomorfología.**

TEMARIO DE LA REUNIÓN

- | | | | |
|--|------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| • Educación | • Geohidrología | • Geofísica | • Geología Ambiental |
| • Geología del Petróleo | • Geología Estructural y Tectónica | • Geología General | • Geotecnia |
| • Paleontología | • Sedimentología y Estratigrafía | • Vulcanología | • Geoquímica Ambiental |
| • Geoquímica Analítica | • Geoquímica de Isótopos | • Geoquímica Marina | • Geoquímica del Petróleo |
| • Hidrogeoquímica | • Geotermoquímica | • Biogeoquímica | • Exploración de Geoquímica |
| • Interacción Fluido-roca | • Química de la Atmósfera | • Geomorfología Aplicada | • Geomorfología Fluvial |
| • Geomorfología Glacial | • Procesos Gravitacionales | • Karst | • Intemperismo y Suelos |
| • Impacto Ambiental | • Morfotectónica y Neotectónica | • Cristalografía | • Gemología |
| • Mineralogía Económica | • Mineralogía y Arqueología | • Mineralogía y Educación | • Mineralogía y Paleontología |
| • Petrología | • Técnicas Analíticas | • Yacimientos Minerales | • Geomorfología Volcánica |
| • Edafología | • Geomorfología Litoral y Marina | • Geomorfología de Zonas Áridas | |
| • Cartografía y Sistemas de Información Geográfica | | | |

EXPOSICIONES

- Científica
- Académica
- Técnica

EXCURSIONES

Se programarán dos excursiones pre-Reunión, una intermedia y dos post-Reunión.

MESAS REDONDAS

- Educación en Ciencias de la Tierra
- Cambio Global

CURSOS ABIERTOS

INFORMES:

al teléfono 541-0879

Jéssica Ortega

ó con el

COMITE ORGANIZADOR

Emiliano Campos Madrigal	
camposm@servidor.unam.mx	622-0851
José Lugo Hupb	
lugoh@servidor.unam.mx	622-4335
Gilberto Silva Romo	
silvarg@servidor.unam.mx	622-0854
Luca Ferrari Pedraglio	
luca@servidor.unam.mx	623-4056
Claudia C. Mendoza Rosales	
claus@servidor.unam.mx	622-0854
Guadalupe Villaseñor Cabral	
mgvc@servidor.unam.mx	622-4283
Gabriela Guzy Arredondo	622-4283



UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.

REUNIÓN ANUAL 1998

Puerto Vallarta, Jal., México

9 - 13 de Noviembre

La reunión anual de la UGM proporciona un foro donde los estudiantes, académicos y profesionales de las Ciencias de la Tierra presentan y discuten los resultados de la investigación que se realiza en o acerca de México, así como otros tópicos de interés actual para nuestra comunidad.

Las ponencias tendrán una duración de 15 minutos, incluyendo tiempo para discusión, en sesiones regulares y sesiones especiales sobre los siguientes temas:

- | | | | |
|----------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------|
| • Ingeniería Sísmica | • Geología Estructural | • Sismología | • Climatología |
| • Geofísica Matemática | • Vulcanología | • Paleomagnetismo Terrestre | • Cambio Global |
| • Geofísica de Exploración | • Geoquímica | • Ciencias del Mar | • Física Espacial |
| • Tectónica | • Geohidrología | • Ciencias de la Atmósfera | • Planetología |
| • Estratigrafía | • Petrología | • Sensores Remotos | |

El formato del resumen está disponible vía Internet en la siguiente dirección: <http://www.ugm.org.mx>

Favor de enviar su resumen en disquete o por E-mail a:

Victor M. Frías Camacho
Geología/CICESE
Km. 107, Carret. Tijuana-Ensenada,
Ensenada, B.C., C.P. 22860, México
Tel: 01(61) 744-501 al 08, Ext: 26035
Fax: 01(61) 750-559
E-mail ugm@cicese.mx

En caso de dificultad para enviar su resumen en el formato y forma mencionada, puede hacerlo por correo. No se aceptarán resúmenes enviados por FAX.

Fecha límite para recibir resúmenes - Agosto 31, 1998

Sede: Hotel Camino Real Puerto Vallarta
Puerto Vallarta, Jal., México

Reservaciones:

Tel: 91 (322) 15-000
Fax: 91 (322) 16-000

Costo por habitación doble o sencilla:
\$ 550.00 + impuestos y propinas

Para reservaciones llenar el formato anexo y enviar vía fax directamente al hotel.

Las cuotas, incluyendo el libro de resúmenes son:

Inscripción	{	Miembros UGM o AGU	\$ 600.00
a la		No miembros	\$ 850.00
Reunión	{	Estudiantes	\$ 300.00
		Costo de resumen	\$ 100.00
		Membresía Investigador	\$ 200.00
		Membresía Estudiante	\$ 150.00

Registro en el hotel sede desde el 8 de Noviembre a partir de las 16:00 hrs.

Todos los pagos se efectuarán durante el registro en el hotel

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA
REUNIÓN ANUAL 1998
9 – 13 de Noviembre
HOTEL CAMINO REAL PUERTO VALLARTA

FORMA PARA RESERVACIÓN

Nombre del participante: _____
Fecha de llegada: _____ Fecha de salida: _____
Dirección: _____ Ciudad: _____
Teléfono: _____ Fax: _____

Categoría de habitación solicitada:

Torre Principal () \$550.00 + IVA + 2% impuesto hospedaje
Camino Real Club () \$1,000.00 + IVA + 2% impuesto hospedaje
(incluye frutero a la llegada, desayuno continental, 1 hora de coctel c/canapes 5-6 pm).
Solicitud especial de habitación: KING: () DBL-DBL: ()
(esta será asignada en base a disponibilidad)

Cargos adicionales:

Propina a Botones \$32.00 pesos por persona, entrada y salida
Propina a Camaristas \$16.00 pesos por habitación por noche
(los cuales serán cargados a su cuenta individual)

Garantía de pago: Importe de 1 noche

Depósito a Banco Banamex, cuenta 73667-4, Suc. 34, en Puerto Vallarta, Jal. México.

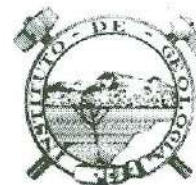
Favor de enviar copia de ficha de depósito con este formato de reservación directamente al Hotel Camino Real Puerto Vallarta al Fax: (322)16000.

Las cancelaciones recibidas después del 01 Septiembre de 1998, estarán sujetas a un cargo por concepto de una noche de renta mas impuestos.

HOTEL CAMINO REAL PUERTO VALLARTA
PLAYA LAS ESTACAS S/N
PUERTO VALLARTA, JAL., MÉXICO, 48300
TEL.: (322)15000 FAX: (322)16000



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., 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

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

GEOFÍSICA APLICADA

Exploración Geofísica
Simulación Numérica
Problemas Inversos
Electromagnetismo
Geofísica Marina
Geohidrología

SISMOLOGÍA

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

**Centro de Investigación Científica y
de Educación Superior de Ensenada**

Para mayores informes dirigirse a:

CICESE

Dirección de Estudios de Posgrado
Apartado Postal 2732
Km. 107 Carretera Tijuana-Ensenada
Ensenada, Baja California
C.P. 22860, México
Tel. 01(61)745-050 Ext. 23001
Fax: 01(61)744-880
<http://www.cicese.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 Cuaunahuac #8532, Progreso, Morelos, México. C.P. 62550.

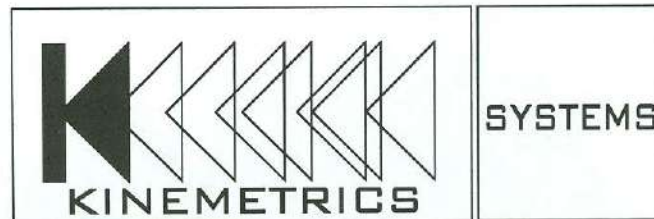


El Instituto de Geofísica y la Unidad Académica de los ciclos Profesional y de Posgrado del CCH de la UNAM ofrecen a todos los profesionales en Física, Geofísica, Geología, Ingeniería, Química, o alguna área académica afín, los Posgrados de Maestría y Doctorado de Geofísica dentro de las siguientes áreas:

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

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

SISTEMAS DE INGENIERIA SISMICA Y DINAMICA ESTRUCTURAL



**REPRESENTANTE EXCLUSIVO PARA LA REPUBLICA
MEXICANA:**



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

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

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

Física del Mar

Un programa de posgrado

CICESE



Departamento de Oceanografía Física
Apartado postal #2732. Ensenada, B.C., México
Tel. 52 (667) 450-50 Ext. 4010. Fax 52 (667) 451-54

INSTRUCCIONES PARA AUTORES DE ARTÍCULOS

POLÍTICA EDITORIAL

GEOS es el boletín informativo de la Unión Geofísica Mexicana. Se publica trimestralmente y en él caben artículos y notas de investigación, 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 manuscritos 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 de investigación sometidos a *GEOS* deberán ser enviados en original y dos copias, escritos a doble espacio con un tipo de 12 puntos. Todas las contribuciones deberán ser sometidas en Español y dirigidas al Editor de *GEOS*. Si el manuscrito sometido es relevante, el Editor Principal lo enviará a un miembro del Comité Editorial del boletín, quien seleccionará dos o tres especialistas para revisar el manuscrito. Los revisores remitirán sus comentarios al editor de área, quien los enviará al Editor Principal, junto con su recomendación. El Editor Principal puede rechazar, aceptar, o solicitar modificaciones al manuscrito, para lo cual remitirá a los autores los comentarios de los revisores y del editor de área.

Publicar en *Geos* es gratis, sin embargo, 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). Todas las contribuciones deberán incluir: título, resumen, introducción, una sección de métodos, una sección de resultados y una sección de discusión y conclusiones.

Cuando el autor reciba la notificación de aceptación, se le solicitará que envíe su manuscrito en disquette. Sugerimos que se utilicen los procesadores de textos WORD o WORD PERFECT, aunque también se aceptarán en ASCII. Las ilustraciones que acompañen el manuscrito podrán ser enviadas en disquette, en cualquiera de los siguientes formatos: TIF, EPS, BMP, PS, DXF, DWG y WMF.

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 se deberán incluir 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 referirse al texto.

DISCUSIÓN 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.

BIBLIOGRAFÍA

Todas las referencias deberán ser agrupadas en orden alfabético de autores, bajo el encabezado REFERENCIAS. Si un autor es referenciado más de una vez el mismo año, utilice el sufijo, a, b, etc. para distinguir referencias. Aquellos manuscritos que no han sido aceptados para publicación no deberán incluirse en las referencias. Solamente cuando el manuscrito sea de divulgación, 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*, 35, 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, 61-67.

Ripa, P., y Velázquez, G., 1993, Modelo unidimensional de la marea en el Golfo de California, *Geofísica Internacional*, 32, 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*, 85, 269-284.

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 de área. 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): _____

TÍTULO: _____

1.- ¿Contiene el trabajo datos o ideas originales que ameriten su publicación en una revista especializada? ¿Como la clasificaría? 1) Investigación, 2) Divulgación, 3) Noticia

1 2 3
☐ ☐ ☐

2.- ¿Son válidas las observaciones y conclusiones?

SI NO

☐ ☐

3.- ¿Son pertinentes y comprensibles el título y el resumen?

☐ ☐

4.- ¿Son necesarias y adecuadas las tablas y figuras presentadas?

☐ ☐

5.- ¿Son buenas la organización y presentación del trabajo?

☐ ☐

6.- ¿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
que la cuota para 1998 es de \$200.00 para investigadores
y \$150.00 para estudiantes.**

página internet: www.ugm.org.mx

Favor de hacer llegar su cuota a:

María Guadalupe Martínez Vázquez
Depto. de Geología,
División de Ciencias de la Tierra,
CICESE
Km. 107, Carret. Tijuana-Ensenada,
Ensenada, 22860, Baja California, México

Araceli Chaman
Depto. de Posgrado,
Instituto de Geofísica,
UNAM
Cd. Universitaria, Delegación Coyoacán,
04510, México, D.F.

Con un cordial saludo

**Luis A. Delgado Argote
Secretario de Difusión**

GEOS

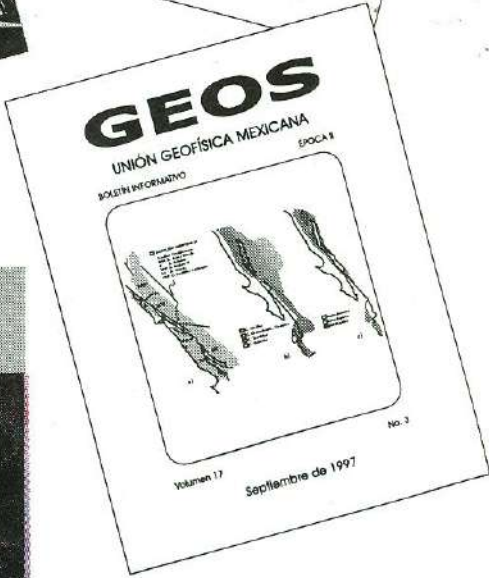
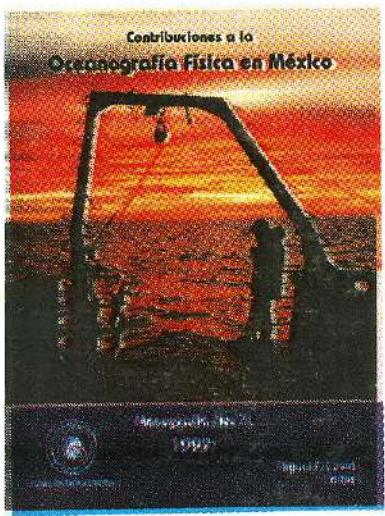
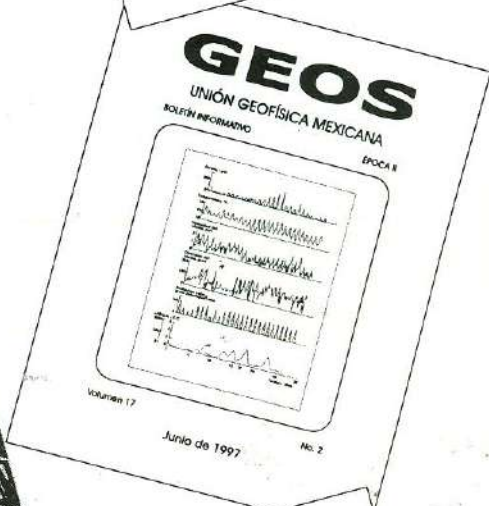
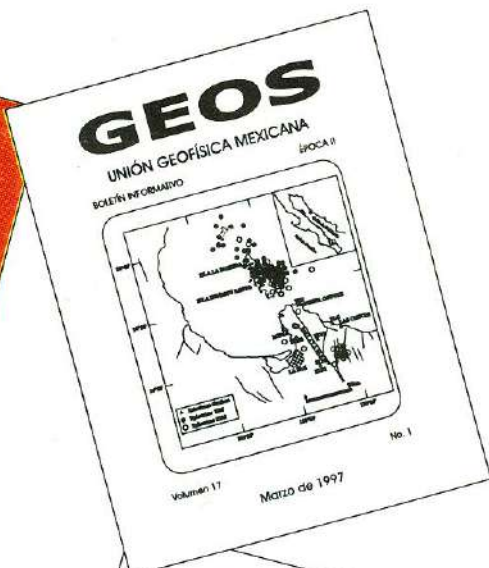
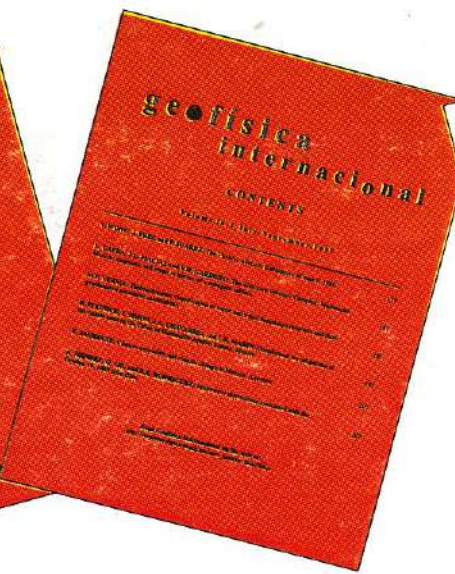
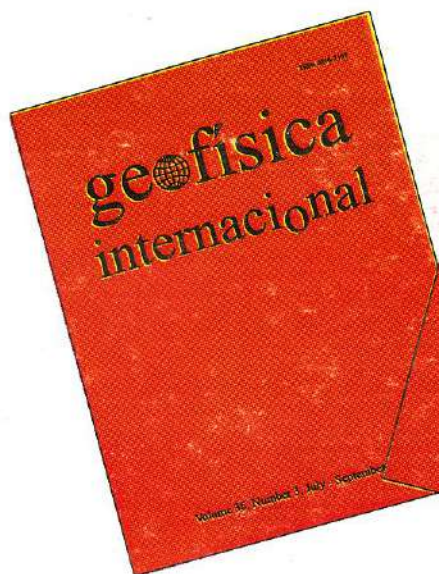
Revista a la venta con:

María Guadalupe Martínez Vázquez
Depto. de Geología,
División de Ciencias de la Tierra
Tel: 01(61)744-501 al 08
Ext: 26035
E-mail: gmartine@cicese.mx

Costo del ejemplar \$50.00

Araceli Chaman
Depto. de Posgrado
Instituto de Geofísica
Tel: 01(5) 622-4130 y 622-4137
E-mail: achaman@quetzalcoatl.igeofcu.unam.mx





Tus trabajos de investigación y divulgación tienen cabida en estos foros de la Unión Geofísica Mexicana