

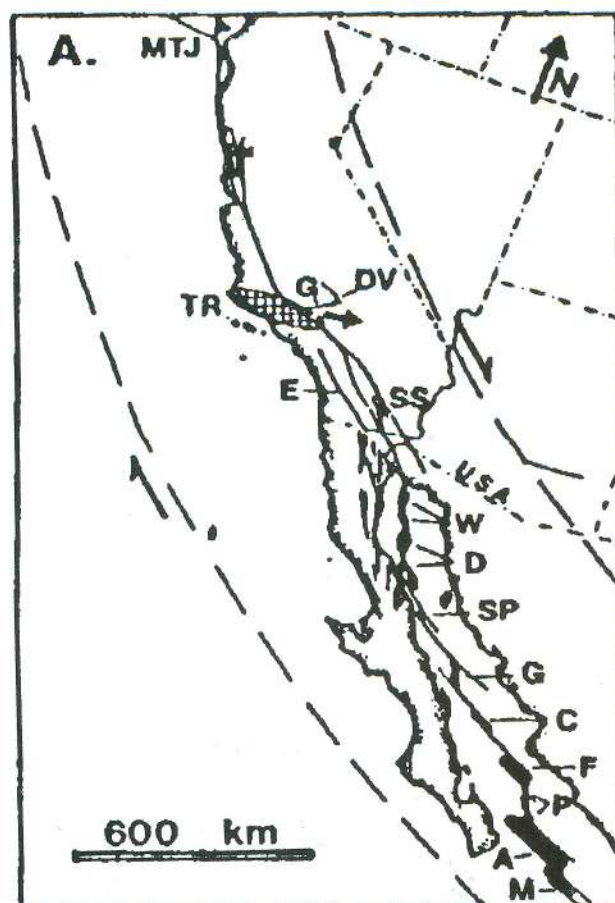
GEOS

UNION GEOFISICA MEXICANA

BOLETIN INFORMATIVO

EPOCA II

SISTEMA DE CUENCAS - GOLFO DE CALIFORNIA
SISTEMA SAN ANDRES



Volumen 14

No. 4

Octubre de 1994

CONTENIDO:

Editorial	1
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 da un raro reflejo del Interior de la Tierra	
Ray Ladbury	11
Evolución de Cuencas Tensionales en Sistemas de Fallas Laterales	
Jaime Urrutia F.	15
Actividades de la Mesa Directiva	21

UNION GEOFISICA MEXICANA

MESA DIRECTIVA 93-95

Dr. E. Gómez Treviño
Presidente

Dr. J. M. Espíndola Castro
Vicepresidente

M.C. L. Delgado Argote
Secretario General

M. C. F. Medina Martínez
Tesorero

M.C. L. G. Suarez
Secretario Investigación

Dra. S. Bravo
Secretario Difusión

Dra. R. M. Prol y Dr. R. Castro
Secretarios Educación

APOYO EDITORIAL

Mara Arroyo
María Eugenia García
Gudalupe González
Marcos P. González O.
Ana Pereda
Armando Reyes Serrato
Norma Vásquez E.

Francisco Medina y Luis Delgado Argote
Editores

Comité Editorial

Harald Bohnel (Instituto de Geofísica UNAM) Paleomagnetismo
Juan Brandi (DESFI; UNAM) Reflexión Sísmica
Silvia Bravo (Instituto Geofísica, UNAM) Estudios Espaciales
Antonio Camargo (PEMEX) Exploración Petrolera
Gerardo Carrasco (Instituto Geología, UNAM) Volcanología
Ana Luisa Carreño (Instituto Geología, UNAM) Paleontología
Raúl Castro (Div. Ciencias de la Tierra, CICESE) Sismología
Ricardo Díaz (Instituto Mexicano del Petróleo) Exploración Geofísica
Hubert Fabriol (Div. Ciencias de la Tierra, CICESE) Geotermia
Carlos Flores (Div. Ciencias de la Tierra, CICESE) Métodos Eléctricos y Electromagnéticos
José Luis Frías Salazar (INEGI) Cartografía
Juan García (Div. Ciencias de la Tierra, CICESE) Gravimetría y Magnetometría
René Garduño (Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM) Ciencias de la Atmósfera
Juan Gaviño (CEUNIVO, Universidad de Colima) Oceanografía Física
Manuel Grajales (Instituto Mexicano del Petróleo) Estratigrafía
Irma Guevara (Instituto de Investigaciones Eléctricas) Geoquímica
Alejandro Hinojosa (Div. Ciencias de la Tierra, CICESE) Sistemas de Información Geográfica
Miguel Lavín (Div. Oceanografía, CICESE) Oceanografía
Alberto López (Instituto Astronomía, UNAM) Astronomía
Luis Miguel Mitre (Instituto de Geología, UNAM) Geología Ambiental
Guillermo Pérez (PEMEX) Exploración Petrolera
Domitilo Pereyra (Universidad Veracruz-Jalapa) Meteorología
Fco. José Sánchez S. (Instituto de Ingeniería, UNAM) Ingeniería Sísmica
Mario César Suárez (Proyectos Geotermoeléctricos-CFE-Morelia) Geotermia
Oscar Talavera (Escuela Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Guerrero) Petrología
Miguel Téllez (Fac. Ciencias Marinas, UABC) Sedimentología
Gustavo Tolson (Instituto Geofísica, UNAM) Geología Estructural
Luis Valdivia (Fac. de Geografía, Universidad de Guadalajara) Geomorfología
Joerg Werner (Fac. Ciencias de la Tierra, UANL-Linares) Geohidrología y Paleoclimatología

GEOS Organo 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 Instituto de Ingeniería UNAM, Instituto de Geografía UNAM, Instituto de Geofísica UNAM, Centro de Invest. Científicas y Enseñanza Superior de Ensenada, Centro de Ciencias de la Atmósfera UNAM, Coordinación Invest. Científica UNAM, Fac. de Ingeniería UNAM, Inst. Ciencias del Mar y Limnología UNAM, Instituto de Investigaciones Eléctricas-CFE, Consejo de Recursos Minerales, Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática. Agradecemos al Lab. IFUNAM-Ensenada las facilidades que nos brindan. GEOS, boletín trimestral informativo de la Unión Geofísica Mexicana. El boletín publica noticias, notas de investigación, comentarios, opiniones, anuncios y aspectos relevantes para la vinculación y difusión de la actividad científica y docente del área de Ciencias de la Tierra en México. Los trabajos de investigación enviados para publicación no deben exceder de doce cuartillas más cuatro figuras. Las figuras deben ser originales a blanco y negro y de buena calidad. En el caso de noticias, comentarios u otro tipo de escritos, estos no deben exceder de cuatro cuartillas. Todos los trabajos enviados serán revisados por el comité editorial de la revista.

Toda correspondencia dirigirla a:

Inst. Geofísica-UNAM
At'n: Francisco Medina
Apdo. Postal 2681, Ensenada B.C., C.P. 22830
Tel: 91 617 4-46-02 y 04 Fax: 91 617 4-46-03

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

EDITORIAL:

El Tratado de Libre Comercio obligó a México a acelerar su crecimiento en todos los ámbitos, en especial en el sector educativo puesto que tenemos un rezago muy importante. En los Estados Unidos existen 13 000 escuelas y universidades con departamentos de Geociencias, 1 100 de ellas con departamento de Geofísica. En México tendremos quizá unas 15, no tenemos Servicio Geológico, nuestro Servicio Meteorológico trabaja con escasos recursos y casi sin personal con doctorado, y lo mismo puede decirse de la dependencia encargada de supervisar los recursos acuíferos del país.

Como puede verse el reto es muy grande, pues la población de México es solo un tercio de la norteamericana, y todos los índices, sea económicos o educativos, son menores en varios órdenes de magnitud. Este rezago solo podrá ser superado por medio de acciones decididas y eficaces.

Dentro de poco tendremos cambio de administración nacional, podríamos pensar que sería muy recomendable el nombrar como responsables de las dependencias como el Consejo de Recursos Minerales, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Observatorio Meteorológico Nacional, etc. a personas con doctorado en la especialidad, y empezar a alentar la contratación de personal con posgrado. También podríamos pensar que ya es hora de que un Servicio Geológico Nacional empiece a funcionar y que lo haga con personal preparado.

NOTICIAS

AMPLIACION DE PLANTAS GEOTERMICAS

La Comisión Federal de Electricidad tiene planeado ampliar sus plantas geotermoeléctricas en los próximos tres años, para llegar a la generación de 1,114 MW. México ocupa actualmente el tercer lugar mundial en generación de electricidad con plantas geotermoeléctricas. Además de las actuales plantas de Cerro Prieto (B.C.), Los Azufres (Mich.) y Los Hornos (Pue.), la CFE está explorando la posibilidad de instalar plantas en El Ceboruco (Nay.), La Primavera (Jal.) y Tres Virgenes (B.C.S.). De acuerdo con las estimaciones del Instituto de Investigaciones Eléctricas, hacia finales del presente siglo México aumentará en un 25 % la cantidad de energía generada por Geotermia.

FRENADA LA FUGA DE CEREBROS

De acuerdo a declaraciones del directo del CINVESTAV, en México se ha podido frenar el fenómeno denominando "fuga de cerebros", consistente en que los doctorados en Ciencia migran al no encontrar condiciones adecuadas para su labor científica. No obstante, reconoció que en México solo tenemos 6 250 científicos de alto nivel, cien veces menos que en los Estados Unidos de Norteamérica. Durante la crisis de los ochenta se estima que unos 2 500 científicos (mas de 30 % del total) abandonaron el país debido al bajo salario y a las pobres condiciones de trabajo. El CINVESTAV cuenta con instalaciones en el D.F., Guadalajara, Irapuato, Mérida y Saltillo.

ADELGAZAMIENTO DE LA CAPA DE OZONO

La Organización Meteorológica Mundial anunció que la capa de ozono de la antártida llegó a un nivel sumamente

bajo durante septiembre de 94. Según estudios llevados a cabo por esta organización la capa de ozono continua afectada por la emisión de clorofluorocarbonos y anhídrido carbónico a nivel mundial.

MAREMOTO EN JAPON Y LAS KURILES

El pasado cuatro de octubre ocurrió un sismo de magnitud 8.2 cercano a la isla de Hokkaido en Japón. Como consecuencia de ello se generó un maremoto con olas superiores a los tres metros que asotó a las Islas Kuriles y a Japón. Mas de veinte réplicas con magnitud mayor a cinco grados fueron detectadas en las 24 horas posteriores a evento principal.

SISTEMA DE ALERTA SISMICO

El Departamento de Distrito Federal puso en marcha nuevamente el sistema de alerta sísmico, que se piensa podrá alertar ante la llegada de ondas sísmicas, a la población del D.F., con mas de 30 segundos de anticipación. Para poder hacer una microzonificación sísmica se han instalado mas de cien acelerógrafos en el D.F. y se han distribuido mas de dos millones de folletos para explicar a la población lo que deben de hacer en caso de terremoto.

CAPACIDAD DE ANALISIS PARA EXPLORACION SISMICA DEL I.M.P.

El Instituto Mexicano del Petróleo, conjuntamente con la Dirección de Prospección Geofísica de PEMEX, cuentan ya con un enorme capacidad para el análisis de datos de Tomografía Sísmica. La paquetería de programas y la computadoras para el procesamiento de la información han sido un importante factor en la evaluación de nuevos yacimientos en el sureste mexicano y han permitido incorporar nuevas reservas al país.

ESTADOS UNIDOS AUMENTARA SUS FONDOS PARA LA CIENCIA

De acuerdo con un reporte de la presidencia de los Estados Unidos, ese país destina 1.9 % del PIB para investigación y desarrollo (independiente del gasto militar, si se incluye este último es de 2.6 %). Este porcentaje es menor que el que destina Japón o Alemania y por ello se requiere aumentar a 3 %. El informe reconoce que la tecnología es el motor del desarrollo económico y que permite la creación de nuevos empleos y el mejoramiento del nivel de vida de los norteamericanos.

MAS BECAS DEL CONACYT

Durante 1993, CONACyT otorgó 8,916 becas de las cuales 1,991 correspondieron a estudios en el extranjero. De éste número de becarios, 2,340 corresponden al nivel de doctorado. Este número de becarios corresponde a un aumento del 30 % respecto al de 1992. Cabe destacar que la matrícula en educación superior aumentó un 30 % de 1988 a 1993.

RED SISMOLOGICA EN EL ESTADO DE CHIAPAS

El gobierno de Chiapas instaló cinco estaciones sismológicas permanentes para la vigilancia de la actividad del volcán Tacaná en Chiapas. La red sismológica telemétrica está conectada al Instituto Tecnológico de Tapachula. La red sismológica piensa ampliarse para cubrir también la actividad del volcán Chichón y la zona de subducción.

NUEVO RADAR METEOROLOGICO EN BAJA CALIFORNIA SUR

La Comisión Nacional del Agua instaló un radar con fines meteorológicos en los Cabos, B.C.S. el cual podrá alertar a la población en caso de tormentas tropicales. Este radar está integrado a una red instalada en la costa del pacífico mexicano y detecta tormentas a 400 km de la costa.

AUMENTO A LOS PROGRAMAS DE INVESTIGACION EN MEXICO

Segun la OCDE, México debe aumentar a 1 % del PIB la cantidad destinada a investigación y desarrollo para el año 2000. De llevar a cabo este plan, las universidades deberán aumentar su capacidad y su nivel de estudios. En México, país con mas de 85 millones de habitantes, se cuenta con poco menos de 2 millones de habitantes con estudios de nivel de licenciatura.

DETECTAN VIA SATELITE YACIMIENTOS EN SINALOA

Diversas compañías mineras realizan, mediante fotos de satélite, el estudio del potencial minero y la presencia de yacimientos en el estado de Sinaloa. Las zonas altas de Sinaloa, colindantes con Chihuahua, parecen contener minerales importantes. Uno de los problemas que impiden la detallada exploración la zona es la falta de vias de comunicación.

NUEVO CENTRO DE CIENCIAS DE LA TIERRA

El estado de Coahuila establecerá su Centro de Ciencias de la Tierra y una de las áreas importantes será la de Paleontología. El centro funcionará en el denominado Valle de los Dinosaurios, en el ejido Rincón Colorado, en el cual se han encontrado restos fósiles de dinosaurios. En el proyecto colabora el Instituto de Geología de la UNAM.

POCOS INVESTIGADORES EN MEXICO

De acuerdo con datos del CONACyT, México tiene poco menos de 10 investigadores por cada 10,000 habitantes. En contraste, Estados Unidos tiene 140 y Japon 125. Además, del total de investigadores en México, mas del 50 % labora en el D.F. lo cual se traduce en una concentración preocupante del quehacer científico. El reporte también señala que en México se estima en 57,000 el número de personas dedicadas a investigación y desarrollo mientras que en Japon lo hacen mas de 800 mil, en Alemania mas de 420 mil y en Francia 280 mil. El trabajo destaca que las ciencias exactas cuentan con poca preferencia entre la juventud estudiosa de México y que solo 900 de los 6,250 investigadores que pertenecen al SNI trabajan en el área de las ciencias exactas.

MAPAS GRAVIMETRICOS DE MEXICO

INEGI publicó las cartas gravimétricas de la República Mexicana. Dichas cartas compilan la totalidad de los datos gravimétricos levantados hasta 1991 y presentan la anomalía de Bouguer (carta I), la anomalía de aire libre (carta II) y la de anomalía residual (carta III). En la elaboración participaron los investigadores de la UNAM M. De la Fuente y M. Mena.

CIENCIAS DE LA TIERRA INGENIERO GEOFÍSICO

Instituto Politécnico Nacional
E.S.I.A. Unidad Ticomán

Becas

Las otorgan PEMEX, IMP, CIAS,
Mineras, etc. a los estudiantes de la
carrera.

Informes:

Av. Ticomán No. 600
Col. San José Ticomán
México 07330, D.F.

Tels:

586-54-36

586-23-71

586-24-91

Fax. 586-22-16

FORO

En una publicación reciente, el presidente de la sociedad de Geofísicos de Exploración de los Estados Unidos, J.D. Robertson, reconoció la urgente necesidad de aumentar, en todos los niveles educativos, la literatura científica relacionada con las Geociencias.

Debemos tomar en cuenta que en todos los niveles sociales, sean políticos, funcionarios de la burocracia, industriales, comerciantes, turísticos, etc. se toman constantemente decisiones respecto al uso de la tierra, de los recursos acuíferos, al manejo y uso de litorales y puertos, a los códigos de construcción de obras civiles en áreas de riesgo sísmico o geológico, a la producción y emisión de compuestos que pueden afectar globalmente el clima, etc.

Por lo tanto, se requiere tener un mínimo de información en Geociencias para poder tomar decisiones mas adecuadas para el uso racional de los recursos y cuidado del medio ambiente. La ignorancia en Geociencias, a todos niveles, puede costarnos caro; lo cual estamos viendo ahora con el problema de la capa de ozono, la contaminación de acuíferos, el efecto invernadero global, etc.

Para J.D. Robertson se trata de hacer conciencia de la necesidad de mayor información en Geociencias desde la escuela primaria, para tratar de mantener una "cultura geocientífica" mínima y de ésta forma prevenir desastres.

Una enorme cantidad de funcionarios toman decisiones, día a día, respecto al uso de recursos, respecto al destino de desechos, respecto a construcciones civiles, respecto a la ampliación de asentamientos, etc. Una mayor cultura geocientífica en estos funcionarios podría ayudar a contrarrestar muchos de los problemas que actualmente se observan.

En nuestro país es muy pequeño el esfuerzo que se hace por tratar de darle a la población una mayor cultura geocientífica, y corresponde a los profesionales de esta área la responsabilidad de iniciar acciones que amplien la cultura en todos los niveles de la población. Por ello estamos tratando de crear una Olimpiada en Ciencias de la Tierra, pero requerimos de la ayuda y esfuerzo de todos para poder organizar dicho evento.

ATLAS NACIONAL DE MEXICO

Obra en tres tomos que presenta la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO, donde la labor de más de 300 especialistas quedará reunida en una colección de 160 cartas (alrededor de 600 mapas) editados a todo color por el Instituto de Geografía.

Volumen I

I. Mapas Generales

- 1.- Mapas generales
- 2.- Desarrollo histórico de la expresión cartográfica.
- 3.- Desarrollo histórico del levantamiento cartográfico.

II. Historia

- 1.- Epoca prehispánica,
- 2.- Epoca colonial
- 3.- Siglo XIX
- 4.- Movimientos armados
- 5.- Historia de las divisiones político-administrativas

III. Sociedad

- 1.- Distribución de las poblaciones y características demográficas
- 2.- Migraciones
- 3.- Sistema urbano
- 4.- Vivienda
- 5.- Educación
- 6.- Cultura
- 7.- Salud
- 8.- Tipología sociodemográfica

Volumen II

IV. Naturaleza

- 1.- Geología
- 2.- Tectónica
- 3.- Relieve
- 4.- Clima
- 5.- Agroclimatología
- 6.- Hidrogeografía
- 7.- Edafología
- 8.- Biogeografía
- 9.- Oceanografía
- 10.- Regionalización física

V. Medio ambiente

- 1.- Influencia del hombre en el medio ambiente
- 2.- Estado de los componentes naturales del medio ambiente
- 3.- La población y el medio ambiente
- 4.- Evaluación del patrimonio natural y cultural
- 5.- Síntesis del medio ambiente

Volumen III

VI. Economía

- 1.- Energía, agua y suelo, bases de la actividad económica
- 2.- Agricultura
- 3.- ganadería
- 4.- Actividad forestal
- 5.- Pesca
- 6.- Energía Eléctrica
- 7.- Economía petrolera
- 8.- Minería
- 9.- Industria
- 10.- Transporte y comunicación
- 11.- Turismo
- 12.- Comercio y servicios
- 13.- Asimilación económica del territorio
- 14.- Regionalización económica

VII México en el mundo

1. Relaciones Internacionales
- 2.- Comercio Internacional
- 3.- México en el mundo

Informes y ventas:

Instituto de Geografía,
UNAM
Circuito Exterior
Ciudad Universitaria
Apartado Postal 20-850
México, 01000, D.F.
Tel.: 548-97-79
Fax.: 548-40-86



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA
DE LA
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

Dr. Cosme Pola S.
Fac. Ciencias de la Tierra-UANL

INTRODUCCION

La Universidad Autónoma de Nuevo León con los objetivos de descentralizar actividades, ofrece nuevas carreras profesionales en ciencias naturales y generar un nuevo polo de desarrollo en la ciudad de Linares, creó el 23 de marzo de 1981 el Instituto de Geología. En verano de 1981 se firmó el acuerdo entre la Sociedad de Cooperación Técnica Alemana (GTZ) y la UANL para apoyar con personal a las áreas de Geología y Silvicultura, con las metas de formar personal mexicano calificado y además crear un centro de asesoría e investigación. El sitio provisorio elegido para el asentamiento de los nuevos institutos, Geología y Silvicultura, fue la Hacienda de Guadalupe, cuyo edificio data de 1667 y está localizado a 9 km al noreste de Linares, en la cercanía de la presa Cerro Prieto. La construcción original fue remodelada y ampliada para albergar aulas, laboratorios, oficinas, talleres, biblioteca y mapoteca. En febrero de 1982 se iniciaron las actividades del Instituto de Geología con la formación de personal docente, cuyo desarrollo comprendía estancias en Linares, México y posteriormente estancias en diferentes universidades de la República Federal de Alemania. En junio de 1983 se aprueban los planes de estudio de las carreras de Ingeniero Geólogo, Ingeniero Geólogo Mineralogista e Ingeniero Geofísico, alcanzando el rango de Facultad de Ciencias de la Tierra. Los planes iniciales de estudio comprendían 12 semestres y fueron reformados en 1988, reduciéndose la duración de los estudios a 9 y 10 semestres, para alcanzar el grado de licenciatura en cualesquiera de la áreas ofrecidas. Para la obtención del grado de licenciatura es necesario que el candidato realice una tesis, donde aplica el grado de conocimientos adquiridos durante su formación. La Maestría de Ciencias Geológicas se ofrece a partir de febrero de 1990, tiene una duración de 4 semestres, incluyendo el requisito de realización de tesis para la obtención del grado. Desde octubre de 1993 se encuentra enlistada dentro del padrón de Programas de Posgrados de Excelencia del CONACYT. Desde agosto de 1990 la Facultad, en cooperación con el Municipio de Linares, apoya la formación del Museo Geológico, ubicado 3 km al sur de la ciudad de Linares. Este museo de difusión de las ciencias geológicas cuenta con dos salas de exhibición: La sala geológica y la sala paleontológica. En enero de 1994 y en reconocimiento a la trayectoria en la Facultad de Ciencias de la Tierra en Linares se decidió por acuerdo de H. Cabildo nombrarlo Museo Geológico

Dr. Peter Meiburg, miembro fundador de la Facultad y honrado por nuestra alma mater con el doctorado honoris causa.

OBJETIVOS

La Facultad de Ciencias de la Tierra fue fundada con los objetivos de formar recursos humanos de alto nivel en las Ciencias de la Tierra, establecer un centro de Investigación descentralizado y repercutir en el desarrollo del noroeste de México. Con la impartición de enseñanza por personal docente de alto nivel con estudios de postrado en el extranjero, se garantiza la formación de recursos humanos en los niveles de licenciatura y maestría. Con la realización de proyectos de investigación se adquieren nuevos conocimientos en las Ciencias de la Tierra en el área del noroeste de México, además se enriquecen de experiencias los investigadores involucrados, con lo cual se retroalimenta la enseñanza.

JUSTIFICACION

La universidad Autónoma de Nuevo León fundó el Campus Linares con el objetivo de descentralizar el área metropolitana de Monterrey en el aspecto educación superior y de generar nuevas facultades cuyo aporte influyera directamente en el desarrollo de Linares, la zona sur del Estado y el noreste de México. La ciudad de Linares se eligió como sede de la nueva Ciudad Universitaria por sus características geográficas, políticas y económicas que la hacen el lugar ideal para crear un polo de desarrollo en la parte sur de nuestro Estado. En los alrededores de Linares se localizan múltiples y variadas áreas propias para la enseñanza e investigación de los procesos geológicos en todas sus facetas. Como ejemplos tenemos la Sierra Madre Oriental, la Sierra de San Carlos, la Sierra de Tamaulipas y la Planicie Costera del Golfo de México.

DOCENCIA

Desde su fundación en 1983 la facultad han egresado 60 pasantes de ingeniería en Ciencias de la Tierra, de los cuales 25 se han titulado y 18 se encuentran en proceso

de terminar su tesis. Los trabajos de tesis realizados, además de ayudar a formar a los candidatos a ingenieros, han hecho aportaciones valiosas a las geociencias en México. La gran mayoría de los egresados se encuentran laborando en empresas estatales y privadas, en un menor porcentaje se encuentran actualmente realizando estudios de posgrado en nuestra facultad y en el extranjero.

INVESTIGACION

Dentro de las actividades prioritarias de la Facultad de Ciencias de la Tierra se encuentra, además de la enseñanza, las labores de investigación. Proyectos de diferentes magnitudes en los campos de influencia de las geociencias se encuentran en desarrollo por miembros de la Facultad de Ciencias de la Tierra y son apoyados financieramente por instituciones tanto nacionales como extranjeras.

PROYECTOS DE INVESTIGACION REALIZADOS:

- * Investigaciones hidroquímicas en el sistema acuífero Linares-Cerro Prieto.
- * Los arrecifes mesozoicos más antiguos del noroeste de México, bioestratigrafía y facies.
- * Estudios de difracción de rayos X sobre minerales sometidos a altas temperaturas.
- * Estudios hidrogeológicos y geoquímicos de las aguas subterráneas en las áreas de Hualahuises y centro de producción, UANL.



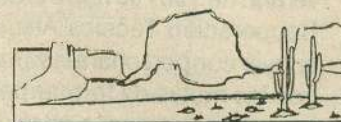
ITESM

Te interesa

la problemática ambiental

y

cursaste una licenciatura de Ingeniería o Ciencias Naturales?



La maestría en

Ciencias Ambientales

te ofrece la oportunidad de especializarte en éstos temas de gran importancia y actualidad, para participar en forma proactiva para el desarrollo sustentable de tu comunidad.

Mayores informes en:

ITESM, Centro de Calidad Ambiental, Dr. Martín H. Bremer
Av. Eugenio Garza Sada 2501 sur, CEDES 5° Piso, Monterrey, N.L.
Tel. 3 58 20 00, exts. 5019, 5020 y 5021



P.O. Box 134001
Ann Arbor, MI 48113-4001

313-994-1200 Ext. 3234

FAX 313-994-5123
TELEX 4940991 ERIMARB

Eleventh Thematic Conference on Geologic Remote Sensing, 27 - 29 February 1998, Las Vegas, Nevada USA.

Contact: Robert Rogers, ERIM, Box 134001, Ann Arbor MI 48113-4001 USA.
Phone: (1) 313 994 1200, ext. 3453. Fax: (1) 313 994 5123.
E-mail: raeder@vaxc.erim.org

Eleventh in the series, this conference will primarily focus on geologic remote sensing technologies and geographic information systems (GIS), with special emphasis on solving real-world problems in mineral and hydrocarbon exploration using environmental and engineering applications. The industry-oriented technical sessions will include:

- Petroleum and Mineral Exploration
- Environmental Applications
- Hydrogeology
- Radar Applications
- Geological and Logistical Mapping
- Mineral Exploration
- Planetary Remote Sensing
- Data Integration and GIS
- Image Processing & Pattern Recognition
- Geological Hazards

Thematic Conferences
Geologic Remote Sensing



FLUCTUACIONES CLIMATICAS EN DOS LOCALIDADES DE GUANAJUATO SU RELACION CON FENOMENOS ATMOSFERICOS GLOBALES Y TENDENCIA DURANTE 1970-1993

Genaro Montesinos Silva

Universidad de Guanajuato, Escuela de Agronomía y Zootecnia
A. P. # 311, Irapuato, Gto., 36500 México

En las fluctuaciones de la precipitación total anual y la temperatura media anual de dos localidades del Estado de Guanajuato, se encontró gráficamente, que las anomalías del período 1970-1993 coincidieron con la presencia del fenómeno El Niño/Oscilación del Sur. La tendencia de las variables climáticas determinadas por medio de las medias móviles de lapsos de 5 años, mostró para la precipitación pluvial, la existencia de un período húmedo durante la década de los 70's, con un cambio en los 80's hacia condiciones de sequía, y un incremento en la cantidad de precipitación a principios de la década actual. En el caso de la temperatura media anual, en la ciudad de Guanajuato se mantuvo más o menos constante sobre los 18°C, mientras que en la localidad del Bajío, presentó una disminución de casi 0.5°C sobre dicho valor.

INTRODUCCION

Una de las principales características del clima es la variación que presenta a lo largo del tiempo, la que se denomina como "fluctuación", cuando se presenta entre los distintos períodos anuales, para diferenciarla de la existente en escalas cronológicas más grandes, considerada mas propiamente como un "cambio" (Griffiths, 1985). Entre los diversos aspectos que se relacionan con las fluctuaciones del clima, se encuentra la evidencia de que en varias regiones del mundo, que incluyen partes ubicadas en nuestro país, ciertas anomalías en la precipitación y temperatura se pueden asociar a la ocurrencia de fenómenos de interacción entre el océano-atmósfera, como el llamado El Niño/Oscilación del Sur (ENOS), a través de lo que se denomina teleconexiones, como una muestra de las fluctuaciones climáticas a escala global (Ropelewski y Halpert, 1986; Rogers, 1988; Tejeda et al., 1993).

La existencia de fluctuaciones climáticas tiene enorme importancia para las actividades humanas, que como la agricultura dependen estrechamente de las condiciones atmosféricas. Para la producción agrícola, la anticipación confiable de las futuras condiciones de la estación de crecimiento resultaría de gran importancia porque permitiría la planeación de acciones para minimizar el efecto limitante de los períodos de lluvias intensas, sequías, o de altas o bajas temperaturas que acompañan a las variaciones anuales del clima. Este trabajo se realizó para revisar las fluctuaciones climáticas de dos

localidades del Estado de Guanajuato, su relación con fenómenos atmosféricos a nivel global, y la tendencia mostrada durante el período de estudio. Los sitios estudiados se encuentran ubicados en la parte central del estado, uno en la importante región agrícola del Bajío, reconocida nacionalmente tanto por la diversidad de sus cultivos como por su producción, y el otro en la región serrana contigua.

DATOS Y METODOS

En el presente trabajo se utilizaron los registros de temperatura y precipitación pluvial provenientes de la Estación Climatológica "El Copal" y del Observatorio Meteorológico de Guanajuato, ambos dependientes de la Universidad de Guanajuato, ubicándose, la Estación, en la Escuela de Agronomía y Zootecnia en la Ex-Hacienda "El Copal" del municipio de Irapuato (20°44'N, 101°19'W, 1750 msnm), en la subprovincia del Bajío Guanajuatense perteneciente al Eje Neovolcánico; y el Observatorio, en la ciudad de Guanajuato (21°00'N, 101°17'W, 1999 msnm), que se localiza en la subprovincia de los valles paralelos de I suroeste de la Sierra de Guanajuato la cual forma parte de la Mesa del Centro (SPP, 1980). Con la información obtenida se elaboraron gráficas de la fluctuación de la temperatura media anual y la precipitación total anual, los resultados de su análisis se relacionaron con la información de los eventos "El Niño-Oscilación del Sur" presentes durante del período 1970-1993. Se hizo también un análisis gráfico de la tendencia de dichas variables climáticas usando las medidas móviles de lapsos de 5 años (Barry y Chorley, 1972; SAG, 1975).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la figura 1 se muestra el comportamiento de la precipitación tanto en la ciudad de Guanajuato como en la localidad de "El Copal". En el caso de la capital del estado, se destaca la presencia de dos años con precipitaciones extraordinarias (>1000 mm) en 1971 y 1976). En el período de registro común para ambos sitios, la precipitación fue muy similar, sólo en el año de 1979 existió una marcada diferencia, ya que se tuvo menos precipitación en la localidad del Bajío. Durante dicho período, se encuentra que en las dos localidades, los años con precipitaciones más bajas se presentaron

en 1982, 1987 y 1989, mientras que la mayor cantidad de lluvia anual se tuvo en 1990, 1991 y 1992. El comportamiento de la temperatura media anual tanto del Observatorio como de la Estación se muestra en la figura 2, en ella lo más destacado que se encuentra es la existencia de dos picos correspondientes a los años de 1982 y 1992, en los cuales esta variable climática presentó en ambos lugares el valor más alto y más bajo durante el período revisado. La posibilidad de una relación de las anomalías presentes en las fluctuaciones con "El Niño/Oscilación del Sur", se da al tomar en cuenta que durante el período que se revisó, el fenómeno se presentó en 1972-73, 1975-76, 1982-1983, 1986-1987 y 1991-1992, coincidiendo con la presencia en la ciudad de Guanajuato de uno de los años más secos (546.4 mm) en 1972, y del año con la segunda mayor precipitación anual (1028.2 mm) en 1976. Durante los 80's los eventos ENOS de la década coincidieron con la presencia en ambas localidades de los años más secos (1982, 1987), del año con mayor temperatura media (1982), y con mayor precipitación en los últimos 16 años (1992). Las coincidencias mantienen una congruencia con lo observado al respecto por Mosiño y Morales (1998), Pereyra et al., (1991), Tejeda et al., (1993). Pereyra y Rodríguez (1994), y Cavazos (1994), en cuanto a relación de la presencia e intensidad del fenómeno El Niño/Oscilación del Sur con condiciones anormales del clima en otras regiones del país. La tendencia de la precipitación total anual de las dos localidades se encuentra en la figura 3. En el caso del Observatorio Meteorológico de Guanajuato se aprecia que a partir de 1978 dió comienzo un descenso en la cantidad de lluvia anual, la que se mantuvo baja durante la década de los 80's, cuando se presentaron tres años con las más bajas precipitaciones (1982, 1987 y 1989). El final de este período seco se presentó cuando durante tres años consecutivos (1990-1992), existió un aumento en la cantidad precipitación. En cuanto a la tendencia de la precipitación de la Estación Climatológica "El Copal", siguió un patrón similar durante el período de registro común, aunque el ascenso en la parte final es ligeramente menor. Durante el período 1979-1993, la temperatura media anual registrada en la capital del estado mantuvo una tendencia de constancia alrededor de los 18°C, no así en el caso de la localidad del Bajío, en donde a partir de 1983 se apreció una tendencia hacia la disminución de esta variable climática, de casi 0.5°C, lo cual difiere de lo observado en otras partes del país, donde han sido detectados incrementos en la temperatura, relacionados con el aumento global que este factor climático ha experimentado en los últimos años (Lemus y Gay, 1988; Tejeda et al., 1993).

CONCLUSIONES

Las anomalías observadas en las fluctuaciones climáticas de ambos sitios, están relacionadas con la presencia e

intensidad del fenómeno ENOS. De acuerdo al registro del observatorio, parece existir en la región central de Guanajuato un comportamiento cíclico de la precipitación, con períodos húmedos y secos alternos de aproximadamente 10 años cada uno. Así, la presencia de los tres primeros años de los 90's con buenas precipitaciones sería el indicativo del inicio de un nuevo período húmedo. La divergencia en la tendencia de la temperatura media anual de los dos sitios probablemente sea debida a su ubicación geográfica, precisando continuar con otros estudios para tratar de establecer su relación con los principales aspectos considerados en los cambios térmicos de la atmósfera. Los resultados obtenidos permiten pensar en que con una mayor profundidad de estos estudios, la información generada poseería un elevado potencial de utilidad en las actividades de planeación de la producción de la importante región agrícola del Bajío Guanajuatense.

BIBLIOGRAFÍA

- Barry, R.G. y R.J. Chorley. 1972. *Atmósfera, tiempo y clima*. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España, 354 pp.
- Cavazos, T. 1994. The influence of southern oscillation on the winter climate of Nuevo Leon State, México. *Geofis. Int.* 33(2): 295-301.
- Griffiths, J.F. 1985. *Climatología aplicada*. 1a. Edición. Publicaciones Cultural, S.A., de C.V. Mexico, D.F. 127pp.
- Lemus, L. and C. Gay 1988. Temperature, precipitation variations and local effects Aguascalientes 1921-1985. *Atmósfera* 1:39-44.
- Mosiño, P. y T. Morales. 1988. Los ciclones tropicales, El Niño y la lluvias en Tacubaya, D.F. *Geofis. Int.* 27(1):61-82.
- Pereyra, D., B.E. Palma G. y A. Barrientos S. 1991. El Niño y su relación con las lluvias de Jalapa, Veracruz, México. *GEOS Bol. Unión Geofis. Mex.* 10(3):11-15 y B.E. Sánchez Rodríguez. 1994. El Niño y su relación con sequía intraestival en dos localidades del Estado de Veracruz, México. *GEOS Bol. Unión Geofis. Mex.* 14(1):9-11.
- Rogers, J. 1988. Precipitation variability over the Caribbean and tropical Americas associated with the Southern Oscillation. *J. Climate*, 1:172-182.
- Ropelewski, C.M. Halpert. 1986. North american precipitation and temperature patterns associated with the El Niño/Southern Oscillations (ENSO). *Mon. Wea. Rev.* 114:2352-2362
- SAG. 1975. Compendio de apuntes para la formación del personal meteorológico de la clase IV. Vol. 2. *Climatología*. Dirección General de Geografía y Meteorología. Organización Meteorológica Mundial. México, D.F. pp148,149.
- SPP. 1980. *Síntesis geográfica de Guanajuato*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, pp 59,65.

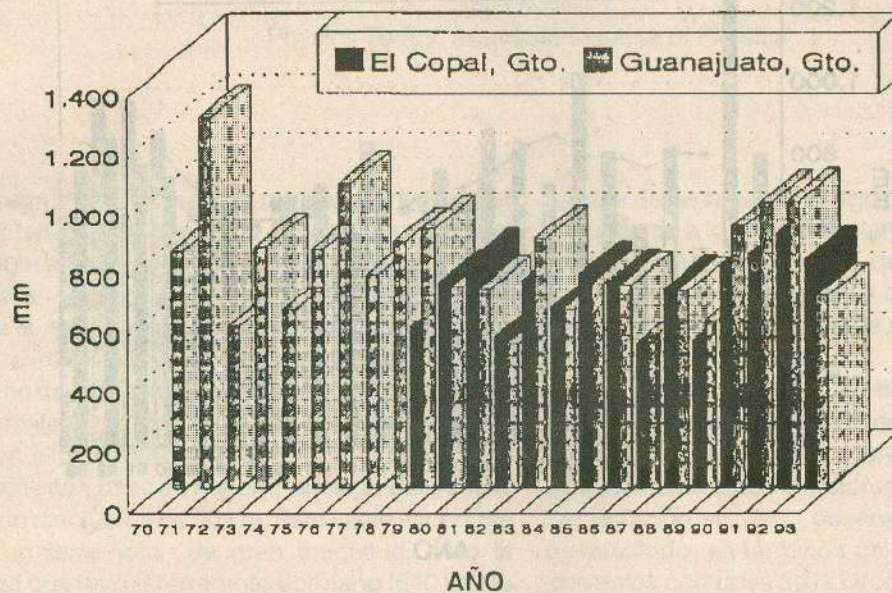


Figura 1. Precipitación total registrada en dos localidades del Estado de Guanajuato

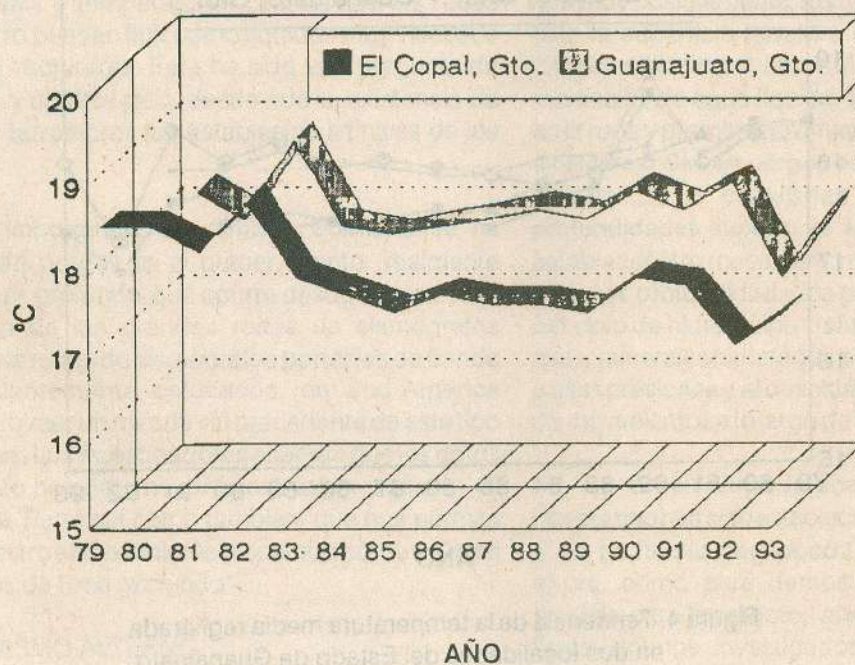


Figura 2. Temperatura media registrada en dos localidades del Estado de Guanajuato

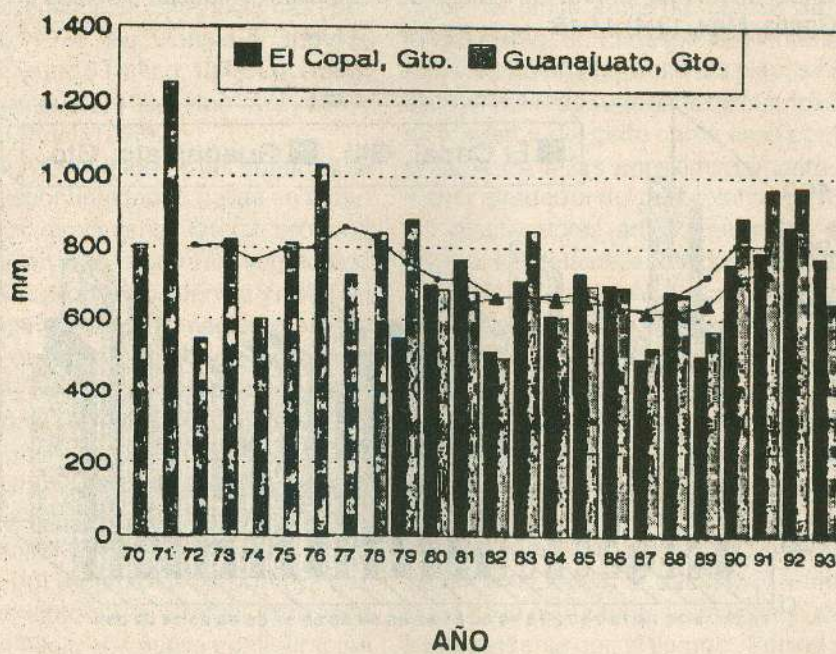


Figura 3. Tendencia de la precipitación registrada en dos localidades del Estado de Guanajuato.

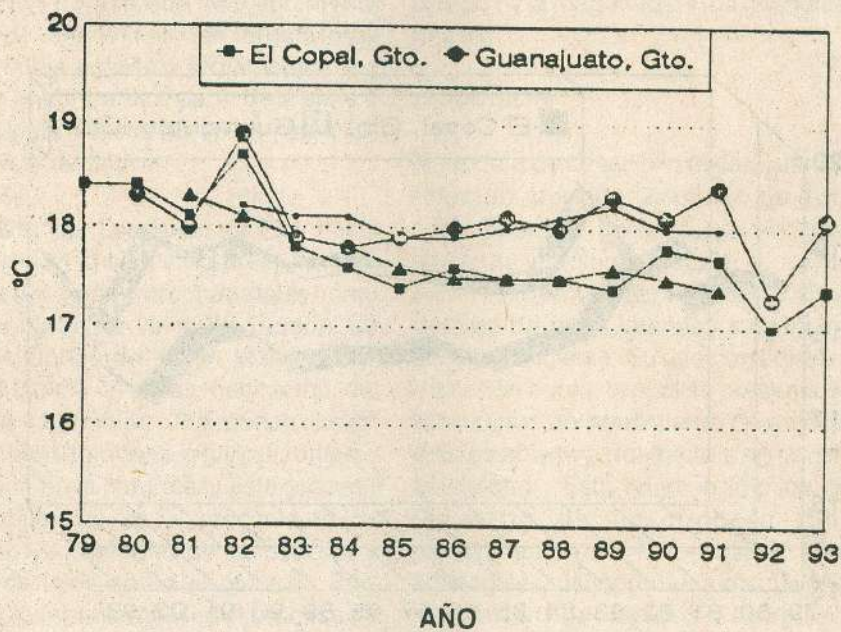


Figura 4. Tendencia de la temperatura media registrada en dos localidades del Estado de Guanajuato.

TEMBLOR BOLIVIANO DA UN RARO REFLEJO DEL INTERIOR DE LA TIERRA

Ray Ladbury

Physics Today, American Institute of Physics

Muchas preguntas interesantes pueden derivarse del estudio del temblor de magnitud 8.2 que ocurrió en el Altiplano Boliviano en junio de 1994. La mas interesante no consiste en explicar el mínimo de daños causados siendo que el evento fue lo bastante fuerte como para sentirse a travez de la mayor parte del hemisferio oeste, sino el hecho de que la liberación de energía pudo exitar modos normales de la vibración de la Tierra nunca antes vistos y con ello proporcionar datos potenciales para que los geofísicos puedan mejorar el mapa del interior terrestre con resolución de 50 km. Esto suele esperarse al ocurrir un terremoto de gran magnitud, pero la profundidad que tuvo el terremoto boliviano (640 km) lo pone en una rara clase de terremotos llamada "eventos de foco profundo" cuyo hipocentro cae entre 75 km y 670 km bajo la superficie de la Tierra.

La pregunta esencial es? Como pueden ocurrir estos eventos de foco profundo en el manto?, donde las altas presiones y temperaturas causan que las rocas bajo esfuerzo puedan fluir como líquidos muy viscosos en lugar de fracturarse. Esta ha sido una pregunta de gran interés y controversia desde que la existencia de este tipo de terremotos fue establecida a finales de los años 20.

La importancia del temblor Boliviano se ha incrementado porque es el primer evento realmente grande y muy profundo que ocurre desde el desarrollo y operación de las grandes redes de sismógrafos digitales. Tres redes de sismógrafos portátiles de banda ancha, recientemente colocados, en Sud-América prometen proveer un mirada sin precedente de este tipo de temblores. Los investigadores esperan que los datos del terremoto nos den mayor información respecto al interior de la Tierra así como también, que nos permita mejorar nuestro entendimiento respecto a como ocurren los "eventos de foco profundo".

UN MECANISMO ALTERNO

La dificultad para entender los terremotos de foco profundo estriba en el hecho de que ellos ocurren a presiones y temperaturas a las cuales el mecanismo convencional no puede operar. El mecanismo de fallamiento elástico, que usamos para explicar los terremotos mas superficiales, nos permite visualizar la

ruptura de las rocas a lo largo de fallas estructurales y el movimiento a lo largo del plano de la falla. Un aspecto desconcertante estriba en que el patrón de energía sísmica que radia un evento de foco profundo parece muy similar al de los eventos superficiales.

La mayoría de temblores de foco profundo ocurren en áreas donde la Litósfera está en subducción. Por ello los geofísicos cuentan con un mecanismo plausible para estos temblores, el cual explica el patrón de radiación sísmica observado; el mecanismo está desarrollado en términos del comportamiento de los minerales comunes de la Litósfera terrestre cuando se someten a altas presiones y temperaturas al descender hacia el manto terrestre.

Experimentos llevados a cabo por Ch. Meade del Instituto Carnegie en Washington y R. Jeanloz de la Universidad de California en Berkeley han mostrado que muy posiblemente, los terremotos entre 75 y 300 km bajo la superficie terrestre ocurren cuando minerales tales como la serpentina - $(\text{Mg,Fe})_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ - libera moléculas de agua líquida. El agua expande los poros en la roca y permite movimientos a lo largo de fallas pre-existentes. Sin embargo, este mecanismo no ha sido observado a presiones correspondientes con profundidades superiores a los 300 km. Es necesario establecer otro mecanismo para explicar los terremotos a mayor profundidad. Una posibilidad es una repetición del ciclo de hidratación-dehidratación a presiones mas altas; minerales hidratados pueden formarse en el manto a altas presiones y al deshidratarse permitir la lubricación de movimientos a lo largo de fallamientos pre-existentes.

Sin embargo, la posible existencia de procesos de este tipo han sido establecidos solo muy recientemente y se ha hecho muy poco trabajo experimental, hasta ahora, como para demostrar la aplicabilidad de tal modelo para terremotos abajo de los 300 km. Mientras tanto algunos investigadores han estado buscando explicaciones alternativas.

Debido a que la olivina - $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$ -, un constituyente mayor de la litósfera, se vuelve inestable y presenta una transición de fase cambiando a una mineral mas denso (espinela), a una profundidad de 300 - 400 km, S. Kirby del Servicio Geológico de los E.U.A.,

entre otros, ha propuesto dicha transición como un posible mecanismo para estos terremotos de foco mas profundo que los 300 km. Basado en resultados de investigaciones de laboratorio respecto a tal mecanismo, H. Green de la Universidad de California en Riverside y P. Burnley de la Universidad de Colorado propusieron que a lo largo de la placa fria que desciende dentro de el manto mas caliente, pueden existir grandes "cuñas" de pocas decenas de kilometros de espesor, o zonas compuestas principalmente de olivina metastable, las cuales pueden persistir dentro de la placa a profundidades superiores a los 400 km. El colapso catastrófico de una de estas zonas metaestables, debido al cambio de fase, podría producir un sismo con la consecuente liberación de energía sísmica, pero con una distribución bastante diferente de lo que se observa.

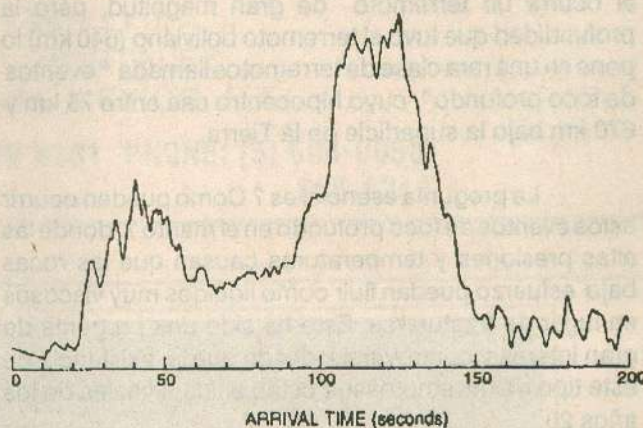
Green y Burnley afirman que la zona metaestable cede provocado por un mecanismo llamado fallamiento "anticrack" (anticrack faulting), en el cual la olivina metaestable se transforma en espinela microcristalina a lo largo de regiones de fracturas, las cuales se propagan en dirección perpendicular al de máximo esfuerzo. Cuando este "anticrack" ocupa una porción bastante grande de la placa en subducción, los microcristales se tornan superplásticos y son capaces de moverse rapidamente. Este mecanismo lubrica el movimiento de una región de la cuña de olivina relativa a otro, generando el terremoto. Este fallamiento a lo largo de zonas de fracturamiento o "anticrack" ha sido observada en experimentos de laboratorio a alta presión relacionados con el mineral germanato $(Mg,Fe)_2GeO_4$, el cual se transforma a mucha mas baja presión que la olivina, y el fallamiento anticrack ha sido también observado en la olivina natural a presiones muy altas. Sin embargo, esto aun permanece sin poder mostrar si este mecanismo puede ser la causa de los terremotos bajo los 300 km de profundidad.

MODELOS DE PRUEBA

Distinguir entre modelos de terremotos de foco profundos es difícil, porque la zona de falla no es observable y porque la señal sísmica de terremotos profundos proveen pocas pistas para descifrar su mecanismo. La gran magnitud del temblor Boliviano y la presencia de una red de sismómetros de lo mas avanzado justo sobre su foco representa la mejor oportunidad para aprender mas acerca del mecanismo de tales terremotos. Una esperanza para probar que el mecanismo de fallamiento anticrack puede ser válido, consiste en detectar la presencia de la cuña de olivina metaestable dentro de una placa de subducción. Debido a que la olivina es menos densa que la espinela, a temperatura similar, la velocidad de las ondas debe ser diferente en ambos medios. Takashi Lidaka y Daisuke Suetsugu de la Universidad de Tokyo aseguran haber

encontrado evidencias de la caída de velocidad de las ondas sísmicas, analizando las ondas sísmicas de los temblores cercanos a Japón. Sin embargo para emitir sus conclusiones, Lidaka y Suetsugu tuvieron que asumir modelos específicos para la tierra abajo de las estaciones sísmicas; lo cual hace que sus resultados sean poco convincentes.

Un trabajo reciente hecho por Charles Meade, Paul Silver y David James de la Institución Carnegie, en conjunto con Susan Beck, Terry Wallace y Stephen Myers de la Universidad de Arizona puede significar un reto serio para la teoría del anticrack. Sus hallazgos provocan duda sobre si la postulada cuña de olivina pudiera ser lo bastante larga para contener el plano de la falla del temblor Boliviano. Este trabajo, empleando datos de las tres redes de estaciones sísmológicas sudamericanas (BANJO, SEDA y BLSP92) parece determinar que el plano de la falla fue esencialmente horizontal con dimensiones aproximadas de 35 km x 50 km.



Analisis independientes de Thorne Lay de la Universidad de California en Santa Cruz y de Masyuki Kikuchi de la Universidad de Yokohama y Hiroo Kanamori de Caltech, encontraron que un plano de falla horizontal del orden de 40 km x 40 km era la mejor solución a los datos recabados con la red de sismómetros IRIS de banda ancha. Pero la placa de Nazca, en la zona donde ocurrió el terremoto Boliviano, se cree que desciende hacia el manto con un ángulo de 45 grados y la mayoría de los modelos tienen el espesor de la cuña de olivina aproximándose a cero conforme alcanza la discontinuidad sísmica de los 670 km, bajo la cual ya no hay terremotos. De esta forma, es difícil visualizar como la placa puede contener el plano de la falla del terremoto a menos que la placa haga una doblamiento para volverse horizontal cerca de la profundidad de la discontinuidad. Silver asegura que, las propiedades de la ruptura de este terremoto provee una prueba particularmente rigurosa para las teorías del fallamiento transformacional. Esto requiere que este modelo sea modificado o se abandone y, si esto ocurre, entonces muestra que hemos verdaderamente aprendido de estos

terremotos. Otros investigadores encuentran que la dirección y medida de el plano de la falla no descartan necesariamente la teoría del anticrack. Heidi Houston de la Universidad de California en Santa Cruz menciona el hecho de que aunque varios investigadores favorecen un plano de la falla horizontal para el terremoto Boliviano, algunos sugieren un arreglo mas complejo de multiples fallas horizontales y verticales. Houston y Green tambien citan evidencias respecto a que el espesor de la placa de subducción se contorsiona conforme desciende dentro del manto, especialmente cerca de los 670 km, en la discontinuidad sismica, donde la spinela y la olivina se transforman en perovskitas mas densas. Ellos aseguran que la cuña de olivina puede permanecer bastante grande en espesor inclusive abajo de los 670 km. Esto es debido a que podría quedar aislada del manto caliente dentro de una placa ancha.

En esta interpretación los terremotos podrian cesar bajo los 670 km no porque la cuña de olivina desaparezca, sino porque la transición endotérmica de la spinela o la olivina a perovskite mitiga la formación del fallamiento anticrack. Green asegura que los experimentos con CdTiO_3 , cuya transición para a una fase es similar a la de la spinela, es endotérmica y no produce fallamiento anticrack. Afortunadamente, debido a que ambas, temperatura y densidad, afectan las velocidades de las ondas sismicas, los sismólogos podrian resolver la pregunta de si un espesor ancho y frio de la cuña de olivina continua existiendo a profundidades suficientes como explicar la profundidad del terremoto Boliviano. Varios grupos estan actualmente tratando de usar las ondas sismicas del temblor principal y sus réplicas para mejorar la geometría de la placa y el plano de la falla.

UNA VENTANA EN EL INTERIOR DE LA TIERRA

Tal vez el mayor significado estriba en que este terremoto provee a los geofísicos de una ventana sin precedente que se abre al interior de la Tierra. Como todos los sólidos, la Tierra oscila en sus modos normales cuando es excitada. La frecuencia de estos modos y su atenuación contiene una gran cantidad de información sobre la estructura y composición de la Tierra.

Información de los grandes terremotos de foco profundo es importante para modelar la Tierra por varias razones. Porque la zona de la falla tiende a estar mas localizada que en los mas comunes eventos superficiales; los terremotos de foco profundo pueden ser vistos como fuentes puntuales de ondas sismicas de longitud de onda larga de facil modelación. Al contrario de los terremotos superficiales, los temblores profundos excitan eficientemente los modos altos de vibración de la Tierra que muestrean al nucleo y al manto inferior sin

exitar las ondas superficiales que tienden a enmascarar estos modos altos de vibración.

Viendo como las inhomogeneidades y otras distorciones de la simetria esferica de la Tierra dividen los modos normales de vibracion, los geofísicos esperan poder modelar esos razgos. De acuerdo con Guy Masters de la Universidad de California en San Diego, si los investigadores pueden determinar con bastante presicion esas divisiones, se podrían aclarar varios problemas referentes a la naturaleza de las homogeneidades en el manto y a la anisotropía del núcleo de la Tierra. Resolviendo los razgos que dividen modos degenerados se permitirá una mejor determinación de la frecuencia degenerada de los modos normales y por lo tanto proveer una mejor entendimiento de la densidad promedio de la Tierra y de su composición como una función de la profundidad, tal vez con una resolución de 50 kma través del manto y del núcleo. Entre las preguntas mas importantes para resolver estan a) Si el manto superior e inferior tienen diferencias químicas significativas y b) Como varia la composición de el núcleo externo con la profundidad. Masters caracteriza la importancia de los terremotos Bolivianos como algo entre "muy util" y "revolucionario", dependiendo de cuantos modos degenerados puedan ser descompuestos. El y la mayoría de otros investigadores que analizan el terremoto estan optimistas en que podrán analizar los datos de cientos de estaciones grabadoras de las redes sismicas en todo el globo, para proporcionar un modelo mejorado de el interior de la Tierra.

Artículo aparecido en la revista Physics Today, octubre de 1994

REFERENCIAS

- Meade C. and Jeanloz R. 1991. Science 252:68
- Thompson A.B. 1992. Nature. 358:295
- Kirby S.J. 1987. J. Geophys. Res. 92:13789
- Green H.W. and Burnley P. 1989. Nature.341:733
- Green H.W. et al. 1990. Nature 348:720
- Lidaka T. and Suetsugu D. 1992. Nature 356:593
- Vidale J. 1994. Nature 370:16
- Grand S.P. 1994. J. Geophys. Res. 99:11591

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.Cfa., México
Teléfono 52 (667) 4 5050 ext. 4010. Fax 52 (667) 4 5154

Fotografía: Van Dyke

EVOLUCION DE CUENCAS TENSIONALES EN SISTEMAS DE FALLAS LATERALES CALIFORNIA Y BAJA CALIFORNIA

J. Urrutia Facugauchi

Laboratorio de Paleomagnetismo y Geofísica Nuclear
Instituto de Geofísica, UNAM, D. Coyoacán 04510 D.F. MEXICO

RESUMEN

Las cuencas tensionales desarrolladas en sistemas de fallas laterales presentan un patrón característico en sus relaciones geométricas. Estas cuencas frecuentemente tienen formas romboides, en las cuales la mitad de su largo (L) mantiene una relación con el ancho (W), de tal forma que $L = 1.6 W$. Esta relación se conserva para cuencas de diferentes tamaños y situadas en distintos ambientes tectónicos. La relación geométrica puede explicarse como resultado de un movimiento de rotación, que ocurre durante el origen y evolución de la cuenca. Las cuencas en la frontera de placas Pacífico-Norte América parecen haberse originado por este mecanismo.

ABSTRACT

Pull-apart basins developed in strike-slip fault systems present a characteristic geometric relationship, which is related to their origin and evolution. The basins generally show a rhomb like shape with a half-length (L) to width (W) relation of $L = 1.6 W$, which holds for a range of scale and a variety of tectonic environments. The geometric pattern may be explained as a result of local rotation of the basin as it develops. The rotation model for the origin and evolution of pull-apart basins is here applied to the right-lateral transform faults system of the Pacific-North American plate boundary.

INTRODUCCION

El desplazamiento lateral a lo largo de segmentos de fallas con cambios de orientación o discontinuidades en echelon, ocasiona tensión y subsidencia o bien compresión y elevación, dependiendo del sentido de desplazamiento lateral y de la discontinuidad de la falla. Como resultado, en los sistemas de fallas laterales se forman sistemas de grabens y horsts, los cuales presentan una amplia diversidad de tamaños y un patrón regional generalmente complejo (por ejemplo Fig. 1). Estos sistemas se han referido en la literatura como "pull-apart basins" y "pressure ridges" (aquí denominados como cuencas tensionales y bloques de presión). El origen y evolución de estas cuencas tensionales y bloques de presión han atraído la atención de muchos investigadores; sin embargo, un modelo de aplicación general ha sido difícil de obtener. El modelo

más sencillo propuesto asume que estas estructuras se desarrollan a partir de una discontinuidad o curvatura en las fallas (Fig. 2.). Con ello, el ancho queda fijo a un valor inicial, mientras que el largo aumenta con el desplazamiento lateral (y el tiempo). De aquí que los largos deben de mostrar una correlación positiva con la magnitud de desplazamiento total (y edad): Aydin y Nur (1982) investigaron las relaciones geométricas y en marcado contraste con lo esperado, encontraron que los largos y anchos guardan una sencilla relación, independiente de la escala y ambiente tectónico de las cuencas (Fig. 3). Esta correlación entre los anchos y los largos de las cuencas implica la ocurrencia de un mecanismo que controla la evolución geométrica de las cuencas. En este trabajo se examina brevemente un modelo evolutivo para las cuencas tensionales y se mencionan los sistemas de cuencas tensionales generadas a lo largo del sistema de fallas laterales de California y Baja California.

MODELO EVOLUTIVO

La relación entre el ancho (W) y la mitad del largo (L) es:

$$L = 1.6 W \quad (1)$$

Considerando que esta relación se mantiene para estructuras con muy diferentes escalas y en distintos ambientes tectónicos (Fig. 3), el mecanismo que controla los cambios en geometría forma parte integral del origen y evolución de las cuencas. Además, el mantener esta simplicidad a pesar de las múltiples complicaciones que afectan las relaciones geométricas en sistemas de fallas laterales sugiere que el proceso debe de ser simple y estable. Una posible explicación para el origen y evolución de las cuencas tensionales propuesta recientemente (Urrutia-Facugauchi, 1987, 1988) involucra la rotación de bloques en el interior de la cuenca. En este modelo evolutivo, la rotación de bloques forma el mecanismo fundamental para el origen y posterior evolución de las cuencas tensionales y como uno de sus resultados se tiene la relación sencilla entre los largos y anchos de las estructuras. La rotación de bloques constituye además un mecanismo simple para resolver las dificultades geométricas inherentes en desplazar los dominios adyacentes a segmentos de fallas en y alrededor de discontinuidades y en la terminación de las

fallas. Estudios paleomagnéticos y estructurales en varios sistemas de fallas laterales indican que la rotación de bloques es una característica de estos sistemas (por ejemplo, Freund, 1970, 1974; MacDonald & Opdyke, 1972; Garfunkel, 1974; Freund & Tarling, 1979; Luyendyk et al., 1980; Urrutia-Facugauchi, 1981; Ron et al., 1984; Urrutia-Facugauchi & Böhnel, 1988).

El mecanismo de origen y evolución de las cuencas se ilustra en la Fig. 4. En discontinuidades (fallas en echelon, curvaturas, etc.) el movimiento lateral produce extensión y deformación en la zona entre los segmentos de falla (Fig. 4a), lo que ocasiona subsidencia y rotación (Fig. 4b). El proceso en primera aproximación presenta simetría axial, de aquí que el proceso de extensión y subsidencia produce la formación de "dos" cuencas gemelas (Fig. 4d). El proceso de rotación puede ser reproducido geoméricamente por medio de formar dos rectángulos dorados. Esta rotación resulta en la relación de $L = 1.6 W$ que corresponde a dos rectángulos dorados y que constituyen la cuenca tensional. Esta geometría se mantiene por el efecto de rotación ya que al continuar el desplazamiento lateral la rotación traslada la zona de deformación hacia una nueva configuración con la misma geometría (Fig. 4e). Este proceso de evolución produce el desarrollo de cuencas interiores (Fig. 4f), las cuales se han documentado en algunos sistemas (Sanders & Siemmons, 1979). La relación de 1: 1.6 que caracteriza las cuencas tensionales (Fig. 3) corresponde a la relación dorada que frecuentemente representa sistemas de crecimiento en organismos (Honda, 1971) y se emplea en arte y arquitectura. La relación dorada puede encontrarse a partir de la serie o progresión geométrica de Fibonacci (para términos mayores de 3) y que esta dada por:

0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 14, 21, 34, 55, ... (2)

La serie fue desarrollada por Leonardo de Pisa hacia 1218. La relación dorada (o sección aurea) ha sido utilizada en numerosas pinturas y estructuras tales como "San Jerónimo" de Leonardo de Vinci, "La Parade" de Seurat, "L. Place de la Concorde" de P. Mondrian, el Partenon de Atenas, Grecia y casas habitación del arquitecto francés Le Corbusier. La construcción geométrica de esta sección dorada se logra por rotación a partir de un cuadrado. En la naturaleza este proceso de rotación está involucrado en el crecimiento de organismos tales como los caracoles de los nautilus o las relaciones en flores tales como el girasol. Esta relación curiosa y simple representa bien el proceso de formación y evolución de las cuencas tensionales. Detalles adicionales sobre el origen y evolución de las cuencas tensionales se incluyen en Urrutia-Facugauchi (1988).

SISTEMA DE FALLAS LATERALES DE CALIFORNIA Y BAJA CALIFORNIA

El sistema de falla de San Andrés en California y su

continuación en el Golfo de California en el sistema compuesto de fallas y la dorsal oceánica constituye parte del límite entre las placas de Norte América y Pacífico (Fig. 5). El desplazamiento lateral asociado al movimiento relativo entre las placas ha generado en las discontinuidades una serie de cuencas tensionales tanto en el interior del golfo como en el continente (Fig. 5). El sistema de fallas aproximadamente sigue un círculo menor alrededor del polo relativo de rotación, en donde las discrepancias angulares entre este círculo y la orientación de las fallas produce las relaciones requeridas para la formación de cuencas tensionales. La magnitud del desplazamiento (cambio de velocidad) está en relación con la distancia angular al polo de rotación. En la porción sur de California (Fig. 6) varios estudios paleomagnéticos han documentado rotación de bloques asociada a los desplazamientos laterales (por ejemplo, Luyendyk et al., 1980; Hornafius et al., 1986). De acuerdo al modelo examinado en este trabajo, una de las predicciones (o pruebas) está relacionada a la magnitud de las rotaciones, el desplazamiento lateral total y la edad de la estructura. La magnitud de la rotación debe incrementarse con el tiempo. Para el sur de California y norte de México esta es la relación observada (Fig. 7). Los resultados paleomagnéticos disponibles para la región sur de California cubren los últimos 25 Ma e indican rotaciones de varias decenas de grados (Fig. 7). La magnitud de estas rotaciones se incrementa con el tiempo (y la magnitud de los desplazamientos laterales totales).

DISCUSION

El modelo de desarrollo de las cuencas tensionales por rotación permite explicar de forma sencilla las características geométricas, independientemente del ambiente tectónico y escala. El mantener esta relación de 1: 1.6 en la aparentemente amplia diversidad de sistema de fallas laterales sugiere que el proceso es estable y eficiente. Su relación con el rectángulo dorado o sección aurea, la cual se presenta en la naturaleza en fenómenos de crecimiento de animales y plantas y su empleo en arte y arquitectura no constituyen una fortuita curiosidad. Esta relación implica que el proceso es resultado de un proceso dinámico que es energéticamente favorable y eficiente. Detalles adicionales, así como una discusión más completa se presentan en Urrutia-Facugauchi (1988 y en preparación).

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. Representación esquemática de características geométricas de cuencas tensionales. Puede observarse la forma romboidal de 'S' o de 'Z', que está asociada al desplazamiento lateral (magnitud y sentido). Las formas corresponden a sistemas de falla lateral dextral con

discontinuidad o escalón de tensión.

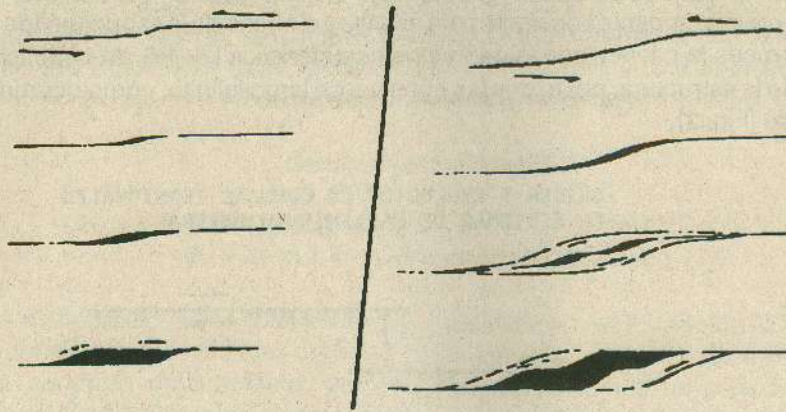


Fig. 2. Modelo idealizado de formación de una cuenca tensional. Note que en este modelo se predice que la longitud de la cuenca aumenta en función de la magnitud del desplazamiento lateral, mientras que el ancho permanece invariable (Aydin & Nur, 1982)

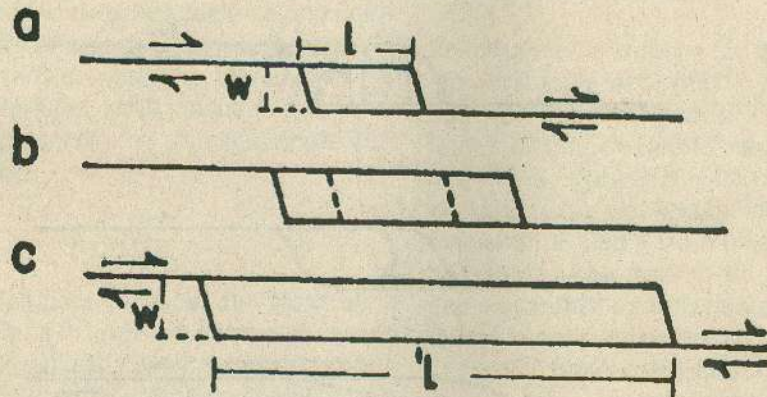


Fig.3. Relación geométrica entre el ancho y el largo para 70 estructuras tensionales (tomada de Aydin & Nur, 1982). (a) Gráfica logarítmica para anchos (W) y largos (L). Observe que la relación es: $\log_{10}(L) = C1 + \log_{10}(W) + \log_{10} C2$, donde $C1 = 1.0$ y $C2 = 3.2$. Esto puede simplificarse a la siguiente relación entre el largo y ancho de: $L = 1.6 W$. (6) Histograma de frecuencias para los cocientes largo-ancho de las estructuras tensionales.

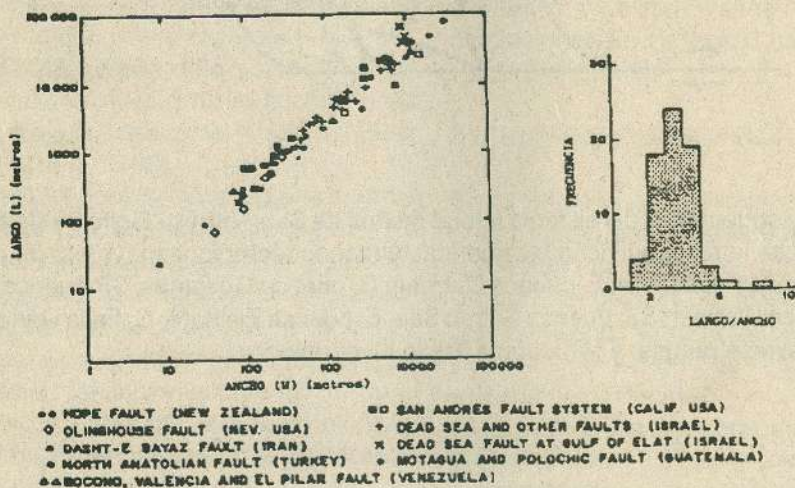


Fig. 4. Representación esquemática del modelo propuesto para la evolución de cuencas tensionales (Urrutia, 1987, 1988). Note que a diferencia del modelo de la Fig. 2, en este caso la rotación del dominio interior de la cuenca mantiene una relación aproximadamente constante para el largo y el ancho de la estructura (de acuerdo a la relación de la Fig. 3). Una vez formada la cuenca con la geometría característica $L = 1.6 W$, el desplazamiento lateral es tomado por la rotación de la estructura, por lo que las cuencas de largo infinito, como ocurriría con el caso simple de desplazamiento lateral (Fig. 2).

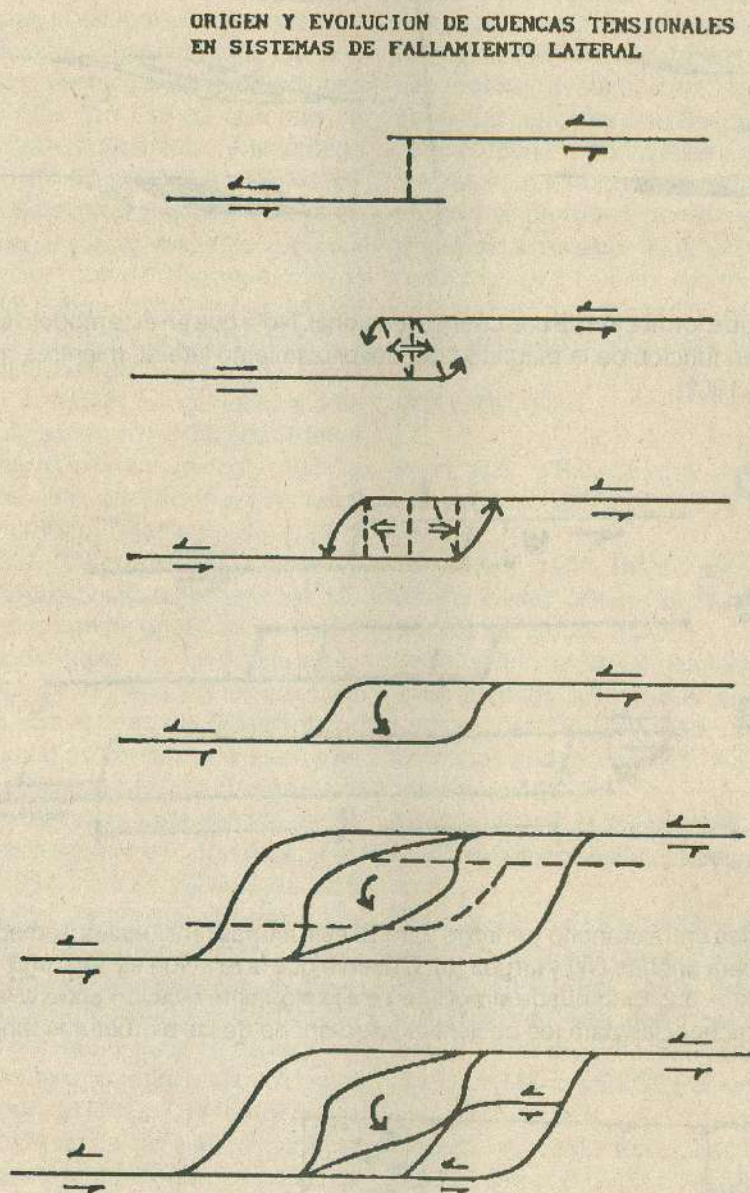


Fig. 5. Representación esquemática del sistema lateral dextral de San Andrés - Golfo de California y sus sistemas de cuencas Pacífico. Las letras identifican las cuencas y rasgos tectónicos mayores: M, cuenca Mazatlán; A., cuenca Alarcón; P, cuenca Pescadero; F, cuenca Carmen; G, cuenca Guaymas; SP, cuenca San Pedro Martír; D, cuenca Delfín; W, cuenca Wagner; SS, cuenca Salton Sea; E, cuenca Elsinore; G, Falla Garlock; DV, cuenca Valle de la Muerte; TR, Transverse ranges; y MTJ, Junta Triple Mendocino.

SISTEMA DE CUENCAS - GOLFO DE CALIFORNIA
SISTEMA SAN ANDRES

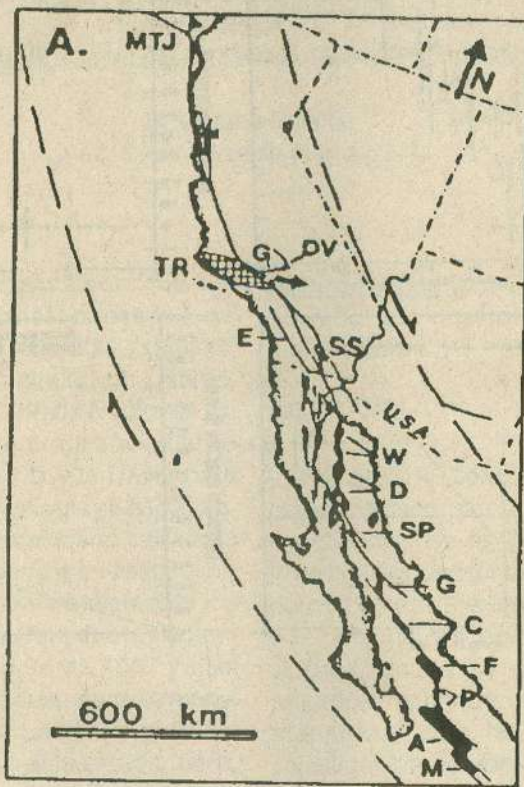


Fig. 6. Sistema de fallas y cuencas del sur de California en la zona de San Andrés (tomada de Hornafius et al., 1986). Mapa tectónico estructural de la región, que incluye a las fallas laterales mayores. Las flechas circulares y el número en el centro indican el sentido y la magnitud de las rotaciones estimadas por paleomagnetismo.

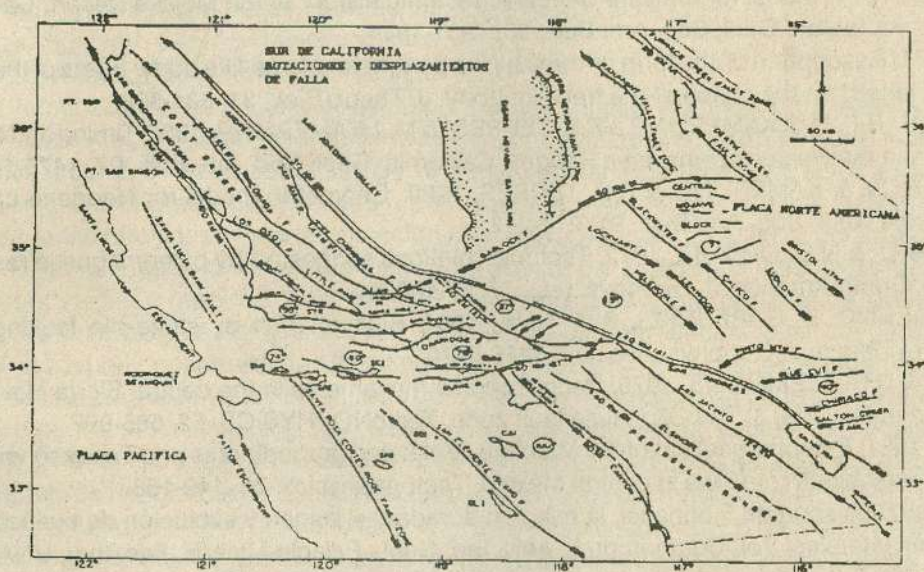
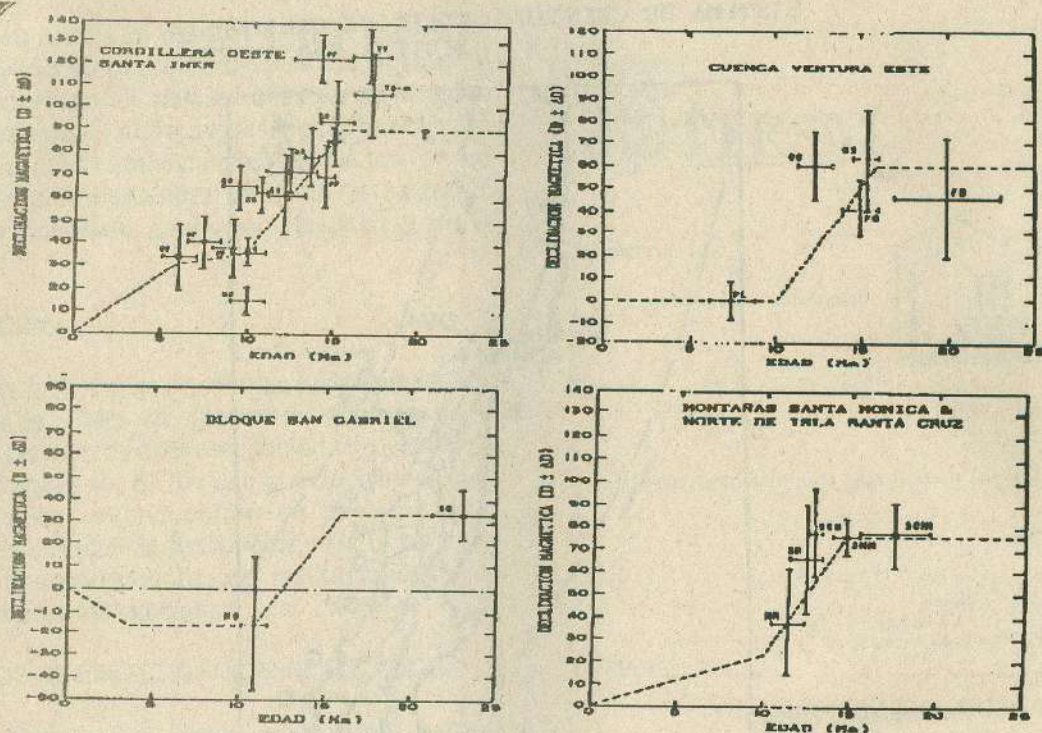


Fig. 7. Diagramas de la magnitud de la rotación relativa (en forma de anomalías de declinación) en función de la edad para varias de las regiones estudiadas en el sur de California (Fig.6.). Observe que la magnitud de las rotaciones se incrementa con la edad (entre los 0 y 15 Ma) y que se tienen rotaciones de hasta 90 grados (tomada de Horanfius et al., 1986).



REFERENCIAS

- AYDIN, A. & a. NUR, 1982. Evolution of pull-apart basins and their scale independence. *Tectonics*, 1, 91-105.
- FREUND, R., 1970, Rotation of strike-slip faults in Sistan, Southeast Iran. *J. Geol.*, 78, 188-200.
- FREUND, R., 1974. Kinematics of transform and transcurrent faults. *Tectonophysics*, 21, 93-134.
- FREUND, R. & D.H. TARLING, 1979. Preliminary Mesozoic paleomagnetic results from Israel and inferences for microplate structure in the Lebanon. *Tectonophysics*, 60, 189-205.
- GARFUNKEL, Z., 1974. model for the Late Cenozoic tectonic history of the Mojave Desert, California and for its relation to adjacent region. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 85, 1931-1944.
- HONDA, H., 1971. Description of the form of trees by the parameter of tree-like body: Effect of the branching angle and the branch length on the shape of the tree-like body. *J. Theor. Biol.*, 31, 331-338.
- HORNAFIUS, J.S., B.P. M.J. KAMERLING & R.R. TERRES, & M.J. KAMERLING, 1986. Timing and extent of Neogene tectonic rotation in the western Transverse Ranges, California. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 97, 1476-1487.
- LUYENDYK, B.P., M.J. KAMERLING & R.R. TERRES, 1980. Geometric model for Neogene crustal relations in southern California. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 91, 211-217.
- MacDONALD, W.D. & N.D. OPDYKE, 1972. Tectonic rotations suggested by paleomagnetic results from northern Colombia, South America. *J. Geophys. res.*, 77, 5720-5730.
- RON, H., R. FREUND, Z. GARFUNKEL & A. NUR, 1984. Blok rotation by strike-slip faulting: Structural and paleomagnetic evidence. *J. Geophys. Res.*, 89, 6256-6270.
- SANDER, C.O. & D.B. SLEMMONS, 1979. Recent crustal movements in the central Sierra Nevada-Walker Lane region of California-Nevada, 3. The Oligocene fault zone. *Tectonophysics*, 52, 585-597.
- URRUTIA, A.J., 1981. Paleomagnetism of the Miocene Jantetelco granodiorites and Tepexco volcanic group and inferences of crustal block rotations in central Mexico. *Tectonophysics*, 76, 149-168.
- URRUTIA, J., 1987. La serie de Fibonacci, la relación dorada y el origen y evolución de cuencas tensionales en sistemas de fallas laterales. Vol. Conmemor. L. Aniv. Ing. Geol., Palacio Minería, Fac. Ing., UNAM, México, p.97.
- URRUTIA, J., 1988. Rotación de bloques en sistemas de fallas de desplazamiento lateral - Cuencas tensionales. *Geofis. Int.*, 28, 907-938.
- URRUTIA, J. & H. BONHEL, 1988. Tectonics along the Trans-Mexican volcanic belt according to paleomagnetic data. *Phys. Earth Planet. Inter.*, 52, 320-329.

ACTIVIDADES DE LA MESA DIRECTIVA

Debido a la necesidad de aumentar la difusión de la investigación en Ciencias de la Tierra que se lleva a cabo en el país, así como la de aumentar la difusión de ésta área en las diferentes universidades del país con objeto de promover una mayor cantidad de alumnos en las licenciaturas y los posgrados, la revista GEOS tendrá algunos cambios a partir de 1995. Los cambios básicos serán los siguientes:

a) La revista tendrá varias secciones, una de ellas será la sección de investigación que incluya trabajos con arbitraje, escritos en español.

b) Se formará un amplio cuerpo de coeditores por área. Los coeditores ayudarán, entre otras cosas, en la revisión de los trabajos de investigación que se reciban.

Se invita a todos los socios a proponer coeditores, haciendo llegar directamente su propuesta a los editores de la revista. Así también, se invita a todos los socios a enviar contribuciones a la revista, las contribuciones pueden ser: Artículos de Investigación, Artículos de revisión para Enseñanza, Artículos de revisión temática o Artículos de divulgación. Dichos trabajos no deberán de exceder de 12 cuartillas incluidas las figuras. También se invita a someter notas de información, resúmenes de los proyectos que se envían a CONACyT, resúmenes de tesis, etc.

Una sección que esperamos sea de utilidad, será la de informar los títulos de los trabajos (e incluso los resúmenes) que se están enviando a publicar en revistas del extranjero. Confiamos en la cooperación de los socios para que nos hagan llegar los títulos de sus trabajos que estén por editar en revistas del extranjero.

NUEVOS SOCIOS CON CUOTA 1994 PAGADA

L. ALVA V. (-),
A. BASSREI (-),
R. CASTRO (S),
F.J. LARA S. (-),
C. MENDOZA (-),
R. MERIDA (-),
C.O. MONZON (OF),

D. MORAN (GEOL),
J.F. NEGENDANK (-),
B. PALMA (CA),
D. PEREYRA (CA),
L. PONCE (S),
F. RAMIREZ I. (-),

F. SANCHEZ SESMA (S),
S. SANCHEZ L. (-),
M.A. SANTOYO (-),
L. SILVA (GEOL),
A. VICTORIA (-).

ESTUDIANTES

A. ANGUINO (-),
D. ESCOBEDO (-).

LIBROS RECIENTES:

FUNDAMENTALS OF EARTHQUAKE PREDICTION
CINNA LOMNITZ
JOHN WILEY & SONS

Libro escrito por el conocido sismólogo mexicano, Dr. Cinna Lomnitz. En este libro el Dr. Lomnitz expone sus experiencias de más de 25 años de sismólogo y analiza las posibilidades que se tienen respecto a la predicción de sismos. Reconoce la necesidad de una mayor relación entre sismólogos e ingenieros para aumentar la investigación en Ingeniería Sísmica.

EL VELEIDOSO CLIMA
RENE GARDUÑO
COLECCION LA CIENCIA DESDE MEXICO DE F.C.E.

Libro escrito por el Secretario Académico del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, M.C. Rene Garduño. En este libro expone, a un nivel amplio, los aspectos más importantes involucrados en la modelación del clima. El maestro Garduño es colaborador del Dr. Adem en el desarrollo del Modelo Termodinámico del Clima.

CORRESPONDENCIA REGRESADA

Notificamos que la correspondencia de los siguientes socios nos ha sido regresada por el correo, favor de enviarnos la nueva dirección postal:

LUIS ALONSO GALLARDO,
SILVIO VILLARREAL,
L. HERNANDEZ,

DAVID TERREL,
JOHN RANDALL,
DAVID BARRERA,
PEDRO ZARATE.



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.

Las asignaturas que se imparten son, entre otras:

Hidraulica 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 (73) 19-40-49 o 19-40-00 ext. 532 con el Dr. Alvaro Muñoz en Paseo Cuauhnáhuac #8532, Progreso, Mor. C.P. 62550

POSGRADO EN Geofísica



Unidad Académica de los Ciclos
Profesional y de Posgrado del
Colegio de Ciencias y Humanidades

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

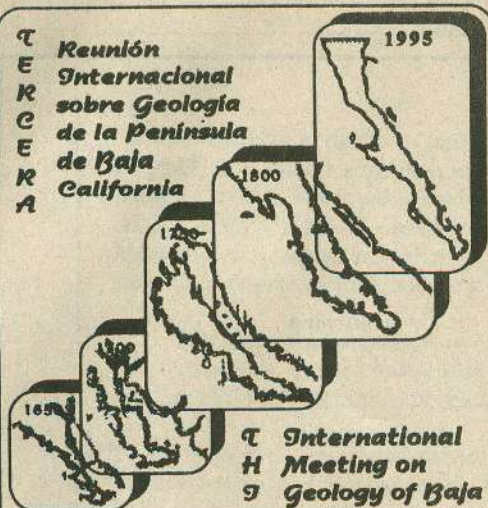
El instituto de Geofísica y la Unidad Académica de los Ciclos Profesional y de Posgrado del CCH de la UNAM ofrecen a todos los profesionales en Física, Geofísica, Geología, Ingeniería, Química, o alguna área académica afín, los Posgrados de Maestría y Doctorado de Geofísica dentro de las siguientes áreas:

AGUAS SUBTERRANEAS
EXPLORACIÓN GEOFÍSICA
SISIMOLOGÍA 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

T
E
R
C
E
R
A

Reunión
Internacional
sobre Geología
de la Península
de Baja
California



International
Meeting on
Geology of Baja
California
Peninsula

La Paz, B.C.S., 17-21 de abril, 1995

SEGUNDA CIRCULAR



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR
Departamento de Geología Marina



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
Facultad de Ciencias Marinas



SOCIEDAD GEOLÓGICA PENINSULAR



MODELO A ESCALA DE UNA Sonda NO TRIPULADA
QUE SE ENVIARA A MARTE EN 1996

MONOGRAFIA No. 1

CONTRIBUCIONES A LA TECTONICA DEL OCCIDENTE DE MEXICO

L.A. Delgado-Argote
A. Martín-Barajas
Editores



UNION GEOFISICA MEXICANA

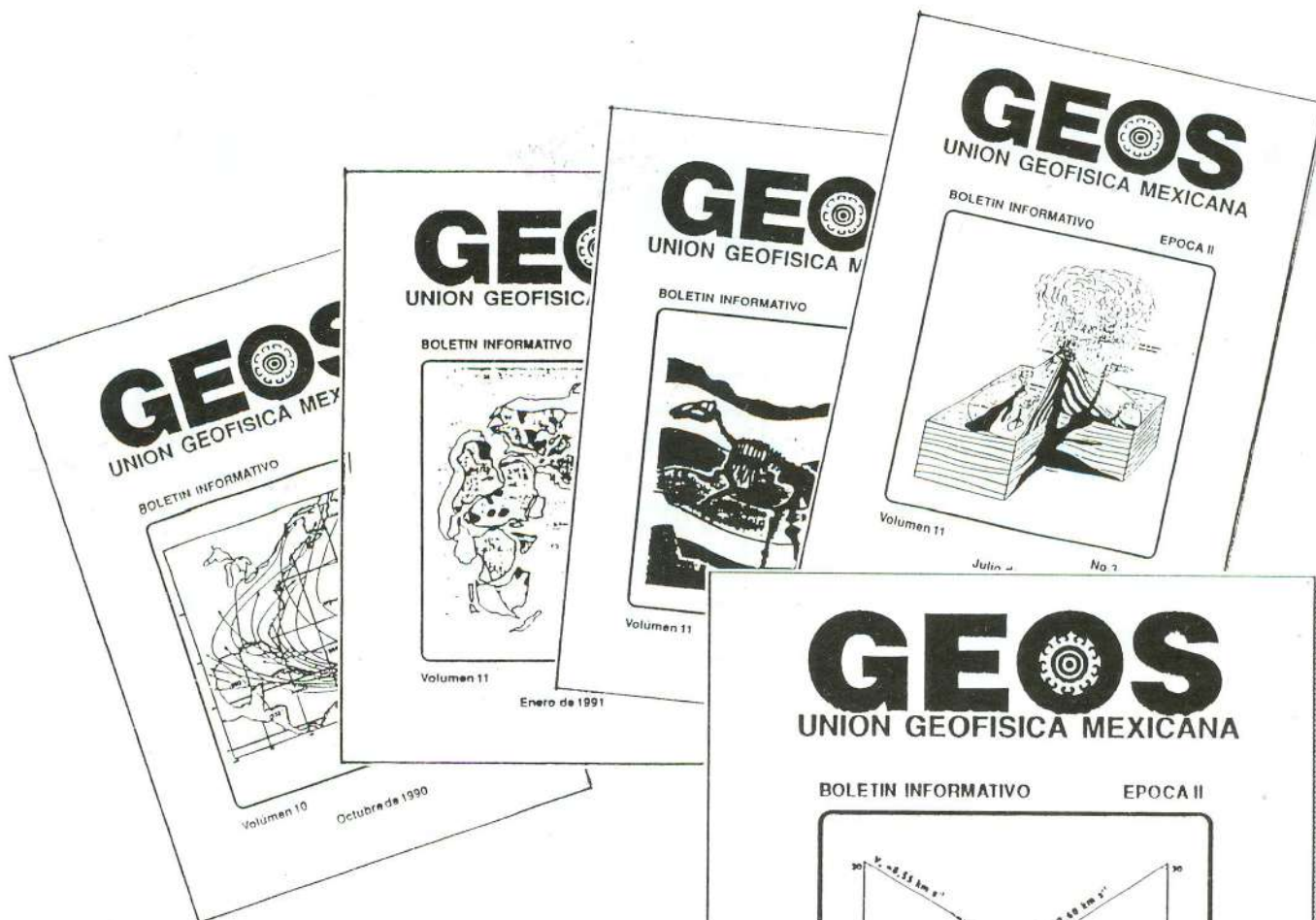
Precio N\$ 75.00

Solicitela a:

Unión Geofísica Mexicana
A. Postal 2681
Ensenada, 22800 B.C.

CONTENIDO

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: Marén estructural de la Falla Agua Blanca, Baja California, México	24
4 Ledesma-Vázquez, Jorge: Marco tectónico para la deposición de secuencias de tempestitas, en la Formación Rosario en Baja California (Campaniano Maastrichtiano)	40
5 Espinosa-Castellón, Juan Manuel y José Manuel Rosio-Jones: Estimación de la profundidad al basamento en el Valle de San Quintín, B. Cta. mediante observaciones de gravedad y magnetismo	51
6 Martín-Barajas, Arturo y Johann 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 Mulege	113
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, Esteban: 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 en 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	191
13 Delgado-Granados, Hugo, Jaime Urrutia-Fucugauchi, Toshinuki Hasegawa 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 Tebaldín-Serrano y José Héctor Rivera-Cabrera: 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 Bühl: Consideraciones acerca de la petrogenésis de los intrusivos de la región de Acapulco, basadas en 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 Alba-Valdivia, Luis M. y Jaime Urrutia-Fucugauchi: Propiedades petrofísicas y paleomagnéticas en la interpretación de anomalías magnetométricas del depósito de hierro Las Truchas, Michoacán, México. ...	350



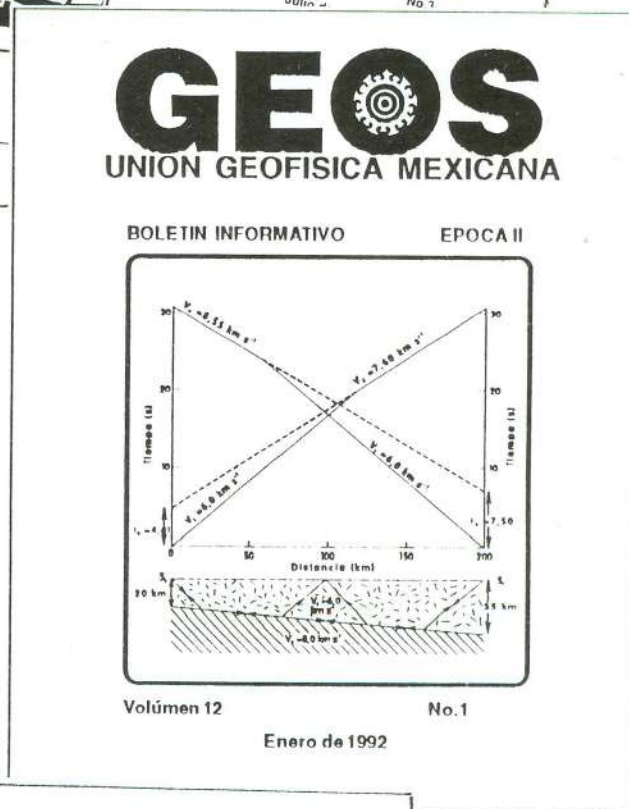
geofísica internacional

CONTENTS

Volume 26, 1, January-March 1992

Proceedings of the 2nd Latin American Conference on Space Geophysics II (continued)

J. G. BODERER: The Earth's magnetosphere: an introduction	1
M. D. GONZALEZ, A. L. CLAY, DE GONZALEZ and B. T. THOMAS: Ionospheric irregularities resulting during severe geomagnetic storms in the mid-latitude	11
H. PEREZ DE TEJADA: Sources of the Venus ionosphere	19
J. F. VALDES-GARCIA: Ionospheric magnetic field fluctuations and the propagation of radio waves	29
B. KENNEDY and R. PEREZ ENRIQUETA: Solar activity and T1 radio	41
R. PEREZ ENRIQUETA and H. DEWAND: Solar activity and ionospheric irregularities in the mid-latitude ionosphere	47
M. LANZAGUETA and S. BRAVO: Solar activity and ionospheric irregularities: Observations from Mexico City	51
P. A. WILKINSON and M. A. ABEL: Asphericity of plasma density observed by the ionospheric sounding system and its consequences for the propagation of radio waves	59
E. G. COMBARI and M. ESTEBAN: The spectrum of low frequency waves in the (1990) ELF region	67
E. G. COMBARI, F. R. JIMENEZ and M. ESTEBAN: A spectrum analysis of the (1990) ELF region	70
L. LUIS-MONTEZ, B. LAZARUS, A. E. ARATIPRASTRI: Ionospheric irregularities: A case study of the ionosphere over Mexico City	75
P. BILAZI and A. M. PEREZ DE TEJADA: Mapping ionospheric irregularities using GPS and GPS ionogram images	81



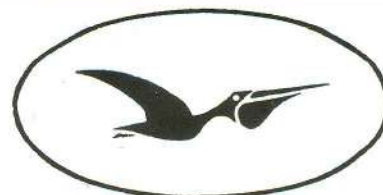
geofísica internacional

CONTENTS

Volume 26, 2, April-June 1992

G. MORA ALVAREZ, C. CABALLERO MIRANDA, J. URRUTIA FLOREAU, CHIL and SA. UCHIRINI: Seismological investigation of volcanic activity in the Sierra de Las Cruces (Sierra de Nevada). A preliminary study of the seismicity and tectonism of the area	87
A. F. HERNANDEZ REYES, R. PEREZ ENRIQUETA: The seismicity of the volcanic activity in the Sierra de Las Cruces (Sierra de Nevada). A preliminary study of the seismicity and tectonism of the area	91
J. LUGUET, A. PEREZ VEGA, M. ROJAS-SALAS: Tectonism of the Sierra de Las Cruces (Sierra de Nevada). A preliminary study of the seismicity and tectonism of the area	95
H. HEDERLICK: Tectonism of the Sierra de Las Cruces (Sierra de Nevada). A preliminary study of the seismicity and tectonism of the area	99
J. J. CAMPOS ENRIQUETA, J. D. CAMPOS ENRIQUETA, J. URRUTIA FLOREAU, CHIL and SA. UCHIRINI: Seismological investigation of volcanic activity in the Sierra de Las Cruces (Sierra de Nevada). A preliminary study of the seismicity and tectonism of the area	103

POSGRADO



CICESE

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA

SISMOLOGÍA

Peligro y Riesgo Sísmico
Propagación de Ondas
Simulación Numérica
Problemas Inversos
Fuentes Sísmicas
Sismotectónica

GEOFÍSICA APLICADA

Exploración Geofísica
Simulación Numérica
Problemas Inversos
Electromagnetismo
Geofísica Marina
Geohidrología

GEOLOGÍA

Geología Estructural
Geología Marina
Geocronología
Vulcanología
Petrología
Tectónica

PARA EGRESADOS DE
CARRERAS DE

CIENCIAS E INGENIERÍA:

Físicos
Químicos
Matemáticos
Oceanólogos
Geólogos
Geofísicos

Civil
Mec. y Elec.
Geodesia
Electrónica
Computación
Sistemas

Pide tu folleto informativo:
CICESE

Dirección de Estudios de Posgrado
Apartado Postal 2732
km 107 Carretera Tij. - Eda.
Ensenada, Baja California
C.P. 22800 México
Tel. (667) 4-50-50 ext. 2050
Fax. (667) 4-48-80

TRAMITAMOS TU BECA