

# Conferencias Magistrales

# Agrietamiento del suelo en la Cuenca de México

**Gabriel Auvinet Guichard**

Instituto de Ingeniería, UNAM

Cada vez con mayor frecuencia, se señala la aparición de grietas en el suelo en alguna parte de la ciudad de México o del área metropolitana de la Cuenca. Estas grietas causan alarma entre la población y llegan a ocasionar accidentes y daños de importancia a las construcciones. Se acepta actualmente que el problema del agrietamiento constituye un grave factor de riesgo que debe ser evaluado con las mejores herramientas científicas y técnicas para definir las medidas protectivas requeridas.

El fenómeno del agrietamiento se puede manifestar a consecuencia de cualquier condición que genera esfuerzos de tensión importantes en el suelo. Las grietas del suelo en la cuenca de México tienen por tanto distintas causas, incluyendo la contracción de las arcillas lacustres por secado, la existencia de esfuerzos de tensión asociados al peso de las construcciones, el fracturamiento hidráulico en zonas de encharcamientos, los movimientos sísmicos, etc. Sin embargo, las grietas más importantes y destructivas son una consecuencia directa del hundimiento regional que se presenta en la zona lacustre de la cuenca de México por efecto del bombeo de agua en estratos profundos.

Al acentuarse el hundimiento, el agrietamiento del suelo, que antes sólo ocurría en el vaso seco del Lago de Texcoco, ha tomado mucha importancia en las zonas de transición, como consecuencia de los asentamientos diferenciales entre zonas de suelo blando y firme, con su secuela de daños a las construcciones e instalaciones urbanas.

La Conferencia describe los trabajos de recopilación de información sobre el agrietamiento que se han realizado en el Instituto de Ingeniería y otras instituciones. Los datos, obtenidos principalmente mediante levantamientos con GPS, se han integrado a un Sistema de Información Geográfica sobre grietas, apoyado en sistemas semejantes desarrollados en el Laboratorio de Geoinformática del Instituto para el subsuelo de la cuenca de México. Este sistema facilita considerablemente la visualización e interpretación del fenómeno de agrietamiento. Gracias a esta herramienta, ha sido posible proponer una primera zonificación y una clasificación de los tipos de grietas de acuerdo con el mecanismo que las origina.

Asimismo, en la Conferencia se revisan los diferentes modelos analíticos o numéricos que han sido propuestos para explicar y modelar la aparición de grietas y su propagación. Se subrayan las limitaciones que presentan todavía estos modelos y se pone énfasis en las investigaciones de laboratorio y de campo que convendría realizar para darles mayor sustento.

Finalmente, se discuten algunas técnicas que han podido ser aplicadas para mitigar el riesgo asociado al agrietamiento.

## Ejemplos de aplicación de los métodos aéreos de magnetometría y espectrometría de radiación gamma en México

**Javier Lara Sánchez y Marcos Gaona Mota**

Servicio Geológico Mexicano

Esta presentación tiene la finalidad de mostrar con ejemplos extraídos de los levantamientos aerogeofísicos realizados por el Servicio Geológico Mexicano, los alcances que se han obtenido con los métodos aéreos de magnetometría y espectrometría de radiación gamma, en función de los avances tecnológicos de equipos, hardware y software, para definir con mayor exactitud las fuentes que generan la señales magnética y la radiación gamma.

La ubicación de los datos obtenida con ayuda de un posicionador diferencial en tiempo real (DGPS), es uno de los avances más trascendentes en los métodos geofísicos aéreos, ya que define con gran exactitud las coordenadas en donde se obtuvo el dato, permitiendo esto realizar levantamientos de alta resolución. Para el método magnético el aumento en la sensibilidad de los magnetómetros de vapor de cesio a 0.0006 nT, permite detectar desde un ducto de gas hasta grandes estructuras geológicas como son: calderas, cráteres, grabens, fallas como controles de mineralización, límites de cuencas, etc.

Por otro lado, con el método de espectrometría de radiación gamma los avances tecnológicos se tienen principalmente en el software para almacenar y procesar los datos, ya que permiten visualizar y analizar el espectro desde 0 hasta 3 MeV de cada una de las muestras tomadas en campo desde el aire, por lo que es factible conocer y separar los radioelementos detectados. En pruebas de laboratorio realizadas en el SGM, se midieron los radioelementos producidos por una muestra de uranio (carnotita), torio y cesio; la muestra de uranio genera 6 picos de Bismuto-214 de diferentes energías; el torio genera un pico de Talio-208 y dos picos de Actinio de baja energía y la muestra de Cesio genera un pico de Cesio-137. De lo anterior se determinó que podemos diferenciar a la fecha los radioelementos de Bi-214(eU), Tl-208 (eTh), K-40 (K) y Cs-137, para definir: concentraciones de mineral de uranio, tipos de suelos, contenido de radioelementos en jales y escorias, composición de intrusivos, y es de gran ayuda para la delimitación de unidades litológicas.

Existen más radioelementos que producen radiación gamma por ejemplo Co-60, Ru-103, Mo-99, I-131, Ar-41 y Kr-88; pero no ha sido posible realizar pruebas por la falta de muestras, quedando la aplicación de este método abierta a la ocurrencia de radioelementos que generen radiación gamma.

## **“Geofísica Internacional”: 47 años de vida**

**Silvia Zueck**

Editora técnica Geofísica Internacional

Se describen los 47 años de trayectoria histórica de la revista científica Geofísica Internacional la cual es auspiciada por el Instituto de Geofísica en favor de la Unión Geofísica Mexicana. Se muestran algunos documentos históricos relacionados con su fundación.

Se describen los cambios realizados durante tres periodos que abarcan desde 1961 al 2008 de publicación ininterrumpida, lo que la coloca como una de las revistas científicas más antiguas de la Universidad Nacional Autónoma de México.

A lo largo de las más de cuatro décadas y media, Geofísica Internacional ha sido el medio por el cual la comunidad geofísica mexicana y de Iberoamérica ha publicado diversos artículos de diferentes disciplinas relacionadas con las Ciencias de la Tierra y abordando temáticas de tipo regional que por su contenido no tendrían cabida en otras publicaciones.

Se muestran estadísticas relacionadas con los artículos publicados en los dos últimos años, así como las principales bases de datos en la que se encuentra en los diversos portales de Internet más importantes de Iberoamérica, así como los directorios internacionales en donde se puede consultar de manera gratuita.

Se muestra el portal de Internet del Science Citation Index Expanded en donde se pueden consultar los artículos a partir del 2007.

## **El Año Internacional del Planeta Tierra**

**Jaime Urrutia Fucugauchi**

Comité Nacional de Festejos del Año Internacional del Planeta Tierra

The International Year of Planet Earth (IYPE) started as a joint initiative by UNESCO and IUGS with the participation of several geosciences organizations, and developed into a major program in geosciences with the inclusion and participation of national committees. In this presentation we focus on current activities and plans in our country, and participation in the international activities. The Mexican community has been a part of the international programs starting with the International Geophysical Year and continuing through its participation in the Upper Mantle, Geodynamics and Lithosphere Projects. IYPE activities this year have concentrated in publications and organization of conferences and meetings. A book series on Earth Science Experiments for Children has been defined, with the first books published. Books are distributed to school children, with 10,000 copies of each given free. Publications include articles in science magazines and special issues of 'El Faro'. Special events include Conference of IYPE Executive Director on the IYPE initiative presented during the International Day of Science Museums in May 2007 in the Museum Universum. This was followed by a 'Planet Earth' Week. In May 2007 we had the AGU Joint Assembly, with strong international participation from USA, Canada, Europe, Latin America and elsewhere. In February 2008, we had the Opening Ceremonies in UNESCO, Paris, and in parallel in other countries, including Mexico. Several congresses have

included IYPE in the program. Number of institutions from different parts of the country participating in IYPE has increased. The Latin America Launching Ceremony took place in Brazil, with strong participation from the Board and national committees. Current plans include an electronic open-access publication, additional publications of Planet Earth series, articles and special issues in journals and magazines, and events on selected themes from the IYPE science program, particularly Megacities, Hazards, Resources and Life. Involvement in international activities includes translation into Spanish of IYPE publications and participation in joint programs. Plans in Mexico include edition of commemorative stamps and coins, and special graphics and artistic materials. In addition, IYPE should result in initiatives for enhancing international cooperation and to ensure increased effective use of geosciences by society.

## **Tectonics along the western margin of Mexico revealed by seismic surveys**

**Robert W. Clayton**

Geological and Planetary Sciences, Caltech

In the past five years there have been several seismic surveys along the western margin of Mexico that have provided images of the tectonic processes that shape this plate margin. These surveys have spanned zones of active spreading in the Gulf of California and subduction in central and southern Mexico. They have provided detail on the state of the crust, lithosphere and asthenosphere, as well as images of the slabs and ridges. In this presentation, results from these deployments will be shown along with some preliminary results of correlations that are used to interpolate between them.

## **El mercado petrolero mundial en manos de los productores y empresas estatales**

**Miguel García Reyes**

Sección de Posgrado e Investigación, ESIA-Ticomán, Ciencias de la Tierra, IPN  
Centro de Investigaciones Geopolíticas en Energía y Medio Ambiente, A.C.

A partir del 1980 y hasta el año 2000, con el avance de las fuerzas de la derecha en Estados Unidos, la Unión Soviética, Gran Bretaña, Alemania, y en algunas naciones latinoamericanas, como es el caso de México, predominaron a nivel planetario, la globalización y el neoliberalismo. Es entonces cuando el Estado comenzó a ser sustituido, en la labor gubernamental, por las transnacionales, locales y extranjeras.

Durante esas dos décadas, en el caso del mercado petrolero mundial, este, estuvo bajo el control de las multinacionales petroleras, sobre todo las estadounidenses. Eso provocó que las empresas petroleras estatales, como PEMEX, PDVSA, PETROBRAS, GAZPROM y ROSNEFT, fueran sometidas a un fuerte proceso de debilitamiento para que su lugar lo ocuparan las transnacionales del ramo petrolero. Fue tanta la fuerza de las multinacionales en general, que en algunos países estas empresas incidieron en las estructuras gubernamentales nacionales; es el caso por ejemplo de México, donde un empresario, empleado de una transnacional refresquera estadounidense, Vicente Fox Quezada, pudo ser Presidente del país.

Así, tenemos que de 1980 al 2000, la mayoría de las estatales petroleras fueron destruidas por los gobiernos neoliberales, como es el caso de YPF de Argentina o la paraestatal soviética, o en el mejor de los casos privatizadas o semiprivatizadas, como ocurrió con PDVSA de Venezuela y PETROBRAS de Brasil. Cabe destacar que en México, a pesar de los esfuerzos que realizaron los gobiernos de Ernesto Zedillo y Vicente Fox, para privatizar a PEMEX, esta empresa se mantuvo dentro de las estructuras del Estado, aunque con una mayor participación privada en su estructura de inversión, en particular en el sector de la exploración y de la distribución del gas.

En estos años también, debido a la existencia de un orden internacional bipolar, surgido en la década de los sesentas del siglo pasado y que mantuvo a Estados Unidos y a la Unión Soviética en un enfrentamiento constante, el mercado petrolero mundial se mantuvo dividido en dos bloques: uno de ellos era el que apoyaba la URSS y las naciones de la Europa socialista y al que pertenecía de manera nominal la OPEP; el otro, era el que tenía como líder a Estados Unidos y en el que participaban las naciones más ricas del mundo y que son las que más petróleo consumen; estas naciones son miembros además de la Agencia Internacional de Energía, AIE. Cabe destacar que por su poderío económico, este

segundo grupo, a partir de 1991, con la desaparición de la URSS obtuvo el control total del control del mercado petrolero internacional, el cual antes compartía con el grupo que encabezaban los soviéticos.

Sin embargo, en el año 2000, con la aparición de gobiernos nacionalistas en Rusia y Venezuela, que son además poderosos polos energéticos, y debido a que su influencia comenzó a extenderse a lo largo de su periferia, la globalización y el neoliberalismo comenzaron a debilitarse. Asimismo, los países consumidores de petrolero y las grandes transnacionales fueron perdiendo poco a poco el control del mercado petrolero mundial.

Estados Unidos, para detener el avance de los nacionalismos y el declive del proceso globalizador, así como también para detener el ascenso de los países productores de crudo y de gas, que a su vez pretendían obtener el control del mercado mundial de los hidrocarburos, inició una ofensiva internacional que arrancó con los acontecimientos del 11 de septiembre del 2001, en las ciudades de Washington y Nueva York. Con sus invasiones a Afganistán e Irak, de manera temporal, Estados Unidos, logró mantener el Status Quo político, económico, militar, financiero y energético en el planeta, que prevaleció durante las dos décadas anteriores.

Así, a través de una política exterior bélica, Estados Unidos logró mantener la "Pax Americana" durante ocho años más, lo cual alentó a los estadounidenses para que siguieran pensando que su país iba a estar en el poder durante un siglo; de ahí el título de la estrategia geopolítica estadounidense que dio a conocer el grupo de trabajo de George H. Bush, conocida con el nombre de "Proyecto para un Siglo americano". Desafortunadamente, y a pesar de los más de dos trillones de dólares que hasta el momento lleva gastados Estados Unidos en sus guerras e intervenciones en el Asia Central y el Medio Oriente, y ahora también en el Cáucaso, con la guerra de Georgia, la era del imperio estadounidense parece que está llegando a su fin. Con ello, comienza a disolverse también el orden petrolero que prevaleció durante las casi tres décadas pasadas y en la que dominaron las transnacionales petroleras, en particular las estadounidense, y en especial las texanas.

Ahora, con la aparición de un mosaico geopolítico, donde cada vez aparecen más naciones gobernadas por líderes nacionalistas, en particular en América Latina, y en el espacio ex soviético, en el mercado petrolero mundial se presenta la siguiente situación: en el marco del regreso del Estado al control gubernamental, el control de ese mercado está pasando de las naciones consumidoras a las naciones productoras y por lo tanto también a manos de las empresas estatales como son GAZPROM, PDVSA, PETROBRAS, NIOC y ARAMCO, entre otras.

Finalmente, en el marco de estas ideas, valdría la pena preguntarse, qué está pasando en México y en PEMEX. Sobre todo ahora, que están de regreso las paraestatales petroleras al poder mundial; por su fortaleza, nuestra paraestatal debería ser una de las líderes de este movimiento que reivindica el derecho de las naciones productoras de crudo y de gas a beneficiarse de las condiciones que imperan en el mercado petrolero mundial.

Sin embargo, con tristeza y preocupación observamos que en la actualidad, tanto México como su paraestatal petrolera se encuentran en una situación que en Geopolítica se denomina de "Estado colchón"; es decir que hoy ambas se encuentran en medio de dos proyectos hegemónicos regionales que tratan de abarcar el continente americano; uno de ellos es el que encabeza Estados Unidos, con su Alianza para la Seguridad y Prosperidad para América del Norte, y el otro, el que tiene como líder a Venezuela y que se denomina Alternativa Bolivariana para las Américas.

## La nueva revolución energética

**Miguel García Reyes**

Sección de Posgrado e Investigación, ESIA-Ticomán, Ciencias de la Tierra, IPN  
Centro de Investigaciones Geopolíticas en Energía y Medio Ambiente, A.C.

En la actualidad, dos factores están cambiando los patrones de consumo energético de la humanidad; uno de ellos es el agotamiento de los campos petroleros tradicionales, como es el caso de Cantarell; esto nos obliga a buscar petróleo en aguas profundas, lo que en consecuencia eleva el precio de este energético; el otro factor es el deterioro ambiental que se refleja en fenómenos como el efecto invernadero, el cambio climático y el agujero en la capa de ozono.

Ante esta situación, las naciones, en especial las desarrolladas, han optado por modificar sus políticas energéticas, favoreciendo ahora el uso del gas natural y las fuentes alternas de energía; entre estas últimas se encuentran el sol, las mareas, el viento y la biomasa. Esto significa que estamos inmersos en un nuevo paradigma energético que será el cuarto en la historia de la humanidad. Antes tuvimos revoluciones energéticas cuando comenzamos a usar el carbón, el petróleo, las fuentes alternas de energía y ahora los biocombustibles.

En este sentido, cabe aclarar que si bien es cierto que las naciones industrializadas disminuirán su consumo de petróleo, esto lo harán sobre todo en el área del transporte y la producción de electricidad ya que en el resto de sus actividades económicas, sobre todo en lo vinculado a la petroquímica, seguirán consumiendo el crudo. Lo anterior, cabe destacar, no ocurrirá en las naciones en vías de industrialización, como es el caso de México, donde se seguirá usando el petróleo en el transporte, en la generación de electricidad y en la petroquímica.

De esta manera, tenemos que el petróleo seguirá siendo un energético indispensable para el desarrollo económico de la sociedad mundial contemporánea. Por esta razón se prevé que para el 2025, se incremente en un 50 % el consumo de crudo. Esto significa que para ese año, el mercado internacional deberá contar cada día con un poco más de 125 millones de barriles de petróleo diarios, la mayoría de los cuales se extraerán del subsuelo del Asia central, el Mar Caspio y el Medio Oriente.

Sin embargo, reiteramos, la mayor parte de este petróleo se consumirá en las naciones subdesarrolladas y en los países asiáticos considerados como la cuarta generación de NIC's, es decir, las naciones de reciente industrialización, llamadas también "naciones gemelas" o centros maquiladores". Por esta razón, tenemos que hoy, las tendencias en el consumo mundial de petróleo, muestran que este hidrocarburo se consume cada vez en mayores volúmenes en el Sudeste asiático, sobre todo en China, la India y Malasia.

Por el contrario, la tendencia en el consumo de petróleo, en el caso de Europa y las naciones de la región de Norteamérica, Estados Unidos y Canadá, es negativa, es decir, en esas regiones se consumen cada vez menos petróleo y más el gas natural y las fuentes alternas de energía. En el caso de Estados Unidos, nación que si cuenta con una Política Pública Energética de Estado, es decir de largo plazo, la transición a las fuentes limpias de energía se inició de manera oficial desde el año 2002, cuando el Vicepresidente de ese país, Dick Cheney recomendó en el documento: "Política Nacional Energética", el uso cada vez mas intensivo de las fuentes alternas de energía, así como también, la búsqueda de nuevas fuentes abastecedores de crudo, para no depender tanto de las tradicionales como es el caso de las naciones del Medio Oriente. Por esta razón, hoy en día en plena campaña electoral para elegir al próximo Presidente de Estados Unidos, ambos candidatos, e inclusive el Presidente George Bush, insisten en promover el uso de las fuentes alternas de energía y en especial de los biocombustibles como son el biodiesel y el bioetanol.

En lo que respecta a los europeos, la mayoría de las naciones que son miembros de la Unión Europea, pero en especial, Alemania, Holanda, Dinamarca, Noruega, España y Finlandia, están inmersas en la aplicación de programas de transición energética para depender cada vez menos del petróleo y más del gas natural y las energías limpias.

En el caso de México, a diferencia de otras naciones subdesarrolladas, que reiteramos están condenadas a seguir usando el petróleo, se está promoviendo el uso de las fuentes alternas de energía y sobre todo de los biocombustibles; en el caso de estos últimos, en particular los que se producen con maíz y caña de azúcar. Sin embargo, vale la pena aclarar que esta disposición de las autoridades mexicanas a promover el uso de fuentes limpias de energía, podría deberse más a presiones de Estados Unidos que a decisiones propias. La razón de esto es que en el próximo relevo gubernamental en Estados Unidos, por cuestiones empresariales, el próximo presidente deberá apoyar la industria ambiental de su país y marginar un tanto a la petrolero y la militar; es decir, deberá girar hacia la "izquierda" del espectro político nacional.

Si esto ocurre, entonces el Senador Barak Obama tendrá que impulsar tanto el uso de fuentes alternas de energías dentro de su país como la venta de tecnologías ambientales en el extranjero. Como se recordará, esto ya ocurrió durante la administración de William Clinton. En este sentido, se puede asegurar que México seguirá siendo una nación receptora segura de las nuevas tecnologías estadounidenses y europeas, en este caso del sector ambiental.