

El Geomagnetismo en México; pasado, presente y futuro

Esteban Hernández y Cecilia Caballero Miranda

El Geomagnetismo es una de las disciplinas de la Geofísica que posee una gran herencia. Los primeros registros relacionados con el campo geomagnético se remontan al año 2634 a.C. en China, en mapas rudimentarios y la primera obra científica que diera un tratamiento riguroso al tema la realizó W. Gilbert en el año 1600: "De Magnete". Desde estas primeras observaciones y trabajo publicado hemos sido testigos del desarrollo y los cambios dramáticos en esta disciplina.

En México las primeras observaciones realizadas fueron de la Declinación Magnética: primer elemento magnético descubierto (ángulo observado en un punto sobre la superficie terrestre, entre el norte geográfico y la dirección hacia donde señala la aguja de una brújula –meridiano magnético- ver número anterior). Personajes como Antonio Alzate (1769), Velásquez de León (1775), Humboldt (1804), Gómez de Cortina (1849) y Almazán (1858) entre otros, realizaron observaciones de esta índole. También se tienen referencias de haber hecho estas mediciones otros personajes aun más legendarios, como Sir Francis Drake en el Cabo Corrientes (costa sur de Bahía de Banderas), en 1578 durante su viaje alrededor del mundo, poco después del viaje de Magallanes. No obstante, las primeras observaciones sistemáticas del campo magnético en México se efectuaron en el periodo de enero a mayo de 1879, en una pequeña barraca de madera contigua al Observatorio Central Astronómico, situado en la azotea del Palacio Nacional, cuando el Gral. Vicente Riva Palacio estaba al mando de la Secretaría de Fomento durante el gobierno de Porfirio Díaz.

Un vestigio de esta rica historia es el monumento localizado en el lado poniente de la Catedral Metropolitana en la Ciudad de México, dedicado al carismático personaje Enrico Martínez, cuya historia merece otra nota. En este monumento se leen datos interesantes, como el valor de la Declinación Magnética para ese sitio en el año de su levantamiento: 1878, valor que para entonces era de 8.7° hacia el oeste del norte geográfico (para el año 2005 la declinación es de 6.3° en ese mismo lugar).

un vistazo a los autores

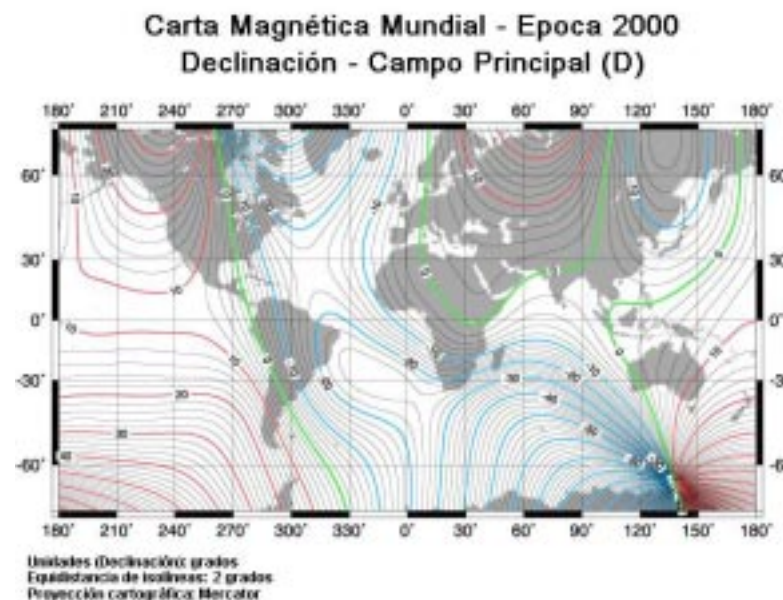
Cecilia Caballero Miranda estudió en la Escuela Nacional Preparatoria No. 6. Después estudió la Licenciatura en Ingeniería Geológica en la Facultad de Ingeniería de la UNAM y posteriormente la maestría en Ciencias de la Tierra en la Facultad de Ciencias de la UNAM y el doctorado en Geofísica en el Instituto de Geofísica de la UNAM. Actualmente colabora en el Departamento de Paleomagnetismo en Geomagnetismo y Exploración. Puedes contactarla en: cecilia@geofisica.unam.mx

Rosa Ma. Prol estudió en la Preparatoria No. 9 de la UNAM (1966-1968) y se recibió en 1973 de la carrera de Física de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Continuó con el Doctorado en Geofísica (1976-1980) en el Instituto de Física de la Tierra de la Academia de Ciencias de la URSS, después de lo cual se incorporó al Instituto de Geofísica en 1981. En 1985 realizó un Diploma en Tecnología de Energía (Geotermia), en el Geothermal Institute de la Universidad de Auckland en Nueva Zelanda. Puede contactarla en: prol@geofisica.unam.mx

Esteban Hernández estudio en el CCH-Vallejo de la UNAM (1978-1980) y la carrera de Ingeniería Geofísica en la Facultad de Ingeniería de la UNAM (1981-1985). Se incorporó al departamento de Exploración Geofísica y Geomagnetismo del Instituto de Geofísica en 1988 y en 1995 fue nombrado responsable del Observatorio Magnético de Teoloyucan. Realizó su maestría en el Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM y actualmente continúa como responsable del Observatorio Magnético de Teoloyucan. Puedes contactarlo en: estebanh@geofisica.unam.mx

Carlos Canet se graduó en 1996 de la Licenciatura en Ciencias Geológicas en la Facultad de Geología de la Universidad de Barcelona, España. Posteriormente realizó, en la misma universidad, un Doctorado en Ciencias Geológicas, en 2001 se incorporó al departamento de Recursos Naturales del Instituto de Geofísica de la UNAM, primero con una estancia Posdoctoral y posteriormente como investigador. Puedes contactarlo en: ccanet@geofisica.unam.mx

Un largo camino se ha recorrido de estas primeras observaciones hasta el actual registro en tiempo real del campo geomagnético y su variación diaria que hoy cotidianamente se efectúa por medio de una red de aproximadamente 250 observatorios geomagnéticos distribuidos en el planeta, desde Groenlandia hasta la Antártida, observaciones de las que todos podemos ser testigos con la magia de una computadora conectada a Internet. Muchos otros fenómenos relacionados con el campo geomagnético, que los pioneros en esta ciencia jamás imaginaron, pueden observarse: auroras boreales, fotografías solares en distintas bandas, la firma magnética de la corteza terrestre vista desde satélites, tormentas geomagnéticas, entre otras.



charlas de divulgación

“DETERMINACION DE EDADES POR ¹⁴C”

OFELIA MORTON/GALIA GONZÁLEZ.....25 DE AGOSTO

“¿QUÉ TIENE DE ESPECIAL NUESTRO PLANETA?”

CECILIA CABALLERO.....22 DE SEPTIEMBRE

“LAS ATMÓSFERAS PLANETARIAS”

HÉCTOR PÉREZ DE TEJADA.....13 DE OCTUBRE

**INSTITUTO DE GEOFISICA
CIUDAD UNIVERSITARIA
AUDITORIO TLAYOLOTL 12:00HRS.
(ENTRADA LIBRE)**

La Unidad de Educación Continua y a Distancia en Ciencias de la Tierra le invita a las proyecciones que se llevarán a cabo los viernes a las 13:00 hrs. en el Auditorio Tlayolotl en el Edificio Anexo del Instituto de Geofísica de la UNAM, en Ciudad Universitaria (Entrada Libre)

Descubriendo el Universo

26 de agosto

Viaje al Centro de la Tierra

9 de septiembre

La Asombrosa Tierra “Pasado Catastrófico”

23 de septiembre

La Asombrosa Tierra “Presente Violento”

14 de octubre

La Roca Viviente

28 de octubre

El Tiempo de los Dinosaurios

11 de noviembre

videocine 2005

Como consecuencia del campo geomagnético, la Tierra está rodeada por una **Magnetosfera**, sin la cual no sería posible la vida tal y como la conocemos, ya que nos protege la energía eyectada por el Sol conocida como *viento solar*. Las llamadas *eyecciones de masa coronal*, que expulsa el Sol son una de las expresiones de la actividad solar que más influyen en nuestro planeta, mismas que conforman el viento solar y que viajan millones de kilómetros hasta encontrarse con la Magnetosfera, coraza que nos protege de estos embates. Expresiones de la interacción entre el viento solar y la Magnetosfera son las *Auroras Boreales o Australes*, las cuales en ocasiones han sido reportadas en latitudes tan bajas como la península de Yucatán. Al chocar con la Magnetosfera las partículas de alta energía que vienen del Sol (viento solar), siguen las líneas de fuerza del campo magnético que rodea al planeta y que se concentran en los polos magnéticos, transformando su energía en forma de luz para encender los cielos de un área denominada *óvalo Auroral* tanto al norte como al sur del planeta.

Otra expresión de la interacción Sol-Tierra son las *Tormentas Geomagnéticas*: a una velocidad supersónica partículas de mucha energía chocan con la magnetosfera siguiendo varias trayectorias. Esto llega a la superficie terrestre induciendo corrientes eléctricas en su superficie (corrientes telúricas, ya que viajan por la tierra), e influyendo en las telecomunicaciones, en la exploración minera y petrolera, en las transmisiones intercontinentales por cable submarino y aparentemente influyendo también en la salud humana.

Las más novedosas aplicaciones del geomagnetismo -esta antigua disciplina- implican el estudio de los sismos y su relación con variaciones en el campo magnético, el comportamiento del campo magnético local en un volcán activo, aplicaciones al cambio climático global, exploración geofísica en la búsqueda de yacimientos minerales, el campo magnético terrestre como guía a las rutas de migración de muchas especies o simplemente para el movimiento de algunos pequeños organismos. Esto nos lleva a nuevas disciplinas con nombres aún fuera de nuestro vocabulario cotidiano como heliobiogeomagnetismo, magnetosomas, biomagnetismo o clima espacial. El tiempo y el desarrollo renovado de esta disciplina pondrá sobre la mesa nuevas y variadas aplicaciones que el geomagnetismo nos depara en el futuro cercano.

GEOFISICOSAS

¡HOLA!

EN ESTE NÚMERO TE PRESENTAMOS DOS ARTÍCULOS QUE ESPERAMOS TE GUSTEN

**EL GEOMAGNETISMO EN MÉXICO; PASADO,
PRESENTE Y FUTURO**

**Y
LOS SISTEMAS HIDROTERMALES SUBMARINOS**

**INSTITUTO DE GEOFISICA
CIUDAD UNIVERSITARIA, CIRCUITO EXTERIOR
DELEGACIÓN COYOACÁN
C. P. 04510 TEL. 56 22 41 15**



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

Num.24, julio 2005

gEOFISICA
UNAM

www.geofisica.unam.mx

EDICIÓN los que lo hacemos

Dra. Margarita Caballero
Miranda
Tel. 56 22 43 33
maga@geofisica.unam.mx

Dra. Ana Ma. Soler
Tel. 56 22 42 34
anesoler@geofisica.unam.mx

**Impreso en la Unidad de
Apoyo Editorial del Instituto
de Geofísica, UNAM**

DISEÑO
Alberto Centeno Cortés

EDICIÓN TÉCNICA
Francois Graffé Schmit
Freddy Godoy Olmedo

DISTRIBUCIÓN
Aida Sáenz

LOS SISTEMAS HIDROTERMALES SUBMARINOS

Carlos Canet y Rosa María Prol-Ledesma

El hidrotermalismo submarino, es decir, el conjunto de procesos relacionados con la circulación y emanación de agua caliente en el fondo marino, es uno de los fenómenos geológicos que ha despertado mayor interés en la comunidad científica. La actividad hidrotermal submarina se descubrió hace relativamente poco tiempo, en 1965, durante una campaña oceanográfica del buque Atlantis II en el Mar Rojo. Se hallaron, sedimentos ricos en sulfuros metálicos, sedimentos metalíferos y salmueras hidrotermales, es decir, soluciones acuosas calientes con elevadas concentraciones de sal disuelta, en lo que posteriormente se reconocería como el mayor sistema hidrotermal activo de todos los fondos oceánicos. Posteriormente, en 1976, se descubrieron sistemas de surgencias hidrotermales de temperatura relativamente baja en la dorsal medio-oceánica de las Galápagos. Sin embargo, no fue hasta un año después cuando se descubrieron las primeras chimeneas mineralizantes

“negras” o *black smoker*. Estas chimeneas se caracterizan por emitir soluciones hidrotermales muy oscuras, ácidas y ricas en metales, especialmente en hierro, manganeso, zinc y cobre, con temperaturas de hasta 350° C o, en algunos casos, superior. El color negro de estas emanaciones es su rasgo más característico, al cual debemos la denominación de los *black smokers*, y se debe a las finas partículas de pirita, barita, anhídrita y sílice que transporta el fluido.

El hallazgo de las primeras chimeneas hidrotermales tuvo lugar en la dorsal medio-oceánica del este del Pacífico (conocida como EPR (East Pacific Ridge)) Fig.1, a una latitud de 21°N, cerca de las costas de México. Este importante descubrimiento tuvo una gran repercusión en el mundo científico, ya que alrededor de estas surgencias hidrotermales se halló un complejo ecosistema de microorganismos termófilos. Este tipo de

ecosistema es, muy particular, pues no depende directamente de la energía del Sol, como todos los demás ecosistemas conocidos, lo que convierte a las chimeneas hidrotermales en uno de los fenómenos más espectaculares e insólitos de los fondos marinos. Además, en estos sistemas hidrotermales se observó el desarrollo de depósitos de sulfuros metálicos sobre el fondo marino que proporcionaron la clave para esclarecer el origen de importantes yacimientos de metales que han sido y son minados en muchos países, incluido México.

Desde entonces se han descubierto más de 125 sistemas hidrotermales submarinos, con temperaturas que alcanzan los 405° C. La mayor parte de ellos se localizan en los océanos Pacífico y Atlántico y en menor cantidad, en el Índico y en el Mar Mediterráneo. El estudio de la actividad hidrotermal submarina se ha enfocado principalmente a los sistemas hidrotermales de fondo oceánico. Éstos se emplazan a grandes profundidades, mayormente entre 1500 y 4000 metros, en estrecha asociación al vulcanismo submarino, especialmente en las zonas de dorsal medio-oceánica. En estos sistemas el fluido hidrotermal es esencialmente agua marina que, al circular a través de la corteza

oceánica, donde hay cámaras magmáticas que actúan como fuente de calor, aumenta su temperatura y se enriquece en los metales que extrae paulatinamente de las rocas.

También hay sistemas hidrotermales submarinos de poca profundidad, pero éstos no han sido estudiados en detalle, a pesar de su mayor accesibilidad. En su mayoría, los sistemas

hidrotermales submarinos de poca profundidad se asocian a islas volcánicas, a montes submarinos y más raramente, a márgenes continentales afectados por extensión tectónica. Los sistemas hidrotermales de poca profundidad suelen presentar características intermedias entre los sistemas submarinos de gran profundidad y los sistemas hidrotermales subaéreos y lacustres. Los manantiales de estos sistemas, además de agua termal suelen emitir gas y, alrededor de

ellos, se forman precipitados minerales cuya naturaleza depende principalmente de la composición química, del pH y de la temperatura de los fluidos. En las costas mexicanas se conocen varios ejemplos de este tipo de manifestaciones, en Punta Mita, Nayarit, en Bahía de Concepción, Baja California Sur (Fig. 2), y en Punta Banda, Baja California, que son objeto de estudio de investigadores del Instituto de Geofísica.

Finalmente y a modo de conclusión mencionaremos que, desde su descubrimiento, los sistemas hidrotermales submarinos han aportado información muy significativa a diversas áreas de las Ciencias de la Tierra y de la Biología. En particular, su estudio ha permitido clarificar cuestiones de suma relevancia referentes a los yacimientos minerales, a la composición y estructura de la corteza oceánica y al ciclo geoquímico de ciertos elementos en los océanos, entre otras. Además, el estudio de las formas de vida termófilas que prosperan en estos ambientes, ha permitido establecer guías para una comprensión y aproximación al conocimiento de la biosfera primitiva y del posible origen de la vida.

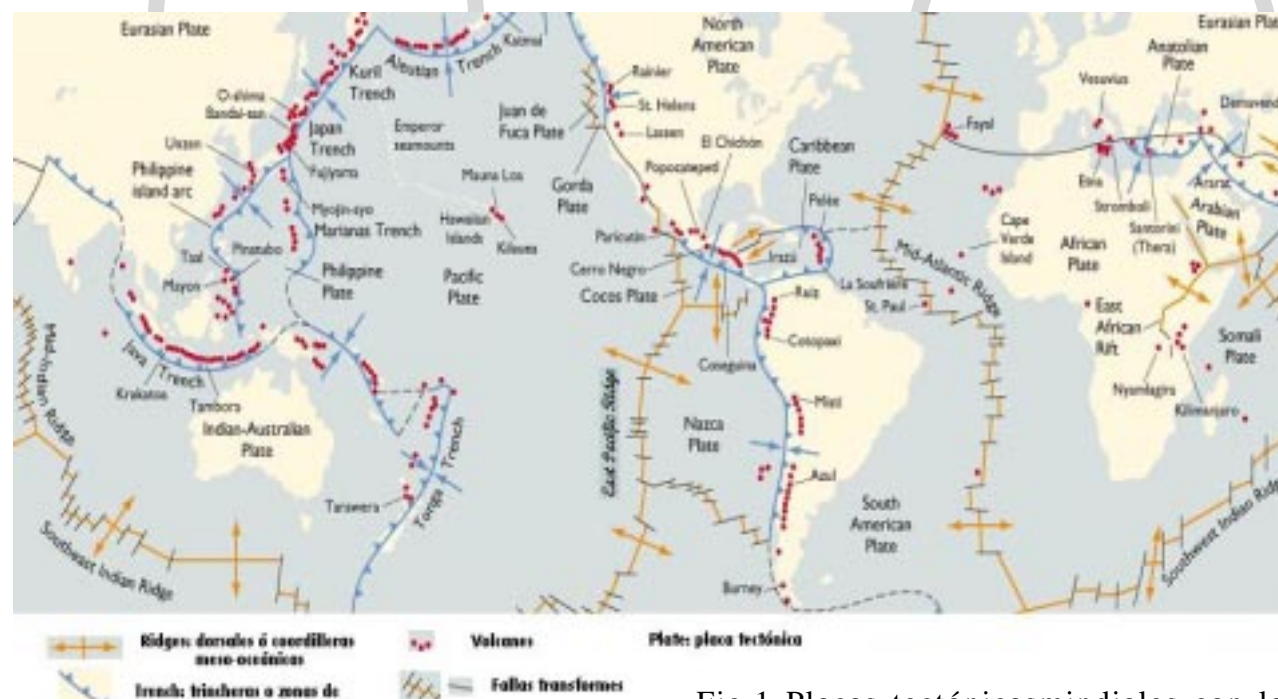


Fig.1 Placas tectónicas mundiales con la localización de dorsales medio-oceánicas.



Fig.2 Aspecto de la descarga de fluidos hidrotermales de Bahía de Concepción, Baja California Sur. Emplazadas a profundidades de entre 5 y 15 metros, se caracterizan por la emanación hidrotermal difusa a través de los sedimentos, la cual es evidenciada por el continuo burbujeo de una fase gaseosa compuesta esencialmente por CO₂.