

AÑO 17, NÚM. 151, JUNIO 2010

geonoticias

INSTITUTO DE GEOFÍSICA • UNAM

Participación en el reporte del IPCC *

BLANCA MENDOZA

Divulgación *

AGENCIA ESPACIAL MEXICANA

Nueva integrante del *IGEF* *

Marie-Noëlle

Apoya la *UNAM* a la
ciencia chilena

En el **Departamento de Ciencias Espaciales** (DCE) del Instituto de Geofísica se lleva a cabo investigación sobre procesos físicos que ocurren en la heliosfera, la región del espacio controlada por el Sol mediante el flujo del viento solar. La corona solar se encuentra a una temperatura muy alta (del orden de un millón de grados) y esto provoca que la corona se expanda a velocidades supersónicas, produciendo el viento solar. Este plasma solar permea al medio interplanetario y conecta de manera permanente a nuestra estrella con los planetas. Algunos planetas, como la Tierra, tienen campos magnéticos que los protegen del flujo del viento solar. Otros planetas, como Venus y Marte no tienen un campo magnético global, por lo que sus ionosferas interactúan directamente con el plasma solar. El Sol es muy variable a diversas escalas de tiempo y lejos de ser una esfera homogénea y tranquila está altamente estructurado por un campo magnético muy complejo. La investigación que se realiza en el DCE contribuye a entender cómo es que el entorno terrestre es modificado por la actividad solar y por cambios en el medio interplanetario.

El DCE está conformado por 11 investigadores, algunos de ellos líderes en su campo y con reconocimiento nacional e internacional. Actualmente hay dos colegas realizando estancia posdoctoral. Dentro del personal académico se cuenta con tres técnicos especializados. La productividad del personal académico es alta, lo que se refleja en la publicación de artículos en revistas nacionales e internacionales de alto impacto que se encuentran dentro del SCI, además de capítulos de libros y edición de obras científicas. Los investigadores del DCE participamos activamente en la formación de recursos humanos impartiendo clases en la Facultad de Ciencias y en el Posgrado de Ciencias de la Tierra, así como dirigiendo tesis a nivel licenciatura y posgrado. Actualmente hay más de 20 estudiantes de posgrado adscritos al departamento.

Las líneas de investigación principales dentro del departamento son:

1.- Física Solar y Actividad Solar. Incluye fenómenos eruptivos (eyecciones de masa coronal) y los mecanismos de producción de diversas emisiones en el espectro electromagnético, partículas energéticas y plasma, y las manifestaciones de éstas en el medio interplanetario. También se estudia la evolución secular de la actividad solar. El conocimiento de las propiedades del Sol y de los fenómenos heliosféricos nos permite entender de manera indirecta, algunos de los procesos que ocurren en otras estrellas y sistemas planetarios.

2.- Física del Medio Interplanetario. Se estudian las características del viento solar ambiente, así como perturbaciones de micro (ondas e inestabilidades) y macro-escala en el plasma (eyectas, choques interplanetarios transitorios y choques corrotantes).

3.- Relaciones Sol-Tierra. Se estudia la interacción del viento solar con la magnetosfera terrestre (antechoque, choque, magnetofunda), así como la interacción de las eyectas solares con el entorno geomagnético. Las eyectas pueden ocasionar tormentas geomagnéticas, auro-

ras, perturbaciones ionosféricas y de la alta atmósfera. En algunas ocasiones pueden afectar severamente sistemas de comunicaciones, transformadores, líneas de alta tensión, satélites, control de naves espaciales, etc. Se estudia también el efecto de la actividad solar en fenómenos climáticos y en la biota terrestre.

4.- Interacciones del viento solar con ionosferas planetarias. Venus y Marte no tienen un campo magnético global, por lo que el viento solar interactúa directamente con la ionosfera planetaria y se crea una región de interacción entre plasma planetario y plasma solar. En el DCE se trabaja en la interpretación fluido-dinámica de los procesos que se llevan a cabo durante la interacción.

5.- Ciencias Planetarias. Debido a la enorme cantidad de lunas y anillos que existen en las magnetosferas de los planetas jovianos éstas difieren mucho de la magnetosfera terrestre. En el DCE se estudian regiones de asimilación de masa, como las que existen cerca de Ío o de Encelado, así como la dinámica de los anillos planetarios. Se trabaja también en craterismo de impacto, así como en dinámica de cuerpos pequeños y meteoroides, a través de atmósferas planetarias.

6.- Física de Altas Energías y Rayos Cósmicos. La modulación solar de los rayos cósmicos nos provee de información importante sobre fenómenos que se producen en la interacción de partículas energéticas cargadas con un plasma astrofísico magnetizado. Esta disciplina involucra el estudio de los efectos de diversas manifestaciones de la actividad solar sobre la radiación cósmica. El estudio de los efectos de la actividad solar en el flujo de rayos cósmicos nos permite también inferir las condiciones en la heliosfera, en particular conocer sus dimensiones, su geometría y la estructura física de esta vasta región.

7.- Plasmas polvosos. Se estudian las características del polvo interplanetario y de anillos planetarios.

8.- Planetas extrasolares y astrobiología. Los planetas extrasolares están siendo descubiertos a razón de unos 20 por año. El análisis estadístico de este grupo de cuerpos es esencial para la comprensión de lo que es un planeta. La astrobiología es una rama muy nueva de las Ciencias Espaciales que estudia la posibilidad de vida en cuerpos planetarios.

El personal del DCE tiene la responsabilidad de la operación y mantenimiento de observatorios en Ciudad Universitaria (Observatorio de Rayos Cósmicos, Radio Interferómetro Solar (RIS), Estaciones Savnet y Calisto) y del Telescopio de Neutrones en la Sierra Negra, Puebla. Además, varios miembros del departamento participan actualmente en el desarrollo del observatorio solar RT5 y del observatorio de rayos gamma HAWC, ubicados también en la Sierra Negra. Por otro lado, existe una estrecha cooperación con el Observatorio de Centelleo Interplanetario MEXART a cargo de investigadores y técnicos de la subsección de Michoacán. Todos estos observatorios forman parte de redes mundiales y los datos de varios de ellos están disponibles en tiempo real e incorporados al VESO (Virtual Earth-Sun Observatory) del IGEF.

El trabajo realizado en el DCE incluye análisis de datos de diversas misiones espaciales y proyectos internacionales en donde participamos activamente en campañas de observación, estudios teóricos, y conferencias científicas. El personal del DCE, junto con los estudiantes adscritos, participa de manera continua en actividades de difusión impartiendo charlas y talleres en escuelas y eventos para el público en general. Así como elaborando textos de divulgación y materiales impresos.

Actualmente el Sol se encuentra en la fase ascendente de su ciclo de actividad después de un mínimo solar muy extendido. Los estudios realizados en el departamento contribuirán a obtener un mejor entendimiento de los cambios que sufre nuestra estrella, el medio interplanetario y nuestro planeta conforme el Sol se acerca a su máximo de actividad. ●

Xochitl Blanco Cano
Departamento de Ciencias Espaciales



www.cic-clic.unam.mx/unamirada

México espera sumarse al grupo de países que cuentan con una agencia espacial. No sólo es cuestión de tiempo, sino de esfuerzos y decisión política.

Más vale aclarar que la consolidación de una agencia espacial mexicana no promete viajes a la Luna, ni la búsqueda de vida en planetas lejanos. Para los mexicanos ubicarse en el espacio exterior significa la posibilidad de monitorear fenómenos como la deforestación y el crecimiento de las ciudades, de ampliar el conocimiento de los recursos naturales y al mismo tiempo favorecer el desarrollo de las telecomunicaciones y nuevos productos.

Pero para que una empresa de tal magnitud sea una realidad y rinda los frutos deseados, se requiere de la suma de esfuerzos, tanto de científicos como de empresarios y servidores públicos.



Un plan nacional

La idea de la construcción de la Agencia Espacial Mexicana deriva de un Plan Nacional Espacial que ya ha empezado a diseñarse, como detalla el doctor José Francisco Valdés Galicia, director del Instituto de Geofísica de la UNAM.

"Hemos organizado reuniones de expertos con la intención de identificar cuáles son nuestras capacidades, nuestra experiencia y algo muy importante: queremos reconocer cuáles son los campos de oportunidades en donde México puede participar con ventajas y volverse un líder en la exploración espacial."

"Específicamente se vislumbra el potencial de la observación del territorio nacional mediante satélites que tengan las orientaciones adecuadas para realizar investigaciones útiles para las necesidades nacionales. Esto sería muy relevante porque hasta hoy dependemos de las imágenes que se pueden obtener de satélites financiados, conducidos y planeados por agencias espaciales de otros países."

A decir del investigador, la exploración de nuestro territorio desde el espacio tiene varias ventajas. "Podemos observar con ondas de radio, en infrarrojo o luz ultravioleta, lo cual nos permite obtener imágenes del estado de los bosques, mares y de las ciudades, ubicar infraestructura. Incluso es posible registrar la actividad volcánica."



México

Un lugar en el espacio



Raíces

La investigación espacial en México tiene historia. Durante la década de los 60 se fabricaban cohetes en nuestro país y existió en esos años la Comisión Nacional

del Espacio Exterior (CONEE), que desapareció en 1977 de manera sorpresiva por orden del presidente José López Portillo.

A su vez, la UNAM creó el Programa Universitario de Investigación y Desarrollo Espacial (PUIDE), que logró la construcción de un satélite y lanzarlo al espacio. Sin embargo, por diversas circunstancias fue un lanzamiento fallido, lo cual generó la cancelación del PUIDE.

Más recientemente, en 2006, un grupo de estudiantes sorprendió a la comunidad científica al presentar una iniciativa de ley que contemplaba la creación de la Agencia Espacial Mexicana, misma que la Cámara de Diputados aprobó poco después. Esto motivó una reunión de investigadores de distintas instituciones nacionales, quienes señalaron los inconvenientes del proyecto de ley aceptado por los diputados. Luego del intercambio de ideas, se presentó un nuevo plan espacial rígido a impulsar las capacidades científicas, tecnológicas e industriales del país, que ya cuenta con la aceptación de los senadores. Por ahora se espera la aprobación definitiva de los diputados y del presidente Felipe Calderón.

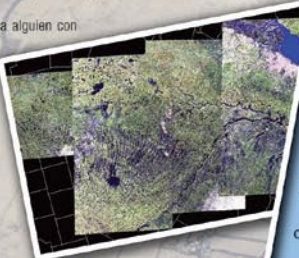
Tal vez pronto México empezará a cosechar un lugar en el espacio.

"Además, las condiciones del espacio nos obligan a producir equipos muy pequeños, ligeros y eficientes. Por supuesto que para desarrollar este campo es fundamental que los tecnólogos y empresarios mexicanos se unan a esta aventura."

Tomando en cuenta esta gama de posibilidades, se logró la ley de creación de la Agencia Espacial Mexicana, la cual contempla que una vez aprobada por el Ejecutivo, corra el periodo para que se constituya la junta de gobierno de dicha agencia. Esta junta de gobierno estaría encabezada por el secretario de Comunicaciones y Transportes; además participarían los representantes de otras secretarías y de varias instituciones académicas. Todos ellos se encargarían de convocar a los expertos que cuentan con el material básico para diseñar el Plan Nacional de Desarrollo Espacial.

Y quien sea elegido como director de la futura agencia asumiría la responsabilidad de mantenerla como rectora, promotora y financiadora de la investigación y la tecnología espacial.

"Es esencial que el director de la agencia sea alguien con experiencia y conocimiento del campo para lograr buenos resultados — advierte el investigador—. Espero que los legisladores y el presidente de la República lo entiendan, de lo contrario puede llegar a ser una oficina perdida en el laberinto de la burocracia de este país, ése es el peligro."



Texto: Claudia Juárez
Diseño: Adolfo González

Escribenos a cienciaunam@unam.mx o llámanos en el D.F. al 5622-7303

Director General: Dr. René Drucker Colín. Coordinador de Medios: Ángel Figueroa. Edición: Juan Tonda. Asistente: Mariana Fuentes. Investigación: Xavier Criou. Soporte Web: Aram Pichardo © 2009 DGDC - UNAM

Divulgación

Ante la importancia de divulgar lo que hacen los hombres y mujeres dedicados a la ciencia en nuestra Máxima Casa de Estudios y presentarlo de manera accesible al público en general, la Coordinación de la Investigación Científica lleva a cabo el proyecto *UNAMirada a la Ciencia*, en colaboración con el periódico *La Prensa*, para llegar a un público que usualmente no tiene acceso a la información científica.

El tema de la Agencia Espacial Mexicana, en voz del doctor José Francisco Valdés Galicia, Investigador y Director de nuestro Instituto, tuvo presencia en la sección *UNAMirada a la Ciencia* del periódico *La Prensa*, para mostrar a la sociedad algo de lo que en el ámbito de las Ciencias de la Tierra se investiga en la UNAM. ●

Participación de la doctora BLANCA MENDOZA en el reporte del IPCC

El buró del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) se reunió en la tercera semana de mayo en Ginebra, Suiza, para seleccionar a los académicos que participarán con sus respectivos trabajos en el quinto reporte de valoración (AR5), mismo que está programado para concluirse en el 2013. El AR5 será la próxima evaluación integral de todos los aspectos del cambio climático realizada por el IPCC. El reporte final será presentado en 2014 y constituirá el trabajo de referencia más importante en el planeta sobre cambio climático.

El grupo de trabajo reunido en Ginebra decidió invitar como autor principal del capítulo octavo *Anthropogenic and Natural Radiative Forcing*, a la doctora Blanca Mendoza Ortega, investigadora del Departamento de Ciencias Espaciales del IGEF. Este capítulo se encuentra en el grupo de trabajo 1(Ciencia Básica) de contribuciones al AR5, siendo ella la única mexicana en este grupo. El reporte tiene otros dos conjuntos de trabajo: impactos, adaptación y vulnerabilidad, así como el de mitigación del cambio climático.

La tarea de la doctora Blanca Mendoza como autora principal será la de convocar a los

científicos que trabajan proyectos afines a los temas del capítulo ya mencionado para elaborar un reporte exhaustivo e incluyente.

La selección de los académicos para esta próxima evaluación del cambio climático tomó en cuenta la participación de expertos de países desarrollados y en desarrollo, el equilibrio de género, y académicos que por primera vez participarán en este trabajo y que contribuirán con nuevos temas.

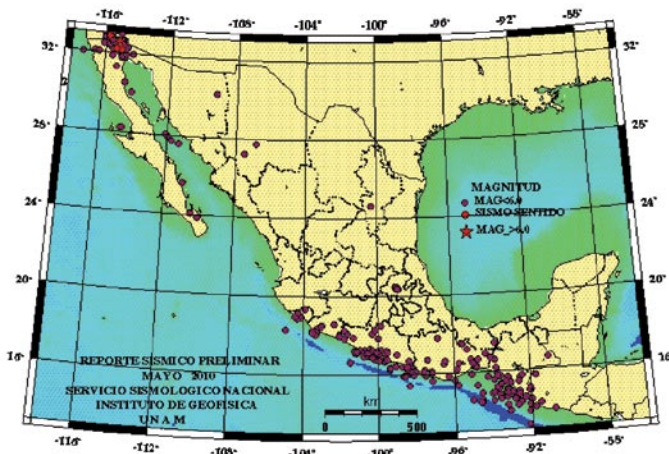
Aproximadamente 700 científicos fueron seleccionados como autores principales, coordinadores y revisores.

El IPCC fue establecido por la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente en 1989, con el propósito de evaluar la información científica, técnica y socio-económica relevante para entender el cambio climático, su impacto potencial y las opciones de adaptación y mitigación.

“Más allá de la distinción que esta designación implica, dice la doctora Mendoza, el incluir a investigadores con mi línea de trabajo indica que por primera vez el IPCC está dispuesto a considerar de manera detallada el papel que la actividad solar tiene en el cambio climático.” ●

¡Enhorabuena!

Mapa de sismicidad en el mes de mayo del 2010



Elaboración del mapa: **Casiano Jiménez Cruz**

El mecanismo focal de este sismo da como resultado una falla normal con un fuerte componente de desplazamiento lateral (rumbo=66°, echado=80°, desplazamiento=-25°).

El sismo de mayor magnitud ocurrido en el mes fue un temblor de magnitud 5 con epicentro en la costa del estado de Guerrero, ocurrido el día 25 a las 18:36, hora local. Su mecanismo focal es de un fallamiento inverso típico de la zona de subducción (rumbo=118°, echado=53°, desplazamiento=92°). ●

El Servicio Sismológico Nacional reportó 414 eventos sísmicos con epicentros dentro del territorio mexicano, ocurridos durante el mes de mayo. Las magnitudes de estos eventos se encuentran en un rango entre 2.8 a 5.0. La distribución de la sismicidad en este mes se concentra en los estados de Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Colima y el mar de Cortés, así como una importante sismicidad en la región de Mexicali, Baja California Norte, todavía asociada al sismo del 4 de abril de magnitud 7.2. También ocurrieron sismos aislados en los estados de Nuevo León, Chihuahua, Sonora y en Hidalgo.

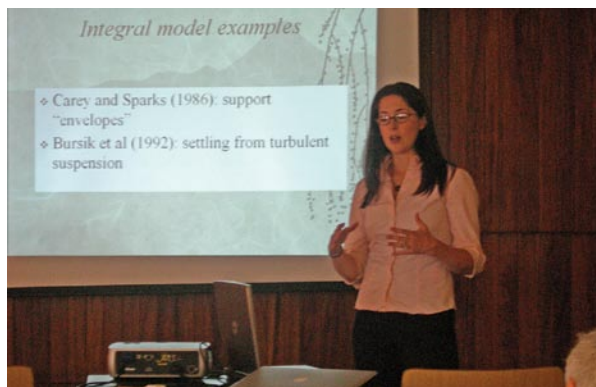
La secuencia sísmica en el estado de Hidalgo ocurrió entre los días 18 al 21 de mayo. El mayor evento de este enjambre sísmico, de magnitud 4, ocurrió el día 18 de mayo a las 00:29 hrs.

Conferencias y seminarios en el IGEF



En la última semana del mes de mayo nos visitó el Profesor Roberto Scandone, Investigador del Departamento de Física, de la Università di Roma III.

Como parte de sus actividades académicas en nuestro Instituto, el Profesor Scandone ofreció a estudiantes y académicos del IGEF reunidos en el Auditorio Tlayotli la Conferencia *Latest Research at Campi Flegrei: Current and Past Eruptions*. ●



La doctora Shannon E. Kobs, proveniente de la Universidad de Buffalo, Nueva York, actualmente realiza estudios Postdoctorales con investigadores del Departamento de Vulcanología del IGEF.

Recientemente participó en el Seminario de Vulcanología que se lleva a cabo en el Auditorio Ricardo Monges, su tema fue: *Tephra dispersion modeling using a Navier-Stokes approach*. ●

Exposición espacial en 3D



Departamento de Geomagnetismo y Exploración del IGEF y Premio Nacional de Ciencias y Artes 2009.

En su conferencia el doctor Jaime Urrutia ofreció una amplia explicación de las características de los cráteres de impacto en la superficie de la Luna y su comparación con los terrestres. Destacó que debido a su conservación y características, el cráter de Chicxulub es un buen ejemplo y representa un reto para su estudio. Durante su charla ofreció un amplio panorama de la tendencia actual en los estudios de cráteres de impacto. ●

En el marco de los festejos por los 100 Años de la UNAM se realizó del 2 al 30 de junio, en la Torre de Ingeniería, la exposición de imágenes denominada *Exposición Espacial en 3D* en la que participaron el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, el Instituto de Geofísica y la Torre de Ingeniería.

La conferencia magistral, previa a la inauguración de esta exposición, estuvo a cargo del doctor Jaime Urrutia Fucugauchi, investigador del



Marie Noëlle, nueva integrante del IGEF



¡ Bienvenida Doctora Marie Noëlle Guilbaud !

Marie-Noëlle Guilbaud es originaria de Francia, donde realizó estudios de Ciencias Geológicas y Planetarias en la Universidad de La Rochelle. En su último año de estudios concluyó un semestre en la Universidad de Hilo en Hawaii, EUA, donde tuvo su primer contacto con un volcán activo. A raíz de este encuentro, se incorporó a una Maestría enfocada en estudios de Procesos Magmáticos y Metamórficos, dentro del Laboratorio "Magmas et Volcans", en la Universidad de Clermont-Ferrand II, Francia. El doctorado lo realizó en The Open University, Inglaterra, bajo la tutoría del doctor Stephen Self del Grupo de Dinámica Volcánica, y estudió los grandes campos de lavas producidos por la erupción del Laki en Islandia.

Continuando en la investigación del vulcanismo monogenético, en noviembre del 2006 llegó a nuestro Instituto para realizar estudios de Posdoctorado en el Departamento de Vulcanología, su tema de investigación fue *Estudio del estilo eruptivo de los volcanes de la Sierra del Chichinautzin para evaluar riesgos futuros: análisis petrológico y textural de los productos*.

Para su más alto agrado, en el mes de abril del presente año Marie-Noëlle se integra como Investigadora asociada C en el Departamento de Vulcanología del IGEF para trabajar en proyectos relacionados con el vulcanismo monogenético en México y su relación con la subducción. La nueva vulcanóloga del IGEF considera que el estudio de los volcanes monogenéticos puede proporcionar información valiosa sobre los procesos magmáticos, tectónicos, geofísicos y geoquímicos que controlan la actividad volcánica en México. Y agrega que una estimación de riesgos volcánicos adecuada en México requiere también de un mayor conocimiento de los factores que controlan la generación, el ascenso y la erupción de pequeños volúmenes de magmas.

Señala que el Cinturón Volcánico Mexicano consta de más de 3,000 volcanes monogenéticos, dos de ellos han tenido erupciones históricas (Parícutín: 1943-1952 y Jorullo: 1759-1774). Este tipo de vulcanismo representa, por lo tanto, un factor de riesgo importante, así como una oportunidad muy grande para entender mejor la zona de subducción. Deseamos a Marie-Noëlle mucho éxito en sus investigaciones. ●

Apoyo de la UNAM a la ciencia chilena



La doctora Laura Hernández en el Laboratorio Universitario de Petrología

Debido al sismo ocurrido el pasado 27 de febrero en Chile, causante de numerosas pérdidas humanas y materiales, el laboratorio de microsonda electrónica del Instituto de Geología Económica Aplicada de la Universidad de Concepción en Chile resultó afectado.

Gracias a la buena reputación de la que goza en Latinoamérica el Laboratorio Universitario de Petrología (LUP), ubicado en nuestro Instituto, la responsable del laboratorio chileno afectado, la doctora Laura Hernández, solicitó la realización de microanálisis en este laboratorio universitario para poder cumplir con los compromisos contraídos, especialmente en uno de los proyectos de investigación que tiene en desarrollo en su país.

Por este motivo, del 17 al 28 de mayo nos visitó la doctora Laura Hernández con el propósito de realizar el análisis cuantitativo de granos de apatita.

De esta manera la UNAM a través del LUP ofreció apoyo a la ciencia chilena ante las consecuencias del terremoto ocurrido en ese país. ●

UNAM

Dr. José Narro Robles*Rector***Dr. Sergio Alcocer Martínez de Castro***Secretario General***Dra. Rosaura Ruiz Gutiérrez***Secretaria de Desarrollo Institucional***Mtro. Juan José Pérez Castañeda***Secretario Administrativo***Mtro. Ramiro Jesús Sandoval***Secretario de Servicios a la Comunidad***Lic. Luis Raúl González Pérez***Abogado General***Dr. Carlos Arámburo de la Hoz***Coordinador de la Investigación Científica***Lic. Enrique Balp Díaz***Director General de Comunicación Social*

INSTITUTO DE GEOFÍSICA

Dr. José Francisco Valdés Galicia*Director***Dr. Luis Quintanar Robles***Secretario Académico***M. en C. Gerardo Cifuentes Nava***Secretario Técnico***Cecilia Pliego Garza***Secretaria Administrativa***Dra. Elsa Leticia Flores Márquez***Coordinadora del Posgrado en Ciencias de la Tierra*

GEONOTICIAS

Boletín informativo del Instituto de Geofísica de la UNAM que se publica mensualmente, a excepción de los meses de julio y diciembre, con un tiraje de 300 ejemplares.

También se publica de manera digital en el portal Web del IGEF. A través de él se muestra la actividad académica y de vinculación del Instituto.

Número de Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor en trámite. Certificado de Licitud de Título y de Contenido en trámite.

Dr. José Francisco Valdés Galicia**Dr. Luis Quintanar Robles***Editores***Jesús Daniel Martínez Gómez***Coordinador Editorial y Editor Técnico**E-mail: boletin@geofisica.unam.mx***Cindy Agnes Jerónimo Márquez***Diseño Gráfico*

El contenido de los artículos firmados es responsabilidad exclusiva de sus autores.

Visita nuestra página en Internet

<http://www.geofisica.unam.mx>

Instituto de Geofísica

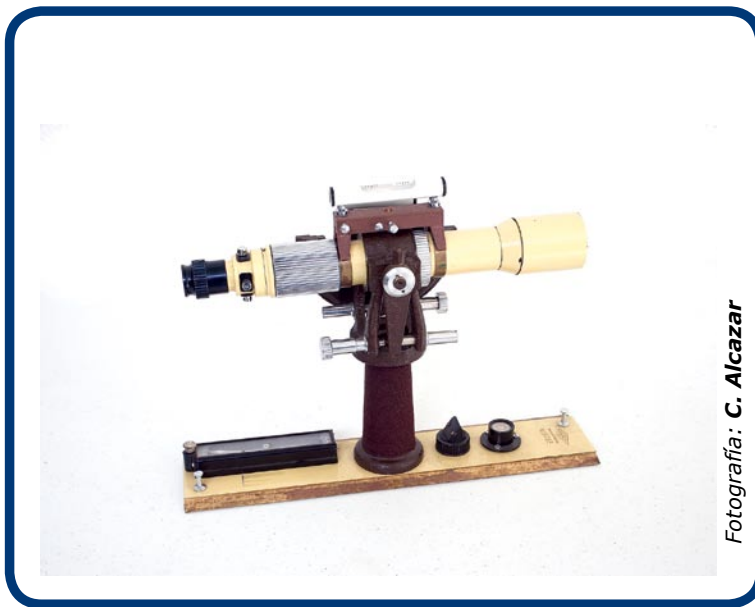
Universidad Nacional Autónoma de México

Circuito Exterior s/n. Zona de Institutos

Ciudad Universitaria, 04510. México, D.F.

Voz: 56 22 41 20 Fax: 55 50 24 86

Primeros instrumentos de MEDICIÓN GEOFÍSICA



Fotografía: C. Alcazar

Alidada*Marca Rossbach*

El apoyo cartográfico en las campañas geológicas antes de la aparición del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) se basaban principalmente en la brújula, la plancheta, alidada y estadal.

Una eficiente combinación de estos instrumentos desarrollados para el control topográfico, permitía obtener mapas con buena precisión para altimetría y planimetría; así como información geológica determinante de manera directa en el campo (por ejemplo, rasgos estructurales, como rumbo y echado de un estrato sedimentario). Sobre la plancheta, que consiste en un tablero montado horizontalmente sobre un trípode, en cuya superficie se trazan las visuales dirigidas a los diferentes puntos del terreno, se instala la alidada; que a su vez, es un instrumento para la medición rápida de rumbos, distancias y ángulos verticales. El instrumento que se presenta aquí se utilizó para la cartografía geológica en la República Mexicana. Dado su carácter portátil es aún de utilidad en cierto tipo de levantamientos, principalmente como apoyo.

Se compone de una regla, que es su base, un nivel horizontal fijo y otro adherido al círculo vertical. El telescopio tiene un alcance considerable que asegura una cobertura amplia en un corto tiempo.

Dada su precisión, su aplicación se enfocó principalmente a la geología.

La geología regional compleja representa siempre un reto para ser cartografiada. Gracias a instrumentos como el que se presenta, se ha logrado integrar un acervo muy importante en la cartografía de nuestro país. ●

Esteban Hernández Quintero

geofisica
UNAM