

## Emilio Carreño Herrero

Director de la Red Sísmica Nacional

# «Hay una creciente sensibilidad de los españoles por los FENÓMENOS SÍSMICOS»

El director de la Red Sísmica Nacional, organismo dependiente del Instituto Geográfico Nacional, da cuenta en esta entrevista de las características y fortalezas del sistema oficial de detección y comunicación de sismos existente en España, un país con cierta relevancia sísmica. De sus explicaciones se desprende que la sensibilidad de la opinión pública española por los fenómenos sísmicos ha crecido en la última década al calor de los grandes sismos ocurridos en el mundo y de los episodios de Lorca o en la isla canaria de El Hierro.

### ¿Cuáles son los objetivos de la Red Sísmica Nacional?

—Los objetivos de la Red Sísmica Nacional (RSN) deben ser coincidentes con los que marca el Real Decreto 452/2012, donde se especifican las funciones asignadas al Instituto Geográfico Nacional en lo relativo a la actividad sísmica. En lo fundamental, a lo largo del tiempo, siguen siendo los mismos, pero no así la forma de conseguirlos. Dice textualmente el R.D.: «La planificación y gestión de sistemas de detección y comunicación de los movimientos sísmicos ocurridos en territorio nacional y sus posibles efectos

sobre las costas, así como la realización de trabajos y estudios sobre sismicidad y la coordinación de la normativa sismorresistente». Los avances científicos y de conocimiento de física y de geología, así como los informáticos e instrumentales, han mejorado espectacularmente la precisión y rapidez en la ob-

tención de la información sísmica. A su vez, la sociedad ha ido demandando mayor y más rápido conocimiento de la misma. Cualquier sismo que se produzca en territorio nacional y áreas adyacentes debe ser registrado, especialmente aquellos que hayan sido sentidos por la población o puedan producir daños.



Existe también una aportación continua de datos a la comunidad científica internacional, que ha crecido exponencialmente con las herramientas informáticas y de comunicación. Este cometido obliga a un esmerado mantenimiento de las bases de datos.

Hay que resaltar que desde que en 1985 se creó la primera red de alerta sísmica en España, basada en los propios medios, hemos pasado a un concepto de red universal en que la rápida determinación de eventos está asociada al uso compartido de redes sísmicas de otros países, unidos en tiempo real.

**Y en concreto, ¿cómo se activan las alarmas en caso de una información sobre análisis sísmico con riesgo inminente? ¿Cuál es el nivel de coordinación local con organismos de protección civil?**

—Con el fin de cumplir con las directrices básicas de planificación de protección civil ante el riesgo sísmico (Resolución 5.05.95, BOE, 124), existen unos protocolos de aviso para el caso de actividad sísmica entre la Dirección General del IGN y la Dirección General de Protección Civil y Emergencias (DGPCyE).

En el caso de producirse un sismo con epicentro comprendido en un área que incluye la península Ibérica, islas Canarias y Baleares, territorio español en el norte de África y zonas adyacentes, existe un procedimiento automático de declaración de eventos que proporciona, en un primer paso, los parámetros sísmicos, como la magnitud, las coordenadas epicentrales y la profundidad hipocentral. Esta primera información se realiza sin intervención humana y en un



Sala de alerta de la Red Sísmica Nacional.

tiempo máximo de dos minutos desde la hora origen del evento.

La información así obtenida, que podrá variar ligeramente tras su análisis, es enviada a la DGPCyE también en un tiempo máximo de dos minutos. En el centro de recepción de datos de la red sísmica existe, las 24 horas del día los 365 días del año, un servicio de técnicos que, tras contactar en paralelo con la DGPCyE mediante un teléfono «cabeza-cola», realiza una revisión de los cálculos epicentrales, proporcionando una segunda solución revisada a los quince minutos. Si el terremoto ha sido sentido por la población, se activa un protocolo que incluye el aviso a las delegaciones de Gobierno de las comunidades autónomas afectadas, subdelegaciones de Gobierno y, en caso de cumplirse ciertas condiciones, a los em-

plazamientos nucleares e instalaciones de compañías eléctricas, entre otros.

La RSN constituye, junto con el Laboratoire de Détection Géophysique de Francia, el soporte de operaciones del European-Mediterranean Seismological Centre (EMSC/CSEM), principal agencia de información sísmica europea y uno de los más reconocidos del mundo.

**Hablemos del mapa de riesgos sísmicos en España. ¿Cuáles son los puntos geográficos más sensibles? ¿Se prevén cambios en el futuro?**

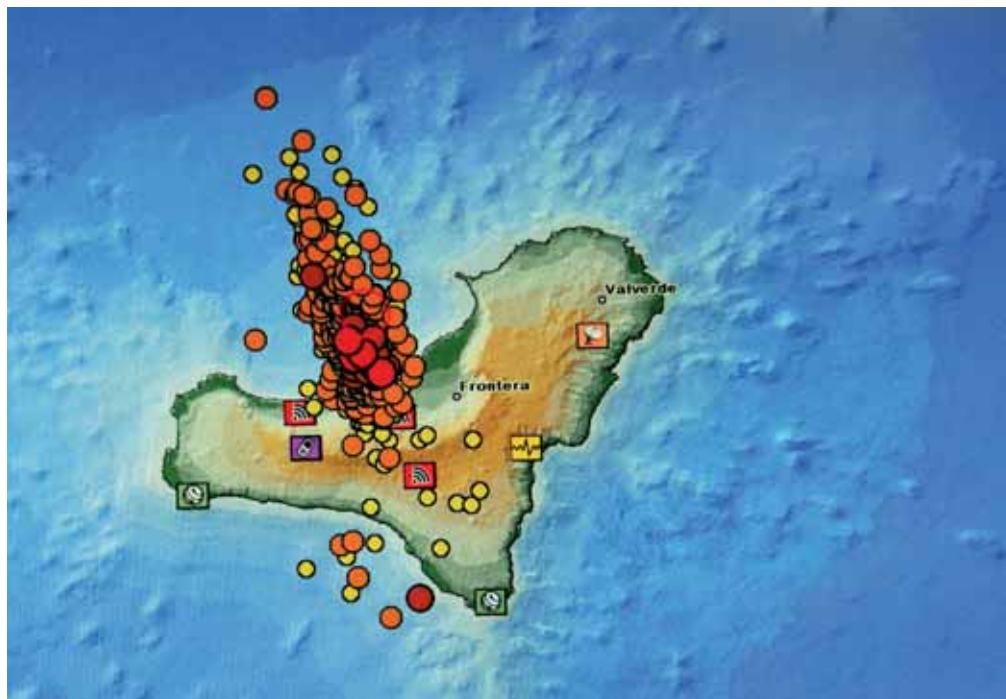
—Ha finalizado recientemente la publicación de un nuevo Mapa de Peligrosidad Sísmica de España. Este mapa tiene una especial importancia pues es el apoyo para determinadas acciones del Plan Estatal de Protección Civil ante el Riesgo Sísmico (Resolución 29.03.2010, BOE nº 86) y normalmente aceptado como mapa de aplicación de la Norma de Construcción Sismorresistente en España. La ejecución de este Mapa de Peligrosidad Sísmica la ha llevado a cabo

**«Desde que en 1985 se creó la primera red de alerta sísmica en España, basada en medios propios, se ha pasado a un concepto de red universal, que permite compartir datos con redes sísmicas de otros países»**

el IGN, contando en esta edición con el apoyo y seguimiento de un comité científico creado específicamente a tal efecto, constituido por representantes de la mayoría de los centros involucrados en estudios sísmicos en España y Portugal. Así pues, se han tenido en cuenta puntos de vista sismológicos, geológicos e ingenieriles. Como principales novedades destacan la consideración de aceleraciones sísmicas para roca, el cálculo de incertidumbres, la consideración de aceleración pico del movimiento del suelo y de aceleraciones espectrales para diferentes periodos; la consideración de las fallas activas según el catálogo de fallas activas del Instituto Geológico y Minero de España (IGME); y la combinación de métodos zonificados y no zonificados. El catálogo sísmico de proyecto ha sido homogeneizado utilizando como parámetro de medida del tamaño de los terremotos la magnitud momento y ha resuelto también, en parte, las grandes diferencias fronterizas que existían en anteriores mapas.

En cuanto al riesgo sísmico, es decir, considerando la vulnerabilidad de edificios, la población expuesta y otros factores característicos del riesgo, determinadas comunidades autónomas, en las que todo o parte del territorio tienen un determinado nivel de peligrosidad sísmica, han tenido que elaborar planes de protección civil ante el riesgo sísmico, que han sido debidamente homologados por la DGPCyE. Estos planes incluyen un estudio detallado del riesgo sísmico en la región correspondiente y por el momento, dada su gran calidad, representan el estudio más actualizado en esta materia.

**«Desde el punto de vista de la peligrosidad y del riesgo sísmico, el levante español es la zona más expuesta, junto a una extensa área al oeste de Granada y toda la costa oriental andaluza»**



El Hierro ha registrado últimamente episodios sísmicos que han sensibilizado a la opinión pública.

Desde el punto de vista de la peligrosidad y del riesgo sísmico, es el levante peninsular la zona más expuesta, junto a una extensa área al oeste de Granada y toda la costa oriental andaluza.

**El terremoto de Lorca y la actividad volcánica en la isla del Hierro han despertado la sensibilidad de la opinión pública española sobre los sismos. ¿Han observado este cambio de percepción?**

—La sensibilidad de la población en España en relación con los fenómenos naturales ha crecido mucho en los últimos diez años por diversos motivos. Uno de ellos ha sido la ocurrencia de grandes sismos en el mundo, como el que ocasionó el tsunami de Indonesia en 2004 o el reciente de Sendai-Oki en 2011. Estos sismos acompañados de tsunami fueron literalmente transmitidos por televisión y tuvieron una cobertura de medios sin pre-

cedente. En este clima de peligrosidad de determinados fenómenos fue creciendo el número de consultas de los ciudadanos sobre la información sísmica en nuestro país. Así pues, al ocurrir el terremoto de Lorca y la actividad volcánica de la isla de El Hierro, ya existía esa inquietud ciudadana. La página web de la RSN fue consultada un millón y medio de veces durante 2012. También la colaboración ciudadana ha ido creciendo, cumplimentando, incluso casi simultáneamente a la ocurrencia de un sismo, cuestionarios con utilísima información macrosísmica. Sorprendentemente, sismos de bajísima magnitud son percibidos por la población.

También las denominadas «redes sociales» han irrumpido en la transmisión de la información sobre estos fenómenos naturales, si bien es necesario controlar su uso para asegurar que sirvan exclusivamente para informar mejor.

**Aunque el mapa sísmico está muy definido, ¿existe alguna información científicamente fiable sobre desplazamientos de riesgos de unas zonas a otras del planeta y en concreto a España?**

## Manuel García Pérez

Consejero Técnico de la Secretaría General

**Pocos españoles conocen la dilatada historia del Instituto Geográfico Nacional (IGN), fundado en 1870. Una institución con casi siglo y medio de vida tiene que haber pasado por muchas singladuras de interés. ¿Puede destacar las más significativas?**

—El actual Instituto Geográfico Nacional nace como órgano administrativo junto con Estadística, denominándose Dirección de Estadística y del Instituto Geográfico, perteneciente al Ministerio de Fomento, y tres años más tarde pasa a ser denominado Instituto Geográfico y Estadístico.

En un comienzo las funciones que tenía atribuidas el Instituto Geográfico Nacional consistían, fundamentalmente, en realizar los trabajos sobre la forma y dimensiones de la Tierra, las triangulaciones geodésicas y topográficas, nivelaciones de precisión, topografía del mapa y del catastro de España y determinación y conservación de los tipos internacionales de pesas y medidas.

A finales del siglo XIX y primera mitad del siglo XX se realizan, con motivo de los trabajos de formación del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 (MTN50), los trabajos de determinación de las líneas límite jurisdiccionales de los términos municipales del territorio español y que se encuentran definidos mediante los cuadernos de campo y actas de deslinde levantadas por el Instituto Geográfico.

En 1906 se comienza con la producción y conservación de los primeros trabajos de la cartografía catastral (Mapa Topográfico Parcelario), como base geométrica del Catastro, hasta que en el 1979 se pierden las competencias en estas materias, al crearse la hoy denominada Dirección General del Catastro.

Un hito histórico a remarcar es la incorporación de las técnicas de la fotogrametría, a partir de los años cuarenta del siglo XX, en los procesos de captura de la información cartográfica, previos a la edición cartográfica. El Instituto Geográfico Nacional será su principal impulsor en España adoptándola en la realización del Mapa Topográfico Nacional.

Es en el año 1968, con la publicación de la Hoja número 1125 (San Nicolás de Tolentino), cuando se finaliza la serie institucional del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

En la década de 1970 se introduce la técnica de la teledetección para la captura de información del territorio desde satélite.

En 1977, el entonces Instituto Geográfico y Catastral cambia de denominación pasando a llamarse Dirección General del Instituto Geográfico Nacional, hasta el momento actual.

Otros ámbitos científicos del Instituto, como la astronomía óptica, la radioastronomía y la sismología, también registraron en los años setenta un gran desarrollo a través de los observatorios astronómicos de Yeves (Guadalajara) y Calar Alto (Almería), así como de la instalación de nueva instrumentación sismológica.

En 1979 se incorporan los Servicios del Consejo Superior Geográfico, hasta ese momento dependientes del Ministerio del Ejército.

En el año 1989, a través de la Ley de Presupuestos Generales del Estado, se crea el Centro Nacional de Información Geográfica como organismo autónomo adscrito al Instituto Geográfico Nacional, encargándose de la comercialización de sus productos.

En 1994 se produjo un avance tecnológi-



**«La incorporación de las técnicas de fotogrametría en los procesos de captura de información cartográfica ha sido un hito en la historia del IGN»**

co especialmente fuerte al culminarse la informatización de la serie institucional del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:25.000.

En relación con la primera década del siglo XXI, los cambios más significativos en el Instituto han sido: la construcción del nuevo radiotelescopio de 40 metros en el Observatorio de Yeves, la incorporación de la tecnología GPS a las mediciones geodésicas, la creación de la nueva Red Sísmica Digital Española, la elaboración del nuevo mapa geomagnético de España, la digitalización de toda la producción cartográfica, la generación de las bases topográficas y cartográficas y modelos digitales del terreno.



—Hasta hace muy pocos años se descartaba cualquier relación entre la ocurrencia de grandes terremotos en una zona de la Tierra y la ocurrencia poco después de un terremoto en un lugar bastante lejano. Recientemente se viene poniendo en duda esta afirmación basándose en dos planteamientos diferentes. Uno de ellos consiste en el agrupamiento en el tiempo de series de megaterremotos, es decir, aquellos cuya magnitud está en torno a 9.0 y cuya ocurrencia pudiera concentrarse en periodos en torno a los quince años. El otro planteamiento es la relación entre la ocurrencia de un terremoto de gran magnitud y la de otro en un lugar remoto. En ambos casos se trataría, caso de existir estas conexiones, de lugares con cierta peligrosidad sísmica ya existente y no de la aparición de nuevas zonas sísmicas por desplazamiento de la actividad. Se trataría de fenómenos de «disparo» en zonas sísmicas, como consecuencia de transmisión de ondas superficiales de muy largo recorrido.

En el caso de España, no se aprecia ningún desplazamiento de los riesgos sísmicos. Aquellos casos de sismos de moderada o baja magnitud que ocasionalmente aparecen en zonas sin histo-

### «El IGN ha comenzado a sentar las bases para establecer un procedimiento de aviso a las autoridades para el caso de ocurrencia de un sismo que pudiera ocasionar un tsunami en España»

ria sísmica conocida (Pedro Muñoz, mag. 4.7, 2007; Escopete, mag. 4.2, 2007; Serie de Torreperogil, 2012) pudieran ser consecuencia de una ausencia de información pre-instrumental o insuficiente conocimiento de posibles fallas activas.

#### ¿Es posible que se reproduzcan fenómenos como el tsunami que asoló el golfo de Cádiz a mediados del siglo XVIII? ¿Qué capacidad de reacción tendríamos ante un evento de este tipo?

—El tsunami de 1755 fue consecuencia de un terremoto cuyo origen exacto se desconoce, aunque sí se encuentran detalladas y parametrizadas las posibles fallas causantes, situadas en una zona al oeste de Cabo San Vicente y en las que se registra una continua actividad sísmica. Existe un consenso entre los científicos en que su magnitud estuvo en torno a 8.3.

Poder conocer las probabilidades de que se repitiera un sismo de esas caracte-

terísticas está ligado al conocimiento de posibles casos anteriores que nos permitiera calcular su periodo de retorno. En este punto no se puede asegurar nada. No obstante, se trata de un caso posible pero raro.

Hasta ahora, no existía ninguna institución encargada de realizar una alerta de tsunami en nuestro país. Recientemente, el IGN ha comenzado a sentar las bases para establecer un procedimiento de aviso a las autoridades correspondientes para el caso de ocurrencia de un sismo que potencialmente pudiera ocasionar un tsunami. En este punto hay que resaltar que las características geográficas de cada territorio, y su distancia a la posible fuente tsunamigénica, implican una metodología diferente. En cuanto a la capacidad de reacción en un caso de alerta de tsunami, es un tema que se aparta de nuestro cometido y entra dentro de las competencias de la protección civil.

#### En la conferencia de Climate Forcing de 2009, en Londres, se habló por primera vez de la relación entre cambio climático y sus reacciones en la corteza terrestre. ¿Se ha planteado este debate en España?

—Hasta ahora existen solamente teorías sobre las posibles repercusiones del cambio climático sobre la corteza terrestre y, en consecuencia, sobre la ocurrencia de terremotos. Los efectos estarían relacionados con el deshielo en determinadas áreas de la Tierra que implicaría una menor carga sobre la corteza. Esta ausencia de presión originaría un rebote, a lo largo de muchísimos años, que podría cambiar el estado de esfuerzos



Instalaciones de la Red Sísmica Nacional en Ceuta.

## Sebastián Mas Mayoral

Director del Centro Nacional de Información Geográfica

**Aunque la creación del IGN se remonta a 1870, es en las últimas décadas cuando se refuerzan sus estructuras de funcionamiento. Dentro de esa línea de superación constante, ¿existen planes de modernización para los próximos años?**

—Las funciones que tiene asignadas el Instituto Geográfico Nacional son muy diversas. Ahora bien, la ejecución de todas estas funciones ha requerido una continua modernización en las tecnologías y metodologías aplicadas. La dedicación a la investigación, desarrollo e innovación en el campo de las ciencias astronómicas, geodésicas, geofísicas, cartográficas y de las tecnologías de la información geográfica del personal y recursos del IGN ha sido una constante desde su fundación.

El año 2004 marca un punto de inflexión claro, porque ese año culmina la preparación, y se produce la aprobación, del Plan Estratégico del IGN.

Este establece como visión (donde se quería llegar): «Llegar a convertir al IGN en la institución pública española de referencia que, mediante la formulación de políticas, la aplicación de alta tecnología y el liderazgo sectorial, dirige, planifica, coordina y gestiona, a nivel nacional, la información de carácter oficial en los campos de la astronomía, la geofísica, la geodesia y la cartografía con el fin de garantizar la disponibilidad y fiabilidad de los datos geográficos y espaciales, para su utilización por las administraciones públicas, los agentes económicos y el conjunto de la sociedad contribuyendo al progreso del conocimiento territorial, al desarrollo económico y social y a la investigación científica y técnica».

Para conseguir esto, el Plan Estratégico definió cinco objetivos estratégicos:

- Planificar, coordinar y gestionar, a nivel nacional, la información de carácter oficial en los campos de la astronomía, geofísica, geodesia y cartografía.
- Garantizar la disponibilidad y fiabilidad de los datos básicos geográficos, geofísicos y espaciales del Estado español.
- Contribuir al progreso del conocimiento territorial y a la investigación científica y técnica en ámbitos específicos de las Ciencias de la Tierra y del Universo.
- Coadyuvar al desarrollo económico y social de España desde la base de sus competencias.
- Constituirse en centro de excelencia administrativa y de servicio público.

Estos objetivos estratégicos se desarrollaban en objetivos operativos, y estos a su vez en más de 100 proyectos de actuación.

Algunos de estos proyectos de actuación han dado lugar a un avance tecnológico muy considerable, además de para el IGN para todo el país, situando a España en la avanzada de esas tecnologías a nivel mundial.

**Hasta 2008 no se aprueba la política de difusión pública de la información generada por el IGN. ¿Cómo funciona esa actividad?**

—En la Unión Europea el acceso a la información geográfica digital está regulado por la directiva del Parlamento y del Consejo Europeos 2003/98/CE, de noviembre de 2003, sobre reutilización de la información del sector público. Así, el Ministerio de Fomento estableció la Orden FOM/956/2008, de 31 de marzo, por la que se aprueba la política de difusión pública de la información geográfica generada por la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional.

La Orden Ministerial especifica que el uso no comercial de los datos geográficos digi-



**«La I+D+i en las ciencias astronómicas, geodésicas, geofísicas y cartográficas ha sido una constante desde la fundación del IGN»**

tales tendrá carácter gratuito, siempre que se mencione el origen y propiedad de los datos. Que el acceso a la información geográfica se realizará preferentemente a través de Internet. Que los servicios de acceso a través de Internet a la información geográfica, y los de análisis y procesamiento realizados en línea a través del mismo, serán gratuitos. Y que la descarga en línea, utilizando los servicios habilitados por el CNIG, para uso no comercial, realizada directamente por el usuario de la información geográfica del IGN, será gratuita.

La reutilización de la información geográfica producida por el IGN se verifica por el acceso a la misma a través del Centro de Descargas, a través de la red Internet, habilitado en forma automática por el CNIG, y que entró en operación en febrero del año 2010. Este servicio ha activado el uso de la información geográfica digital oficial desde que se puso en operación. Así, desde febrero de 2010, se han realizado 736.856 sesiones automáticas de descarga de conjuntos de datos, que han descargado 569.251 GB de información geográfica.

en torno a fallas ya existentes y ocasionar terremotos. Sería, no obstante, un proceso lento.

Respecto a los tsunamis el caso es diferente pues, por ejemplo, el deshielo en fiordos noruegos ha dado lugar a la caída de grandes extensiones de superficie helada que ha ocasionado importantes tsunamis en los fiordos (Storegga, Tafjord, etc.).

Importantes compañías de reaseguro siguen estadísticas muy fiables de ocurrencia de terremotos de manera homogénea desde aproximadamente 1970 y, hasta ahora, en lo que he podido con-

sultar, no aparece ningún aumento del número de terremotos de magnitudes importantes a lo largo de los años. Desconozco que se haya planteado este debate en nuestro país.

**En concreto, uno de los aspectos más serios del debate se centra en el riesgo que para geólogos y expertos en sismos supone enterrar los residuos de CO<sub>2</sub> generados por industrias. ¿Ha valorado el IGN ese riesgo?**

—Las consultas que ha recibido hasta ahora la Red Sísmica Nacional relativas al almacenamiento de CO<sub>2</sub> han sido

sobre cuestiones puramente instrumentales y de consulta de datos sísmicos en las áreas de interés. Tanto en el almacenamiento de CO<sub>2</sub> como en los nuevos proyectos de extracción de gas no convencional, el interés sísmológico está en una buena determinación del nivel de actividad sísmica de base en la región. El resto es un tema relacionado con distintas ramas de la geología. ♦

### Jesús Gómez González

Subdirector General de Astronomía, Geofísica y Aplicaciones Espaciales

**Una de las aportaciones más significativas de los últimos años ha sido la incorporación de las aplicaciones espaciales a la Subdirección de Astronomía y Geofísica. ¿Con qué finalidad? ¿Supone una aportación a los sistemas de análisis y detección?**

—En la actualidad, la herramienta más importante e innovadora en los estudios astronómicos, geodésicos y geofísicos es la constituida por los medios de observación embarcados en vehículos espaciales. Estos medios, que utilizan todo el rango de frecuencias de observación —desde las ondas radio decamétricas, a los rayos X y gamma— y que estudian todo tipo de objetos y procesos que se producen en lugares que van desde el núcleo mismo de nuestro planeta hasta los confines del Universo, son los que han revolucionado, en las últimas décadas, nuestro conocimiento científico en esas ciencias y en sus aplicaciones prácticas (hasta el punto de que nuestro mundo actual no sería ya posible —ni siquiera imaginable— sin ellos). Pensemos, por ejemplo, en los actuales sistemas de navegación y

posicionamiento y en la enorme variedad de aplicación de esos sistemas en estudios puramente de investigación científica. Es por ello que, en todas las agencias espaciales del mundo, dos de los programas de actividad más importantes son los de Astronomía y Observación de la Tierra. En este mismo momento, muchos telescopios espaciales están apuntando hacia las profundidades del cosmos, en tanto que otros muchos dirigen su instrumentación hacia la Tierra o toman directamente datos físico-químicos (campo magnético, campo gravitatorio, densidad, temperatura, composición química,...) a distintas altitudes de su atmósfera e ionosfera.

El IGN, como cualquier institución del mundo que realice actividades punteras en Astronomía y en Ciencias de la Tierra, no puede en modo alguno dejar de utilizar medios espaciales de observación y medida. Durante los últimos 10 años, las actividades del IGN en desarrollos tecnológicos e instrumentales para equipos espaciales, y el uso de ese tipo de equipos para los estudios y servicios a la so-



**«Los medios de observación embarcados en vehículos espaciales han revolucionado nuestro conocimiento científico de los estudios astronómicos, geodésicos y geofísicos»**

iedad relacionados con la astronomía y la geofísica que nuestro Instituto realiza, no han hecho más que ir en aumento. Habida cuenta de esa realidad, y para que así se pusiera de manifiesto, se decidió que la unidad del IGN en la que se concentran las actividades relacionadas con las técnicas espaciales pasase a llamarse Subdirección General de Astronomía, Geofísica y Aplicaciones Espaciales.