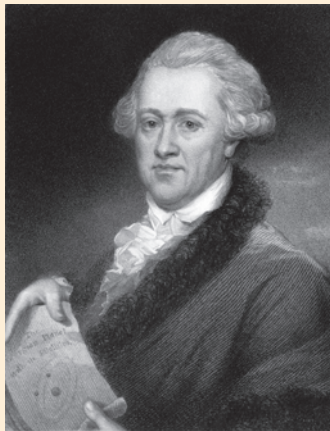
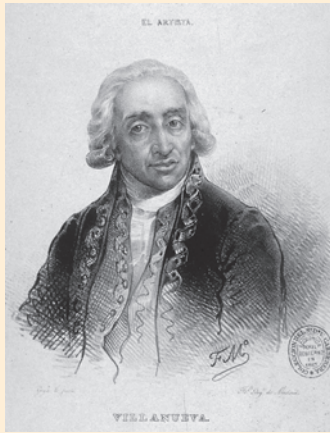

REAL

OBSERVATORIO

DE MADRID



Instituto Geográfico Nacional



Los orígenes del Real Observatorio de Madrid (ROM) se remontan al reinado de Carlos III quien, a propuesta del célebre marino y cosmógrafo Jorge Juan, ordenó su creación a finales del siglo XVIII (hacia 1785). Como principales misiones del Observatorio, su Real Orden de constitución (dictada en 1790, reinando ya Carlos IV) establecía la teoría y práctica de la astronomía, la geodesia, la geofísica y la cartografía, es decir, las propias de un observatorio de astronomía y ciencias de la Tierra, como lo eran la mayoría de los creados en aquella época. Y para llevar a cabo esas misiones, en 1796 se creó el Cuerpo de Ingenieros Cosmógrafos.

La construcción del edificio destinado a observatorio se encargó al más famoso arquitecto de la época, Juan de Villanueva, eligiéndose para su emplazamiento una colina conocida como Cerrillo de San Blas (por una pequeña ermita dedicada a ese santo), en lo que entonces eran las afueras de Madrid.

Como primeras provisiones, el Observatorio encargó al célebre astrónomo anglo-alemán, William Herschel, la construcción de un telescopio reflector de 25 pies (7,6 m) de distancia focal y espejo de 2 pies (61 cm) de diámetro, que sería considerado por Herschel como el mejor telescopio de cuantos construyó. Al mismo tiempo, personal del Observatorio fue enviado a distintos países europeos para el aprendizaje en la construcción de instrumentos y en la realización de observaciones. Desgraciadamente, la invasión napoleónica supuso la dispersión del personal del Observatorio y la destrucción de sus equipos (entre ellos, el telescopio de Herschel), biblioteca y edificaciones provisionales.

Brújula de inclinación magnética.



De arriba abajo, grabados de Carlos III, Juan de Villanueva y William Herschel.

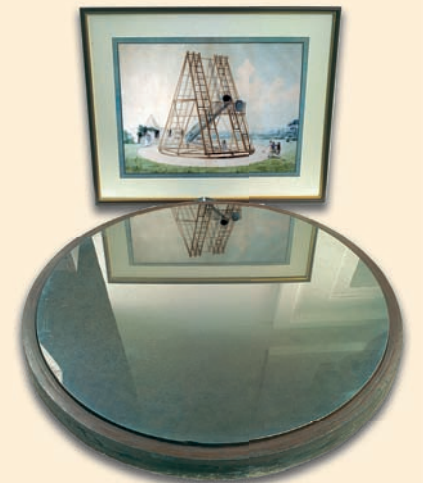
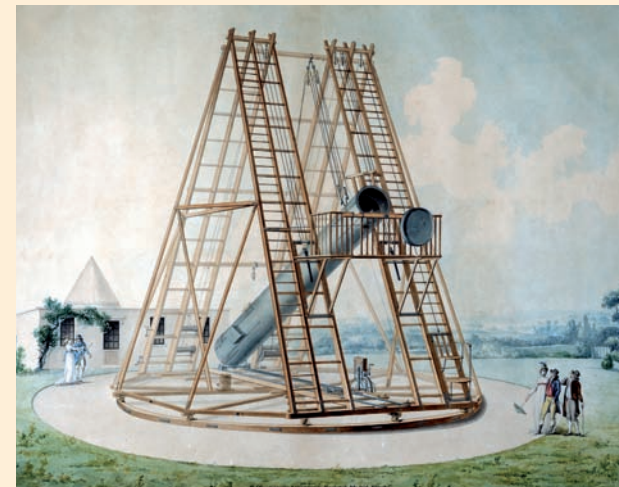
Las actividades se reanudaron en 1845, finalizándose la construcción del edificio "Villanueva" al año siguiente. En 1854 se instala el meridiano Repsold y en 1858 el anteojo ecuatorial Mertz, iniciándose una etapa de interesantes trabajos astronómicos, geodésicos y meteorológicos, así como la participación en campañas de cooperación internacional. En 1865, el Observatorio pasa a denominarse oficialmente como Observatorio Astronómico y Meteorológico de Madrid, ocupándose de dirigir la meteorología nacional hasta 1904, año en el que el Observatorio se integra en el Instituto Geográfico Nacional (IGN), y las actividades de meteorología (que habían estado a cargo del Observatorio desde su misma fundación, en 1790) pasan a depender directamente del IGN.

En ese año, 1904, el Observatorio se convierte en una de las secciones del IGN del que, en muchas misiones y actividades, había sido precursor y al que organizativamente había estado ligado desde la creación de este último en 1870 (el Observatorio era el encargado de realizar los trabajos de geodesia astronómica de apoyo a la cartografía). En esta época se adquieren varios instrumentos de precisión y se realizan importantes observaciones. En 1912 se instala el gran ecuatorial de Grubb.



Arriba, grabado del siglo XIX del edificio de Villanueva.

Abajo izquierda, acuarela del telescopio de Herschel. Abajo derecha, espejo original del mismo.



Referencias históricas

Tras el parón que supuso la guerra civil, el Observatorio conoce una nueva etapa de modernización y expansión en la década de los setenta. Es entonces cuando se crean la Estación de Observación de Calar Alto y el Centro Astronómico de Yebes.

La Estación de Calar Alto se constituye con las dependencias del IGN en el Centro Astronómico hispano-alemán de Calar Alto, situado a 2.168 m de altitud, en la Sierra de Filabres (Almería). En ella, el Observatorio tiene instalado un telescopio óptico-infrarrojo de 1,52 m de diámetro que, durante más de 30 años (desde su instalación, en 1976, hasta la puesta en marcha del telescopio de 10,2 m de diámetro del Instituto de Astrofísica de Canarias, en 2009), ha sido el telescopio español más grande y mejor equipado, con el que generaciones de astrónomos se han formado en esas técnicas de observación.

Como principal instalación del Observatorio, durante los primeros años setenta se creó el Centro Astronómico de Yebes (CAY) en la provincia de Guadalajara, a unos 80 km al nordeste de Madrid. En él se instalaron un astrógrafo doble (constituido por dos telescopios idénticos de 40 cm de apertura), con el que se han llevado a cabo observaciones de asteroides y cometas, y un telescopio solar de 15 cm de apertura, emplazado en una



Telescopio óptico-infrarrojo de 1,52 m de la Estación de Calar Alto.



Radiotelescopio de 14 m para ondas milimétricas del Observatorio de Yebes.

Vista del Observatorio de Yebes desde el radiotelescopio de 40 m.

Radiotelescopios de la Red Europea de VLBI.

torre solar de 8 m de altura. Pero el instrumento más importante que se instaló en el CAY fue el radiotelescopio de 13.7 m de diámetro para ondas milimétricas, con el que se ha llevado a cabo la labor pionera en nuestro país de desarrollo de una nueva técnica observacional: la radioastronomía. Desde su puesta en funcionamiento, en 1979, este radiotelescopio ha venido utilizándose tanto por astrónomos del IGN, como de otras instituciones nacionales y extranjeras, para observaciones de antena única y para observaciones de Interferometría de Muy Larga Base (VLBI) de interés astronómico y geodésico, en coordinación con otros grandes radiotelescopios europeos.



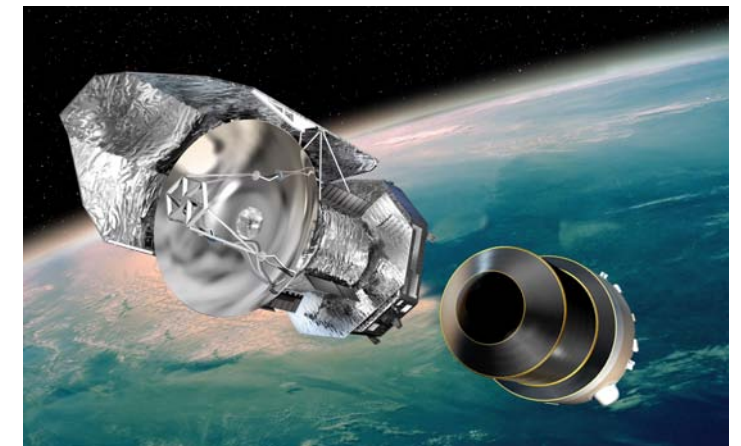
Astronomía

Durante las dos últimas décadas del siglo xx, el IGN, a través del Observatorio, ha participado en la creación y funcionamiento de instituciones astronómicas de carácter internacional como el Instituto hispano-franco-alemán de Radioastronomía Milimétrica (IRAM) o el Consorcio Europeo para la Interferometría de Muy Larga Base (EVN/JIVE), en los que se llevan a cabo las investigaciones científicas y desarrollos tecnológicos más punteros en astronomía y en sus aplicaciones a la geodesia y a la geofísica; campos, todos ellos, de una gran tradición e interés para el IGN.

Este desarrollo de la radioastronomía instrumental ha culminado, a comienzos del nuevo siglo (2005), con la construcción, instalación y puesta en funcionamiento del radiotelescopio de 40 m de diámetro del Observatorio de Yebes, capaz de trabajar a longitudes de onda milimétricas (frecuencias de hasta 100 GHz) y dotado de los receptores y equipos de registro y tratamiento de datos necesarios para la realización de observaciones como antena única y como elemento (radiotelescopio) de las redes europea y mundial de VLBI aplicada a la astronomía y a la geodesia.



Izquierda arriba, Pilares de la Creación (Nebulosa del Águila).
Izquierda abajo, interferómetro milimétrico de 6 antenas de 15 m del IRAM, en el Plateau de Bure (Alpes franceses).
Derecha arriba, radiotelescopio de 40 m para ondas milimétricas del Observatorio de Yebes.
Derecha abajo, Telescopio Espacial FIRST-Herschel de la Agencia Espacial Europea para observaciones submilimétricas y del infrarrojo lejano. Lleva instalados componentes construidos en el Observatorio de Yebes.



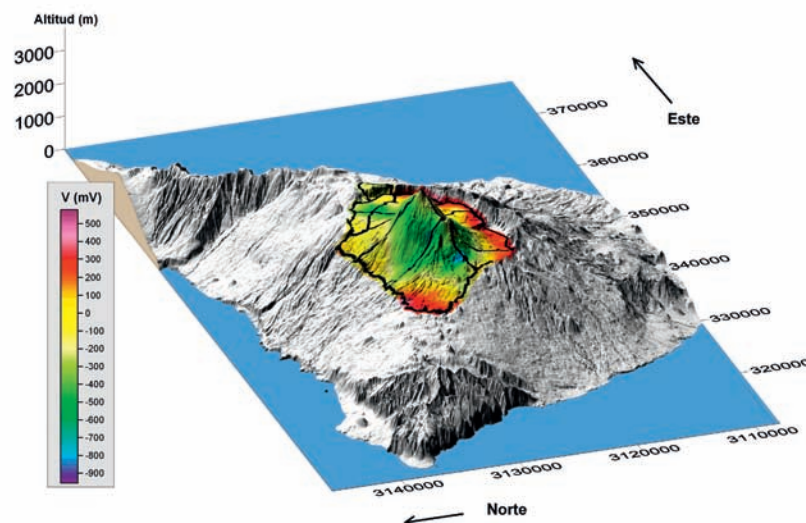
También se han llevado a cabo desarrollos de instrumentación para telescopios espaciales, como el telescopio para emisiones del infrarrojo lejano FIRST-Herschel, que han permitido a los astrónomos del IGN realizar observaciones de una extraordinaria calidad e interés en el estudio de los procesos físico-químicos que tienen lugar en las regiones de formación estelar donde, asimismo, se forman los nuevos sistemas planetarios.

Astronomía



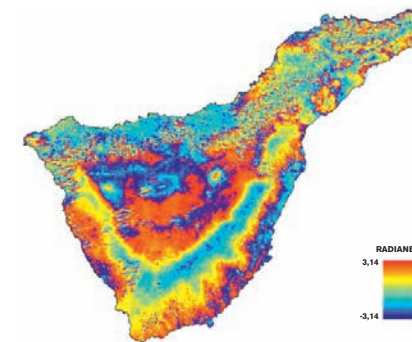
Vista del Teide (Tenerife). En este volcán se concentran las instalaciones geodésicas, sísmicas, geofísicas y geoquímicas del sistema de vigilancia volcánica del Instituto Geográfico Nacional en Canarias.

Durante la segunda mitad del siglo xx, el espectacular desarrollo de la Ciencia y de la Técnica ha traído, como una de sus consecuencias, la imbricación de muchas de sus ramas que años atrás se habían separado de un tronco común (por ejemplo, actualmente la más precisa información sobre la forma y movimientos del núcleo sólido de la Tierra se obtiene por observaciones VLBI de cuásares, que son los objetos más lejanos del Universo). Esta es la razón por la que han vuelto a crearse instituciones multidisciplinares dedicadas a ciencias afines o relacionadas. En línea con este proceso, el ROM ha vuelto a recuperar el carácter de institución multidisciplinar con el que fue creado y, en la actualidad, acoge las sedes centrales del Observatorio Astronómico Nacional (OAN) y del Observatorio Geofísico Central (OGC).



Cartografía geoelectrica (potencial espontáneo) de las Cañadas del Teide realizada por personal del Observatorio Geofísico Central para el estudio de la estructura y del sistema hidrotermal del complejo volcánico Teide-Pico Viejo.

A través de este último, se llevan a cabo trabajos científicos y técnicos en áreas de la geodesia y de la geofísica tales como la gravimetría, los sistemas de posicionamiento global (GPS, GLONASS,...), el radar de Interferometría de síntesis de apertura (InSAR), la sismología, el geomagnetismo o la geoelectricidad. Estos trabajos tienen como objetivo la realización de estudios y proyectos de investigación y de tareas de servicio en campos como la volcanología (vigilancia y alerta de la actividad volcánica), la geodinámica (tectónica de placas, georreferenciación), o el cambio climático (variación del nivel medio de los océanos). Además de con las instalaciones y medios de su sede en el ROM, para la realización de esas actividades el OGC cuenta con los medios instrumentales y humanos del Observatorio de Yebes (en Guadalajara), del Observatorio Geofísico de Toledo y del Observatorio de San Pablo de los Montes (en Toledo) y del Centro Geofísico de Canarias y del Observatorio de Güímar (en Tenerife).



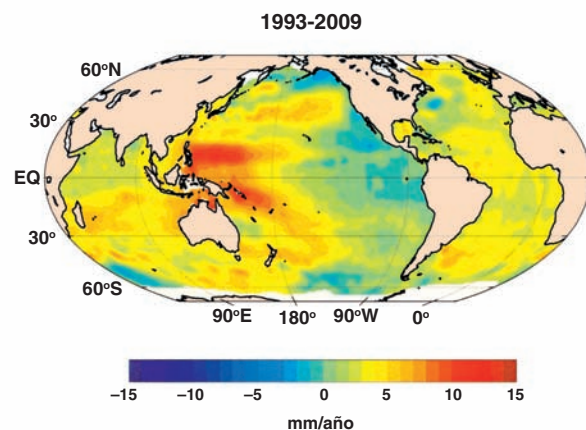
Arriba, interferograma de deformaciones del terreno de Tenerife (Teide) obtenido mediante las técnicas InSAR. Datos procesados por personal del Observatorio Geofísico Central. Abajo, erupción del Teneguía (La Palma) de 1971.



Ciencias de la Tierra



Sala de control del sistema de vigilancia volcánica en el ROM.



Las observaciones de VLBI geodésico llevadas a cabo en el Observatorio de Yebes –primero con el radiotelescopio de 13,7m y, en la actualidad, con el nuevo radiotelescopio de 40 m– han contribuido notablemente a la determinación y estudio de los movimientos de las placas tectónicas en que está fracturada la corteza terrestre y, con ello, al esclarecimiento de problemas geofísicos como la generación de terremotos, y a la prestación de servicios geodésicos a escala global como la realización periódica de los Marcos Internacionales de Referencia Terrestre (ITRF). Este tipo de observaciones han convertido al Observatorio de Yebes en la estación geodésica fundamental de España que conecta la red geodésica global con las redes geodésicas regionales y locales de nuestro país. Como complemento de esas actividades, en 2010 se ha instalado y puesto en marcha un Pabellón de Gravimetría dotado de la más potente instrumentación actual en ese campo (gravímetro absoluto FG5 y gravímetro superconductor) con los que, formando parte de redes mundiales de este tipo de instalaciones, se estudian las mareas terrestres (levantamientos de la corteza debidas a la atracción gravitatoria de la Luna y del Sol) y los movimientos de masas a escala global.

Arriba, movimientos de las placas tectónicas determinados por las técnicas de VLBI.
Abajo, representación de las variaciones del nivel medio de los océanos (en mm/año) durante el periodo 1993-2009.

En el Observatorio Geofísico de Toledo (desde el que se opera y gestiona el Observatorio geomagnético y sismológico de San Pablo de los Montes) se ha instalado y puesto en servicio recientemente el Archivo Nacional de Datos Geodésicos y Geofísicos en el que se conservan y ponen a disposición de la comunidad científica nacional los datos mareográficos, sísmicos, geomagnéticos,... etc. que se han venido registrando –en algunos casos desde el siglo XIX– en las correspondientes estaciones de medida del IGN y de otros centros españoles dedicados a la geodesia y la geofísica.

En lo que se refiere al Centro Geofísico de Canarias (que opera y gestiona el Observatorio geomagnético de Güímar) es el centro desde el que, de forma conjunta y coordinada con el personal e instalaciones del OGC en el ROM, se operan, mantienen y desarrollan las redes geodésicas, sísmicas, geofísicas y geoquímicas que constituyen el sistema de vigilancia volcánica de Canarias y se llevan a cabo estudios y trabajos de investigación que tienen como objetivo el logro de un mejor conocimiento del volcanismo de esa zona.



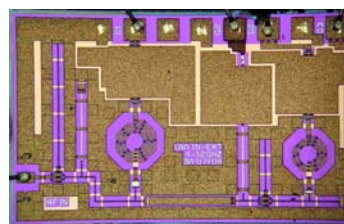
Arriba, Pabellón de Gravimetría del Observatorio de Yebes.
Centro, vista del interior con el gravímetro absoluto FG5 (primer plano) y el gravímetro superconductor GWR (fondo).
Abajo, Archivo Nacional de Datos Geodésicos y Geofísicos en el Observatorio Geofísico de Toledo.



Como se ha visto, el CAY ha devenido en un observatorio espacial en el que se encuentran instalados instrumentos que van desde grandes radiotelescopios a gravímetros superconductores, con los que se realizan observaciones y medidas astronómicas, geodésicas y geofísicas, y en el que, en la mejor tradición del ROM, se llevan a cabo desarrollos tecnológicos y de diseño y construcción de equipos e infraestructuras para instrumentos basados en Tierra o embarcados en vehículos espaciales.

Para llevar a cabo esas tareas, el Observatorio de Yebes cuenta con los más modernos laboratorios y talleres de electrónica, microondas, criogenia, electroquímica y mecánica de precisión, siendo la sede del Centro de Desarrollos Tecnológicos (CDT) del IGN.

Con estas magníficas instalaciones, el personal técnico del CDT (en su gran mayoría, ingenieros de telecomunicación y físicos electrónicos) llevan a cabo desarrollos tecnológicos en los campos de las microondas (amplificadores criogénicos de muy bajo ruido, componentes en guías de onda, ...), los grandes radiotelescopios (técnicas holográficas de medida y ajuste de superficies colectoras, sistemas de control y toma de datos,...), los sistemas de radiación (diseño y construcción de antenas focales, sistemas cuasi-ópticos,...) y los receptores criogénicos a longitudes de onda centimétricas y milimétricas (front-ends y back-ends).

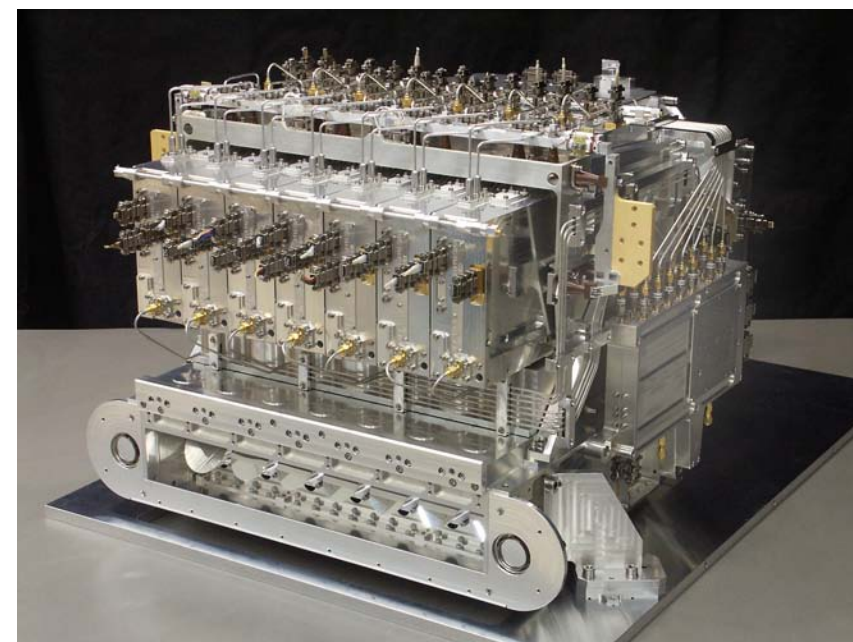


Prototipo de amplificador criogénico (abajo) que incorpora circuito integrado MMIC de AsGa metamórfico (arriba), diseñado y construido en el Centro de Desarrollos Tecnológicos del Observatorio de Yebes.

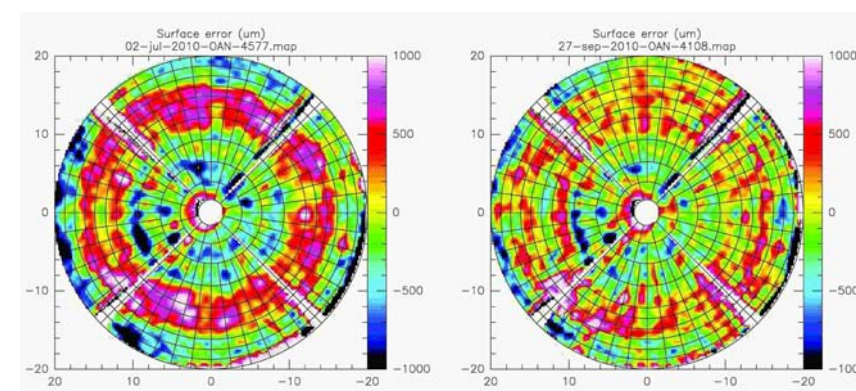


Sala de receptores del radiotelescopio de 40 m. Los receptores, diseñados y construidos en el Centro de Desarrollos Tecnológicos, cubren la banda de 2 a 120 GHz.

Instrumento HIFI del Telescopio Espacial FIRST-Herschel que lleva instalados amplificadores de muy bajo ruido (LNA), diseñados y construidos en el Centro de Desarrollos Tecnológicos del Observatorio de Yebes.



Este personal es, asimismo, el encargado de la instalación, mantenimiento y desarrollo de toda la instrumentación científica del IGN con la que se llevan a cabo las observaciones y medidas astronómicas, geodésicas y geofísicas, así como de las infraestructuras electrotécnicas, informáticas y de comunicaciones que les sirven de apoyo.



Medidas de las deformaciones de la superficie colectora del radiotelescopio de 40 m realizadas utilizando técnicas holográficas desarrolladas en el Observatorio de Yebes.

Instrumentación

Por otra parte, durante los últimos 20 años, el ROM ha dedicado un gran esfuerzo de personal y medios para la conservación y promoción de su valioso patrimonio arquitectónico y de su instrumentación histórica. A ese fin, se han llevado a cabo actuaciones como la restauración de la sala del círculo meridiano (con su telescopio y relojes antiguos) y de la biblioteca del edificio Villanueva, así como la instalación en el mismo de un péndulo de Foucault; la reconstrucción del telescopio de Herschel de 25 pies, para el que se ha construido el pabellón correspondiente; y, recientemente, la construcción e instalación de la Sala de Ciencias de la Tierra y del Universo (inaugurada en enero de 2010), donde se muestra la valiosa colección de instrumentos antiguos del Observatorio, y del conjunto del IGN, acumulados en sus ya más de 220 años de historia.

Asimismo, el personal científico del ROM imparte regularmente conferencias divulgativas, tanto dentro como fuera de sus dependencias, y publica artículos de ese carácter en libros y revistas de edición propia y ajena. Algunos de estos artículos forman parte del Anuario del Real Observatorio de Madrid, libro de efemérides astronómicas que viene publicándose desde el año 1859.

Con todas estas actividades, el IGN contribuye a la importante labor de difusión de la Ciencia en nuestra sociedad.



Interior del edificio Villanueva.
Arriba, biblioteca.
Abajo izquierda, sala de círculo meridiano y relojes.
Abajo derecha, péndulo de Foucault.



A la derecha, Sala de Ciencias de la Tierra y del Universo con imágenes de su interior.
Abajo, imagen del pabellón que alberga la reconstrucción del Telescopio de Herschel de 25 pies y detalle del mismo.



Actividades culturales

