

Subdirección General de Astronomía y Geodesia



GEODESIA	4
Técnicas geodésicas	6
Proyectos	10
ASTRONOMÍA	12
Infraestructuras	14

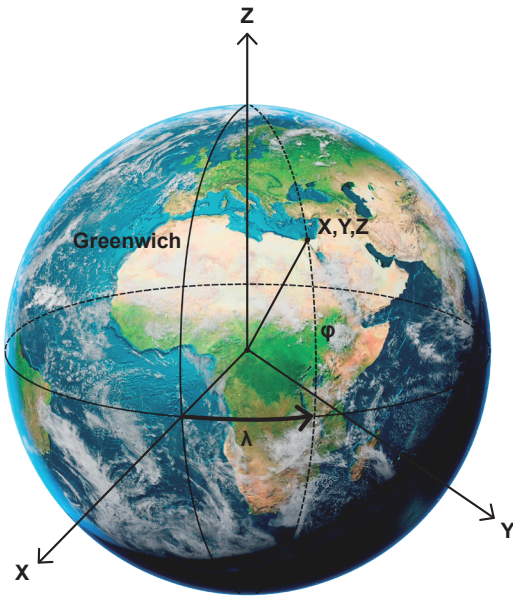


*La Subdirección General de Astronomía y Geodesia tiene como misión mantener el sistema de referencia geodésico español, contribuir a las redes geodésicas internacionales, fomentar y mantener infraestructuras para el desarrollo de la radioastronomía y poner a disposición pública la **información astronómica** oficial en España.*



GEODESIA

La geodesia proporciona las infraestructuras, los procedimientos y los datos necesarios para el geoposicionamiento. Es la base para los servicios que nos permiten navegar de un sitio a otro, para determinar las coordenadas de los satélites y para establecer sus referencias. En el Instituto Geográfico Nacional (IGN) la información geodésica es responsabilidad de la Red de Infraestructuras Geodésicas.



El IGN es el encargado de mantener el sistema de referencia geodésico español, regulado mediante el Real Decreto 1071/2007.

Las redes geodésicas son la base elemental de la información geográfica de referencia, que asegura mapas precisos e información catastral y el origen de altitudes. También permiten integrar la información geográfica y de la cartografía oficial española con la de otros países europeos (Ley 14/2010).



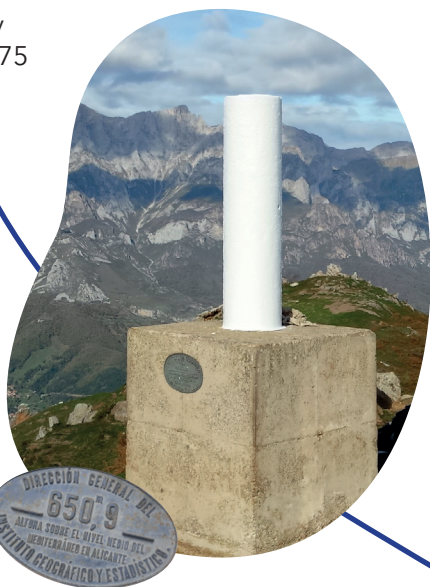
España, principalmente a través del IGN, dispone de infraestructuras geodésicas de nivelación, gravimétricas, Sistemas de Navegación por Satélite (GNSS), Interferometría de Muy Larga Línea de Base (VLBI) y Telemetría Láser a Satélites (SLR) que aportan datos a los organismos internacionales. Las infraestructuras geodésicas nos permiten determinar altitudes, posiciones, gravedad y parámetros geodésicos globales de la Tierra, como la inclinación de su eje de rotación o la longitud del día, necesarios todos ellos para la construcción de los marcos de referencia y sistemas de coordenadas. La monitorización de estos parámetros a nivel global mediante Sistema Global de Observación Geodésica (GGOS), una red de estaciones geodésicas distribuidas en la Tierra, es imprescindible para obtener conclusiones sobre fenómenos de cambio global como la subida del nivel medio del mar.



Las redes de vértices geodésicos



Antes de la irrupción de los métodos de geodesia espacial, la georreferenciación se hacía apoyándose en puntos con coordenadas conocidas con precisión o vértices geodésicos. La red de vértices geodésicos está actualmente dividida en la Red de Orden Inferior (ROI) y la Red Geodésica Nacional por Técnicas Espaciales (REGENTE). ROI está compuesta por unos 11 000 vértices geodésicos observados en su mayoría mediante triangulación geodésica y REGENTE la componen unos 1 100 vértices, aproximadamente uno por cada hoja del MTN50, observados por técnicas espaciales. Ambas redes abarcan todo el territorio peninsular y las islas, y están monumentadas generalmente por una base prismática de hormigón de altura variable sobre la que se alza un pilar cilíndrico de hormigón armado de 1,20 m de alto. Todas estas señales están protegidas por la Ley de Señales Geodésicas y Geofísicas (Ley 11/1975 y RD 2421/1978).

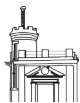


Nivelación de Alta Precisión: REDNAP



Esta técnica disemina el marco de referencia altimétrico o altitud por todo el territorio desde el punto origen del nivel medio del Mediterráneo en Alicante. La Red Española de Nivelación de Alta Precisión (REDNAP), que materializa el sistema de altitudes en España, consta de unas 30 000 señales con valores de altitud y gravedad, formando líneas a lo largo de vías de comunicación.

Mareógrafos



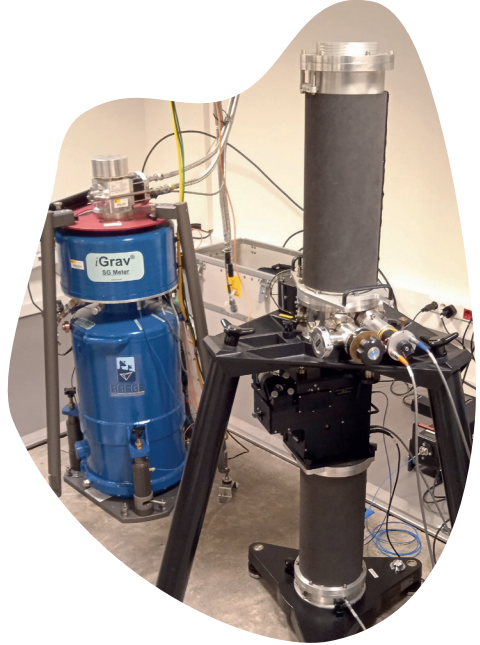
El Instituto Geográfico Nacional lleva más de 150 años registrando y analizando el nivel del mar en las costas españolas. Las series de datos que posee son de un enorme valor para el estudio del cambio climático y la evolución de las dinámicas oceánicas. Además, es el responsable de establecer los orígenes de altitudes oficiales, tanto de la España Peninsular como del resto de islas y territorios.



Gravedad



La gravedad es un parámetro fundamental para la medida de la altitud y la determinación de la forma de la Tierra. La Red Española de Gravimetría Absoluta (REGA), con unos 100 puntos repartidos por toda la geografía española con valores de gravedad, constituye la base de esta medida en el país, necesaria para el cálculo de altitudes y otras muchas aplicaciones geodésicas y geofísicas.



GNSS



Los Sistemas de Navegación por Satélite (GNSS) constituyen la fuente principal de posicionamiento actualmente y, por tanto, la técnica ampliamente utilizada para obtener coordenadas precisas. La Red de Estaciones de Referencia GNSS es una red con observación continua. Materializa el sistema de referencia en España a nivel de los usuarios. Consta de unas 130 estaciones repartidas uniformemente por todo el territorio nacional; muchas de estas estaciones están integradas en redes internacionales.



VLBI



La Interferometría de Muy Larga Línea de Base (VLBI) se basa en la observación simultánea de fuentes extragalácticas, como cuásares, mediante radiotelescopios distribuidos por todo el planeta. Estas señales nos permiten conocer con gran precisión cómo rota la Tierra y cuál es su posición exacta en el espacio. Desde el Centro de Análisis del IGN se procesan operativamente sesiones VLBI contribuyendo activamente a la actualización del Marco de Referencia Terrestre Internacional (ITRF). Además, se investiga cómo mejorar la precisión de los Parámetros de Orientación Terrestre (EOPs).



SLR



La Telemetría Láser a Satélites (SLR) consiste en el seguimiento de satélites por láser desde estaciones terrestres. Las observaciones permiten determinar con precisión las órbitas de los satélites, las posiciones de las estaciones, la orientación de la Tierra y su campo gravitatorio. Contribuye así a la realización del marco de referencia terrestre. El IGN opera una moderna estación de SLR en el Observatorio de Yebes.



Servicio de Posicionamiento en Tiempo Real **SPTR**

GNSS ESPAÑA

El Servicio de Posicionamiento en Tiempo Real (SPTR) provee a los usuarios un servicio para el posicionamiento preciso en múltiples ámbitos profesionales: topografía, ingeniería civil, catastro, navegación, agricultura de precisión, guiado automático de vehículos, etc. Cuenta con casi 20 000 usuarios registrados y constituye un servicio esencial y práctico de la geodesia.

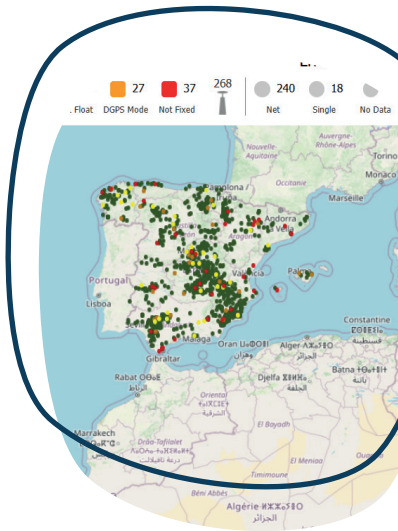


Gracias a este servicio, miles de profesionales de distinto ámbito lo utilizan cada día obteniendo una precisión centimétrica en su posición a partir de correcciones que se envían desde los servidores del IGN. Participan unas 270 estaciones GNSS en el servicio, tanto del IGN como de las Comunidades Autónomas.

Centro de Análisis



El IGN aporta datos y productos geodésicos a la comunidad científica y colabora en la formación de los marcos internacionales de referencia. Así, el IGN es Centro de Análisis del Servicio Internacional de VLBI, de la red Europea EUREF de GNSS o Centro de Análisis Asociado del Servicio Internacional de SLR.



GGOS IberAtlantic



España y Portugal constituyen la filial GGOS IberAtlantic, que coordina las actividades geodésicas en la región. Constituye un foro de discusión para la mejora de la calidad de las observaciones geodésicas espaciales y fomenta el trabajo colaborativo con otras agencias.

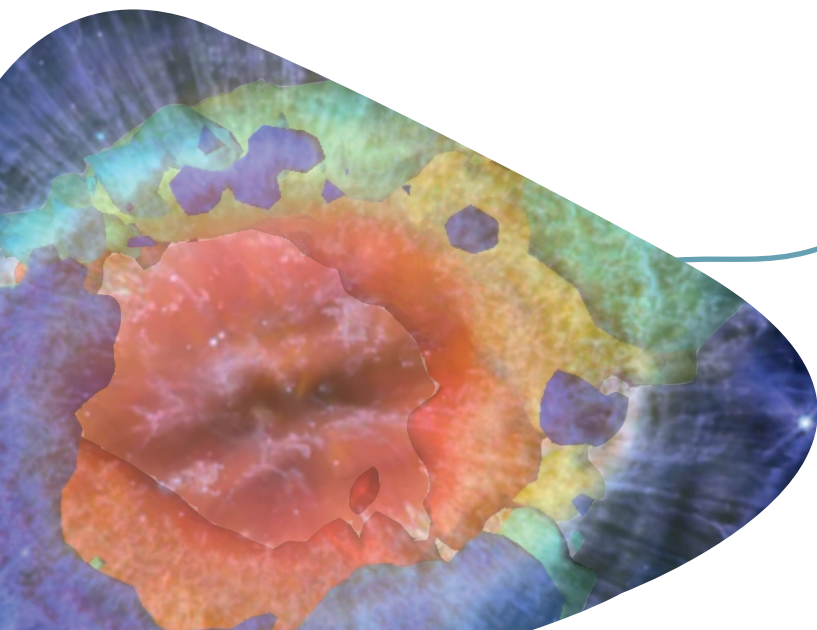
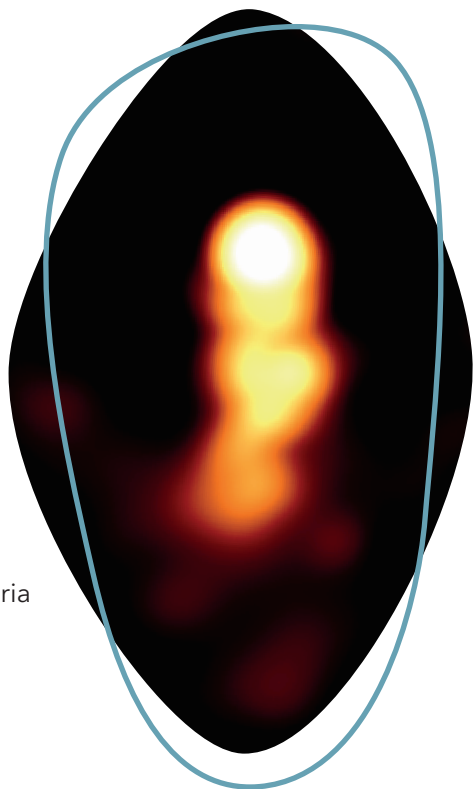
United Nations GGCE



El IGN es *partner* del Centro Mundial de Excelencia en Geodesia de las Naciones Unidas (UN GGCE) desde 2024, la organización que asiste a los estados miembros de la ONU para mantener y mejorar el marco de referencia global para un desarrollo sostenible.

Astronomía

El IGN dispone de infraestructuras (radiotelescopios) y desarrolla técnicas especialmente dedicadas a la observación e investigación radioastronómica. La radioastronomía es una rama de la astronomía que estudia el Universo mediante ondas de radio. Las ondas de radio permiten estudiar la química del Universo, el nacimiento y evolución de las estrellas, los agujeros negros y los chorros de materia que emergen de sus inmediaciones, las galaxias activas e incluso se pueden utilizar para estudios astrométricos que permiten comprender la dinámica y la estructura de nuestra galaxia.



Información Astronómica Oficial



El IGN es responsable de la información oficial en astronomía. La información astronómica es un servicio público que incluye datos sobre eventos astronómicos que son de interés social o afectan a la seguridad. También se incluyen eventos que pueden provocar una atención singular de la sociedad, como pueden ser los eclipses o las lluvias de meteoros.



Investigación Astronómica



El Observatorio Astronómico Nacional es el centro de investigación de referencia en el campo de la radioastronomía. La formación y evolución estelar, la astroquímica y los estudios del medio interestelar en la Vía Láctea y en galaxias externas son algunos de los temas de investigación prioritarios de los astrónomos del centro que hacen uso de los mejores radiotelescopios e interferómetros.

Real Observatorio de Madrid



El IGN mantiene un importante patrimonio científico-histórico, que testifica su papel clave en el desarrollo de la astronomía en España. El Real Observatorio Astronómico de Madrid, fundado en 1790, se sitúa en el madrileño parque del Retiro. El observatorio posee una serie de edificios de gran valor arquitectónico, entre los que destaca el pabellón “Villanueva”, uno de los más interesantes exponentes de la arquitectura neoclásica española, clasificado como Bien de Interés Cultural, con categoría de monumento. Otros edificios notables son el pabellón que alberga la reconstrucción del gran telescopio de 8 metros de *Herschel* y el museo donde se exhibe una importante colección de instrumentos científicos.

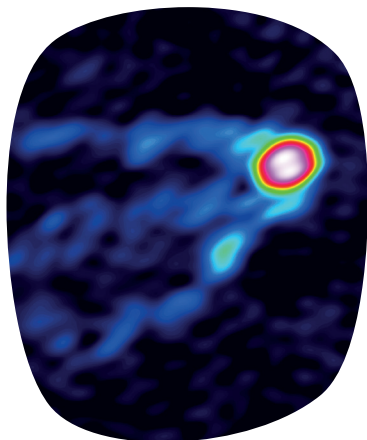
El observatorio forma parte del madrileño “Paisaje de la Luz”, declarado Patrimonio Mundial de la UNESCO.





Fundado en 1979 por el CNRS (Francia), la MPG (Alemania) y el IGN (España) como miembro asociado desde 1990, el Instituto de Radioastronomía Milimétrica es el referente europeo en radioastronomía de ondas milimétricas. Opera dos de los instrumentos de observación más avanzados del mundo:

- Un radiotelescopio de 30 metros de diámetro en el Pico Veleta (Granada).
- El interferómetro NOEMA, situado en el Plateau de Bure (Alpes franceses).



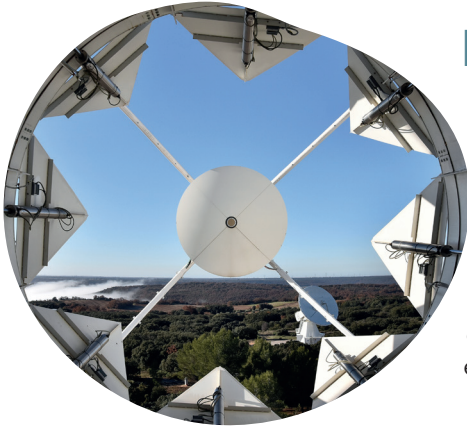
EVN Y JIVE



El IGN es miembro de la EVN desde 1990 y del JIVE desde su fundación en 1998.

La Red Europea de VLBI (EVN), compuesta por diversos radiotelescopios a longitudes de onda centimétricas, ofrece una resolución angular sin precedentes.

Por su parte, el JIVE (Instituto Conjunto para VLBI en Europa) es la infraestructura de investigación que brinda el soporte fundamental para el procesamiento de los datos de la EVN.



La ICTS del Observatorio de Yebes



El Observatorio de Yebes (OY) es una Infraestructura Científica y Técnica Singular (ICTS) española. Su instrumento principal es el radiotelescopio de 40 metros, dedicado al estudio del universo en el rango de 2 a 90 GHz.

Un observatorio radioastronómico

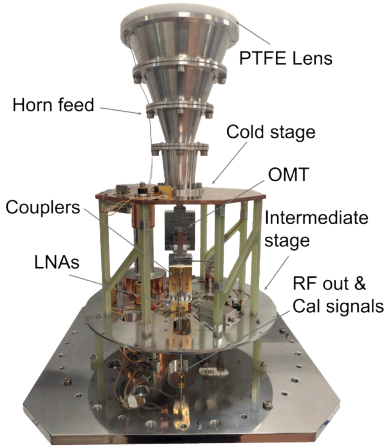
El radiotelescopio opera tanto en modalidad de antena única *Single Dish* como integrado en redes interferométricas (VLBI, EVN, GMVA e IVS).

Entre sus hitos científicos destacan el descubrimiento de cerca del 30% de todas las moléculas interestelares conocidas y su participación en la obtención de la primera imagen del agujero negro M87 (a 86 GHz).

El Observatorio de Yebes dispone de un pabellón dedicado exclusivamente a la divulgación científica. Su aula de astronomía cuenta con diversos recursos didácticos, incluyendo talleres científicos y un planetario digital. También ofrece programas de prácticas curriculares para estudiantes.

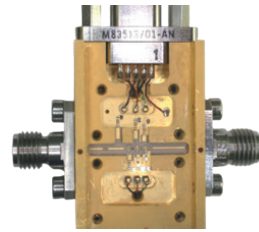


Centro de Desarrollos Tecnológicos



El Observatorio de Yebes es un centro de desarrollo tecnológico de prestigio mundial. En sus 35 años de trayectoria, ha diseñado y construido la totalidad de los receptores para sus propios instrumentos, ha fabricado y exportado más de mil componentes de radiofrecuencia para proyectos internacionales de primer nivel, como el interferómetro ALMA en Chile, la misión espacial *Herschel*, o la red de radiotelescopios del Sistema de Observación Geodésico Global (GGOS).

Para ello cuenta con laboratorios de última generación, una sala blanca ISO 10000, laboratorio de electroquímica, sistemas de metrología, cámara anecoica y un taller de precisión.



Estación Geodésica Fundamental



El Observatorio de Yebes ostenta la categoría de Estación Geodésica Fundamental dentro de GGOS.

Cuenta con tres técnicas de geodesia espacial:

1. Radiotelescopio de 13 metros.
2. Tres estaciones GNSS.
3. Telescopio SLR *Satellite Laser Ranging*.
4. Un pabellón con gravímetros absolutos y relativos (incluyendo uno superconductor).



RAEGE RAEGE, Az

La «Red Atlántica de Estaciones Geodinámicas y Espaciales» surge en 2010 con un Memorando de Entendimiento entre el Gobierno Regional de las Azores y el Instituto Geográfico Nacional para establecer una red de Estaciones Geodésicas Espaciales compatibles con GGOS. El proyecto aspira a construir, instalar y operar cuatro estaciones geodésicas fundamentales: – Dos en España (Yebes y Gran Canaria). – Dos en las Azores (Santa María y Flores). Los sitios RAEGE están ubicados en tres placas tectónicas diferentes: euroasiática, América del Norte y Nubia. Debido a la geometría de la red y la ubicación de los sitios, el foco de estudio se centra en la región del Atlántico Norte, lo que permite, por ejemplo, un seguimiento y evaluación cercanos de la geodinámica de estas placas tectónicas.



Cada sitio RAEGE está equipado con al menos un radiotelescopio VGOS (Sistema de Observación Global VLBI), una estación GNSS permanente, un gravímetro superconductor, un reloj atómico y un sismógrafo/acelerógrafo. El Observatorio de Yeves también cuenta con una instalación SLR. Estas infraestructuras y sus observaciones permitirán monitorear los cambios en la forma, rotación y distribución de masa de la Tierra, proporcionando el marco de referencia geodésico global para medir e interpretar procesos de cambio global como el cambio climático o estimaciones del nivel del mar, entre otros. RAEGE es también la respuesta hispano-portuguesa a la Resolución 69/266 de las Naciones Unidas que llama a los estados miembros a contribuir a "Un marco de referencia geodésico global para el desarrollo sostenible", el denominado Marco de Referencia Global (GGRF).





Sedes

- **Instituto Geográfico Nacional:** C/ General Ibáñez de Ibero, 3
28003 Madrid
- **Observatorio de Yebes:** Cerro De La Palera, S/n,
19141, Yebes Guadalajara
- **Real Observatorio de Madrid:** C. de Alfonso XII, 3, Retiro,
28014 Madrid
- **Observatorio Astronómico Nacional:** C. Escultor Claudio, 6A,
28805 Alcalá de Henares, Madrid



@ignspain

Síguenos en nuestras redes sociales

astrogeo@transportes.gob.es