

Instituto Geográfico Nacional Memoria de Actividades 2019



MEMORIA DE ACTIVIDADES

Instituto
Geográfico
Nacional 2019



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

INSTITUTO
GEOGRÁFICO
NACIONAL



Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:

<https://cpage.mpr.gob.es>

4



Edita:

© Centro Nacional de Información Geográfica 2020

Autor:

© Dirección General del Instituto Geográfico Nacional

Diseño y maquetación: Dirección General del Instituto Geográfico Nacional

NIPO DIGITAL: 798-20-072-7

DOI: 10.7419/162.37.2020



Índice

PRESENTACIÓN	7
1. EL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL	9
Introducción	9
Naturaleza jurídica, organigrama y competencias	11
Principal normativa aplicable	21
Recursos humanos, financieros y materiales	22
2. PLAN ESTRATÉGICO	37
El Plan Estratégico del Ministerio de Fomento	37
Programas de actuación del IGN-CNIG en el Plan Estratégico de Fomento	38
• Plan de I+D+I en ciencias de la Tierra y el espacio y de vigilancia y alerta sísmica y volcánica	40
• Producción, actualización y mejora de la información geográfica y la cartografía oficial	77
• Gestión de la infraestructura de información geográfica de España, asegurando la normalización y difusión de la información geográfica oficial y los servicios basados en ella	84
• Coordinación de la actuación pública en el ámbito de la información geográfica a través de los mecanismos previstos en el Consejo Superior Geográfico y en el Sistema Cartográfico Nacional	90
3. RELACIONES INSTITUCIONALES	97
Actividades formativas	97
Actividad internacional	102
Congresos, conferencias y reuniones, nacionales e internacionales	115
Convenios	130
Artículos y publicaciones científicas, e informes técnicos	133





4. DIFUSIÓN Y COMUNICACIÓN	149
Geoportales <i>web</i>	149
Canales de difusión	165
Servicio de información y atención al público	167
Reconocimientos públicos	171
Producción editorial	173
Biblioteca, cartoteca y archivo topográfico	176





Presentación

Un año más, el Instituto Geográfico Nacional (IGN) publica con satisfacción su Memoria de actividades para dejar constancia de los trabajos que la institución ha desarrollado durante el ejercicio anual y los hitos y objetivos conseguidos como consecuencia de dichos trabajos, así como para dar a conocer sus recursos físicos y humanos, y sus compromisos más importantes ante la sociedad.

El IGN, junto a su organismo autónomo Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG), se ha posicionado a lo largo de los años como una gran institución de la Administración General del Estado cuya misión es aportar a las administraciones públicas y a los ciudadanos información, productos, servicios, infraestructuras y generación de conocimiento en el ámbito de la ciencias e ingeniería geográficas.

Su actividad en disciplinas tan diversas como la astronomía, la geofísica, la geodesia, la observación del territorio, la cartografía y la producción y difusión de información geográfica se desarrolla también, en gran medida, en cooperación con otras instituciones públicas bajo el marco del Sistema Cartográfico Nacional, marco normativo mediante el que nuestro país vehicula la colaboración entre administraciones públicas en el ámbito de la cartografía y la información geográfica.

En 2019 nuevamente han sido numerosos y relevantes los logros conseguidos, así como los acontecimientos celebrados. Conscientes de que no es tarea fácil, hemos intentado recogerlos de forma resumida en este documento convencidos de que suscitarán el interés y agrado del lector.

Aprovecho estas palabras de presentación para, a continuación, relacionar algunos de ellos que, sin pretensión de erigirlos en representativos, sí muestran la peculiaridad de algunas novedades respecto a los hitos conseguidos en años anteriores:

Se diseñó y desplegó en la sede central del IGN la exposición «Los mapas y la primera vuelta al mundo. La expedición de Magallanes y Elcano», en conmemoración del V centenario del comienzo de la primera circunnavegación de la Tierra.

Se finalizaron los trabajos de sincronización (integración y armonización) de la Base Topográfica Nacional *BTN25* con la información catastral producida por la Dirección General del Catastro, aportando una vinculación esencial de la Base con la información de parcelas catastrales, consumando así un nuevo marco esencial de interoperabilidad y cooperación entre el IGN y el Catastro.





Se desarrolló la nueva web de Recursos Educativos del IGN, *Educa IGN*, cumpliendo una importante misión de su organismo autónomo, el CNIG, sobre la formación y capacitación en materia cartográfica y geográfica y la difusión del conocimiento cartográfico en la sociedad.

Su Majestad el Rey Felipe VI entregó el Premio 2018 de Comunicación que otorga la Sociedad Geográfica Española al Director General del IGN por el Atlas Nacional de España, destacando su labor en la difusión de la geografía y del conocimiento del planeta.

Se participó en la observación simultánea y coordinada de radiotelescopios de todo el mundo para obtener la primera fotografía de un agujero negro, mediante el radiotelescopio de 30 metros de diámetro ubicado en Sierra Nevada del Instituto de Radioastronomía Milimétrica (IRAM), del que es socio el IGN junto al CNRS francés y la alemana Max Planck Gesellschaft.

Se celebró en el salón de actos del IGN el Día Mundial de la Metrología (y de entrada en vigor de una importante revisión del Sistema Internacional de Unidades) mediante la presentación, presidida por el Subsecretario de Fomento, de la nueva edición ampliada y mejorada de un histórico libro manuscrito del fundador del IGN, D. Carlos Ibáñez e Ibáñez de Ibero, sobre los prototipos internacionales y la oficina internacional de Pesas y Medidas.

El Observatorio Astronómico Nacional recibió una mención honorífica otorgada por el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales por su trayectoria humanística, social y cultural, reconociéndolo como un centro puntero en investigación que contribuye de manera sobresaliente al estudio del universo.

El Subsecretario de Fomento y el Presidente del Fondo Español de Garantía Agraria (FEGA) suscribieron un nuevo convenio trianual de la colaboración entre el IGN y el FEGA para la obtención de una nueva y completa cobertura de España mediante ortofotografías aéreas de alta resolución, en el marco del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA), de enorme utilidad para todas las administraciones públicas y para la sociedad en general.

Se patrocinó el primer Congreso del Espacio, celebrado en Madrid, para dar a conocer las capacidades del sector en España y los logros alcanzados, en el que el IGN tuvo una destacada participación.

Se participó activamente en los eventos y difusión de la cumbre sobre el cambio climático COP25, celebrada en Madrid, destacando el diseño y coordinación de una exposición sobre la contribución del Ministerio de Fomento para monitorizar y paliar los efectos del cambio climático, y la organización de la mesa redonda «Copernicus Land: La mirada de Europa sobre el medio terrestre», sobre el programa de la Unión Europea para observación de la Tierra *Copernicus*.

Finalizo agradeciendo y destacando a los auténticos protagonistas de esta memoria, sin quienes ésta no habría tenido sentido: los recursos humanos del IGN y del CNIG, que afrontaron los retos de superación exigidos día a día para lograr los nuevos objetivos junto, este año, a los preparativos de una ilusionante efeméride en ciernes de acontecer: el 150º aniversario de la creación del Instituto Geográfico Nacional en 1870.

Lorenzo García Asensio
Director General del Instituto Geográfico Nacional
Presidente del Centro Nacional de Información Geográfica





El Instituto Geográfico Nacional

INTRODUCCIÓN

El 12 de septiembre de 1870 se crea el Instituto Geográfico, dependiente administrativamente de la Dirección de Estadística del Ministerio de Fomento, pero con plena libertad para el ejercicio de las facultades técnicas que se le atribuyen, consistentes en «la determinación de la forma y dimensiones de la Tierra, triangulaciones geodésicas de diversos órdenes, nivelaciones de precisión, triangulación topográfica, topografía del mapa y del catastro, y determinación y conservación de los tipos internacionales de pesas y medidas».

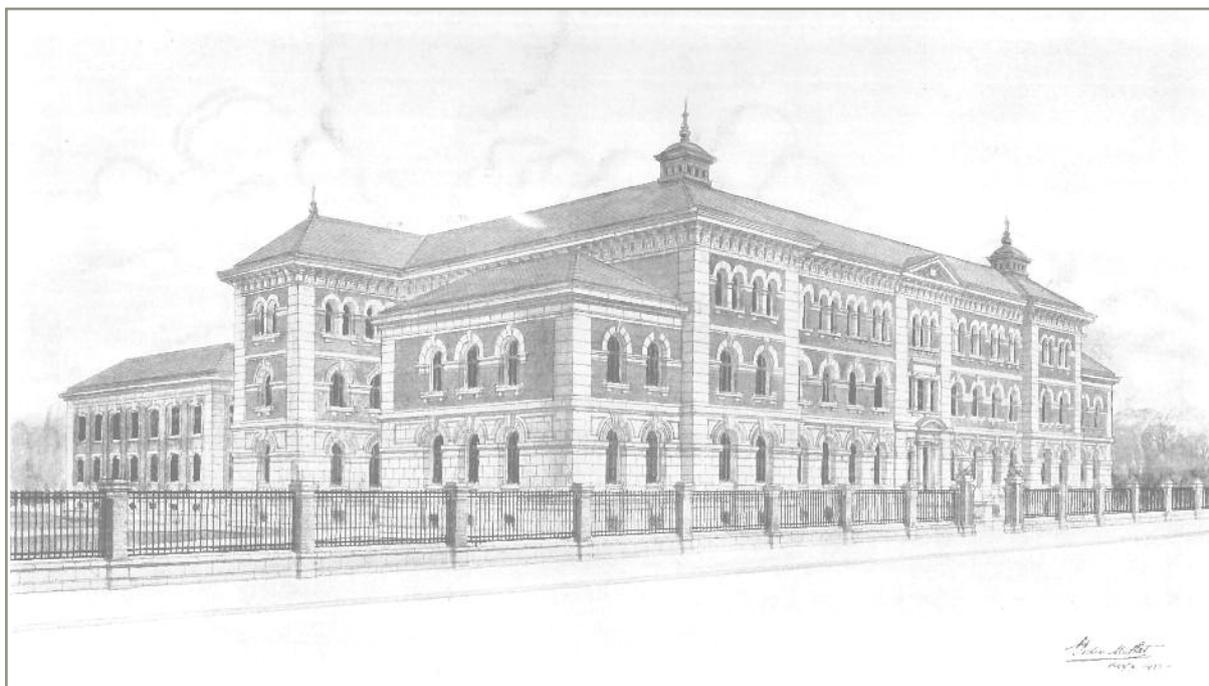
La creación del Instituto Geográfico es un acontecimiento de gran importancia para la configuración de un Estado moderno: supuso el triunfo de una cartografía articulada conforme a una concepción técnica y civil, que trascendía de la tradicional aplicación de los conocimientos geográficos sólo a la seguridad y la defensa del Estado. Así, España se homologaba con otros países europeos, quedando en disposición de colaborar con ellos en la determinación de la forma y medida de la Tierra.

Poco tiempo después de su fundación, mediante Decreto de 12 de marzo de 1873, se crea la Dirección de Estadística y del Instituto Geográfico, la cual, ese mismo año, mediante Decreto de 19 de junio (durante la Presidencia de Pi y Margall de la Primera República), es sustituida por el Instituto Geográfico y Estadístico. En con-



Por Decreto de 12 de septiembre de 1870 se crea el Instituto Geográfico en la Dirección General de Estadística del Ministerio de Fomento, siendo su primer Director el General Ibáñez de Ibero.





Proyecto inicial para la construcción del edificio del IGN (1928)

secuencia, el Instituto deja de ser un órgano integrado en una Dirección General para convertirse en un Centro Directivo independiente. Esta naturaleza la ha mantenido hasta la actualidad, si bien la denominación del Instituto ha variado con los años; Instituto Geográfico y Catastral, Instituto Geográfico, Catastral y Estadístico, hasta la actual denominación, desde 1977, como Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Tampoco ha permanecido siempre integrado en el Ministerio de Fomento, ya que a lo largo de su historia ha dependido en ocasiones de otros Ministerios, como el de Instrucción Pública y Bellas Artes o el Ministerio de Presidencia.

Asimismo, mantiene desde su fundación las responsabilidades en las materias de geodesia y cartografía, habiéndole sido atribuidas otras con el tiempo, que en unos casos han permanecido y en otros han sido asignadas posteriormente a diferentes órganos, en ocasiones creados a partir de tal asunción de competencias. En este sentido, en 1878 asumió las competencias en calibración y control metrológico, que mantuvo hasta la constitución del Centro Español de Metrología como Organismo Autónomo en el año 1991. En 1904 se integró en el Instituto Geográfico el Observatorio Astronómico y Meteorológico, manteniéndose las competencias en astronomía hasta la actualidad, mientras que las de meteorología a partir de 1906 fueron transferidas al Instituto Central Meteorológico, aunque el Observatorio Astronómico continuó publicando las medidas correspondientes a Madrid hasta 1919. En 1925 se incorpora el catastro de rústica, realizándose en el Instituto funciones catastrales hasta 1979. Ese mismo año, 1979, se incorporaron los Servicios del Consejo Superior Geográfico, hasta ese momento dependientes del Ministerio del Ejército, que continúan formando parte de los cometidos del IGN en la actualidad.

NATURALEZA JURÍDICA, ORGANIGRAMA Y COMPETENCIAS

Estructura

La estructura actual del IGN se encuentra recogida en el artículo 15 del Real Decreto 953/2018, de 27 de julio, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Fomento, configurándose como un órgano directivo adscrito a la Subsecretaría del Departamento e integrado por los siguientes órganos con rango de subdirección general:

- La Secretaría General.
- La Subdirección General de Astronomía, Geofísica y Aplicaciones Espaciales.
- La Subdirección General de Geodesia y Cartografía.

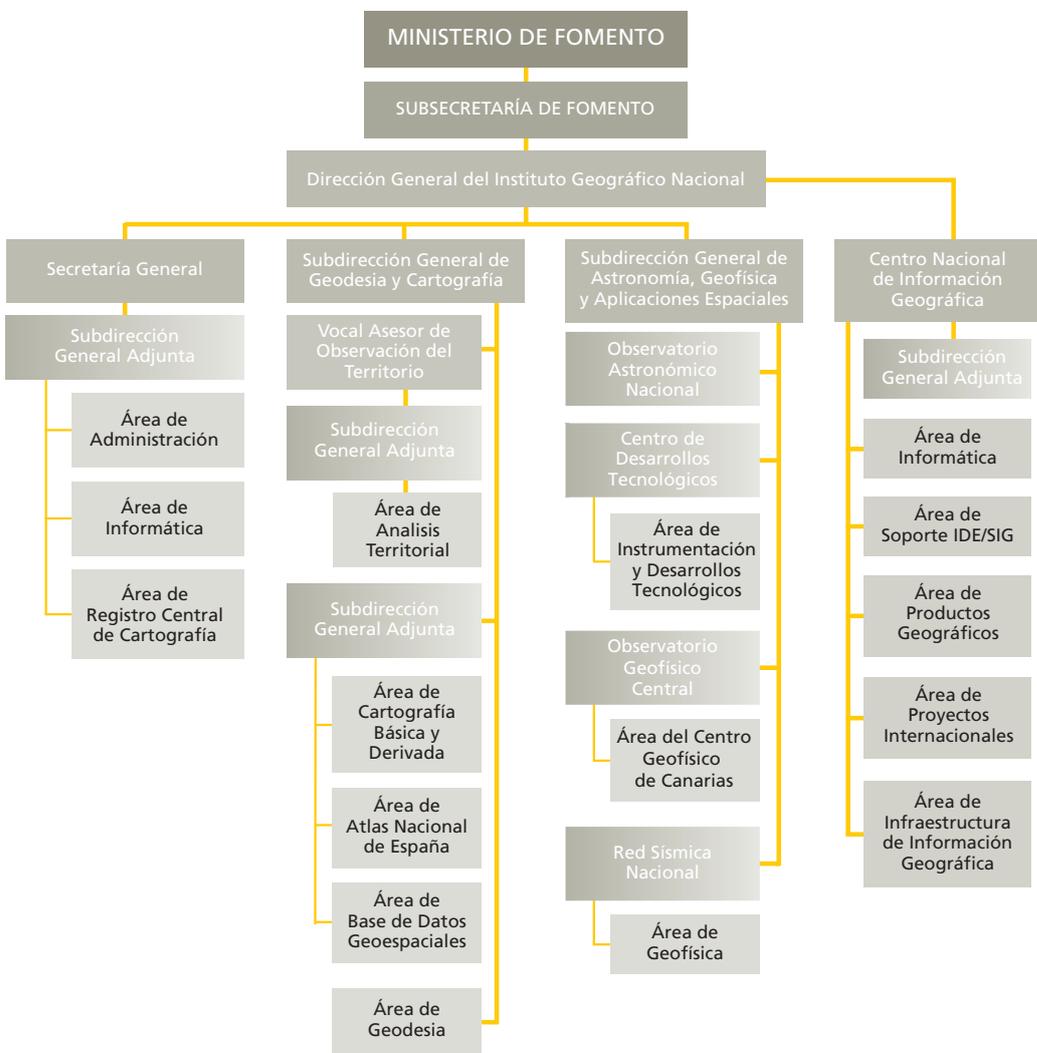
Asimismo, hay que señalar la dependencia del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG), organismo autónomo con rango de Subdirección General adscrito a la Dirección General del IGN.

Organigrama

Además de las unidades que aparecen en el organigrama de la página siguiente existen una serie de órganos colegiados en los que el Director General del IGN ejerce las siguientes funciones:

- La vicepresidencia del Consejo Superior Geográfico, órgano superior, consultivo y de planificación del Estado en el ámbito de la cartografía; la presidencia de su Comisión Permanente y de su Comisión Territorial. La Presidencia del Consejo Superior Geográfico corresponde al Subsecretario de Fomento.
- La presidencia (alterna, junto con el presidente del CSIC) de la Comisión Nacional de Astronomía, órgano colegiado encargado del impulso y coordinación de los programas astronómicos nacionales y del asesoramiento a la Administración General del Estado en materia de astronomía y astrofísica, así como de la representación de España en la Unión Astronómica Internacional.
- La vicepresidencia de la Comisión Española de Geodesia y Geofísica, órgano colegiado encargado de la promoción, coordinación e impulso de los trabajos, investigaciones y estudios físicos, químicos y matemáticos de la Tierra y su entorno, así como de la coordinación de las investigaciones científicas cuando exijan la cooperación entre organismos nacionales e internacionales; y la presidencia de su Comité Ejecutivo. La Presidencia de la Comisión le corresponde al Subsecretario de Fomento.
- La presidencia de la Comisión Permanente de Normas Sismorresistentes, encargada de estudiar, elaborar y proponer normas sismorresistentes aplicadas a los campos de la ingeniería y la arquitectura; promover de modo permanente y actualizar periódicamente dichas normas; promover, desarrollar y difundir en España el estudio y conocimiento de la ingeniería sísmica y de la sismicidad; asesorar a los Órganos responsables de la protección civil sobre las medidas a tomar para reducir los daños a personas y bienes en caso de catástrofe sísmica; y mantener relaciones con organismos nacionales e internacionales que realicen funciones similares, a fin de poder estudiar cuantas innovaciones surjan en su campo de actuación.





Además, se debe señalar que de la Dirección General del IGN (a través del CNIG) dependen funcionalmente una serie de unidades territoriales (orgánicamente dependientes del Ministerio de Política Territorial y Función Pública) denominadas Servicios Regionales, establecidas en las diferentes Comunidades Autónomas en el seno de las Delegaciones de Gobierno, y que tienen como objetivo mejorar el conocimiento del territorio y acercar al ciudadano las prestaciones del IGN y del CNIG.

Existen actualmente Servicios Regionales en Andalucía (Sevilla), Aragón (Zaragoza), Asturias (Oviedo), Cantabria-País Vasco (Santander), Castilla-La Mancha (Toledo), Castilla y León (Valladolid), Cataluña (Barcelona), Extremadura (Badajoz), Galicia (A Coruña), Murcia (Murcia), La Rioja-Navarra (Logroño) y Comunitat Valenciana (Valencia).

Además, el Centro Geofísico de Canarias añade a sus funciones las propias de un Servicio Regional; y el Servicio Regional de Cataluña extiende su ámbito a las islas Baleares.

Competencias y funciones

Las funciones y competencias encomendadas a la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional en el Real Decreto 953/2018, de 27 de julio, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Fomento, pueden agruparse en distintos bloques de materias:

Astronomía y Aplicaciones Espaciales

El desarrollo de las funciones astronómicas y las aplicaciones espaciales se realiza a través de:

- El Observatorio Astronómico Nacional (OAN), al que corresponde la planificación y explotación científica de la instrumentación e infraestructuras astronómicas propias, incluyendo la realización de trabajos de investigación orientada a radioastronomía, así como el suministro de información oficial en materia de astronomía y la conservación del patrimonio del Real Observatorio de Madrid. Del OAN depende la estación de observación de Calar Alto (Almería) así como la explotación científica del radiotelescopio de 40 m del Observatorio de Yebes y de los observatorios del IRAM en Pico Veleta (Granada) y en Plateau de Bure (Alpes franceses).
- El Centro de Desarrollos Tecnológicos, al que le corresponde el desarrollo tecnológico y la gestión operativa de la instrumentación e infraestructuras propias para radioastronomía, geodesia espacial y geodinámica, especialmente para el funcionamiento del Observatorio de Yebes como instalación científica técnica singular.



Panorámica del Observatorio de Yebes

Las funciones de los Observatorios y Centros especializados de la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional a diferencia de sus Servicios Regionales, no están integrados en las Delegaciones del Gobierno.

Geofísica y Volcanología

El desarrollo de las funciones de Volcanología, Geomagnetismo y Gravimetría y se realiza a través de:

- La Red Sísmica Nacional (RSN) repartida por todo nuestro territorio es la responsable de 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. De la RSN depende la Estación Sismológica de Sonseca (Toledo) que es estación primaria del Sistema Internacional de Vigilancia (SIV) de la Comisión Preparatoria de la Organización del Tratado de Prohibición Completa de los Ensayos Nucleares (CTBTO). La RSN es responsable del Centro Nacional de Alerta de Tsunamis de la Comisión Oceanográfica Internacional de la ONU.
- El Observatorio Geofísica Central (OGC), al que corresponde la observación, vigilancia y comunicación de la actividad volcánica en el territorio nacional y la determinación de los riesgos asociados. En el campo de la geofísica, el OGC es responsable del desarrollo y aplicación de la investigación en geofísica, y observación, control y estudio de las variaciones del campo magnético terrestre, elaboración de la cartografía magnética, tanto terrestre como aérea, así como la investigación en gravimetría. Además, ofrece el servicio público de recuperación y archivo de Datos Analógicos, a través del Archivo Nacional de Datos Geofísicos y Geodésicos. Para el desarrollo de sus funciones, cuenta con: su Sede Central en el Real Observatorio de Madrid (ROM), el Centro Geofísico de Canarias (OGC), y los Observatorios de Toledo, Santiago de Compostela, Almería y Málaga, además de una extensa red de estaciones de observación en campo en todo el territorio nacional.

Geodesia

La Geodesia actual es la ciencia que tiene como objeto el estudio de la forma y tamaño de la Tierra, de su rotación y orientación en el espacio y de la distribución de sus masas. Directamente ligada a la Astronomía desde sus mismos orígenes, puede decirse que la Geodesia es una ciencia aplicada; sus objetivos tienen una directa aplicación práctica: establecimiento de redes de medida precisa del territorio (en latitud, longitud y altitud) a través de las redes geodésicas y las redes de nivelación; mareas oceánicas y terrestres; movimientos del polo; deformaciones de terreno; etc. Su desarrollo y aplicación en España, desde sus primeros pasos, han estado siempre ligados al IGN.

Las funciones del IGN en geodesia, se desarrollan a través de la Subdirección General de Geodesia y Cartografía. Consisten en la planificación y gestión de las redes geodésicas nacionales, de la red de nivelación de alta precisión y de la red de mareógrafos; la planificación y gestión de uso de la instrumentación e infraestructuras de geodesia espacial y el desarrollo de aplicaciones sobre sistemas de navegación y de posicionamiento; así como la realización de trabajos y estudios geodinámicos.

Cartografía

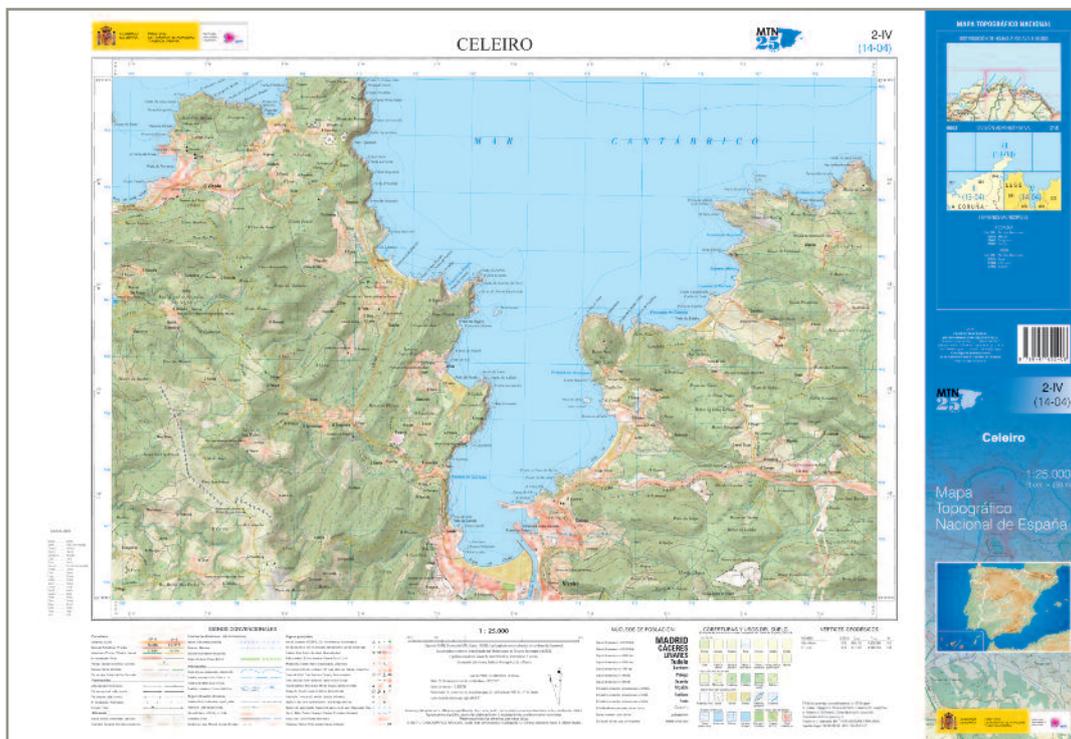
La Cartografía proporciona el conocimiento del territorio a través de su interpretación y representación en mapas o mediante las diversas y modernas versiones de estos, como los mapas digitales, las bases de datos cartográficas y los sistemas de información geográfica.

En consecuencia, a partir de los datos obtenidos mediante la observación del territorio, constituye la plataforma práctica indispensable para su gestión desde un punto de vista multidisciplinar (a través de la cartografía topográfica o como descripción geométrica del territorio) o específico (a través de la cartografía temática que enfatiza, desarrolla o incorpora sobre aquellos aspectos concretos ligados a sectores de actividad industrial, cultural, social o medioambiental).

Se trata, por lo tanto, de una necesidad básica que se satisface configurando una infraestructura de conocimiento y gestión del territorio, cuya disponibilidad garantizan los servicios públicos promoviendo su producción y actualización, para impulsar un desarrollo que sea eficiente en términos económicos, sostenible desde el punto de vista medioambiental y útil para la sociedad.

Por ello, el Instituto Geográfico Nacional tiene la producción cartográfica, entre sus diversas competencias, como una actividad de la máxima prioridad que se desarrolla a través de la Subdirección General de Geodesia y Cartografía mediante:

- La programación del Plan Cartográfico Nacional y la producción, actualización y explotación de Bases Topográficas y Cartográficas de ámbito nacional para su integración en sistemas de información geográfica, y para la formación del Mapa Topográfico Nacional y demás cartografía básica y derivada.
- La gestión de los laboratorios y talleres cartográficos.
- La realización y actualización del Atlas Nacional de España y de la cartografía temática de apoyo a los programas de actuación específica de la Administración General del Estado.
- La prestación de asistencia técnica en materia de cartografía a organismos públicos.



Observación del Territorio

La Observación del Territorio constituye una actividad fundamental para la correcta gestión de políticas basadas en el conocimiento detallado y preciso del ámbito espacial. Los continuos cambios sobre el territorio obligan a garantizar unos periodos de actualización adecuados que permitan representar la información territorial observada de forma precisa y actualizada para facilitar un desarrollo económico y social eficiente y sostenible.

La evolución tecnológica ha propiciado el avance en los métodos de observación territorial, proporcionando los mecanismos necesarios para la obtención de información precisa y de calidad con tiempos y costes más reducidos.

El Instituto Geográfico Nacional utiliza, así, la observación del territorio como una actividad clave para la realización de las actividades cartográficas que le han sido encomendadas.

A través de la Subdirección General de Geodesia y Cartografía, el IGN desarrolla el ejercicio de las siguientes funciones: la dirección y el desarrollo de planes nacionales de observación del territorio con aplicación geográfica y cartográfica, así como el aprovechamiento de sistemas de fotogrametría y teledetección, y la producción, actualización y explotación de modelos digitales del terreno a partir de imágenes aeroespaciales.



Ortofoto de Algeciras generada a partir del vuelo fotogramétrico PNOA de 2019 con imágenes de 35 cm de resolución

Producción y difusión de información geográfica

La Información Geográfica constituye una descripción de una parte del mundo real mediante el uso de coordenadas, lo que permite medir esa parte del mundo con comodidad. Es un modelo a escala con propiedades métricas, que sirve para contestar preguntas como ¿cuál es el camino más corto para ir de un sitio a otro? o ¿en qué zonas hay coníferas a menos de 1 km del mar?

Su importancia es fundamental para conocer el entorno y tomar decisiones. Se puede decir que cualquier actividad humana o fenómeno natural, si se considera una zona suficientemente extensa, puede ser estudiado, previsto, gestionado, organizado o valorado utilizando información geográfica. Eso incluye entidades tan variopintas como el tráfico diario, las riadas, las inversiones de una empresa, una infraestructura como el AVE, un incendio o una repoblación forestal.

Por ello, el IGN genera y mantiene un importante volumen de información geográfica (datos que se ven reflejados en las series y bases cartográficas nacionales, en ortofotografías aéreas y ortoimágenes de



satélites, y en fotogramas aéreos como documentos iniciales del proceso de ortofotografía y de producción y actualización cartográfica). Estos conjuntos, en formato digital, constituyen la mayor parte de la información geográfica de referencia continua y completa para toda España.

Aunque la demanda de esta información geográfica por la sociedad española siempre ha existido, actualmente se percibe una fuerte tendencia de crecimiento, debido a, por una parte, las necesidades propias del Ministerio de Fomento y del resto de la Administración General del Estado; y, por otra, a las de las Administraciones Autonómicas y Entidades Locales así como por los requerimientos de las Universidades, Organismos de Investigación, empresas públicas, empresas privadas y de los usuarios particulares en general. Este incremento de demanda, unido a la amplia disponibilidad de datos geográficos y al desarrollo de las técnicas que ofrece la Sociedad del Conocimiento, definen un nuevo modelo de explotación de la información geográfica, que permite reducir drásticamente los costes individualmente repercutibles.

Estos son algunos de los fundamentos objetivos que llevaron al Consejo de Ministros a aprobar, mediante el Real Decreto 1545/2007, de 23 de noviembre, la creación del Sistema Cartográfico Nacional, en el que se encomienda al Ministerio de Fomento la propuesta del Plan Cartográfico Nacional, que habrá de incluir «la política de datos aplicable a la difusión y accesibilidad de la información geográfica» teniendo en cuenta que en «el ámbito de la Administración General del Estado se impulsará una política de difusión libre de los productos cartográficos oficiales» y se le encarga al CNIG su difusión y comercialización.

Por otra parte, la Directiva 2007/2/CE por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE), señala en su Preámbulo que las infraestructuras de información espacial de los Estados miembros deben concebirse de forma que se garantice el almacenamiento, disponibilidad y mantenimiento de datos espaciales al nivel de detalle más adecuado; que sea posible combinar, de forma coherente, datos espaciales de diversas fuentes en toda la Comunidad y puedan ser compatibles entre distintos usuarios y aplicaciones; que sea posible que los datos espaciales recogidos a un determinado nivel de la autoridad pública sean compartidos con otras autoridades públicas; que pueda darse difusión a los datos espaciales en condiciones que no restrinjan indebidamente su utilización generalizada; que sea posible localizar los datos espaciales disponibles, evaluar su adecuación para un determinado propósito y conocer las condiciones de uso, todo ello sin perjuicio de la existencia o posesión de derechos de propiedad intelectual de las autoridades públicas. Adicionalmente, la Directiva establece la obligatoriedad de ofrecer al público una serie de servicios de carácter gratuito, como son los servicios de localización y visualización de datos espaciales.

La trasposición de esta Directiva se completó en 2010 con la aprobación de la Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las Infraestructuras y los Servicios de Información Geográfica en España, con la que también se eleva la regulación del Sistema Cartográfico Nacional a rango legal y potencia la condición de servicio público de la información geográfica al hacerla mucho más accesible al ciudadano, corroborándose también con ella la alta capacidad técnica del sector en nuestro país.

También debe destacarse la Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente, que traspone e incorpora al Derecho español las Directivas 2003/4/CE y 2003/35/CE, y garantiza y protege el derecho de los ciudadanos a acceder a la información medioambiental. Siendo esta una información georreferenciada, se debe facilitar el acceso y explotación de las bases cartográficas sobre las que se representa. Asimismo, la Directiva 2003/98/CE, de 17 de noviembre, sobre reutilización de la información del



sector público, incorporada a la normativa española mediante la Ley 37/2007, de 16 de noviembre, modificada por la Directiva 2013/37/UE, traspuesta a su vez mediante la Ley 18/2015, de 9 de julio, reconoce la importancia que los contenidos digitales desempeñan en la evolución de la Sociedad de la Información y del Conocimiento, y establece un marco general de armonización a nivel comunitario que facilita la difusión generalizada de la información que generan las Administraciones Públicas, entre las que se encuentra la información geográfica.

Por último, el marco legal en lo referente a información geográfica digital se completa con la segunda versión del Esquema Europeo de Interoperabilidad, una recomendación de la Comisión Europea publicada mediante la Comunicación (2017) 134 de 3 de marzo, que recomienda entre otras cosas la inversión en aplicaciones de fuentes abiertas, los datos y servicios abiertos, la transparencia, los desarrollos colaborativos, el multilingüismo, la simplificación administrativa, la preservación de contenidos, la participación en los procesos de estandarización relevantes y la evaluación de la eficiencia y eficacia.

Por su parte, el Instituto Geográfico Nacional adoptó una política de datos abiertos para todos sus productos y servicios digitales mediante la Orden Ministerial FOM/2807/2015, de 18 de diciembre, que se plasma en una licencia compatible con *Creative Commons* Reconocimiento 4.0 (CC BY 4.0) para la producción del IGN, que se propone también para los datos producidos en colaboración con otras administraciones y organismos.

Es el Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG), Organismo Autónomo que depende del Ministerio de Fomento a través de la Dirección General del IGN, el órgano encargado de producir, desarrollar y distribuir los trabajos y publicaciones de carácter geográfico que demande la sociedad. En concreto, y según el Estatuto del CNIG, aprobado por Real Decreto 663/2007, de 25 de mayo, le corresponde el ejercicio de las siguientes funciones:

- Comercializar y difundir los productos y servicios de la Dirección General del IGN.
- Garantizar la calidad y distribución de la información geográfica oficial.
- Apoyar el desarrollo y utilización de la cartografía nacional.
- Desarrollar productos y servicios a demanda.
- Mantener un sistema territorializado de información al público y gestionar funcionalmente los Servicios Regionales de la Dirección General del IGN y, en su caso, de sus Dependencias Territoriales, así como la gestión orgánica y funcional de la red de Casas del Mapa.
- Realizar prestaciones de asistencia técnica especializada en el ámbito de las técnicas y ciencias geográficas y de las funciones establecidas en el Estatuto, así como en aquellas que determine el Consejo Superior Geográfico respecto de las Administraciones Públicas integradas en el Sistema Cartográfico Nacional.
- Asimismo, al CNIG le corresponde, de conformidad con los artículos 15.1.i) y 15.1.j) del Real Decreto 953/2018, en el marco estratégico definido por la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional, la producción y actualización de la cartografía temática de apoyo a los programas de actuación específica de la Administración General del Estado y la planificación y gestión de la Infraestructura de Información Geográfica de España, así como la armonización y normalización, en el marco del Sistema Cartográfico Nacional, de la información geográfica oficial. Igualmente, la planificación y desarrollo de servicios de valor añadido y de nuevos sistemas y aplicaciones en materia de información geográfica, especialmente para el aprovechamiento en el ámbito de las Administraciones Públicas.



Secretaría Técnica del Consejo Superior Geográfico

El Real Decreto que crea el Sistema Cartográfico Nacional (RD 1545/2007, de 23 de noviembre) ha supuesto la consolidación normativa de un sistema de relaciones entre las distintas Administraciones Públicas con competencias en la materia. Sistema que se ha constituido como el nexo de unión de toda la actividad cartográfica pública en España al estar basado en los principios de cooperación, calidad y eficiencia.

La plena operatividad del Sistema exige la existencia de un conjunto orgánico que garantice la eficacia en el ejercicio de sus atribuciones y la representatividad de todos los agentes implicados: el Consejo Superior Geográfico.

El Consejo Superior Geográfico es el órgano de dirección del Sistema Cartográfico Nacional. Depende del Ministerio de Fomento y ejerce la función consultiva y de planificación de la información geográfica y la cartografía oficial.

El Real Decreto 1545/2007, de 23 de noviembre, por el que se regula el Sistema Cartográfico Nacional, ha actualizado su regulación y funcionamiento. Esta regulación ha permitido actualizar las funciones del Consejo Superior Geográfico, que tiene capacidad para fijar los requisitos y especificaciones técnicas de idoneidad o criterios de homologación que deba satisfacer toda la producción cartográfica oficial; dirigir, controlar y potenciar el desarrollo de la Infraestructura de Información Geográfica; autorizar producciones distintas a las asignadas en el seno del Sistema Cartográfico Nacional y arbitrar posibles conflictos entre los integrantes del Sistema, con destacada participación de las Comunidades Autónomas.

El Consejo Superior Geográfico se estructura en:

- El Pleno.
- La Comisión Permanente.
- La Comisión Territorial.
- Las Comisiones Especializadas.
- El Consejo Directivo de la Infraestructura Geográfica de España.
- La Secretaría Técnica.

Dentro de este conjunto, la Secretaría Técnica del Consejo Superior Geográfico es el órgano con competencias técnicas y gestoras que permite la correcta materialización de las funciones del resto de órganos de carácter directivo o consultivo. Conforme al Real Decreto 1545/2007, de 23 de noviembre, por el que se regula el Sistema Cartográfico Nacional, la Secretaría Técnica del Consejo Superior Geográfico es desempeñada por la Secretaría General de la Dirección General del IGN.



Reunión de la Comisión Territorial del Consejo Superior Geográfico



A la Secretaría Técnica del Consejo Superior Geográfico le corresponde, entre otras, las funciones siguientes:

- Proveer los recursos y medios necesarios, así como garantizar la viabilidad jurídica y establecer los procedimientos administrativos oportunos, para el ejercicio de las competencias técnicas y gestoras atribuidas al Consejo Superior Geográfico.
- Mantener informados a todos los representantes de las distintas Administraciones en el Pleno del Consejo Superior Geográfico sobre las actividades de sus Comisiones, Comisiones Especializadas y Grupos de Trabajo.
- El análisis y seguimiento de la ejecución del Plan Cartográfico Nacional, así como la propuesta de acciones de mejora mediante programas operativos anuales.

Secretaría General

La Secretaría General del IGN comprende todos los aspectos involucrados en la gestión organizativa (gestión económica y presupuestaria; contratación; administración de personal; régimen jurídico, disposiciones y normas; régimen interior; mantenimiento de las instalaciones; sistemas informáticos; relaciones institucionales; etc.).

Además, la Secretaría General del IGN es responsable de la formación y conservación del Registro Central de Cartografía y del Nomenclátor Geográfico Nacional y la toponimia oficial. Igualmente, le corresponde el ejercicio de las funciones técnicas en materia de deslindes jurisdiccionales y establecimiento de las líneas límite entre municipios; y es responsable de la conservación y actualización de los fondos bibliográficos, de cartografía histórica y documentación técnica, facilitando su acceso al público.

Por otro lado, a la Secretaría General le corresponde también la coordinación de las actuaciones desarrolladas en torno al Plan Estratégico del Departamento.

Estas funciones gerenciales se concretan en:

- La elaboración de la propuesta de anteproyecto de presupuestos y la gestión y tramitación de los créditos y gastos asignados al órgano directivo, sin perjuicio de las competencias de la Subsecretaría de Fomento y de otros órganos superiores o directivos del Departamento y en coordinación con ellos.
- La definición del marco de actuación conjunto IGN-CNIG y la coordinación funcional de los servicios centrales y periféricos y de los proyectos nacionales e internacionales.
- De acuerdo con las directrices de la Subsecretaría, la colaboración en la inspección operativa, en el desarrollo de las políticas de recursos humanos, en la gestión del régimen interior y de los sistemas informáticos comunes y en el soporte jurídico necesario para el ejercicio de las funciones del Instituto y su Organismo Autónomo.



PRINCIPAL NORMATIVA APLICABLE

Organización

Real Decreto 953/2018, de 27 de julio, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Fomento.

Real Decreto 663/2007, de 25 de mayo, por el que se aprueba el Estatuto del Centro Nacional de Información Geográfica, modificado por el Real Decreto 1637/2009, de 30 de octubre.

Orden 1 de agosto de 2003 por la que se regulan las relaciones administrativas y comerciales entre la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional y el Organismo Autónomo Centro Nacional de Información Geográfica.

Real Decreto 2724/1998, de 18 de diciembre, de integración de los servicios regionales de la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional en las Delegaciones del Gobierno.

Ley 37/1988, de 28 de diciembre, de Presupuestos Generales del Estado para 1989. Artículo 122, por el que se crea el Centro Nacional de Información Geográfica.

Órganos Colegiados

Consejo Superior Geográfico

- Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España. Artículo 19.
- Real Decreto 1545/2007, de 23 de noviembre, por el que se regula el Sistema Cartográfico Nacional. Artículos 28 y 31 a 37.

Comisión Española de Geodesia y Geofísica

- Real Decreto 1391/2007, de 29 de octubre, por el que se regula la Comisión Española de Geodesia y Geofísica.

Comisión Nacional de Astronomía

- Real Decreto 663/2001, de 22 de junio, por el que se modifica el Reglamento de la Comisión Nacional de Astronomía aprobado por Real Decreto 587/1989, de 12 de mayo.
- Real Decreto 587/1989, de 12 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de la Comisión Nacional de Astronomía

Comisión Permanente de Normas Sismorresistentes

- Orden PRE/2004/2013, de 25 de octubre, por la que se actualiza la composición de la Comisión Permanente de Normas Sismorresistentes.
- Real Decreto 518/1984, de 22 de febrero, por el que se reorganiza la composición de la Comisión Permanente de Normas Sismorresistentes.



Actividad

Resolución de 3 de octubre de 2017, del Centro Nacional de Información Geográfica, por la que se fijan los precios públicos que han de regir en la distribución de productos, publicaciones y prestación de servicios de carácter geográfico.

Orden FOM/2807/2015, de 18 de diciembre, por la que se aprueba la política de difusión pública de la información geográfica generada por la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional.

Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España, modificada por la Ley 2/2018, de 23 de mayo.

Real Decreto 1545/2007, de 23 de noviembre, por el que se regula el Sistema Cartográfico Nacional.

Real Decreto 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España.

Real Decreto 637/2007, de 18 de mayo, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: puentes (NCSP-07).

Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: Parte general y edificación (NCSR-02).

Real Decreto 3426/2000, de 15 de diciembre, por el que se regula el procedimiento de deslinde de términos municipales pertenecientes a distintas Comunidades Autónomas.

Real Decreto 1690/1986, de 11 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Población y Demarcación Territorial de las Entidades Locales.

Ley 7/1986, de 24 de enero, de Ordenación de la Cartografía.

Real Decreto 2421/1978, de 2 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 11/1975, de 12 de marzo, sobre señales geodésicas y geofísicas.

Ley 11/1975, de 12 de marzo, sobre señales Geodésicas y Geofísicas.

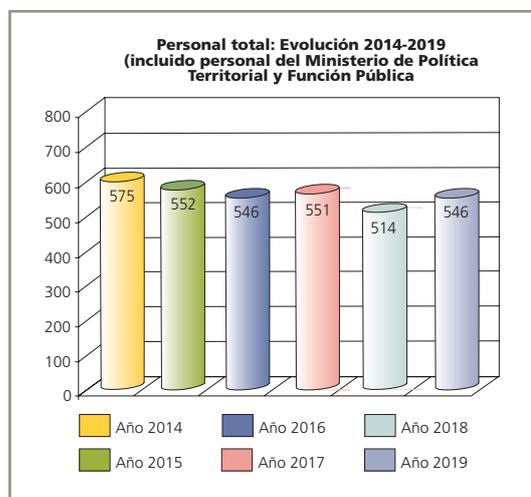


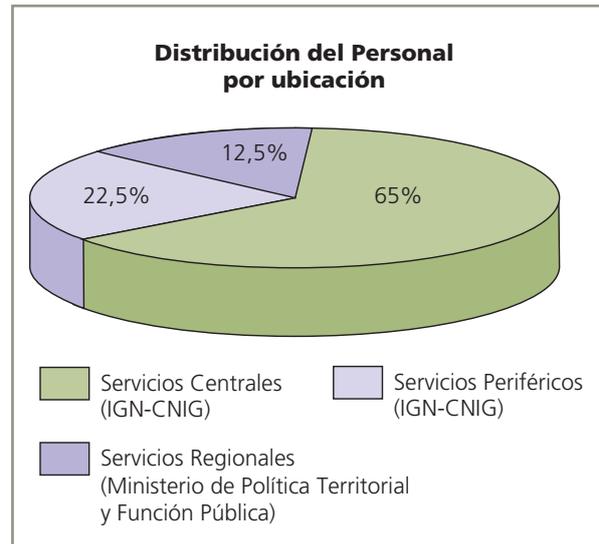
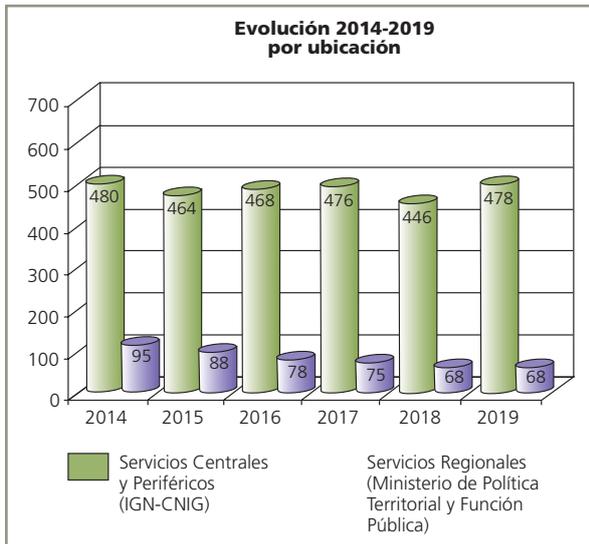
RECURSOS HUMANOS, FINANCIEROS Y MATERIALES

Las personas

El personal del IGN-CNIG está constituido por tres grandes grupos: las personas destinadas en los Servicios Centrales, las destinadas en sus Servicios Periféricos (Observatorios Astronómicos y Geofísicos, dependientes de los Servicios Centrales) y las que ejercen su labor en los Servicios Regionales, integrados en las Delegaciones del Gobierno, que dependen orgánicamente del Ministerio de Política Territorial y Función Pública pero funcionalmente del IGN a través del CNIG.

Son 478 las personas que trabajan en los Servicios Centrales y Periféricos del IGN-CNIG y 68 las que trabajan en los Servicios Regionales de las Delegaciones del Gobierno, alcanzando la plantilla del IGN un total de 546 personas.



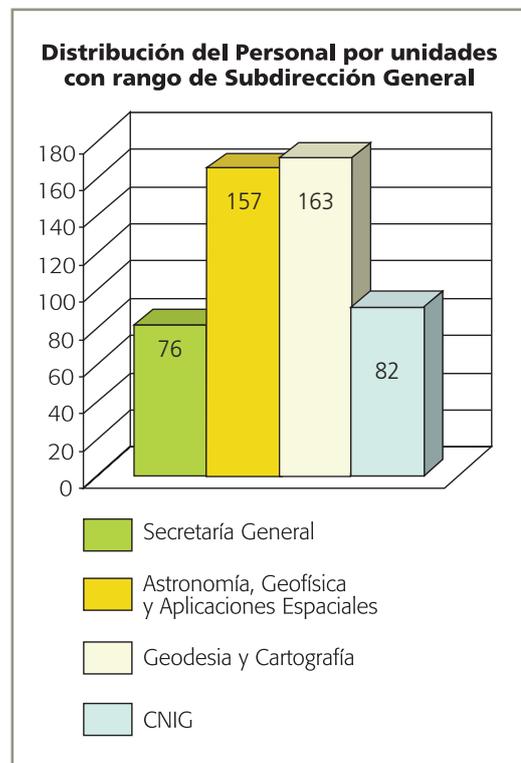


La plantilla del IGN-CNIG muestra una tendencia descendente, desde los 575 efectivos en el año 2014 a los 546 de la actualidad, si bien esta tendencia se ha modificado en los Servicios Centrales en los últimos ejercicios, mientras que se mantiene entre el personal de los Servicios Regionales ya que su número ha descendido ininterrumpidamente pasando de 95 a 68 personas en el periodo citado.

En cuanto a su ubicación, se aprecia una concentración del personal en los Servicios Centrales, en los que están destinados el 65 % de los trabajadores, frente al 22,5 % en los Servicios Periféricos y el 12,5 % en los Servicios Regionales.

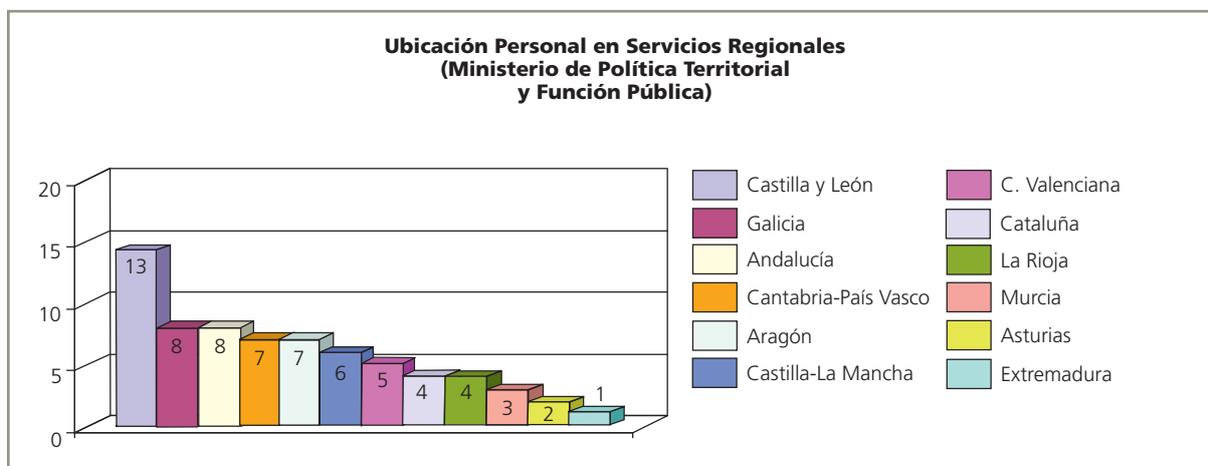
En lo que se refiere a la distribución del personal en las unidades con rango de Subdirección General, el grupo más numeroso se encuentra destinado en la Subdirección General de Geodesia y Cartografía, compuesta por 163 personas; seguido de la Subdirección General de Astronomía, Geofísica y Aplicaciones Espaciales, en la que trabajan 157 personas; a continuación el CNIG que cuenta con 82 personas y por último, la Secretaría General, con 76 personas. Todo ello sin contar con las personas destinadas en los Servicios Regionales, que no están adscritas a ninguna unidad con rango de Subdirección General al estar integradas en las Delegaciones del Gobierno.

Dentro del personal distribuido en función de las unidades con rango de Subdirección General al que se acaba de hacer referencia, 113 personas están destacadas en los Servicios Periféricos bajo la dependencia de la Subdirección



ción General de Astronomía, Geofísica y Aplicaciones Espaciales; y 10 trabajan también en los Servicios Periféricos (Casas del Mapa) bajo la dependencia directa del CNIG.

Los Servicios Regionales cuentan con plantillas de tamaño diverso, que abarcan desde las 13 personas destinadas en Castilla y León o las 8 destinadas en Galicia y en Andalucía a la única persona adscrita en Extremadura.



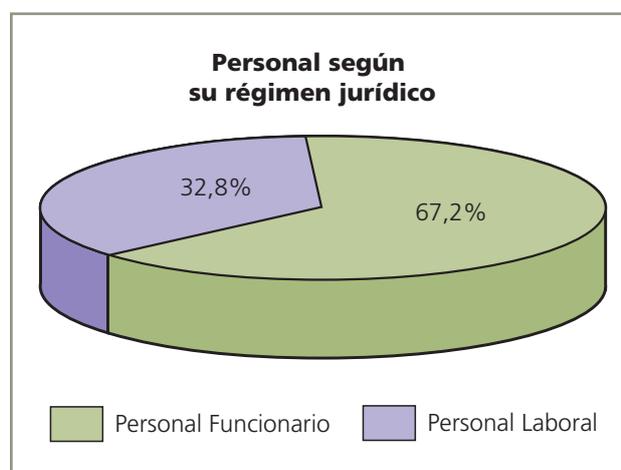
Distribución según régimen jurídico

La plantilla del IGN-CNIG se compone de funcionarios de carrera y de personal laboral.

En concreto, para el IGN-CNIG trabajan 367 funcionarios y 179 personas en régimen de contratación laboral. Por lo tanto, los funcionarios conforman el 67,2 % de la plantilla frente al 32,8 % de personas incorporadas en régimen laboral.

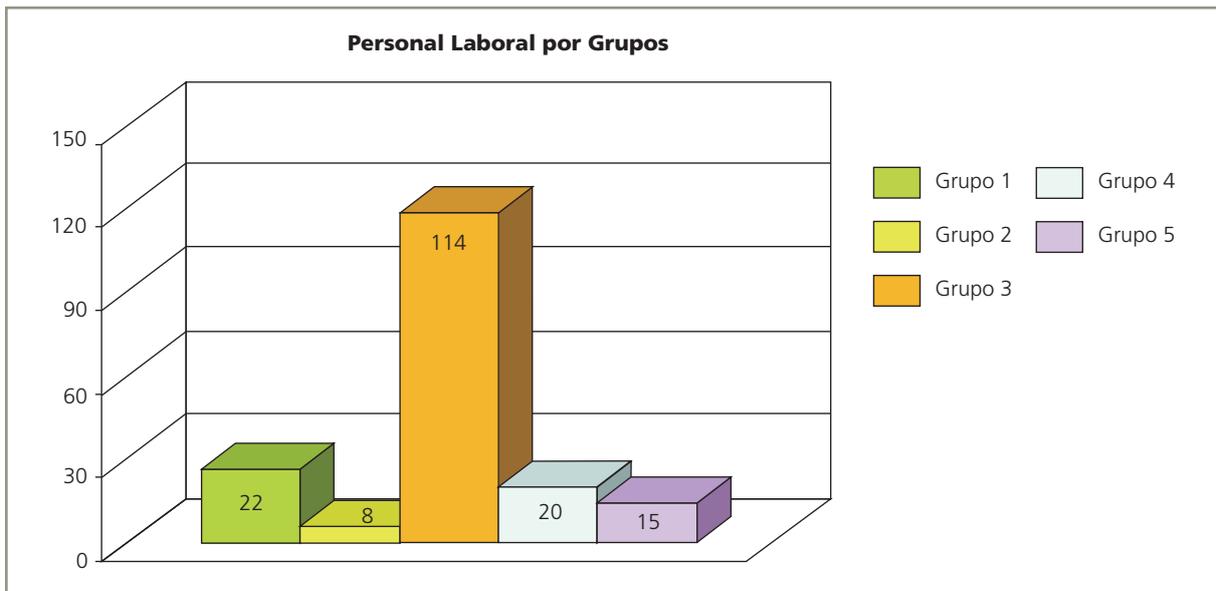
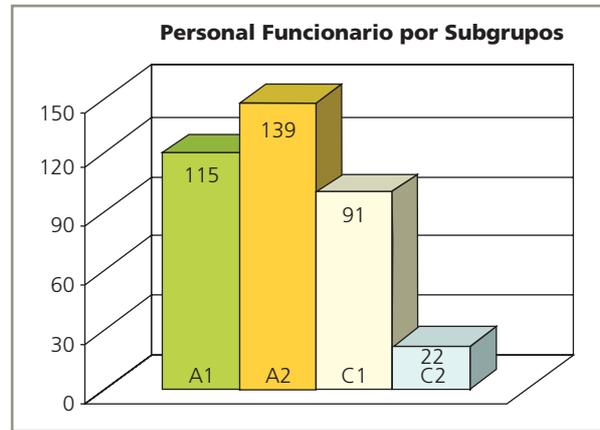
Atendiendo a los funcionarios de carrera, el mayor número de ellos pertenece al subgrupo A2, que cuenta con 139 personas; seguido del subgrupo A1, al que pertenecen 115 trabajadores; y posteriormente del subgrupo C1, del que forman parte 91 personas. Finalmente, 22 personas son del subgrupo C2.

La distribución de los funcionarios por subgrupos está muy relacionada con el peso de los cuatro cuerpos propios del IGN en la plantilla. En lo que se refiere al subgrupo A1, destacan los Ingenieros Geógrafos, cuerpo al que pertenecen 76 personas y el cuerpo de Astrónomos



constituido en la actualidad por 33 personas. Lo mismo sucede con el subgrupo A2, en el que destacan los Ingenieros Técnicos en Topografía, que son un total de 120 personas; y el subgrupo C1, con mayor presencia de los Técnicos Especialistas en Reproducción Cartográfica con 47 personas.

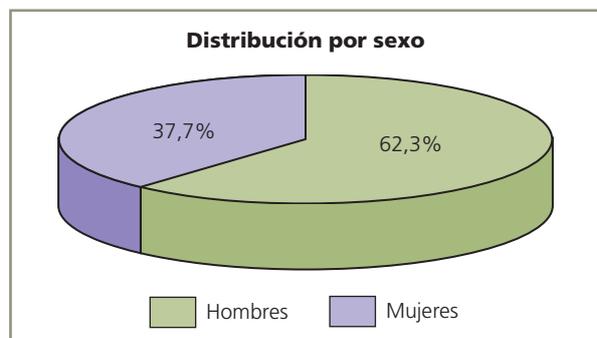
En lo que se refiere al personal laboral y su distribución por grupos, el más numeroso es el 3, con 114 personas. Posteriormente los grupos 1 con 22 personas; el 4 con 20 y con menor representación cuenta el grupo 5 con 15 personas; y el grupo 2, con 8 personas.

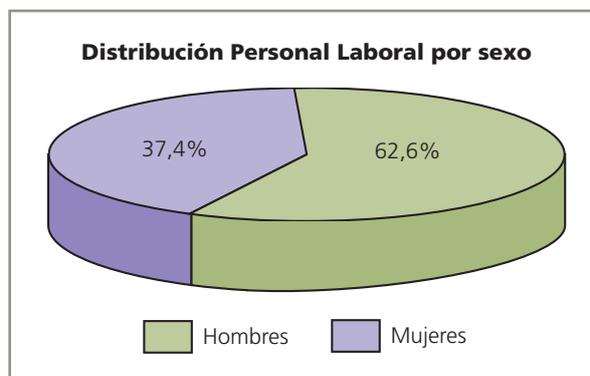
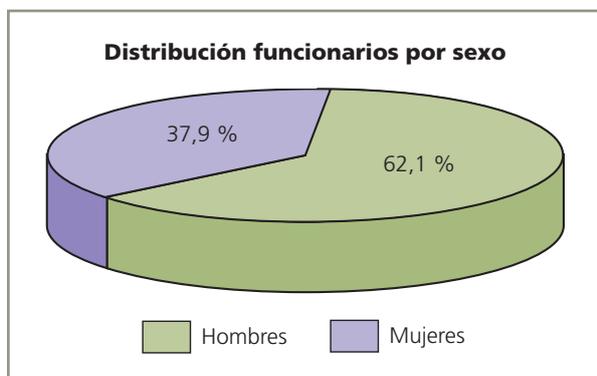


Distribución por sexo

En cuanto a la distribución por sexo, el 62,3 % de los trabajadores del IGN-CNIG son hombres y el 37,7 % mujeres. En concreto, hay 340 hombres y 206 mujeres.

Entre los funcionarios de carrera, el porcentaje de hombres asciende hasta el 62,1 %, con 228; y el de mujeres alcanza el 37,9 %, con 139.





En el caso de las personas en régimen de contratación laboral la proporción de mujeres y hombres es prácticamente igual a la de los funcionarios con una distribución del 37,4 % de mujeres con 67 personas, y del 62,6 % de hombres, con 112 personas.

Programa de becas

El Instituto Geográfico Nacional (IGN) viene desarrollando en los últimos años un programa de becas para la formación en las áreas de conocimiento relacionadas con las funciones que son de su competencia, respondiendo a la necesidad de dar cobertura a los requerimientos de especialización en Ciencias de la Tierra y el Universo que la actual orientación del IGN demanda y que no pueden satisfacer completamente los Centros Universitarios.

Las becas están clasificadas por campos científicos y sus objetivos están definidos en función del área de conocimiento a que pertenezcan.

Las becas incluidas en el área de Radioastronomía y técnicas geospaciales tienen como objetivo la realización de observaciones y estudios astronómicos y geospaciales mediante el uso de instalaciones radioastronómicas, y trabajos de instalación, puesta a punto y calibración de radiotelescopios y equipos de tratamiento de señal.

Las becas que pertenecen al área de Instrumentación astronómica y geoespacial están dirigidas al diseño, construcción y desarrollo de instrumentación, para recepción, propagación y tratamiento digital de señales de hasta 140GHz, de uso en Interferometría de Muy Larga Base (VLBI) y en estudios de espectroscopia, con aplicaciones en astronomía y geodesia/geofísica.

Las becas incluidas en el área de conocimiento de Geofísica tienen como objetivo la realización de estudios aplicados a la vulcanología y trabajos de instalación, puesta a punto y calibración de equipos de medida. Aplicaciones en sistemas de vigilancia volcánica y sísmica.

Las becas incluidas en el área de conocimiento de Geofísica tienen como objetivo la realización de estudios aplicados a la sismología, vulcanología y otras ramas de la geofísica. Trabajos de instalación, puesta a punto y calibración de equipos de medida y aplicaciones a sistemas de vigilancia volcánica y sísmica.



Las becas que pertenecen al área de Geomática persiguen la formación y entrenamiento en el análisis e integración de herramientas de *software*, en el contexto de las infraestructuras de datos espaciales.

Y, por último, las becas del área de conocimiento de Cartografía están dirigidas a la producción y actualización institucional de información geográfica a diversas escalas o resoluciones, que requieran observación aeroespacial periódica del territorio o realización de series y bases de datos geoespaciales nacionales. También implican el uso de tecnologías asociadas a disciplinas de la ingeniería geográfica como Fotogrametría, Teledetección, Cartografía, Sistemas de Información Geográfica y Artes Gráficas.

En la actualidad, 9 becarios procedentes de las convocatorias para la formación de titulados superiores de los años 2016 y 2017 amplían y aplican sus conocimientos en el IGN.

Cabe destacar que de las personas acogidas por el programa de becas son mayoría los hombres, 5, el 55,6 %; frente a 4 mujeres que conforman un porcentaje del 44,4 %.

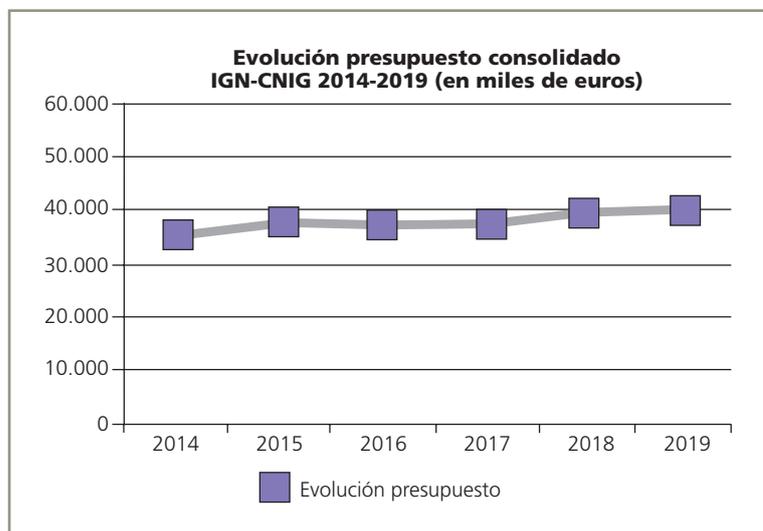
Si se añaden estas 9 personas al cómputo global de trabajadores del IGN, la plantilla asciende a 555 personas.

Los medios financieros

El presupuesto del IGN-CNIG en el año 2019 ha ascendido a 39.993,13 miles de euros, correspondiendo al Instituto Geográfico Nacional 28.766,73 miles de euros, un 71,93 % y al Centro Nacional de Información Geográfica 11.226,40 miles de euros, con un porcentaje del 28,07 %.

Atendiendo a la distribución interna de este presupuesto, la partida de mayor peso en 2019 es la destinada a los recursos humanos, que con 17.227,27 miles de euros, comprende el 43,08 % del presupuesto.

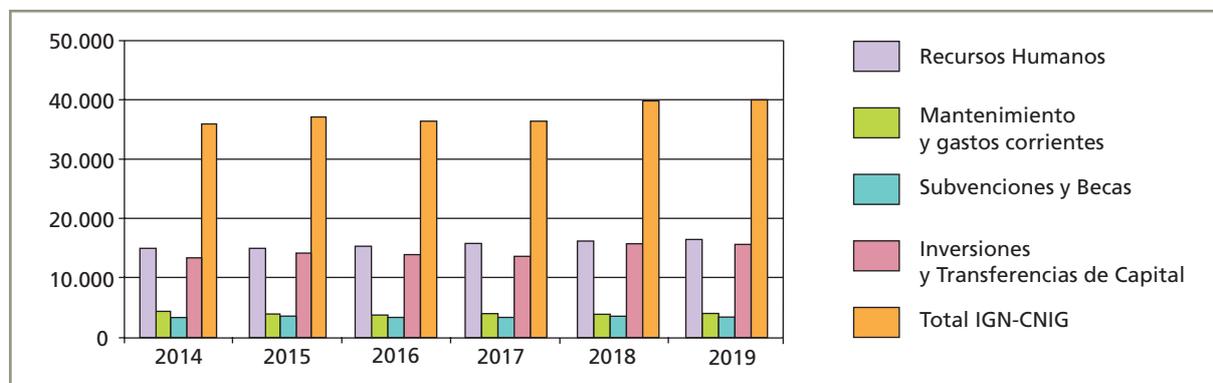
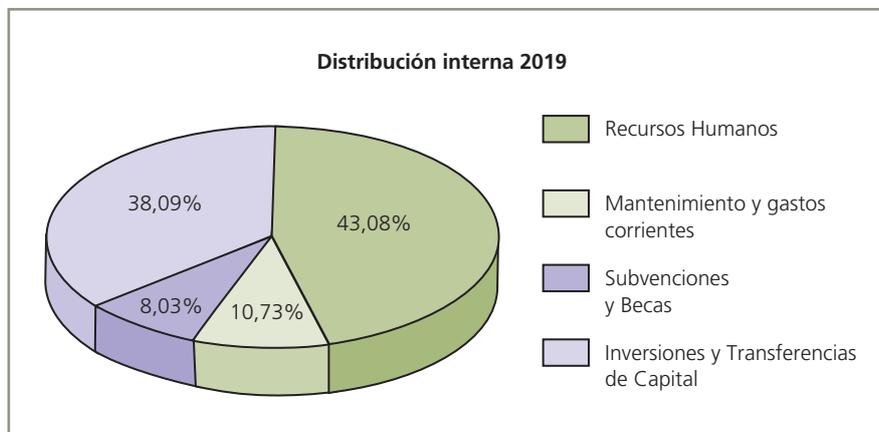
La segunda partida presupuestaria más significativa es la destinada a las inversiones y transferencias de capital que supone un porcentaje del 38,09 % y una cuantía de 15.232,95 miles de euros. Esta partida se destina a la contratación de servicios externos para la producción que no desarrolla el IGN por sus propios medios y, sobre todo, para la construcción y adquisición de instrumentos para el desarrollo de la investigación y los servicios propios del Instituto, las transferencias que se realizan a las Comunidades Autónomas para la producción conjunta y las transferencias que el IGN destina a organismos del exterior de España para actividades de investigación o formación.



La tercera partida es la destinada a mantenimiento, gastos corrientes y financieros, que con 4.292,68 miles de euros supone el 10,73 % del presupuesto.

Finalmente, los gastos destinados a subvenciones y becas suponen el 8,03 % del presupuesto con 3.213,03 miles de euros.

Créditos definitivos	2014 (miles de euros)	2015 (miles de euros)	2016 (miles de euros)	2017 (miles de euros)	2018 (miles de euros)	2019 (miles de euros)	Distrib. interna 2019 (%)
Recursos Humanos	15.596,71	15.660,44	15.646,86	16.293,45	16.471,60	17.227,27	43,08
Mantenimiento, Gastos Corrientes y financieros	4.557,59	4.377,32	4.104,64	4.369,85	4.200,90	4.292,68	10,73
Subvenciones y Becas	2.842,30	3.129,93	3.092,09	3.107,16	3.220,85	3.213,03	8,03
Inversiones y Transferencias de Capital	13.396,24	14.765,51	14.381,17	13.586,96	15.282,67	15.232,95	38,09
Activos financieros	1,15	—	—	—	—	—	—
Pasivos financieros	—	25,59	27,28	27,28	27,28	27,20	0,07
Total IGN/CNIG	36.393,99	37.958,79	37.252,04	37.384,70	39.203,30	39.993,13	100



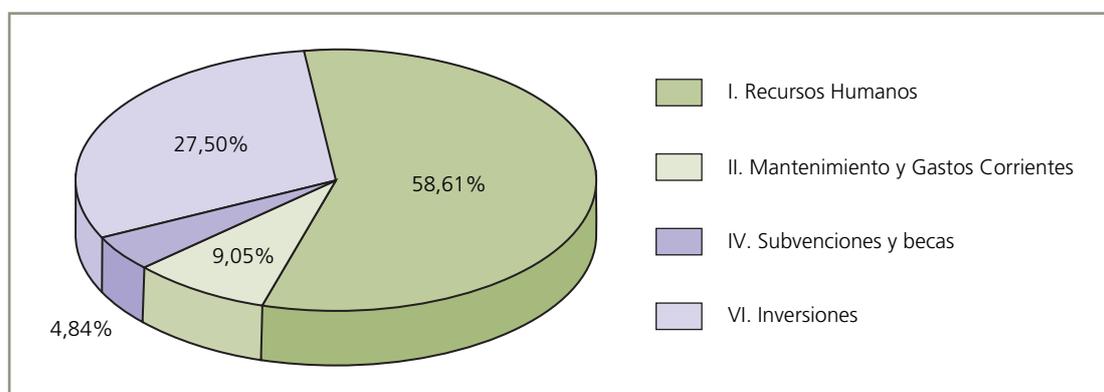
En el gráfico anterior se puede apreciar cómo desde 2014 las partidas presupuestarias que más relevancia cobran son aquellas relacionadas con las Inversiones y los Recursos Humanos, suponiendo la suma de ellas para 2019 más del 80 % de los créditos definitivos. Tratando a su vez de contener al máximo posible aquellos relacionados con los gastos corrientes y de mantenimiento.

Ejecución presupuestaria IGN-CNIG 2019 (en miles de euros)			
Capítulos del presupuesto	Crédito Definitivo	Crédito Ejecutado	%
I. Recursos Humanos	17.227,27	16.430,95	95,38
II. Mantenimiento y Gastos Corrientes	4.264,27	3.612,25	84,71
III. Gastos financieros	28,41	24,28	85,46
IV. Subvenciones y Becas	3.213,03	3.085,17	96,02
VI. Inversiones	12.737,81	8.123,32	63,77
VII. Transferencias de Capital	2.495,14	2.495,14	100,00
IX. Pasivos financieros	27,20	27,00	99,26
Total IGN-CNIG	39.993,13	33.798,11	84,51

Presupuesto del IGN

El presupuesto de la Dirección General se encuentra recogido en dos programas diferentes:

- En la Sección 17, Servicio 18, Programa 495A, «Desarrollo y aplicaciones de la información geográfica española», cuyos créditos definitivos han sido de 24.237,56 miles de euros.
- En la Sección 17, Servicio 18, Programa 000X «Transferencias internas», de las cuales todas se han dirigido al CNIG, cuyo montante ha ascendido a 4.529,17 miles de euros.



Programa 495A en 2019 (en miles de euros)		%
I. Recursos Humanos	14.206,81	58,61
II. Mantenimiento y Gastos Corrientes	2.193,80	9,05
IV. Subvenciones y becas	1.173,00	4,84
VI. Inversiones	6.663,95	27,50
Total Dirección General IGN	24.237,56	100

Programa 000X en 2019 (en miles de euros)		%
IV. Transferencias Corrientes al CNIG	2.034,03	44,91
VII. Transferencias de Capital al CNIG	2.495,14	55,09
Total transferencias internas (presupuesto del IGN)	4.529,17	100

Presupuesto del CNIG

El CNIG financia su presupuesto de gastos con los ingresos procedentes de las transferencias corrientes y de capital del Ministerio de Fomento, la venta de productos geográficos, la prestación de servicios y las subvenciones recibidas para investigación propia o por cuenta del IGN.

Dentro de la asignación presupuestaria correspondiente a los Organismos Autónomos del Estado, los recursos del CNIG se recogen en la Sección 17, Servicio 102, Organismo CNIG; Programa 495A, «Desarrollo y aplicaciones de la información geográfica española».

La transferencia de capital que recibe el CNIG de la Administración General del Estado tiene por finalidad financiar las siguientes actividades:

- La planificación y gestión de la Infraestructura de Información Geográfica de España.
- La difusión pública de la información geográfica digital generada por la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional en los términos establecidos por la Orden FOM/2807/2015, de 18 de diciembre.

Además, es el organismo encargado de la producción, el desarrollo y la distribución de los trabajos y publicaciones de carácter geográfico que demande la sociedad y en consecuencia obtiene ingresos derivados de esta actividad comercial. En atención al creciente interés social por los productos y la información de carácter geográfico, en el Ministerio de Fomento se aplica una política de difusión libre de los productos del IGN-CNIG en la que prevalece el objetivo de la máxima difusión, mediante la determinación del carácter gratuito de muchos productos, frente al objetivo de alcanzar un mayor ingreso por ventas.

Programa 495A en 2019 (en miles de euros)		%
I. Recursos Humanos	3.020,46	26,90
II. Mantenimiento y Gastos Corrientes	2.070,47	18,44
III. Gastos financieros	28,41	0,25
IV. Transferencias corrientes	6,00	0,05
VI. Inversiones	6.073,86	54,10
IX. Pasivos financieros	27,20	0,24
Total	11.226,40	100

En consecuencia, el CNIG no sólo se financia a través de las subvenciones que recibe, sino que también obtiene ingresos derivados de la venta de productos y servicios propios; de manera que ambos proporcionan la cobertura suficiente para su presupuesto de gastos.

Por otro lado, el CNIG también presta servicios públicos sin contraprestación económica, como proporcionar información de carácter geográfico, fomentar y promocionar la cultura cartográfica y difundir la actividad del Instituto Geográfico Nacional en diversos ámbitos nacionales e internacionales. La actividad no lucrativa de difusión se concreta en el patrocinio de actividades científicas, la asistencia a ferias, congresos y exposiciones, la participación en conferencias, cursos y otras actuaciones en apoyo a las líneas de acción del IGN como autoridad cartográfica nacional. Asimismo, el CNIG integra en su programa editorial el conjunto de iniciativas del Instituto Geográfico Nacional cuya relevancia e interés científico prevalece sobre el interés económico.

Medios materiales

El IGN cuenta con una sólida infraestructura de equipamientos técnicos e instalaciones con los que cumplir de modo eficaz su servicio a la sociedad. Estos equipamientos, en muchos casos, se encuentran a la vanguardia del desarrollo tecnológico.

En cuanto a las instalaciones, son muy diversas, pudiéndose destacar su enorme valor histórico en algunos casos o su importancia tecnológica en otros.

Sede central

La sede central del Instituto Geográfico Nacional está situada en el número 3 de la calle General Ibáñez de Ibero, de Madrid. Consta de siete edificios y abarca una superficie construida de 25.760,97 m². En estos edificios se desarrollan las actividades propias de las unidades con rango de Subdirección General, además de las de la propia Dirección General y del Centro Nacional de Información Geográfica. Esta sede central se proyectó e inauguró durante el reinado de Alfonso XIII y cuenta con un gran valor histórico. Fue declarada Bien de Interés Cultural por el Real Decreto 68/1992, de 24 de enero.



Observatorios Astronómicos

El IGN dispone de varios observatorios astronómicos. El más emblemático de ellos es el Real Observatorio de Madrid, en el Parque del Retiro (calle Alfonso XII, 3) e integrado por once edificios, cuya superficie total es de 27.382,06 m². El más antiguo de estos edificios, diseñado por el arquitecto Juan de Villanueva a finales del siglo XVIII, es uno de los más interesantes exponentes de la arquitectura neoclásica española, y fue declarado Bien de Interés Cultural, con categoría de Monumento, mediante el Real Decreto 764/1995, de 5 de mayo. El Real Observatorio de Madrid alberga la sede central del Observatorio Astronómico Nacional y del Observatorio Geofísico Central.

Además de su emplazamiento en el Real Observatorio de Madrid, el Observatorio Astronómico Nacional cuenta con una Estación de Observación en Calar Alto (Almería), cuya superficie es de 440 m², y de un edificio en el campus de la Universidad de Alcalá de Henares que tiene tres plantas (635 m²) en una parcela de 6.715 m².

El Observatorio de Yebes es el Centro de Desarrollos Tecnológicos del IGN y una gran instalación científica técnica singular (ICTS) española. Se encuentra situado en una parcela de 250.000 m² en el término municipal de Yebes, provincia de Guadalajara, a unos 80 km al este de Madrid y a 1.000 m de altitud aproximadamente. El Observatorio de Yebes se inició en 1975 con tres instrumentos: un astrógrafo doble, un telescopio solar y un radiotelescopio de 14 m. En la actualidad aloja además dos radiotelescopios de 40 m y 13,2 m que son sus principales instrumentos astronómicos. El radiotelescopio de 40 m se emplea fundamentalmente en observaciones astronómicas y está integrado en varias redes de observación europeas y globales. El radiotelescopio de 13,2 m se emplea en observaciones con fines geodésicos y se integra en la Red Atlántica de Estaciones Geoespaciales (RAEGE) y en la red VGOS del International VLBI Service. El Observatorio de Yebes cuenta además con laboratorios de electrónica, amplificadores, detectores y receptores y bocinas, un laboratorio electroquímico, dos talleres con máquinas de precisión, una cámara anecóica de medida de antenas, un pabellón de gravimetría, una sala de visitantes, un edificio de oficinas y edificios auxiliares con grupos electrógenos, transformadores y grupos de alimentación ininterrumpida. El Observatorio de Yebes está bien dotado tecnológicamente y dispone de una conexión de 10 Gb/s a la red científica española RedIris-NOVA.

Finalmente, compartidos con el Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) de Francia y la Sociedad Max-Planck (MPG) de Alemania, el IGN dispone de las instalaciones del Instituto de Radioastronomía Milimétrica (IRAM) en Pico Veleta (España) y Plateau de Bure (Francia). Las instalaciones de Pico Veleta cuentan con un edificio (de unos 600 m²) destinado al control, apoyo y logística del radiotelescopio (de 30 metros de diámetro), situándose las oficinas y laboratorios centrales en la ciudad de Granada (unos 800 m²). El Plateau de Bure cuenta con las edificaciones (unos 800 m²) de control, apoyo y logística del interferómetro de diez (dos en construcción) antenas de 15 metros, y con el edificio de oficinas, laboratorios y talleres que constituyen la sede central IRAM en el Campus de la Universidad de Grenoble (2.500 m²).

Red de Observatorios Geofísicos

El IGN cuenta con una importante red de Observatorios Geofísicos gracias a los cuales realiza, entre otras, la importante labor de observación del campo geomagnético, la vigilancia de los riesgos sísmicos y volcánicos y labores de conservación y digitizado de datos geofísicos. Los Observatorios se encuentran en



las ciudades de Almería, Santa Cruz de Tenerife (con sedes adicionales en Las Mesas y Güimar), Málaga, Santiago de Compostela y Toledo (con sedes adicionales en San Pablo de los Montes y Sonseca). El Observatorio de Toledo hospeda el Archivo Nacional de Geofísica, donde se conserva la documentación y los datos tanto analógicos como digitales, resultado de los trabajos desarrollados por el IGN a lo largo del tiempo y de la adquisición de la instrumentación geodésica y geofísica desplegada por todo el territorio nacional desde época histórica. La extensión de todos ellos asciende a 350.000 m².

Estación Sísmica de Sonseca

La Estación Sísmica de Sonseca (Toledo) fue originalmente establecida en 1958 por las Fuerzas Aéreas de los Estados Unidos de América (Air Force Technical Application Center, AFTAC). Esta estación formaba parte de una red de estaciones sísmicas diseñadas a nivel mundial con el propósito de registrar y analizar señales sísmicas que pudieran provenir tanto de terremotos como de fuentes no naturales, y así realizar una vigilancia y localización de la ocurrencia de explosiones nucleares. El establecimiento en Sonseca fue posible gracias a un acuerdo clasificado entre el Gobierno de España y el de los Estados Unidos, siendo su uso prácticamente desconocido en medios científicos de nuestro país hasta comienzo de los años 90. Sonseca, por su situación geográfica, es una de las estaciones más interesantes de Europa, así como por su resolución en zonas conocidas de realización pasada o presente de pruebas nucleares como son Nueva Zembla, Argelia, Nevada Test Site y Rajasthan.



Sala de control del array sísmico de Sonseca

Los elementos de control de la estación de Sonseca se encuentran ubicados en la proximidad del pueblo del mismo nombre, en la provincia de Toledo. El centro tiene una extensión de 5.798 m² y consta de un total de cinco edificios cuyas misiones principales son las de hospedar el centro de recepción de datos, las salas de mantenimiento y el almacén de repuestos.

La estación de Sonseca respecto al diseño de su instrumentación se la puede clasificar como un *array* telosísmico. Está formada por 19 sensores sísmicos de corto periodo y componente vertical, distribuidos en un área de unos 80 km² con una apertura de 10 km y un diseño en forma de hélice irregular. Además posee dos estaciones centrales de banda ancha de tres componentes, una de ellas a 60 km de profundidad.

Además tiene la función de servir de respaldo en caso de emergencia al sistema de vigilancia sísmica situado en los servicios centrales del IGN. Para ello cuenta con la infraestructura necesaria para la adquisición y el procesamiento de los datos de las estaciones sísmicas de la Red Sísmica Nacional.

Los Servicios Regionales

Los Servicios Regionales del IGN, a pesar de su adscripción orgánica a las Delegaciones del Gobierno, Ministerio de Política Territorial y Función Pública, mantienen con respecto al Ministerio de Fomento una adscripción funcional. La superficie de las instalaciones de que dispone cada una de las unidades que componen los Servicios Regionales es muy diversa, y varía en función de que esté compartida o no con otros servicios administrativos de la correspondiente Delegación o Subdelegación del Gobierno.

Casas del Mapa y puntos de venta

El CNIG cuenta con una red de [Casas del Mapa y puntos de venta](#) que se extiende por las capitales de provincia de Madrid (en la Sede Central del Instituto y ROM), A Coruña, Almería, Ávila, Badajoz, Barcelona, Burgos, Castellón, Donostia-San Sebastián, Granada, Huesca, Jaén, Logroño, Málaga, Murcia, Palencia, Oviedo, Pontevedra, Santa Cruz de Tenerife, Salamanca, Santander, Segovia, Sevilla, Soria, Tarragona, Toledo, Valencia, Valladolid, Zamora y Zaragoza, instaladas en sedes propias, de Servicios Regionales del IGN en Delegaciones y Subdelegaciones del Gobierno, o puntualmente en sedes de otras instituciones bajo acuerdo. También, para tratar de completar el alcance se realizan acuerdos con distribuidores y librerías especializadas.

34

Otras instalaciones

Finalmente, el IGN dispone de una extensa red de señales geomagnéticas, estaciones GPS, estaciones sísmicas de banda ancha, así como numerosas estaciones de la red de acelerógrafos y demás instalaciones y equipamiento técnico que permiten el adecuado funcionamiento de esta Dirección General. En concreto, distribuidos por todo el territorio nacional existen en la actualidad:

— Redes Geodésicas Nacionales

- 29.450 señales REDNAP (Red de Nivelación de Alta Precisión).
- 11.350 vértices geodésicos (50 vértices reparados o reconstruidos y 108 revisados).
- 10 mareógrafos.
- 116 estaciones GNSS permanentes (11 estaciones nuevas y 28 internacionales).

— Red de Observación Geomagnética y Gravimétrica

- 2 Observatorios Geomagnéticos.
- 42 señales geomagnéticas de la Red IGN.
- 2 gravímetros absolutos (FG5 y A-10).
- 70 estaciones de medida absoluta de la gravedad.
- 2 gravímetros relativos Lacoste Romberg.
- 1 gravímetro Scintrex CG5
- 1 gravímetro relativo superconductor OSG.
- 1 gravímetro GRAVITÓN

— Red de Vigilancia Volcánica

Las instalaciones del Sistema de Vigilancia Volcánica en Canarias comprenden:

- 50 estaciones sísmicas.
- 7 acelerómetros.
- 2 *arrays* sísmicos.
- 5 inclinómetros.
- 35 estaciones GNSS.
- 1 estación Total
- 4 mareógrafos.
- 1 gravímetro relativo gPhone.
- 3 magnetómetros.
- 3 Estaciones de CO2 difuso.
- 3 Estaciones multiparamétricas.
- 4 Estaciones de Radón/Torón.
- 26 Puntos de muestreo de agua.
- 3 Sonda multiparamétrica de aguas.
- 4 Puntos de muestreo de gases libres.
- 12 Puntos gases disueltos.

Diversas estaciones geofísicas, termométricas y geoquímicas:

- 2 estaciones de potencial espontáneo.
- 1 Estaciones termométricas perfiles.
- 3 Cámaras *web*.
- 1 Cámara térmica.

Las instalaciones del Sistema de Vigilancia Volcánica en Campo de Calatrava comprenden una estación sísmica.

— Red Sísmica Nacional

- 119 Estaciones sísmicas de velocidad
- 117 Estaciones sísmicas de aceleración
- 37 Red SILEX (acelerómetros MEMS)
- 8 Mareógrafos
- *Array* telesísmico de Sonseca





Plan estratégico

EL PLAN ESTRATÉGICO DEL MINISTERIO DE FOMENTO

Durante la última década, la planificación estratégica de la Dirección General del IGN y su organismo autónomo CNIG, se ha venido desarrollando siguiendo cuatro líneas estratégicas principales, en las que se plasman los objetivos a lograr.

En el año 2012, se puso en marcha un Plan Estratégico en el Ministerio de Fomento en el que se integraron los programas y actuaciones de este Centro, participando de forma activa y colaborando de este modo en la consecución de los nuevos retos y objetivos que dicho Plan establecía. Tomando como referencia ese plan estratégico, se ha seguido trabajando desde entonces, en los 7 Ejes Estratégicos definidos en el mismo y encaminados a procurar el cumplimiento de las cuatro líneas estratégicas principales definidas en el Plan, en las que se plasman los grandes objetivos del Departamento.

El Plan Estratégico del Ministerio es la «hoja de ruta» que a lo largo de los años permite ser capaz de producir el impulso necesario para avanzar decididamente «hacia la excelencia». Detrás de las líneas estratégicas de este Plan, se estructuran todas aquellas actuaciones o programas que deben servir para llevar a buen término «la mejora continua», evaluables mediante un conjunto de indicadores definidos para comprobar con exactitud si se sigue el rumbo correcto.

El Plan trata de integrar todos los programas y actuaciones que se realizan por los distintos Centros Directivos, Organismos, Agencias, Entes, Entidades Públicas Empresariales y Sociedades Estatales, de manera que se estructuran en función del contenido de la Misión, la Visión y los Valores. De esta forma se pueden ordenar las distintas líneas estratégicas en base a su peso en la gestión. Este conocimiento facilita la priorización de cada uno de los programas que desarrollan cada una de esas líneas estratégicas.

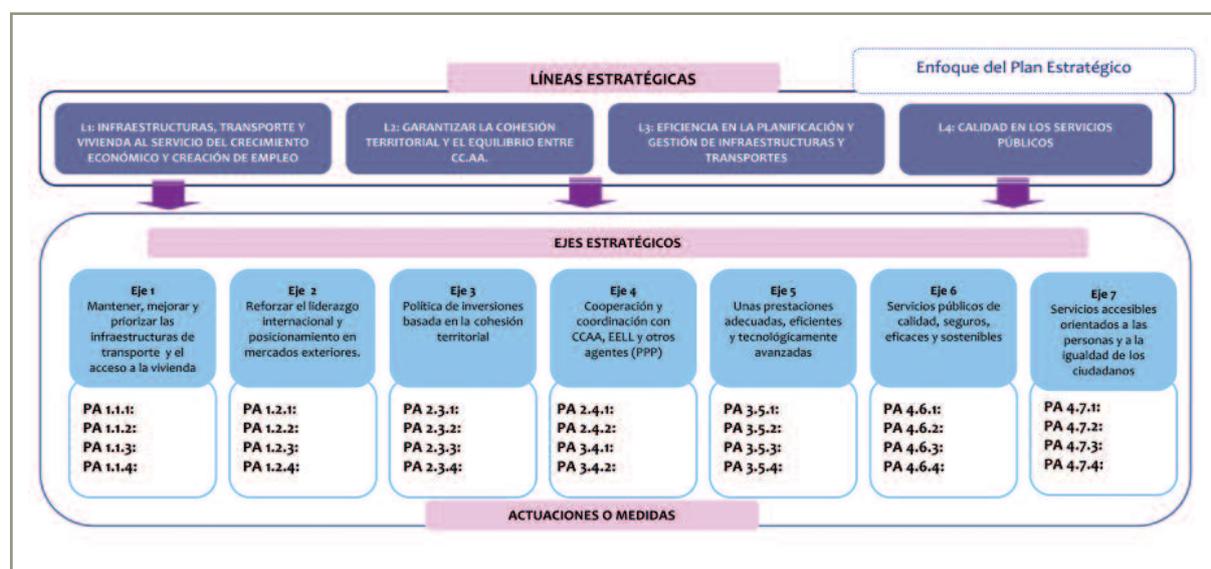
La metodología aplicada en la elaboración del Plan Estratégico parte de la fijación de la misión y visión del departamento ministerial y, a partir de éstas, de la concreción de los grandes objetivos que quieren alcanzarse durante los años 2012-2020 mediante el desarrollo de este Plan.

Estos grandes objetivos se plasman en las cuatro líneas estratégicas para el periodo 2012-2020 que, a su vez, se han de concretar en distintos ejes estratégicos.



En el conjunto de los ejes estratégicos se agrupan una serie de programas de actuación y actuaciones concretas, encaminados a procurar el cumplimiento de las cuatro líneas estratégicas marcadas y en los plazos fijados.

Cada actuación cuenta con un responsable identificable, se planifica en el tiempo y se le asocian unos recursos humanos y materiales mensurables, así como unos resultados a alcanzar en unos plazos predeterminados.



PROGRAMAS DE ACTUACIÓN DEL IGN-CNIG EN EL PLAN ESTRATÉGICO DE FOMENTO

Los programas de actuación definidos en el Plan Estratégico del Ministerio de Fomento para el IGN-CNIG identifican las actividades necesarias para el cumplimiento de los objetivos del Plan.

Su ejecución se realiza a través de la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional, mediante sus Subdirecciones Generales, y el Organismo Autónomo adscrito, Centro Nacional de Información Geográfica.

Además de estos programas de actuación, se llevan a cabo una serie de acciones que se enmarcan en una línea general de «Actuaciones horizontales», contemplada también en el Plan Estratégico, que resultan esenciales para la realización de todas las actividades necesarias para lograr el cumplimiento de los objetivos de dicho Plan y cuya ejecución corresponde a la Secretaría General.

De una manera genérica, existe una correlación entre los programas de actuación definidos y la responsabilidad de cada uno de estos órganos, conforme al siguiente esquema:



Eje estratégico

5. Prestaciones adecuadas, eficientes y tecnológicamente avanzadas.
6. Servicios públicos de calidad, seguros, eficaces y sostenibles.

Programa de actuación n.º 1.

Plan de I+D+i en Ciencias de la Tierra y el Espacio y de Vigilancia y alerta sísmica y volcánica.

Unidad responsable

Subdirección General de Astronomía, Geofísica y Aplicaciones Espaciales.

Eje estratégico

4. Cooperación y coordinación con CCAA, EELL y otros agentes (PPP).
6. Servicios públicos de calidad, seguros, eficaces y sostenibles.

Programa de actuación n.º 2

Producción, actualización y mejora de la información geográfica y la cartografía oficial.

Unidad responsable

Subdirección General de Geodesia y Cartografía.

Eje estratégico

4. Cooperación y coordinación con CCAA, EELL y otros agentes (PPP).
6. Servicios públicos de calidad, seguros, eficaces y sostenibles.
7. Servicios accesibles orientados a las personas y a la igualdad de los ciudadanos.

Programa de actuación n.º 3

Gestión de la Infraestructura de Información Geográfica de España, asegurando la normalización y difusión de la información geográfica oficial y los servicios basados en ella.

Unidad responsable

O.A. Centro Nacional de Información Geográfica.

Eje estratégico

4. Cooperación y coordinación con CCAA, EELL y otros agentes (PPP).

Programa de actuación n.º 4

Coordinación de la actuación pública en el ámbito de la información geográfica a través de los mecanismos previstos en el Consejo Superior Geográfico y en el Sistema Cartográfico Nacional.

Unidad responsable

Secretaría General.





IGN
2019

PROGRAMA DE ACTUACIÓN NÚMERO 1 PLAN DE I+D+i EN CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL ESPACIO Y DE VIGILANCIA Y ALERTA SÍSMICA Y VOLCÁNICA

DESCRIPCIÓN

La ejecución del Plan de I+D+i en Ciencias de la Tierra y el Espacio y de Vigilancia y Alerta Sísmica y Volcánica tiene como fin el logro y mantenimiento del mayor nivel científico y tecnológico en esos campos de actividad, con vistas a la más eficaz y segura prestación de los mencionados servicios.

El IGN es en la actualidad el organismo nacional de referencia en las técnicas de la radioastronomía aplicadas tanto en estudios y aplicaciones astronómicas como geodésicas. Es, asimismo, el centro de referencia en los campos de la sismología y la volcanología, en los que dispone de los más actuales sistemas de observación y medida, aplicados tanto a su uso como redes de vigilancia y alerta, como a la realización de trabajos y estudios científicos. Dentro del campo de la geofísica, es también la institución de referencia en geomagnetismo y gravimetría. Finalmente, el IGN dispone de unos laboratorios de primera fila para su uso en las técnicas más avanzadas de la electrónica, las microondas, la informática y las comunicaciones aplicadas al desarrollo de instrumentación propia y a las aplicaciones espaciales en los campos en los que realiza sus actividades. Por otra parte, el IGN lleva a cabo en la actualidad una importante labor cultural y de divulgación científica que utiliza su extraordinario patrimonio en instrumentación e instalaciones de gran valor histórico.

40

ACTIVIDADES A REALIZAR

Las actividades necesarias para la ejecución de este programa de actuación se enmarcan en cuatro grandes grupos:

Desarrollos tecnológicos e instrumentales de los medios del IGN en Astronomía, Geodesia, Geofísica y Volcanología, y para su uso en aplicaciones espaciales.

Estudios científicos y trabajos de investigación dirigidos al incremento del conocimiento en Astronomía, Geodesia, Geofísica y Volcanología.

- Funcionamiento operativo y gestión de las redes de vigilancia y alerta sísmica y volcánica.
- Observación y Cartografía del Campo Geomagnético.
- Infraestructura de medida de la Gravedad Absoluta en todo el Territorio Nacional.
- Actividades culturales y de divulgación científica.

PROYECTOS MÁS DESTACADOS

El Observatorio de Yebes: una ICTS española

El Observatorio de Yebes está incluido en el actual mapa (2017-2020) de Infraestructuras Científico Técnico Singulares (ICTS) españolas siendo una de las siete que existen en Astronomía. El mapa se renueva cada cuatro años tras una evaluación externa.

En el año 2019 se publicó el nuevo libro «Actualización del mapa de las Infraestructuras Científico Técnico Singulares» en él que se recogen una o dos contribuciones de alto valor científico para ilustrar el tipo de trabajo que hace cada una de ellas. La actual edición, disponible en español y en inglés, se puede descargar en formato PDF desde la siguiente dirección:

http://www.ciencia.gob.es/stfls/MICINN/Investigacion/FICHEROS/ICTS_ES_ED2019_C.pdf

Por otra parte, y para satisfacer el requisito de máxima transparencia que se exige a las ICTs se ha puesto en marcha una página *web* con la colaboración del CNIG que contiene información actualizada y detallada del Observatorio de Yebes, incluyendo datos sobre las observaciones con los instrumentos y resultados científicos y técnicos obtenidos en el Observatorio de Yebes. La página se puede consultar en:

<https://astronomia.ign.es/web/guest/icts-yebes/acercade>

y los datos más específicos de la explotación del radio telescopio de 40 m en:

http://rt40m.oan.es/proposals_en.php

Proyecto YDALGO y financiación FEDER para el Observatorio de Yebes

El proyecto YDALGO financiado con fondos FEDER y contemplado en el convenio entre el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades y el Centro Nacional de Información Geográfica, continuó su ejecución durante el año 2019. La primera reunión del comité de seguimiento tuvo lugar en enero de 2019. Este proyecto contempla dos subactuaciones: la construcción y puesta en marcha de un edificio de laboratorios y talleres y la instalación y puesta en marcha de una estación SLR.

Subactuación 1.- Construcción y puesta en marcha de un nuevo edificio de laboratorio, talleres e instalaciones

En el segundo trimestre de 2019 comenzaron las obras de construcción de dicho edificio y su finalización está prevista para finales de 2020. A esta actividad hay que sumar la contratación de la dirección de obras, así como diversas obras de adecuación para modificar canalizaciones y acometidas existentes.



Obras del edificio de laboratorios y talleres en sus comienzos

Se ha iniciado la adquisición y puesta en funcionamiento del equipamiento destinado a los laboratorios: instrumentación de microondas y ondas milimétricas, diversa instrumentación de radiofrecuencia, equipos criogénicos y equipos de procesado de dispositivos microelectrónicos.

Finalmente se ha adquirido *software* para el laboratorio, en particular de diseño de entorno matemático y control de instrumentación y de diseño y simulación de microondas.

Subactuación 2.- Instalación y puesta en marcha del SLR

Todavía no se han iniciado las obras de construcción de la estación, pero se han ejecutado algunas actuaciones de adecuación previas para dicha construcción.

Se ha adquirido parte del equipamiento necesario para la puesta en funcionamiento de la estación láser (detector óptico y algunos sistemas de sincronismo y de seguridad).

En este periodo se ha contratado el estudio de viabilidad y definición del sistema óptico. Este contrato forma parte de los estudios y asistencias técnicas que permiten definir las características, especificaciones y capacidades requeridas para su integración en la red internacional de estaciones SLR.

El personal del Observatorio de Yebes asignado a esta subactuación ha realizado diversos viajes a congresos y visitas a otras estaciones con telescopios SLR para conocer el estado del arte en este área y adquirir información práctica que facilite la definición, instalación y primera operación de la estación SLR.

Ambas subactuaciones han precisado la contratación de personal. En abril de 2019 se incorporaron:

- Dos expertos en los subsistemas necesarios para construir un SLR: óptica y subsistemas mecánicos respectivamente.
- Dos técnicos de laboratorio y talleres.
- Un técnico de apoyo para la gestión de fondos y procedimientos administrativos.

En diciembre de 2019 se ha incorporado el experto en desarrollo de *software* del sistema de control necesario para construir el SLR. Esta incorporación es tardía porque este puesto quedó desierto en la convocatoria del año 2018.

Se destacan las actuaciones llevadas a cabo hasta el momento en cuanto a comunicación. Se ha redactado una nota de prensa: «Cofinanciado con fondos FEDER: Fomento firma un convenio para la mejora y ampliación de infraestructuras en el Observatorio de Yebes en Guadalajara» y se ha dado difusión del proyecto en medios de comunicación, como prensa, radio y televisión.

Se ha recibido la visita de varias autoridades a las instalaciones del Observatorio de Yebes y se ha dado difusión del proyecto con motivo de la visita a través de medios de comunicación locales y autonómicos.

Todas las licitaciones públicas que aparecen en el BOE y en el DOUE de las actuaciones llevadas a cabo hasta el momento llevan su referencia FEDER, y por tanto podrían ser contabilizados como indicadores de comunicación y publicidad.



A lo largo del año 2019 se han realizado dos actos públicos:

- El 1 de octubre se celebró la jornada de conocimiento mutuo entre el Observatorio Yebes y las asociaciones INEUSTAR / INDUSTENCIA.
- Los días 19 y 20 de noviembre de 2019 se organizó en el Observatorio de Yebes la 1ª Reunión Expertos y difusión técnica en «Satellite Laser Ranging» dentro del proyecto YDALGO cofinanciado fondos FEDER.

Durante el año 2019 se ejecutaron 1.278.292,59 € con cargo al proyecto FEDER. En el mes de septiembre se justificaron los gastos realizados desde el comienzo del proyecto hasta dicha fecha. En el mes de noviembre se solicitó una prórroga para el proyecto FEDER que permitirá extender su ejecución hasta finales de 2023.



Reunión de expertos de SLR para el proyecto YLARA.
Observatorio de Yebes, 19 y 20 de noviembre de 2019.

Radiotelescopio de 40 m del Observatorio de Yebes

El radiotelescopio de 40 m de diámetro es el principal instrumento del Observatorio de Yebes y proporciona al Observatorio de Yebes su carácter de ICTS. A continuación se describen los principales trabajos realizados durante el año 2019.

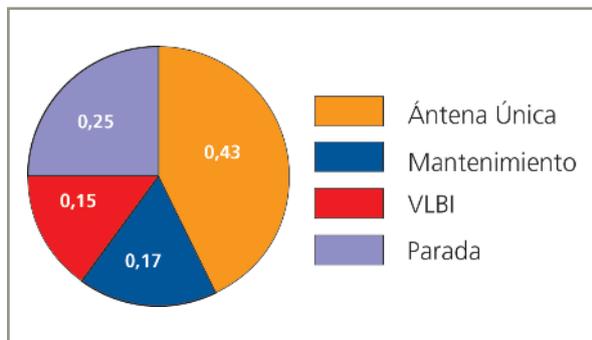
1. Observaciones

El radiotelescopio de 40 m ha observado un 60 % del tiempo disponible a lo largo del año. Estas observaciones se distribuyen en dos grandes áreas: interferométricas como elemento de redes globales de VLBI y como antena única.

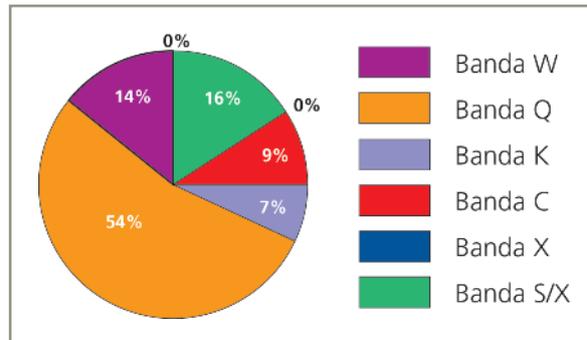
El radiotelescopio de 40 m es un elemento muy importante de varias redes de interferometría y dentro de ese contexto se emplearon 1.497 horas de tiempo de observación para realizar observaciones de muy larga línea de base (VLBI).

- (i) Se ha participado en la Red Global de VLBI Milimétrico (GMVA) constituida para realizar observaciones VLBI con objetivos astrofísicos a una longitud de onda de 3 mm. Las sesiones se realizaron en dos bloques de cinco días, durante los meses de abril y septiembre, con un total de 158,5 horas observadas. En 2019 se comenzó a operar el nuevo receptor de 3 mm construido en el CDT, por lo que antes de comenzar la primera de las sesiones regulares del año se realizó un test de validación satisfactorio con el radiotelescopio de Pico de Veleta. En esta red el radiotelescopio de 40 m de Yebes se une a los radiotelescopios de última generación como ALMA para lograr las mejores resoluciones angulares posibles en un rango de frecuencias de gran interés para la comunidad astrofísica.





Uso por tipo de observación



Uso por frecuencia de observación

(ii) Se ha participado en la Red Europea de VLBI (EVN) que trabaja preferentemente con varias antenas europeas y asiáticas y opera a longitudes de onda mayores de 1 cm. Las observaciones se dividen fundamentalmente en tres bloques de sesiones de tres semanas durante los meses de febrero/marzo, mayo/junio y octubre/noviembre, con un total de 505 horas observadas en 2019. En estas sesiones Yebes participa en las observaciones en banda C (264.5 horas), S/X (124 horas) y K (116.5 horas). Además, el telescopio de Yebes también participó en observaciones extraordinarias de la EVN, como las sesiones de eVLBI (76 horas), las observaciones de eventos especiales y las llamadas «Target of Opportunity» (21 horas).

(iii) El radio telescopio de 40 m del Observatorio de Yebes es un elemento del Servicio Internacional de VLBI para la Geodesia y la Astrometría (IVS) que realiza observaciones astronómicas aplicadas a la geodesia haciendo uso de una red global de antenas de todo el mundo. Yebes ha participado en 23 sesiones de observación de 24 horas cada una, sumando 552 horas totales a lo largo del año.

(iv) Finalmente se ha participado en proyectos con otras redes de interferometría. En particular el Comité de Programas del Observatorio de Yebes informó favorablemente sobre la realización de observaciones conjuntas con la Red Coreana de VLBI (KVN) por un total de 59 horas. Así mismo la colaboración con el proyecto Ru-A, supuso la dedicación de 120 horas de observación y las observaciones conjuntas con Radioastron, hasta su cese de operaciones en febrero de 2019, supusieron 6 horas.

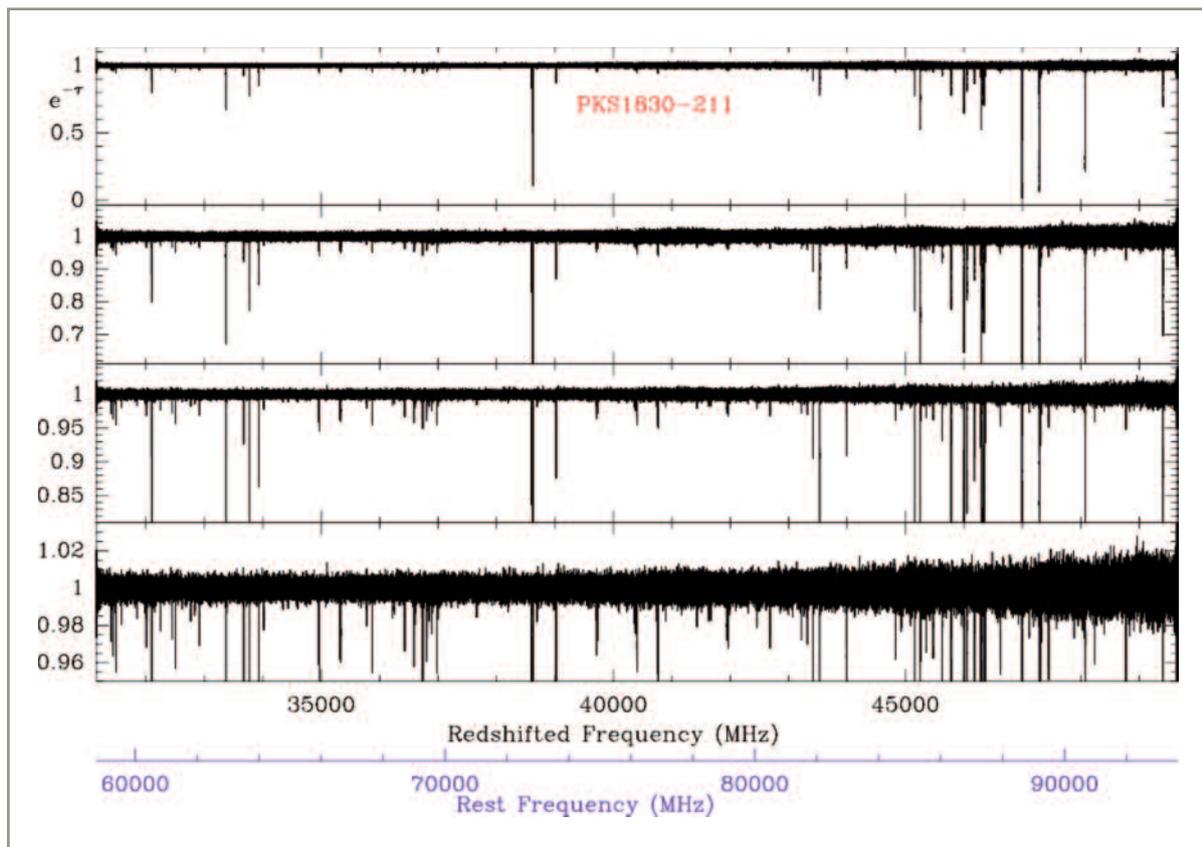
RED DE VLBI	NÚMERO DE HORAS
EVN	602
GMVA	158
IVS	552
Radioastron	6
KVN	59
Otros	120
Total	1497

En operaciones de antena única, el radiotelescopio de 40 m ha empleado 1.500 horas de tiempo en observaciones en riesgo compartido para la verificación de un funcionamiento correcto de los nuevos recepto-



res dentro del proyecto Nanocosmos. Gran parte de este tiempo se ha empleado en la observación de IRC+10216 y de PKS 1830-211. Los resultados de estas observaciones se enviaron para su revisión a la revista *Astronomy & Astrophysics* que recomendó su publicación a lo largo del año 2020.

Se emplearon además 2.000 horas adicionales para la consecución de las observaciones de las propuestas aceptadas por el Comité de Programas de Yebes para el año 2019, que comprenden proyectos científicos en modo de antena única y proyectos de VLBI fuera del paraguas de la EVN y la GMVA. Las longitudes de onda de operación del radiotelescopio de 40 m complementan aquellas de otros telescopios de antena única de alta sensibilidad, como el 30 m de IRAM y APEX, y de los interferómetros de última generación, como ALMA, NOEMA y SKA, y permiten, en particular, acceder al estudio científico de las regiones más frías de nuestra galaxia, entornos donde se da el nacimiento y la muerte de las estrellas. Con este fin, a lo largo del año 2019 se realizó una convocatoria de propuestas para la explotación científica del radiotelescopio, extendido a la comunidad internacional. La extensión de los trabajos de puesta a punto de los nuevos receptores de 3 y 7 mm, realizados en colaboración con el proyecto NANOCOSMOS, no permitió la publicación de una segunda convocatoria como en el año anterior.



Espectro de la fuente PKS 1830-211 observado con el RT40m en 2019.



Las propuestas resultantes de esta convocatoria fueron evaluadas por el Comité de Programas de Yebes, formado por dos miembros del IGN y tres expertos externos de diferentes organismos de investigación astrofísica. En total se aprobaron 10 proyectos que suman un total de 1.574 horas de tiempo de telescopio. Gracias al nuevo receptor de banda Q, cuyo ancho de banda instantáneo cubre 18 GHz, fue posible realizar observaciones de manera muy eficiente en toda la banda minimizando el tiempo de observación. En todos los casos se alcanzaron los requisitos solicitados por los observadores, tanto en número de fuentes observadas como de sensibilidad alcanzada.

2. Propuestas y tiempo discrecional de director

Los temas de los proyectos aprobados han abarcado diferentes áreas de la astrofísica, desde el estudio de nubes moleculares y regiones de formación estelar (con títulos «Gas phase elemental abundances in molecular clouds (GEMS) (III)», «Limits to chemical complexity in UV-illuminated regions III», «Yebes line surveys of the dense cores B1-b and TMC-1», «The Sgr B2 envelope: chemical inventory and molecular excitation conditions», «7 mm Line Observations of EGOs Identified from WISE Continuum»), al estudio de estrellas evolucionadas («Monitoring of SiO and water masers in evolved stars», «NANOCOSMOS evolved stars survey: Gas-phase precursors of dust»), pasando por estudios extragalácticos, cosmológicos y de agujeros negros («Magnetic fields in jets on scales of 1000 gravitational radii», «Yebes and KVN SFPR astrometric monitoring of 3C 66A», «Probing the vicinity of SMBHs with high-precision astrometry»). La amplitud de temas y abundancia de propuestas prueban el interés de la comunidad científica en el radiotelescopio de 40 metros, que seguirá ofreciéndose a la comunidad internacional en el futuro, con la introducción de nuevos modos de observación («on the fly mapping») y de nuevas bandas (W).

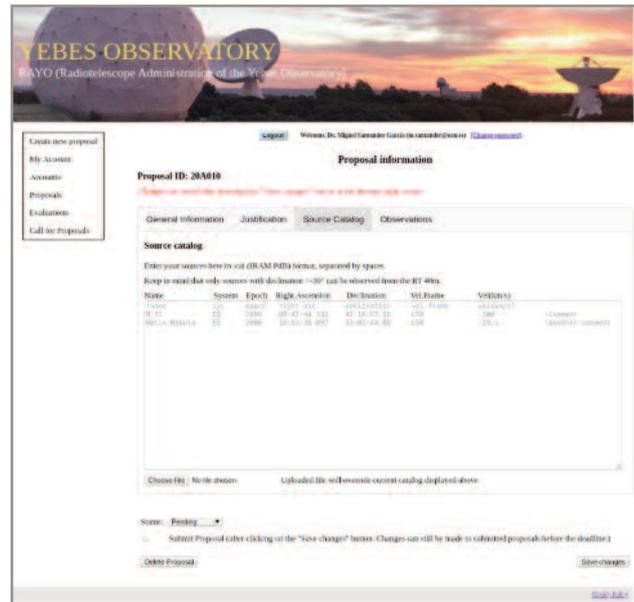
Además de las propuestas presentadas durante la convocatoria de propuestas convencional, este año se ha implementado un nuevo tipo de convocatoria, activa todo el año, y para la que se reserva una pequeña cantidad de tiempo. Este tiempo, llamado Tiempo Discrecional del Director (TDD), está destinado a propuestas innovadoras y potencialmente revolucionarias en su campo y a proyectos urgentes que necesitan observar eventos astronómicos particulares fuera del plazo del llamamiento convencional. A lo largo de este año se han presentado dos de estas propuestas TDD, con títulos «VLBI observations of ongoing burst in 6.7GHz methanol maser source G358.931–0.030» y «VLBI observations of microquasars during major flares».

3. Desarrollos informáticos

A lo largo de este año se ha desarrollado un sistema de gestión integral de propuestas para el radiotelescopio de 40m, de nombre *Radiotelescope Administration of the Yebes Observatory* (RAYO).

Basado en una aplicación *web*, RAYO permite la creación de propuestas (tanto de convocatoria convencional como de propuestas TDD), y gestiona todo lo relativo a ellas, incluyendo la evaluación por parte de los miembros del Comité de Programas, el envío de comunicaciones sobre aceptación, rechazo o nuevas convocatorias por correo electrónico. En el futuro, además, el sistema permitirá la comunicación directa con el radiotelescopio, con objeto de facilitar la creación de catálogos de objetos de cada propuesta para facilitar la observación de los mismos, y la gestión y envío al investigador principal de los datos resultante de la misma.





Sistema informático RAYO de creación de propuestas.
Detalle del apartado de fuentes de observación



Sistema informático RAYO de creación de propuestas.
Detalle de la creación/edición de observaciones específicas

Otros desarrollos informáticos relevantes están asociados a la puesta a punto de los nuevos receptores de bandas Q y W de Nanocosmos. Entre ellos cabe destacar la nueva forma de calibrar las observaciones con carga caliente y fría, que permite calcular la temperatura de receptor en cada observación y estimar la opacidad atmosférica de forma más precisa. Así mismo se modificó el modelo de atmósfera. Por otra lado se desarrolló *software* para medir la estabilidad en ganancia de los receptores empleando los equipos FFTS disponibles.



Un aspecto muy importante ha sido la reimplementación del tipo de observación «On-the-Fly» (OTF) que permite la adquisición de mapas de fuentes radioastronómicas. Así mismo se ha depurado el código para la determinación de las efemérides de satélites NORAD empleando líneas TLE. Finalmente uno de los trabajos más relevantes, aun no finalizado, ha sido la rescritura completa del programa de adquisición y reducción de datos. La nueva implementación se ha desarrollado en *Python* y utiliza multihilos para aumentar la robustez y tolerancia del sistema frente a fallos. Esta nueva implementación se ha acompañado de una nueva interfaz gráfica para la presentación de resultados del radiotelescopio en tiempo real.

4. Desarrollos técnicos

Durante el año 2019, el radiotelescopio de 40 m sido objeto de una profunda remodelación técnica y de mantenimiento. Los principales desarrollos técnicos se agrupan en dos bloques: mejoras generales y trabajos asociados al proyecto Nanocosmos:

Mejoras generales

Se diseñaron y fabricaron 4 prototipos de una nueva lámina polarizadora para el receptor de banda Q que permite la observación en polarización circular, fundamentalmente en los proyectos de VLBI. Todas las láminas son de muy altas prestaciones.

Se realizaron ajustes de los espejos *Nasmyth* en el interior de la cabina de receptores y se comprobó su posicionamiento con sesiones de observación que mostraron un aumento del 10 % en la eficiencia del radiotelescopio.

Se midió y caracterizó el reflector dicróico que separa la radiación en bandas K y Q. Así mismo se sustituyó la membrana del vértice del radiotelescopio. Se caracterizó el nuevo material en los laboratorios del Observatorio, se fabricó una gran pieza del tamaño y forma requeridas y se montó en su lugar en muy poco tiempo. Se diseñó además un espejo selectivo que permite observaciones simultáneas en bandas K, Q y W y separarlas en diferentes caminos ópticos. El diseño se envió a fabricación al Reino Unido.

En el área de receptores y electrónica se realizaron varias actuaciones: el distribuidor de frecuencia intermedia se reparó, el receptor de holografía se llevó a los laboratorios y se reparó y actualizó, se repararon los módulos de ruido de los receptores de banda C y K y el módulo de calibración de fase del receptor de banda X, se actualizó la matriz de conmutación y se recalibraron los receptores de banda C y K.



Mesa óptica con los receptores de bandas W, K y Q (de izquierda a derecha).

Mejoras en los receptores del proyecto Nanocosmos

Se reemplazaron los amplificadores criogénicos del receptor de banda Q y se modificó el convertor de frecuencia a banda base para 7 mm sustituyendo algunas guías y aumentando la masa del módulo para conseguir una mayor inercia térmica y una mejora en la estabilidad de la ganancia del sistema. Además se midió la estabilidad en ganancia de este módulo.

Por otra parte se fabricó un convertor de frecuencia en banda Q para simultanear las observaciones en bandas K, Q y W en VLBI.

Durante el año se instalaron los receptores de banda Q y W junto con el sistema de calibración empleando una estación total para su posicionamiento y calibración. Una vez montados se acometieron varias tareas: estudio de ondas estacionarias con el sistema de calibración de carga fría y caliente, estudio de irregularidades en las polarizaciones causadas por el espejo dieléctrico, medidas del polarizador de banda W y del bloque OMT+alimentador, medidas de *sky dips* para la determinación de la eficiencia delantera, mejoras en la estabilidad temporal de la ganancia del receptor con una modificación mecánica en varios componentes, instalación de medidas paliativas para evitar condensación de agua en las ventanas de las cargas frías y sustitución de los límites eléctricos en el sistema de calibración carga fría carga caliente.

5. Mantenimiento

Este año se han realizado varias tareas de mantenimiento, algunas de ellas de gran importancia y con cierto impacto económico que mejoran la fiabilidad del radiotelescopio. A continuación se describen brevemente las más relevantes.

- Cambio de las cajas reductoras de acimut del radiotelescopio de 40m.
La fuga de aceite de una de las cajas reductoras del eje de acimut planteó la necesidad de su reposición, pero el coste de su reparación superaba la sustitución de las cuatro cajas por otras nuevas más modernas. Teniendo en cuenta este aspecto y la sospecha de un fallo de diseño en las antiguas se tomó la decisión de reponer todas ellas.
Los trabajos consistieron en el desmontaje de las cajas antiguas, el montaje de las cajas nuevas y las modificaciones de *hardware* y *software* del servosistema necesarias para integrar a las nuevas cajas.
- Cerramiento y limpieza del radiotelescopio de 40 m
La estructura trasera y el tejado de la cabina del radiotelescopio se ensucia habitualmente por el guano de los pájaros y la estructura del telescopio requiere una limpieza periódica con agua a presión y pintura cada ciertos años. Para minimizar este tipo de ensuciamiento además se cerraron todas las entradas a la estructura trasera con malla metálica.
- Sustitución de la conmutación del suministro eléctrico a los radiotelescopios.
Los radiotelescopios de 40 m y 13 m están protegidos mediante un sistema de alimentación ininterrumpida y un grupo electrógeno. El mecanismo de conmutación desde la red a dichos sistemas, causante de varios cortes importantes en el pasado, fue sustituido por uno más moderno y completo que permitió disminuir el tiempo de ejecución de los trabajos con un impacto mínimo en las operaciones de los radiotelescopios.



- Sustitución del sistema de detección de incendios en el radiotelescopio de 40 m.

El radiotelescopio de 40 m cuenta con una centralita de incendios que generaba fallos recurrentes. Durante este año se reemplazó por una nueva que exigió la reinstalación de todos los elementos de la instalación, incluyendo sensores.

A las tareas anteriores hay que añadir las habituales de pintura de instalaciones, lubricación de cojinetes, piñones y otros elementos, así como el reemplazo de algunos motores y módulos de control.



Participación en la primera imagen de la sombra de un agujero negro

2019 es el año en el que se publicó la primera imagen de un agujero negro. Si bien el radiotelescopio de 40 m no participó en dichas observaciones, uno de los astrónomos del IGN destinado en el Observatorio de Yebes es coautor de los seis artículos sobre la sombra del agujero negro y como tal participó en la conferencia de prensa que tuvo lugar en abril en el CSIC, Madrid. Así mismo el radiotelescopio de 30 m de IRAM en Granada fue un elemento crucial en dicha observación. El IGN es uno de los socios de IRAM, el Instituto de Radioastronomía Milimétrica, y forma parte de su comité directivo.



Conferencia de prensa en el CSIC el 9 de abril con participación de un astrónomo del IGN. Se presentó la imagen de la sombra del agujero negro M87*



Desarrollos tecnológicos en el área de amplificadores

El área de amplificadores del Observatorio de Yebes es fundamental porque proporciona uno de los dispositivos más importantes en la observación radioastronómica de los observatorios radio. Este grupo de trabajo compuesto por 5 ingenieros y dos técnicos realiza tareas para los instrumentos del Observatorio así como numerosos proyectos internacionales. En esta sección sólo se describen los trabajos realizados para el Observatorio de Yebes y otras instituciones nacionales. Las contribuciones internacionales se describen en un apartado específico, más adelante, si bien es difícil separar unos desarrollos de otros ya que todos están interconectados entre sí.

Se ha diseñado un amplificador criogénico de bajo ruido de 4 a 20 GHz y se han desarrollado híbridos de 4-20 GHz para amplificadores balanceados de banda ultra ancha. Además se han realizado desarrollos adicionales para sistemas de medida consistentes en nuevas cargas calentadas criogénicas para medida precisa de ruido y sistema de control (trabajo de fin de grado de un estudiante de la Universidad Complutense de Madrid), desarrollo de *software* para medidas de ruido con carga calentada coaxial (PNA-X y NFA), nuevos preamplificadores (TWA) para el sistema de medida con PNA.

Dentro del capítulo de las colaboraciones con la empresa española TTI Norte, a la que se ha transferido tecnología en el pasado, se han medido amplificadores MMIC en banda Ka para la Agencia Espacial Europea (ESA), amplificadores MMICs para el *Square Kilometer Array* (SKA), dentro del proyecto Innoglobal, y se acordado el dorado en el Observatorio de Yebes de cajas de amplificadores con oro blando. Así mismo se han coordinado y verificado la fabricación de 67 amplificadores criogénicos 4-12 GHz tipo ALMA fabricados para el interferómetro NOEMA de IRAM.

Dentro de las inversiones destaca la licitación de un expediente por la compra de una máquina de prototipado laser para circuitos impresos que sustituye a una anterior más antigua y que presenta averías intermitentes.

Laboratorio de espectroscopia molecular «Nanocosmos»

El laboratorio de espectroscopía molecular del proyecto Nanocosmos instalado en la antigua sala de control del radiotelescopio de 14 m continuó sus operaciones habituales y no requirió desarrollos técnicos relevantes porque se encuentra en producción. Tan sólo se cambió el motor y los sensores del sistema de calibración para garantizar un comportamiento más fiable y robusto y se realizaron pequeños cambios en el *software* de control y análisis de datos. Los datos obtenidos con este laboratorio han dado lugar a diversas publicaciones en revistas y congresos internacionales.

Otros desarrollos tecnológicos

Los trabajos de medida y mitigación de interferencias radio constituyen un área de gran interés por su impacto en las observaciones con los radiotelescopios de 13 y 40 m. Durante el año 2019 se instaló y probó el convertidor de frecuencia para RAFITA, el receptor de medidas de interferencias radio del Observatorio de Yebes. Con RAFITA se hicieron medidas hasta 26,5 GHz de de frecuencia. Así mismo se realizaron medidas





de RFI en la sala del radiotelescopio de 40 m, en las bandas VGOS y en la banda de 22 GHz con el propio radiotelescopio de 40 m en una campaña coordinada con la Subdirección General de Telecomunicaciones para minimizar el impacto de las emisiones de estaciones cercanas en las observaciones radio. También se ha integrado un receptor de RFI para 72 GHz y está en marcha un sistema de monitorización de RFI asociado a los sistemas WIFI.

Se completó el registro de los radiotelescopios en la UIT y se presentó una propuesta a la ECC para la defensa de la banda de 74-81 GHz para usos de Radioastronomía, propuesta aceptada en una reunión posterior celebrada por teleconferencia.

Desarrollos tecnológicos para el exterior

Se han realizado desarrollos en tres frentes principalmente: amplificadores, receptores y antenas. En algunos casos, estos desarrollos forman parte de proyectos comunes en los que participa el IGN y en otros corresponden a encargos de otras instituciones. A continuación se describen los desarrollos agrupados en las tres áreas mencionadas.

En cuanto a los desarrollos de amplificadores para frecuencias de microondas más bajas se ha trabajado intensamente en diversas líneas.

- Amplificadores balanceados junto con la universidad de Clamers. Se ha demostrado el uso de amplificadores balanceados con híbridos superconductores integrados en un mismo módulo y se ha presentado una contribución a ISSTT 2019 (30th International Symposium on Space Terahertz Technology) (Chalmers) y un proyecto a ESO sobre amplificadores balanceados superconductores
- En el proyecto europeo Radionet, área BRAND, se han realizado medidas criogénicas de los componentes pasivos del receptor de BRAND, ambas polarizaciones.
- En el proyecto europeo Radionet, área AETHRA, se ha desarrollado una nueva generación de amplificadores de baja reflexión YXR para receptores multipíxel. Se ha demostrado el uso con dos amplificadores integrados en el mismo módulo.
- Las contribuciones al interferómetro ALMA en la banda 2+3 han consistido en la finalización de las medidas criogénicas OMTs (colaboración con ESO) y en la colaboración con la Universidad de Manchester para las medidas de dispositivos MMICs estadounidenses en la banda W.
- Las actividades en torno al proyecto con ESO han consistido en el desarrollo de un amplificador de banda ultra ancha (16 GHz) para ALMA. Ello ha supuesto mejoras en el sistema de medida que han requerido modificaciones en el criostato ALMA para medidas hasta 26 GHz y fabricación y calibración de nuevos atenuadores enfriados con chips IAF y Mini-Circuits.
- Se ha continuado la colaboración en el desarrollo y prueba de transistores InP con Diramics. Para ello se han adquirido nuevos transistores de InP con barrera reducida, se han medido criogénicamente en diferentes bandas 20 tipos distintos de transistores y se ha definido una nueva generación de transistores InP.
- Se han suministrado híbridos criogénicos de 4-12 GHz para receptores 2SB a NRC (Canadá) y SRON (Holanda), y de 5-16 GHz a Torun (Polonia).

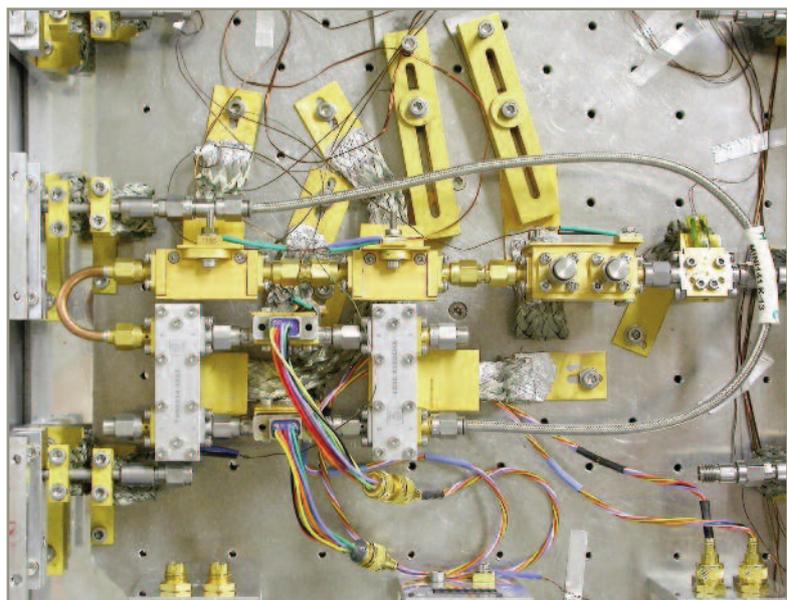


- Se han desarrollado amplificadores de banda ancha y K en el marco de una colaboración con SRON para estudiar los límites de la banda de IF de mezcladores SIS.
- Se han entregado 10 amplificadores de 4-12 GHz con reflexión mejorada para NOEMA como parte de nuestra pertenencia a IRAM.
- Se han fabricado amplificadores de banda ancha para los receptores VGOS de Finlandia y Noruega.

Por otra parte ha continuado la participación en el instrumento RADES (CERN) para detección de axiones (materia oscura) y la participación en la propuesta del instrumento heterodino HERO para la misión Origins Space Telescope (NASA)

En el área de antenas se ha recibido el encargo de suministrar varios alimentadores de banda ancha (2-14 GHz) para completar los receptores de banda ancha de Santa María, FGI y NMA. El diseño se ha elaborado en el Observatorio de Yebes, donde se realizaron mejoras sobre un primer prototipo. De este diseño final se han construido cuatro unidades. Sobre dos de ellas se ha realizado el trabajo final de construcción y *conectorización*, así como la medida individualizada de cada antena para garantizar su funcionamiento y máxima sensibilidad una vez que se integre en el receptor. Dichas medidas se han realizado en la cámara anecoica del Observatorio de Yebes, donde por el gran número de frecuencias a medir mantiene la cámara ocupada durante al menos dos semanas por antena. Durante este año se elaborado además una herramienta *software* que permite una mejor optimización de los parámetros de estas antenas y abre la puerta a realizar nuevos diseños con mejores prestaciones.

Además se ha prestado asesoramiento a NARIT y a la empresa Mechatronics sobre la membrana para el vértice del radiotelescopio de 40 m. Como parte de estos trabajos se estableció contacto con NAOJ (National Astronomical Observatory of Japan) para caracterizar las membranas usadas por ellos en el banco óptico de la cámara anecoica. Por otra parte se han medido dos alimentadores construidos por NARIT repli-



Montaje para la medida de amplificadores para el proyecto BRAND de Radionet

cando el actual diseño de los alimentadores del radiotelescopio de 40 m del Observatorio de Yebes. Por otra parte se recibió el encargo de diseñar y construir un sistema alimentador de referencia basado en una antena de bocina para el radiotelescopio de 40 m de NARIT en un entorno de reducido tamaño.

En el área de receptores se han realizado los siguientes trabajos:

- Se finalizó el primer receptor VGOS para la Autoridad Cartográfica Noruega (NMA) en la estación de Ny Alesund, en la isla Svalbard a 78 grados de latitud norte. Para su instalación se desplazaron dos ingenieros y un técnico hasta el observatorio. Además ingenieros del Observatorio de Yebes impartieron un curso de *software* y de manejo del radiotelescopio, incluyendo su programación, operación en tiempo real y análisis de datos a personal de la estación de Ny Alesund.
- Se terminó la construcción de un receptor VGOS para la la estación del *Finish Geospatial Research Institute* (FGI). Para su instalación se desplazaron un ingeniero y un técnico hasta la estación. Se realizaron varias pruebas de *software*, calibración y observación con el radiotelescopio.
- En el marco del convenio de colaboración con NARIT se han realizado varias tareas entre las que destaca la construcción de varias unidades del filtro para la captación de balizas de satélites en banda Ku. Así mismo se prestó asesoramiento a diversos ingenieros de NARIT que se desplazaron a Yebes para la adquisición de experiencia en tareas de *software* y de ingeniería de receptores y para la realización de trabajos conjuntos con personal del Observatorio de Yebes.

Proyecto RAEGE

El proyecto RAEGE comprende los radiotelescopios de 13,2 m del Observatorio de Yebes, de Santa María en las islas Azores y de Gran Canaria en el archipiélago canario. A continuación se describen las principales actividades en 2019.

En febrero de 2019 se reunió el comité ejecutivo de RAEGE en el Observatorio de Yebes y se acordó entre los miembros actualizar y renovar el convenio entre el IGN y el Gobierno Regional de Azores.

RAEGE. Radiotelescopio de 13,2 m del Observatorio de Yebes

El radiotelescopio de 13,2 m ha participado regularmente cada 15 días en observaciones del proyecto VGOS a lo largo del año, completando 23 sesiones de 24 horas cada una. Actualmente la red VGOS está en fase de pruebas y está compuesta por 4 telescopios estadounidenses, 4 europeos y uno asiático. Las sesiones se utilizan para depurar los problemas técnicos, los procedimientos de observación, el proceso de correlación y análisis y los problemas logísticos de esta nueva red.

El radiotelescopio de 13,2 m ha participado en 14 sesiones de EU-VGOS de 4 y 6 horas de duración, programadas medio día antes del comienzo de la sesión VGOS. Habitualmente las sesiones de observación van precedidas de teleconferencias para discutir aspectos importantes sobre ellas.

El proyecto EU-VGOS se inició en 2018 y tiene como objetivo el desarrollo de experiencia en Europa en la correlación y procesamiento de las observaciones VLBI geodésicas de banda ancha. Los tres principa-



Radiotelescopio RAEGE-VGOS de 13,2 m de diámetro del Observatorio de Yebes. Al fondo se observa el radomo del antiguo radiotelescopio de 14m.

los problemas que desea resolver este proyecto son la correlación de observaciones en polarización lineal con diferentes ángulos paralácticos para cada antena participante, los efectos instrumentales, y la determinación del retraso de fase producido por la ionosfera que se comporta como un medio dispersivo y el efecto de la estructura de la fuente en la determinación del retraso de grupo y finalmente en la longitud y orientación de las líneas de base. Dada la importancia de estos problemas, a finales de 2019 se solicitó a la Unión Europea financiación para un proyecto conjunto de 12 instituciones de 7 países europeos por una cantidad cercana a los 3 millones de euros.

Todas las observaciones se han realizado con los 4 detectores VLBI de tipo RDBEG que se instalaron a comienzos de 2017. Estos equipos idénticos a los de las antenas estadounidenses, ofrecen mayor estabilidad y calidad que los que se emplearon en 2016.

En las observaciones, realizadas a 8 Gb/s, se utilizan registradores *Mark6* y los datos se envían regularmente en paquetes de discos al correlador de *Haystack* en Massachusetts, Estados Unidos. Con la mejora de la conectividad al exterior del Observatorio de *Haystack*, se ha comenzado también a realizar algunas transferencias telemáticas. Las observaciones de EU-VGOS sin embargo se transfieren íntegramente a través de Internet hasta el correlador de MPIfR en Bonn utilizando una conexión de Internet de alta velocidad.

Además se han realizado una serie de mejoras técnicas destinadas a aumentar la precisión de los datos ofrecidos por el telescopio, entre las que destaca la instalación de un nuevo sistema de calibración de fase que actualiza tanto la unidad base, como la de antena. Se sustituyó el amplificador criogénico de uno de las polarizaciones por un par de amplificadores balanceados que mejoran la entrega de potencia captada por la antena al detector, se integraron en un módulo del carro los filtros de paso alto junto con los preamplificadores y limitadores de potencia que protegen la fibra óptica y se desarrolló una tarjeta inversora de 80 Hz. Además se caracterizó y calibró el receptor completo una vez actualizado.





RAEGE. Radiotelescopio de 13,2 m de Santa María

Este radiotelescopio perteneciente al IGN ha contado desde hace años con dos ingenieros procedentes del Observatorio de Yebes, junto con dos técnicos contratados por el Gobierno regional de Azores. Ambos ingenieros finalizaron su estancia en Santa María a finales de año con la incorporación de un ingeniero contratado por el Gobierno Regional de Azores.

El radiotelescopio que cuenta con una receptor tribanda, en bandas S, X y Ka, sufrió una serie de averías que afectaron a la cadena de recepción y a la operación del radiotelescopio. Desde el Observatorio de Yebes se enviaron varios equipos para reparar la avería y a la vista de la falta de éxito se decidió transportar de vuelta el receptor tribanda al Observatorio de Yebes donde el receptor fue actualizado y revisado en sus laboratorios. La operación consistió en la actualización de la tarjeta de control del sistema de calibración de fase (unidad base), en la sustitución de dos amplificadores criogénicos averiados y de dos osciladores locales también averiados. Finalmente el receptor se caracterizó y calibró en los laboratorios.

Por otra parte se realizaron medidas de prueba del futuro receptor VGOS para Santa María en las instalaciones de la empresa TTI Norte, empresa que se encargó de su construcción bajo la supervisión y asesoramiento del Observatorio de Yebes. Una vez completado se comenzó el reemplazo, en el Observatorio de Yebes, de los amplificadores criogénicos por otros similares balanceados, el acoplador direccional por otro de mayor atenuación y se actualizó su sistema de calibración de fase.

56

RAEGE. Radiotelescopio de 13,2 m de Gran Canaria

Durante el año 2019 se han realizado tareas de gestión para la construcción de la estación de observación que albergará el radiotelescopio de 13,2 m de características VGOS. Se han solicitado y obtenido los proyectos de supervisión de viales, accesos y torre de hormigón. Además se pusieron en marcha los siguientes expedientes:

- Nuevos sondeos geotécnicos
- Supervisión de proyectos
- Diseño del edificio de transformación
- Almacenamiento de la antena (por anticipado para 2019)
- Obra torre, viales y accesos

Durante el año 2019 ha habido una persona de apoyo del IGN en Tenerife que se desplaza a Gran Canaria en semanas alternas, junto a un becario. Gracias al acuerdo de colaboración con la Universidad de las Palmas de Gran Canaria, el personal del IGN está alojado en dependencias de la Universidad en las Palmas.

Por otra parte el radiotelescopio RAEGE de Gran Canaria está construido y almacenado en módulos en un gran almacén en Gran Canaria hasta la preparación de su emplazamiento definitivo en el municipio de Artenara. El incendio que asoló la isla este verano apenas afectó la zona reservada para la estación y se produjo en lugares muy alejados de donde se encuentran las piezas almacenadas del radiotelescopio.

RAEGE. Radiotelescopio de 13,2 m de Flores

Este radiotelescopio está en estudio por parte del Gobierno Regional de Azores y por ello los trabajos realizados durante 2019 son preliminares. Entre ellos destaca una reunión de seguimiento en Lisboa en julio de 2019, la solicitud de permiso del arquitecto para replicar la estación de Gran Canaria en Flores y un estudio estadístico del viento

Desarrollos tecnológicos para el proyecto RAEGE

El Observatorio de Yebes, como centro de desarrollo tecnológico de la IVS ha realizado algunas tareas de desarrollo en las tres áreas de amplificadores y pasivos, receptores y electrónica y alimentadores.

En el área de amplificadores se ha consolidado la realización de amplificadores balanceados que minimizan las reflexiones ofreciendo un excelente comportamiento en ganancia mientras se mantienen sus prestaciones de bajo ruido. En este sentido se han fabricado y entregado amplificadores para el receptor de Yebes y de Santa María. Para este trabajo se desarrollaron híbridos con una gran respuesta a temperaturas criogénicas.

En el área de receptores y electrónica destacan los siguientes trabajos: reemplazo de los sensores para la medida de parámetros en los criostatos por una tarjeta diseñada localmente, desarrollo de líneas de retardo para la auto calibración de la unidad base del sistema de calibración de fase, nuevo sistema de control remoto de vacío y criogenia utilizando una *Raspberry Pi*, pruebas de un nuevo distribuidor de tiempo y frecuencia, pruebas de un nuevo sistema de calibración de fase mediante fibra óptica, desarrollos de filtros microstrip para nuevos convertidores de frecuencia más compactos y de nuevos convertidores de frecuencia compatibles con VGOS y BRAND.

Dentro del área de antenas las tareas se han dedicado fundamentalmente a desarrollos para los alimentadores de tipo QFRH. Se han realizado adaptaciones mecánicas para obtener un interfaz común y se han medido y analizado las respuestas en los radiotelescopios tipo *Ring Focus*, se ha diseñado, construido y medido tres alimentadores de segunda generación mejorando el diseño de sus transiciones, y se ha diseñado una tercera versión de alimentador QFRH que mejora la integración con los amplificadores criogénicos balanceados y no balanceados.

Gravimetría, GNSS y colocalización en el Observatorio de Yebes

El Observatorio de Yebes cuenta con un pabellón de gravimetría aislado térmicamente del exterior que aloja un gravímetro superconductor y una serie de puestos sobre pilares conectados a la roca madre donde se sitúan otros gravímetros para su intercomparación, y sismógrafos.

Durante el año 2019 se ha continuado la generación y procesamiento de la información aportada por el gravímetro superconductor. Dicha información se comparte con el Servicio Internacional de Geodinámica y Mareas Terrestres (IGETS) perteneciente a la Asociación Internacional de Geodesia (IAG). El principal objetivo del IGETS es monitorizar variaciones temporales del campo gravitatorio terrestre mediante registros





a largo plazo de gravímetros, inclinómetros, extensómetros y otros tipos de sensores geodinámicos. Dentro de esos objetivos en 2019 se ha instalado un sismómetro de la red sísmica nacional que se une al acelerógrafo ya existente.

Así mismo el Observatorio de Yeves cuenta con dos receptores GNSS, denominados YEBE y YEB1. El primero está integrado en las redes internacionales EUREF e IGS desde el año 2000 y ambos en la red nacional ERGNSS. Ambos equipos transfieren sus datos diariamente a servidores externos y se gestionan remotamente desde la sede central del IGN en Madrid.

Durante el año 2019 un equipo del IGN ha realizado una nivelación geométrica de alta precisión de los pilares de la red del Observatorio de Yeves para integrarla dentro de los cálculos del punto invariante. Esta tarea fue previa a la observación y cálculo de la red de pilares, también realizado en este mismo año, que constituyen el proceso de colocalización de las diferentes técnicas de geodesia espacial presentes en el Observatorio de Yeves.

Acuerdos y colaboraciones internacionales

El IGN participa de modo activo en dos proyectos internacionales junto con otros observatorios e instituciones de investigación en astronomía europeas: Radionet y Jumping JIVE. En Radionet el IGN participa en los subproyectos BRAND y AETHRA y forma parte del comité ejecutivo. En Jumping JIVE el IGN participa liderando un grupo de trabajo.

En el ámbito de los convenios se destacan los trabajos técnicos que se continúan realizando amparados por los convenios internacionales de colaboración con el Instituto de Desarrollo de Astronomía de Tailandia (NARIT), la Autoridad Cartográfica de Noruega (NMA) y el Instituto Geoespacial de Investigación Finlandés (FGI). Además personal del IGN participa en el comité técnico de asesoramiento del Radiotelescopio de 40 m de NARIT.

Desde junio de 2019 la presidencia y secretaría de la Red Europea de VLBI corresponde a España, que la ostentará durante dos años a través del del IGN.

Investigaciones en Astronomía

Durante el año 2019, en el Observatorio Astronómico Nacional (OAN) se ha continuado con los diferentes estudios de investigación en astronomía que le son propios. Para la realización de estos trabajos se utilizan los potentes radiotelescopios a que tiene acceso el IGN, concretamente el radiotelescopio de 40 m del Observatorio de Yeves y las redes de interferometría de que forma parte (entre ellas la Red Europea de VLBI, EVN), así como los radiotelescopios del IRAM (en Pico Veleta y en los Alpes franceses) y el interferómetro ALMA emplazado en el desierto de Atacama (Chile).

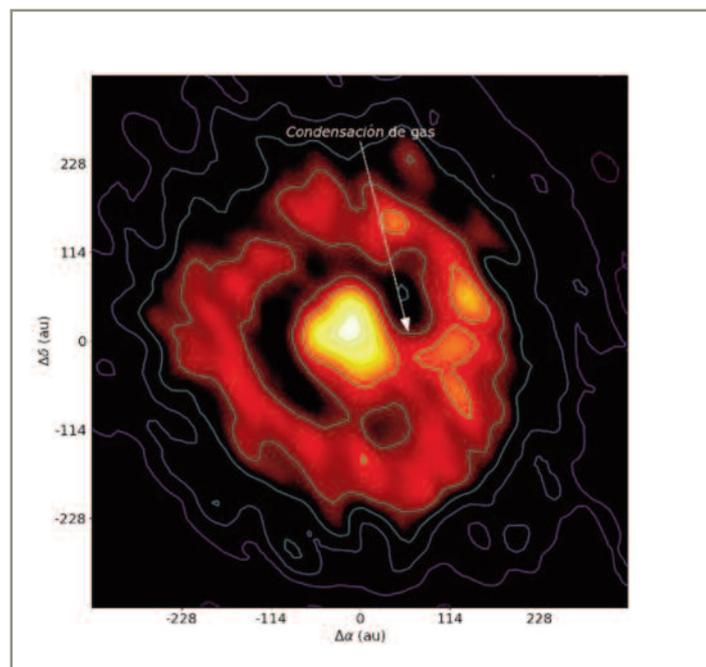
Estas actividades de investigación están financiadas parcialmente por el Ministerio de Ciencia e Innovación a través del Plan Estatal de I+D+I. Los trabajos de investigación del OAN están estructurados en tres áreas bien definidas: formación estelar, estrellas evolucionadas y galaxias externas. Se detallan a continua-



ción algunos de los principales proyectos e hitos logrados en cada una de estas áreas durante el año 2019. Las publicaciones a que han dado lugar todos estos hitos se recogen en la lista general en otro lugar de esta Memoria.

1. Formación de estrellas y planetas

El colapso gravitacional de la materia interestelar da lugar a nubes moleculares que se contraen y colapsan para formar protoestrellas y discos de acrecimiento, los cuales se encuentran en el origen de los sistemas planetarios. En el OAN se realizan estudios que abarcan desde la estructura y evolución de las nubes interestelares hasta la formación de estrellas y planetas, pasando por otros aspectos de suma importancia y actualidad, como la astroquímica. Algunos de los proyectos en curso más relevantes son los siguientes.



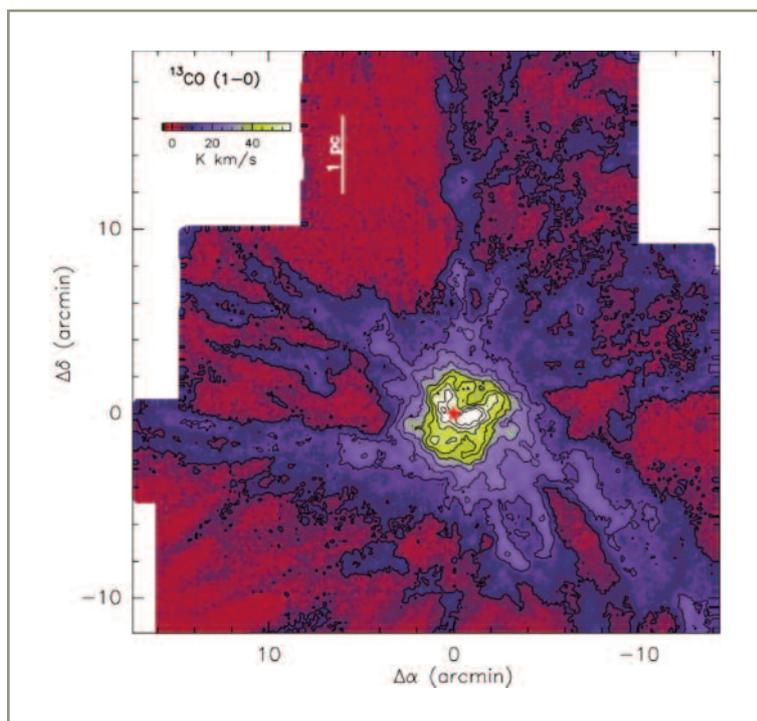
La posible detección de un planeta en formación en torno a la estrella AB Aurigae realizada mediante observaciones moleculares con NOEMA (IRAM)

GEMS - Gas phase Elemental abundances in Molecular clouds

El objetivo de este proyecto de tipo 'Large Programme' de IRAM es determinar las abundancias elementales de S, C, N y O, y el grado de ionización del gas en función de la extinción visual. Estos parámetros son ingredientes esenciales para los modelos químicos y para las simulaciones de colapso de nubes, porque gobiernan el enfriamiento del gas y su acoplamiento con el campo magnético. Por lo tanto, son de suma importancia para los estudios galácticos de formación de estrellas. Desde el punto de vista químico, esta información es de gran importancia para derivar la composición química de los granos sólidos, que serán la semilla de los futuros planetas. Como producto intermedio, proporcionaremos un conjunto de datos moleculares sin precedentes en nubes oscuras.

SHAPE - Hacia una teoría unificada de la formación de estrellas de alta y baja masa

En el marco de este proyecto se desarrolla una herramienta de modelado y reconstrucción cinemática para objetos astrofísicos. Con este *software* se pueden construir rápidamente estructuras de modelos 3D y compararlas directamente con datos reales para ayudar en la interpretación de las observaciones. A partir de un modelo de estructura 3D de este tipo, junto con un campo de velocidades de este modelo y sus propiedades de emisión, se pueden generar imágenes sintéticas y diagramas de posición-velocidad (pv), mapas de canales, ecos de luz, curvas de luminosidad, curvas de luz y espectros unidimensionales, entre otros. También es posible estudiar la transferencia de radiación en función de la longitud de onda para caracterizar la emisión de líneas y la dispersión del polvo.



La nube molecular en Monoceros 2 revela al menos 9 filamentos que convergen en la zona central. Observaciones llevadas a cabo con el radiotelescopio de 30 m del IRAM en Pico Veleta.

ORION-4D – Propiedades de la formación estelar en las nubes de Orión

Este proyecto tiene como objetivo investigar las propiedades dinámicas, físicas y químicas del gas en los filamentos de Orión A. Para ello, combina un nuevo conjunto de observaciones de antena única, de última generación (IRAM30m, EFF100m y APEX12m) e interferométricas (ALMA) durante más de 400 horas de tiempo de telescopio.

El estudio ORION-4D producirá un conjunto único de observaciones de líneas moleculares de alta sensibilidad y gran escala de toda la nube de Orión A. Su amplia cobertura espectral incluye observaciones de 30 especies moleculares (por ejemplo, C18O, HCN, N₂H⁺, NH₃, etc.), sensibles a diferentes propiedades

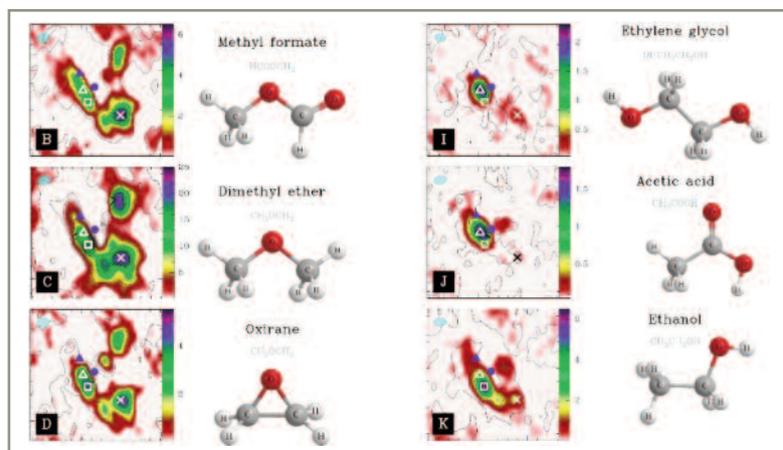


físicas y dinámicas del gas (densidad, temperatura, densidad de columna, composición química o estructura de velocidades). La calidad, resolución y extensión sin precedentes de los datos de ORION-4D permitirán analizar simultáneamente las propiedades cinemáticas (2 + 1D) y químicas (+ 1D) del gas a gran escala dentro de esta enorme nube molecular.

El crisol de la vida con el radiotelescopio gigante SKA

Este proyecto constituye la preparación científica para la realización de observaciones con SKA. Este radiotelescopio gigante tomará imágenes de la emisión térmica del polvo en la zona habitable de discos protoplanetarios con un detalle sin precedentes. En particular, mostrará dónde evoluciona el polvo de partículas interestelares desde tamaños de una micra a «guijarros» de un centímetro, el primer paso en el ensamblaje de planetas similares a la Tierra. Los proto-planetas gigantes pueden abrir espacios casi vacíos en el material de los discos, revelando su presencia, así como impulsar ondas espirales a gran escala a través del mismo. Debido a que los tiempos orbitales en el disco interno son cortos, solo unos pocos años, estas observaciones realizadas a lo largo del tiempo pueden rastrear la evolución de estas características para discernir el mecanismo de formación de diferentes tipos de planetas.

Moléculas orgánicas complejas observadas con ALMA en torno a la región de formación estelar Orión KL



CHEMDYN – Evolución química del medio interestelar

El objetivo del proyecto CHEMDYN es estudiar la evolución química que el gas y el polvo experimenta desde los núcleos densos que se forman dentro de las nubes moleculares hasta los discos protoplanetarios con evidencias de formación *in situ* de planetas. Tanto la emisión de las moléculas en fase gaseosa como la de las partículas sólidas de polvo pueden ser observadas utilizando los grandes telescopios actuales en prácticamente cada uno de los estadios evolutivos a lo largo de este ciclo. Un estadio especialmente interesante es el que se conoce como fase de primer núcleo hidrostático (First Hydrostatic Core, FHSC), pues es cuando comienza a formarse el disco de acrecimiento. Si bien se conocen una muestra relativamente amplia de núcleos densos pre-estelares y discos protoplanetarios que pueden estudiarse con grandes interferómetros milimétricos (NOEMA o ALMA), es extremadamente difícil encontrar una protoestrella cerca de



la fase de primer núcleo hidrostático. Esto se debe a que la duración de esta fase es muy corta, alrededor de mil años, y la probabilidad de encontrar un objeto en este estadio es muy pequeña. El equipo de CHEMDYN ha localizado y estudiado en detalle varios de estos objetos que están en una etapa muy cercana al primer núcleo hidrostático y son excelentes candidatos para estudiar el nacimiento del disco de acrecimiento.

SFERA – Formación estelar en distintas escalas

El proyecto SFERA está dirigido al estudio de la formación de estrellas usando observaciones realizadas a distintas escalas espaciales con la instrumentación radioastronómica de última generación. Durante el año 2019 se han completado y publicado varios estudios con particular énfasis en las nubes moleculares de Orión y Perseo. Estas nubes moleculares son las regiones de formación de estrellas masivas más cercana a la Tierra, y ofrecen las mejores condiciones para estudiar el raro fenómeno de la formación de estrellas mucho más masivas que el Sol.

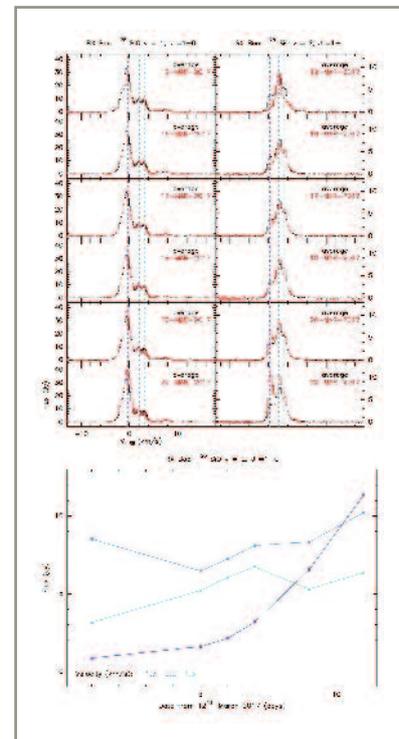
2. Estrellas evolucionadas

Durante 2019, el estudio de estrellas en sus fases finales de evolución continuó produciendo resultados de gran interés para todo tipo de objetos, desde las estrellas de la rama asintótica de las gigantes (AGB) hasta las nebulosas protoplanetarias y planetarias. Para todos estos estudios han sido fundamentales las observaciones en longitudes de onda de radio realizadas con el radiotelescopio de 40 m de Yebes, los instrumentos del IRAM (el radiotelescopio de 30 m de Sierra Nevada y el radiointerferómetro NOEMA en los Alpes franceses) o con el radiointerferómetro ALMA. En particular, el uso de interferómetros, como NOEMA y ALMA, ha resultado clave en la consecución de algunos de los objetivos científicos alcanzados durante este año, pues está permitiendo a los astrónomos del OAN caracterizar con un grado de detalle sin precedentes la cinemática, condiciones físicas y la composición química en un número creciente de objetos evolucionados. Se detallan en lo que sigue algunos de los mayores proyectos en curso

Observaciones de estrellas evolucionadas con el radiotelescopio de 40 m de Yebes

Durante el 2019 se ha proseguido con la observación de estrellas evolucionadas en máseres de SiO y de H₂O para con el radiote-

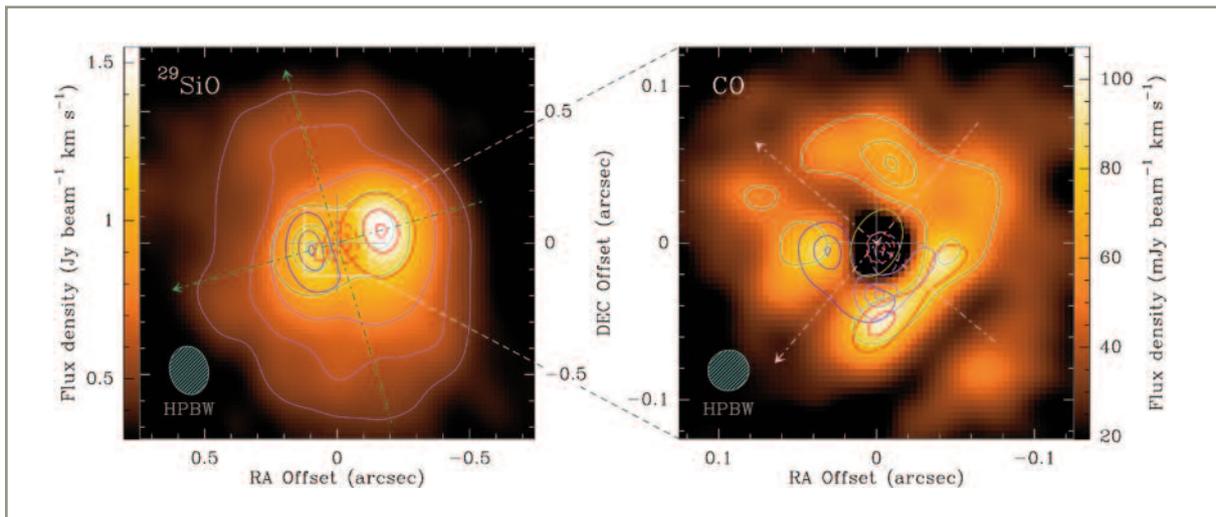
Másers de SiO, observados con el radiotelescopio de 40 m de Yebes, que muestran variaciones sorprendentemente rápidas



telescopio de 40 m de Yebes. Este proyecto se prolongará durante varios años más para obtener una mayor cobertura temporal. También se está estudiando la variación rápida de los máseres de SiO en la estrella semirregular RX Boo, tanto con el 40 m como con el 30 m del IRAM.

AxiN - El surgimiento de la simetría axial en nebulosas planetarias

Uno de los temas centrales, que goza de mucha actualidad, está orientado a estudiar cuándo y por qué surge la ruptura de la simetría esférica en las envolturas de las estrellas evolucionadas, lo que da lugar a la aparición de nebulosas planetarias con simetría axial. Aunque se está lejos de entender los mecanismos que dan lugar a esta transformación, existe un consenso cada vez más amplio de que la única explicación posible debe estar relacionada con la existencia de estrellas compañeras alrededor de estrellas evolucionadas, dando lugar a sistemas binarios o múltiples. El proyecto AxiN se centra en tres objetivos diferentes: 1) el estudio de la existencia de sistemas binarios en estrellas evolucionadas; 2) el estudio de los discos circumbinarios en sistemas dobles con estrellas en la fase post-AGB; y 3) el estudio de la forma, dinámica y química peculiares en nebulosas preplanetarias y planetarias.



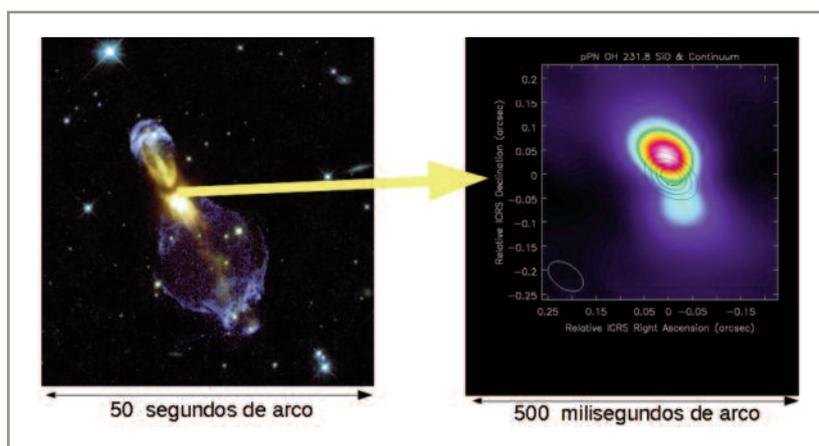
La envoltura de R Leonis, una estrella gigante y muy evolucionada que se encuentra entre las más cercanas al Sol de su clase. Observaciones realizadas con ALMA

NEBULAE WEB – Envolturas y nebulosas de estrellas evolucionadas

El objetivo de este proyecto es conocer el mecanismo de pérdida de masa y las propiedades de las envolturas y nebulosas resultantes en las últimas etapas de la evolución de las estrellas de masa intermedia. Se centra en tres aspectos principales: a) caracterizar las propiedades de las estructuras circumestelares, los vientos de las estrellas AGB y post-AGB, especialmente sus capas más internas donde se origina la asimetría en la fase AGB y la colimación de los chorros pAGB ; b) sondear y caracterizar directamente la rápida



pérdida de masa pAGB bipolar y los chorros, mediante la emisión en continuo libre-libre y RRL, así como con espectroscopía óptica; c) vincular las propiedades de los vientos y chorros a la presencia de sistemas binarios directa o indirectamente, mediante la detección del compañero compacto o su disco de acreción, y su atracción gravitacional en el AGB / pAGB primario o en el viento del objeto primario.

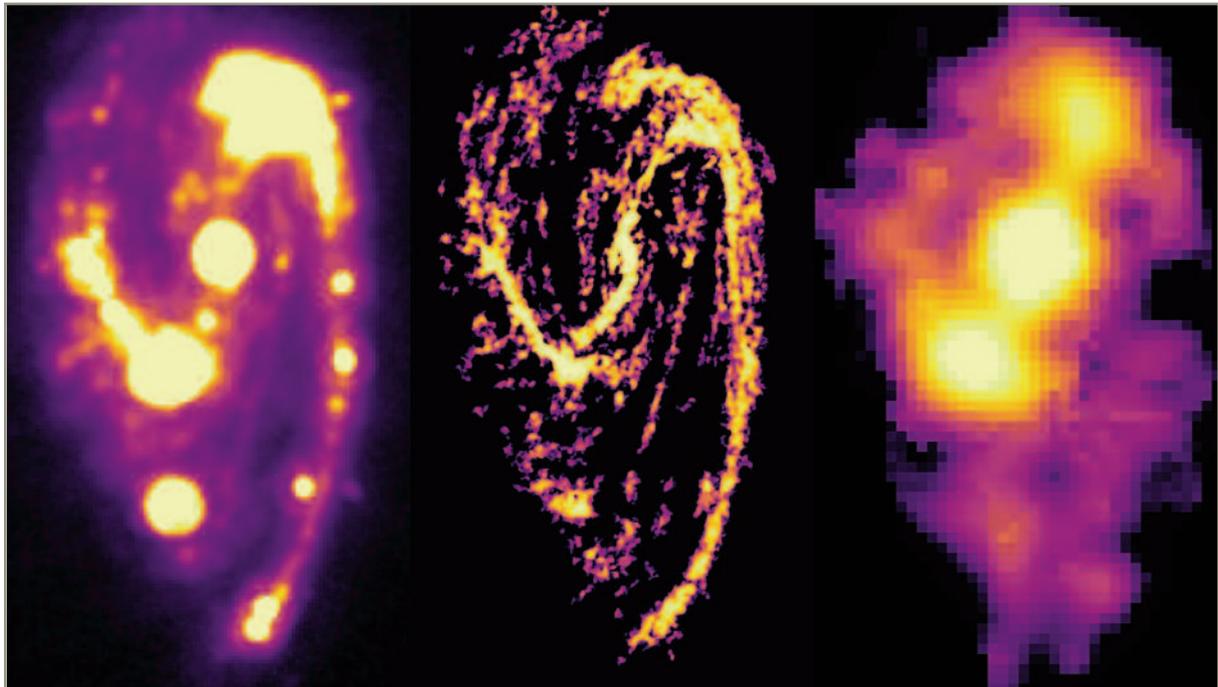


La Nebulosa de la Calabaza, típico resultado de la evolución de una estrella doble observada con el telescopio espacial Hubble (izquierda). A la derecha se muestran las observaciones con ALMA de la región central que revelan la región desde donde se lanza el espectacular chorro bipolar.

Este es un proyecto tipo "Large Programme" del VLTI (Paranal, Chile) para obtener imágenes de discos circumbinarios alrededor de estrellas evolucionadas, e investigar la evolución estelar binaria a través del estudio de post-AGB binarios. La técnica interferométrica del infrarrojo cercano ofrece la oportunidad de resolver las primeras piezas de la formación de estos sistemas (el borde interno del disco circumbinario, o los signos de acreción) de las fuentes seleccionadas, con una complejidad morfológica que los modelos geométricos no son capaces de reproducir. Utilizando imágenes del continuo de VLTI de 11 objetos: 1) se revela la morfología 3-D del borde interno del disco y restringiremos las interacciones disco / objetos binarios, 2) se obtienen las distancias absolutas, luminosidades y masas de los sistemas, 3) se encuentran evidencia de acreción del disco circumbinario, 4) se confirma la presencia de un disco de acreción secundario en toda la muestra, 5) se estudia el origen de la componente de flujo extendido y 6) se estudia una secuencia evolutiva del disco. La combinación de nuevos avances en técnicas de síntesis de apertura con modelos de transferencia radiativa tridimensionales de última generación, ofrece así una visión cada vez más clara de la estructura y evolución de estos discos protoplanetarios de segunda generación.

3. Astronomía extragaláctica

Los trabajos de astronomía extragaláctica desarrollados en el OAN se centran en el estudio del gas interestelar en galaxias cercanas, los efectos en el medio interestelar de los núcleos activos de galaxias (AGN por sus siglas en inglés) y de las estrellas (realimentación) y, por último, la evolución de la formación estelar durante la historia del universo. Algunos de los proyectos principales en esta área son los siguientes:



La galaxia espiral NGC 3627. De izquierda derecha, las imágenes muestran cómo se distribuye en dicha galaxia la tasa de formación de estrellas (observaciones con el telescopio espacial Spitzer de NASA), el gas molecular interestelar (observaciones con el radiointerferómetro ALMA) y la fracción más densa de dicho gas (emisión del catión formil, HCO+, observada en el marco del proyecto EMPIRE)

EMPIRE - Estudio Multilínea con EMIR de la Regulación de la Evolución Galáctica por el Medio Interestelar

EMPIRE es el primer estudio de gran campo de múltiples líneas de emisión centrado en el medio molecular denso de 9 galaxias cercanas con formación estelar moderada. Las observaciones de gran sensibilidad obtenidas por EMPIRE con el telescopio de 30 metros de IRAM están permitiendo: (1) determinar la distribución de densidades del gas y explorar su relación con el entorno dentro de cada galaxia; (2) establecer cómo depende la eficiencia de formación estelar del gas de la distribución de densidades, dentro de cada galaxia y entre los objetos de la muestra.

GATOS - Galactic Activity, Torus and Outflow Survey

Este proyecto aúna los esfuerzos de los miembros de un equipo multidisciplinar de astrónomos que investigan los procesos físicos que tienen lugar en los núcleos de las galaxias activas. Para ello, utilizan información procedente de observaciones en longitudes de onda milimétricas realizadas con el interferómetro ALMA, observaciones ópticas con GTC y VLT, así como instrumentación infrarroja que estará disponible en un futuro próximo con JSWT (2021).

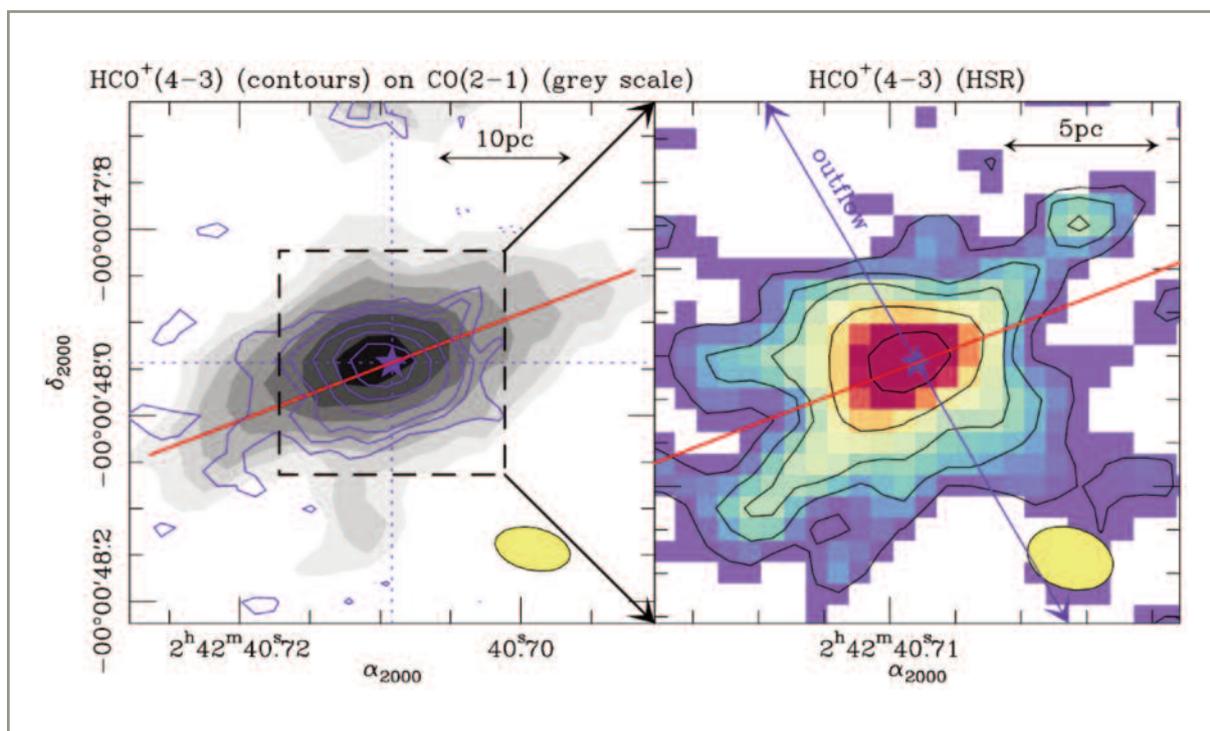


NUGA - Nuclei of Galaxies

El objetivo de NUGA es el estudio de los mecanismos de transferencia de momento angular del gas en los discos de una muestra de galaxias activas del universo local. Este proyecto usa observaciones de alta resolución espacial realizadas con interferómetros como NOEMA y ALMA, que operan en el rango de longitudes de onda milimétricas.

PHANGS- Física del Gas y de la Formación Estelar en Galaxias Cercana

El proyecto resulta de una gran colaboración cuyo propósito es comprender la relación entre la física del gas y la formación estelar en pequeñas escalas con la estructura y la evolución de las galaxias. Combinando nuevos instrumentos que operan en el rango de ondas milimétricas (ALMA, IRAM NOEMA) y en el visible (VLT/MUSE) con observaciones en otras longitudes de onda, PHANGS pretende acumular una extensa base de datos de observación con la que afrontar algunas cuestiones fundamentales sobre la población de galaxias cercanas.



Los primeros resultados del proyecto GATOS permitieron desvelar completamente la estructura radial y vertical del «toro» de la galaxia activa NGC 1068 mediante observaciones realizadas en varias transiciones de especies moleculares sensibles a un amplio rango de condiciones físicas del gas

PHIBSS2 - IRAM Plateau de Bure High-z Blue Sequence Survey

Este es un proyecto de legado realizado con el interferómetro NOEMA, que investiga la evolución de las galaxias en el universo joven. Estas observaciones exploran el contenido y la cinemática del gas molecular en una muestra de galaxias situadas en la secuencia principal («Main Sequence») en torno a una época en la que la formación estelar alcanza su máximo valor a lo largo la historia del universo

VERTICO - The Virgo Environment Traced in CO Survey

Se trata de un proyecto tipo "Large Programme" de ALMA, actualmente en curso, que revela los efectos del entorno galáctico en la evolución de las galaxias. Estas observaciones, realizadas en 51 galaxias del cúmulo de Virgo proporcionan un detalle sin precedentes del gas molecular, el combustible principal para la formación de estrellas. VERTICO tiene como objetivo avanzar en cuestiones clave sobre cómo el entorno impulsa la evolución de las galaxias y comprender el modo dominante de influencia en las galaxias.

TIMER - Time Inference with Muse in Extragalactic Rings

Este es un programa de investigación llevado a cabo por un equipo internacional de expertos con el objetivo de establecer el momento preciso del tiempo cósmico en que los discos galácticos se vuelven dinámicamente maduros. Los discos alcanzan este estado cuando tienen un soporte dinámico por la rotación diferencial y cuando la fuerza de gravedad es importante. Para este estudio, estamos haciendo uso de observaciones de VLT/MUSE de 21 galaxias barradas masivas y cercanas.

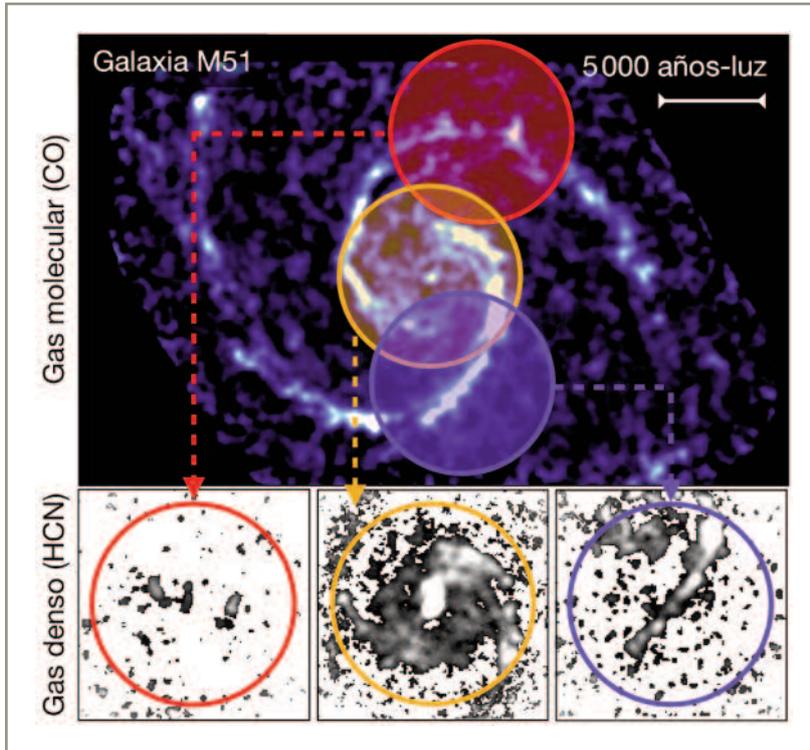
CHEX-MATE - The Cluster HEritage project with XMM-Newton - Mass Assembly and Thermodynamics at the Endpoint of structure formation

CHEX-MATE es un programa de legado del telescopio espacial XMM-Newton de tres megasegundos para obtener observaciones en rayos X de una muestra de 118 cúmulos de galaxias detectados por Planck a través del efecto *Sunyaev-Zel'dovich*. El programa tiene como objetivo estudiar los productos finales de la formación de estructuras en términos de tiempo y masa. Se compone de un conjunto de los objetos que se han formado más recientemente, junto con una muestra de los objetos de mayor masa del Universo. El programa está proporcionando (1) una visión precisa de las propiedades estadísticas de la población subyacente, (2) medidas de cómo se forma el gas por colapso en el halo de materia oscura, (3) un estudio de la procedencia del calentamiento no gravitacional y (4) información sobre las principales incertidumbres en la determinación de la masa que limitan el uso de los cúmulos para la estimación de parámetros cosmológicos.

DEGAS - The Dense Extragalactic GBT+Argus Survey

Casi todas las teorías sobre la formación estelar muestran la densidad del gas como una variable clave. Del mismo modo, las observaciones en la Vía Láctea y las galaxias cercanas sugieren un vínculo estrecho entre el gas denso y la formación de estrellas. Las primeras observaciones de galaxias cercanas sugirieron





Las regiones con una mayor cantidad de gas denso no son, necesariamente, las que más estrellas forman en la Galaxia del Remolino (M51). El segmento interno del brazo espiral sur cuenta con una gran reserva de gas denso, pero aquí la formación estelar parece estar inhibida. Este resultado revela la importancia de factores ambientales, como la dinámica local, que parecen condicionar la estabilidad del gas y, por lo tanto, su capacidad de formar nuevas estrellas.

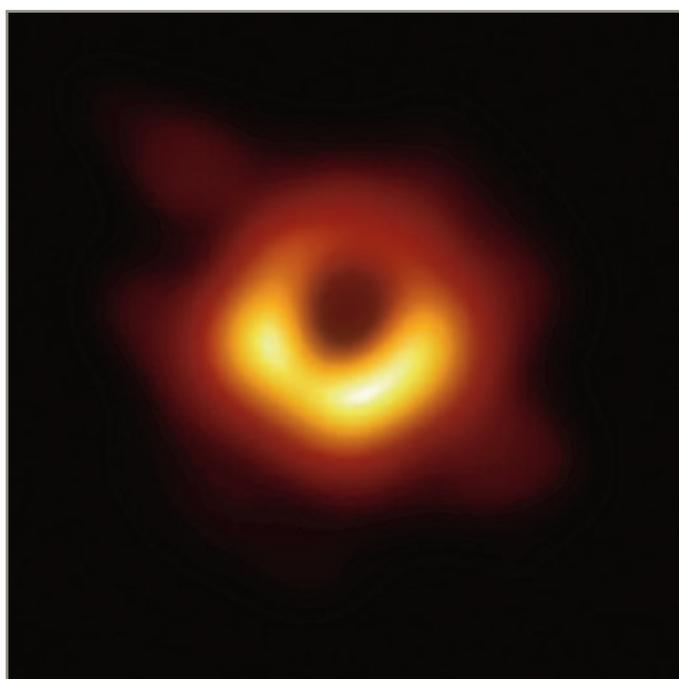
una relación simple entre la cantidad de gas denso y la cantidad de formación de estrellas en una galaxia. Sin embargo, estudios recientes de gas molecular denso resuelto en galaxias cercanas han demostrado que la fracción de gas denso y la eficiencia de formación estelar varían dentro de las galaxias individuales y entre galaxias diferentes. Debido a la baja intensidad de los trazadores primarios de gas denso (HCN y HCO+) estos estudios se han limitado a muestras pequeñas (5-10) de galaxias normales. El programa DEGAS, por tanto, tiene como objetivo mapear el gas molecular denso en los 2 minutos de arco centrales de 36 galaxias cercanas a una resolución moderada (10 segundo de arco). Una vez completo, DEGAS será el estudio más grande de gas molecular denso hasta la fecha.

NOEMA3D

Este proyecto es un estudio, llevado a cabo con el interferómetro NOEMA, que tiene como objetivo obtener un censo completo de la distribución molecular del gas y la cinemática de galaxias masivas con formación estelar de la secuencia principal, durante el pico y la posterior disminución de la actividad de formación estelar. Para ese propósito, NOEMA3D está realizando observaciones interferométricas resueltas espacialmente de la distribución y la cinemática del medio interestelar molecular en una muestra bien caracterizada de ~ 50-60 galaxias masivas, alrededor del máximo de crecimiento de galaxias a $z \sim 0.5-2.0$, y más tarde, NOEMA3D abordará una amplia gama de temas sobre el ciclo bariónico, la formación de estrellas, la retroalimentación y la extinción, que son los ejes de la evolución cósmica de las galaxias con formación estelar.

ALCHEMI- The ALMA Comprehensive High-resolution Extragalactic Molecular Inventory

Mediante este "Large Programme" de ALMA se está obteniendo el inventario molecular, resuelto espacialmente, más completo alrededor de un entorno de estallidos estelares. Para ese propósito, ALCHEMI está llevando a cabo observaciones espectrales no sesgadas y resueltas espacialmente, en la zona central molecular de la galaxia prototípica NGC253. Los objetivos inmediatos de ALCHEMI son proporcionar una plantilla uniforme de emisión molecular en entornos extragalácticos típicos de fuertes estallidos estelares, minimizando errores sistemáticos y limitando con precisión las condiciones físicas y químicas de los complejos de nubes moleculares individuales.



Uno de los acontecimientos científicos del año fue la publicación de la imagen de la sombra del agujero negro masivo en el centro de la galaxia M87. La imagen fue obtenida con una red de radiotelescopios repartidos por todo el mundo conocida como 'Event Horizon Telescope' (Telescopio del Horizonte de Sucesos), red en la que tanto el radiotelescopio de 30 m del IRAM como el interferómetro ALMA ocupan un lugar destacado. Para la obtención de la imagen se utilizaron complejos algoritmos a cuyo desarrollo contribuyó de manera decisiva un astrónomo del OAN (Iván Martí-Vidal, hoy en la Universidad de Valencia).

EUROVOLC. Unión Europea. Coordinación de observatorios volcanológicos y centros de investigación a nivel europeo.

Es un proyecto europeo financiado dentro del programa Horizon 2020, cuyo principal objetivo es construir e integrar una comunidad europea de instituciones que sea capaz de mantener y explotar las estructuras de investigación y de vigilancia volcánicas existentes, desde nivel nacional a pan-europeo. El IGN participa en este proyecto dentro del grupo de investigación español. Uno de los puntos fuertes de este proyecto es el de armonización, pues pretende vincular a científicos y conectar infraestructuras volcánicas aún aisladas, así como instituciones de investigación volcanológica. Las actividades conjuntas de investigación incluyen la modelización de transporte y dispersión de cenizas volcánicas durante las erupciones, el modelado integrado de los datos previos a la erupción y un catálogo completo de volcanes europeos. Se facilitará el acceso transnacional a los observatorios europeos y se ofrecerá acceso virtual a diversas herra-





mientas de modelado y evaluación para valorar la actividad volcánica tanto durante la fase de *unrest* como durante la fase eruptiva. A través de estas actividades, EUROVOLC integrará a la comunidad volcánica europea y abrirá y proporcionará un acceso más amplio, simplificado y más eficiente a las infraestructuras de investigación europeas para realizar una investigación volcánica mejorada, impulsar las buenas prácticas en los observatorios volcánicos y abrir caminos para que las empresas exploten mejor los recursos geológicos en áreas volcánicas como la energía geotérmica.

<https://eurovolc.eu>

MultiTeide. Multiteide Project: Multiparametric characterization of the activity of Teide-Pico Viejo volcanic system. Plan Nacional de I+D+i

El complejo Volcánico Teide-Pico Viejo representa uno de los mayores riesgos naturales asociados a fenómenos volcánicos de Canarias, debido a la conjunción del tipo de erupciones esperables en la zona y del elevado número de habitantes de la isla de Tenerife. Por ello, es imprescindible disponer de un sistema de alerta volcánica que permita hacer valoraciones precisas del estado de actual del complejo, para lo cual se requiere conocer el tipo de señales esperables para cada nivel de actividad volcánica. El proyecto tiene como objetivo principal el estudio mediante técnicas sismológicas, geodésicas, geomagnéticas, geoquímicas y gravimétricas del estado actual y pasado de la actividad volcánica del Teide y sus alrededores para poder definir un nivel base que permita mejorar el Sistema de Vigilancia Volcánica en la isla.

<http://www.multiteide.es/>

70

EVE. European Volcano early Warning System. Mecanismo Protección Civil Europeo, Comisión Europea

El proyecto EVE tiene por objetivo la interacción entre los científicos y los organismos de Protección Civil para anticiparse a los desastres volcánicos. Considerando tanto el conocimiento del comportamiento eruptivo de los volcanes en el pasado como el análisis de la vigilancia en tiempo real, se propone construir un sistema europeo de alerta temprana para volcanes. EVE ofrecerá una forma fácil y rápida de predecir en tiempo real cómo, cuándo y dónde puede ocurrir una nueva erupción, permitiendo así predecir los escenarios de erupción más probables y sus impactos potenciales. Asimismo, el proyecto facilitará la cooperación científica y técnica mediante la definición de acciones y protocolos comunes para pronosticar los escenarios volcánicos y sus posibles impactos, en tiempo real durante una crisis volcánica.

<http://www.evevolcanoearlywarning.eu/>

ChE-ESE. Proyecto Europeo

Este proyecto tiene por objeto establecer un Centro de Excelencia para preparar códigos bandera y facilitar servicios para la próxima supercomputación a exascale (2022) en el área de la Tierra Sólida (SE). ChE-ESE reúne a las instituciones europeas encargadas de las redes de vigilancia operativa, los centros de supercomputación de nivel 0, el mundo académico, los desarrolladores de *hardware* y terceros de las PYME, la

industria y la Administración Pública. La ambición científica es preparar 10 códigos bandera para abordar los problemas de la informática a gran escala (ECC) en sismología computacional, magnetohidrodinámica, vulcanología física, tsunamis, y análisis de datos y técnicas de predicción para la vigilancia de terremotos y volcanes.

<https://cheese-coe.eu/>

BRAVOSEIS. Estudio sismológico de los volcanes submarinos del estrecho de Bransfield (Antártida): entorno geodinámico, estructura, y dinámica. Ministerio de Economía, Industria y Competitividad

El objetivo de este proyecto es comprender la estructura cortical y el régimen tectónico en la región de las Shetland del Sur, representar la estructura de los reservorios magmáticos y sistemas de alimentación relacionados con las estructuras submarinas de la Cuenca Central del Bransfield, e investigar los procesos internos que ocurren en los volcanes submarinos, usando análisis de la actividad sismo-volcánica. Por otra parte, va a permitir determinar el nivel de actividad volcánica que presentan los edificios submarinos del Estrecho de Bransfield, lo cual, aparte del interés científico, supone un beneficio directo para la seguridad de las operaciones científicas y turísticas en la región. El personal del Observatorio Geofísico Central ha participado en la campaña del proyecto antártica español 2018/2019 BRAVOSEIS, liderado por la Universidad de Granada, a bordo de los buques de investigación oceanográfica Sarmiento de Gamboa y Hespérides. Se han instalado un total de 12 estaciones sísmicas de banda ancha, 6 hidrófonos, 20 OBS (Ocean Bottom Seismic) y un *array* sísmico, para la investigación de la estructura cortical y el régimen tectónico en la región de las Shetland del Sur, así como delinear los reservorios magmáticos y los sistemas de alimentación relacionados con el volcanismo submarino de la Cuenca Central del Bransfield.

<https://wpd.ugr.es/~bravoseis/en/bravoseis-2/bravoseis-project/>

GEOMAG2020. Candidato español para Campo Geomagnético de Referencia Internacional en 2020. Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades

El proyecto GEOMAG2020, coordinado por la Universidad Complutense de Madrid, tiene dos objetivos principales: el primero consiste en proponer el primer candidato español de modelo IGRF para la próxima generación en 2020 (IGRF-13) mediante el uso de datos geomagnéticos de observatorio y satelitales procedentes de la misión *Swarm* aplicando metodologías novedosas en el proceso de modelado y, el segundo objetivo es analizar las características del *Campo Principal* a partir del modelo obtenido, así como estudiar y evaluar la influencia del *Campo Cortical* (o campo litosférico de anomalías magnéticas) en el modelo propuesto.

U-GEOHAZ. Sentinel for Geohazards Regional Monitoring and Forecasting. Mecanismo de Protección Civil Europeo, Comisión Europea

Continúa la línea de trabajo del proyecto anterior SAFETY, en el que también participó el IGN-CNIG. Su objetivo es automatizar los productos obtenidos en el proyecto SAFETY y avanzar a partir de ellos para





IGN
2019

proporcionar a las autoridades de Protección Civil (CPA) la capacidad de vigilar, evaluar y valorar, de forma periódica, el impacto de los riesgos geológicos (actividad volcánica, caída de rocas, deslizamientos), particularmente en áreas urbanas e infraestructuras críticas. Por parte española participan las Protecciones Civiles Estatales y Canaria, siendo las islas Canarias una de las zonas piloto para la evaluación del riesgo volcánico. Este proyecto permitirá la mejora de los planes de emergencia y el desarrollo de medidas de mitigación, así como una mejor valoración del riesgo, lo que desde el punto de vista del IGN es un gran beneficio ya que permitirá mejorar nuestras propias herramientas de vigilancia.

<https://u-geohaz.cttc.cat/>

Antropicosta-2. Ministerio de Ciencia. Plan Nacional Retos

El objetivo del proyecto es el estudio multidisciplinar de sedimentos recientes, tanto costeros intermareales como marinos, en las rías de Bilbao, Avilés, Vigo y Mondego (Portugal) que se cuentan entre las más afectadas por la actividad industrial y agrícola-ganadera del norte peninsular, y cuyos sedimentos constituyen un registro único de la evolución de dicha actividad y su contaminación y degradación ambientales asociadas durante los últimos siglos. Se pretende examinar la evolución ambiental utilizando análisis de sedimentología, geoquímica inorgánica y orgánica, metales pesados, magnetismo de rocas, presencia de plásticos y otros tecnofósiles, micropaleontología, palinología, radioisótopos tanto naturales como artificiales producidos durante los ensayos nucleares atmosféricos desde mediados del siglo XX, análisis de fotografía aérea histórica y actual.

72

ORCA. Antarctic Cosmic Ray Observatory. Ministerio de Ciencia e Innovación

Este proyecto tiene como objetivo integrarse en la red mundial de monitores de neutrones NMDB y reforzar la capacidad de la NMDB en la observación de rayos cósmicos y partículas energéticas solares con la instalación de un nuevo detector en la Antártida. El proyecto ORCA se encargará de medir la radiación de los rayos cósmicos primero durante los 12.600 kilómetros del trayecto a la Antártida desde el propio buque y después desde la base científica Juan Carlos I, ubicada en la Isla Livingston. Además, durante el viaje la expedición atravesará la conocida como *anomalía del Atlántico Sur*, una anomalía del campo magnético terrestre única en la Tierra que permitirá disponer de información sobre su efecto en los flujos de rayos cósmicos.

MODESTCAN: Desarrollo y análisis de modelos de estructuras corticales en Canarias.

Implicaciones en estudios de deformación y variaciones de gravedad en El Hierro y Lanzarote

En este proyecto se propone realizar un estudio sobre la estructura superficial y profunda de la corteza terrestre en las islas Canarias, basado en el análisis e interpretación de los modelos estructurales definidos a partir de técnicas de inversión gravimétrica, magnética y de microsísmica de sondeo. Se propone analizar estos modelos teniendo en cuenta la diversidad de las Canarias en cuanto a la actividad volcánica reciente, en particular en las islas de El Hierro, La Gomera y Lanzarote.

SILEX: Acelerómetros con tecnología MEMS

En el año 2019 la red SILEX ha aumentado considerablemente, alcanzando los 37 equipos instalados y operativos. Estos acelerógrafos han sido diseñados completamente en el IGN. Los sensores de los equipos SILEX, son acelerómetros de muy bajo coste, basados en tecnología MEMS (*Micro-Electro-Mechanical Systems*), del tipo de los que llevan instalados los teléfonos inteligentes. Estos equipos tienen un precio 20 veces inferior al de los acelerógrafos comerciales de casas extranjeras, lo que permite aumentar su número significativamente en las zonas de mayor actividad sísmica con el objetivo de crear mapas de sacudida (*shakemaps*) en tiempo casi real.

Simulación numérica de propagación de tsunamis para la Red Nacional de Alerta de Maremotos

Implementación de las simulaciones en tiempo real en la alerta de tsunamis para conocer los tiempos de llegada y la altura de las olas en cada punto de la costa española debido a posibles tsunamis generados por terremotos. Estas simulaciones se llevan a cabo en el *cluster* de GPUs instalado en el IGN y utilizando el modelo de propagación Tsunami-HySEA desarrollado por el grupo EDANYA de la Universidad de Málaga con el cual se ha establecido una colaboración.

Caracterización del suelo en emplazamientos de registro sísmico

En el año 2019 se ha comenzado formalmente el proyecto de caracterización del suelo en emplazamientos de registro sísmico. Tras algunas prácticas de campo previas, realizadas a comienzos de año, hacia mediados de año se han llevado a cabo dos campañas de adquisición de datos en emplazamientos de estaciones sísmicas de aceleración de las zonas de Murcia y de Granada, respectivamente. En cada una de estas campañas, realizadas por dos equipos de trabajo de tres personas, se han hecho medidas en 6 estaciones. Para estas medidas se han utilizado, métodos geofísicos basados en ondas superficiales, activos (MASW) y pasivos (MAM y HVSR), cuyo fin es obtener (en post-proceso) los parámetros que caracterizan la respuesta sísmica del suelo del emplazamiento, esencialmente la frecuencia fundamental del mismo y un perfil de velocidades de onda de cizalla respecto a la profundidad desde la superficie.

Certificación de la sala de 24 horas para la alerta de terremotos y tsunamis como Sistema de Gestión de Emergencias

Se han comenzado los trabajos de documentación, creación de protocolos y herramientas de gestión de incidencias para adecuar el trabajo que se realiza en la Red Sísmica Nacional a la implantación de un Sistema de Gestión de Emergencias (SGE). Como producto final se pretende obtener el Certificado AENOR UNE-ISO 22320:2013 («Protección y Seguridad de los ciudadanos. Gestión de Emergencias. Requisitos ante la respuesta ante incidentes»).





IGN
2019

Alertas de tsunami a partir de perturbaciones ionosféricas

La Red Sísmica Nacional, el área de Geodesia del IGN y el Grupo de Estudios Ionosféricos y Posicionamiento Satelital (GNSS) de la Universidad Complutense de Madrid han formado un grupo de trabajo para el estudio de la viabilidad de un sistema para la alerta de tsunamis basado en la medición por medio de receptores GNSS de las perturbaciones que los grandes terremotos y tsunamis producen en la ionosfera.

ALTAMIRA: Monitorización de los movimientos del terreno en la Cueva de Altamira

Debido a la apertura de minas y canteras próximas, el IGN realiza una vigilancia del movimiento del suelo en la Cueva de Altamira. Para ello se ha instalada una red sísmica local en el recinto del museo.

SSHAC-3: Caracterización sísmica de los emplazamientos de las centrales nucleares

En el proyecto, a petición del Consejo de Seguridad Nuclear, se debe de reevaluar la peligrosidad sísmica de cada emplazamiento, empleando un análisis probabilista (PSHA) tal y como se define en la Guía de Seguridad SSG-9 del Organismo Internacional para la Energía Atómica (OIEA), utilizando el nivel 3 de la metodología propuesta por el *Senior Seismic Hazard Analysis Committee*. La Red Sísmica Nacional participa como centro de referencia nacional sobre sismicidad, peligrosidad sísmica y normativa sismorresistente.

74

Participación en ejercicios de Protección Civil y de la Unidad Militar de Emergencias (UME)

El IGN ha participado en 2019 en un simulacro de Nivel 2 de terremoto y tsunami organizado por Protección Civil y la UME en la ciudad autónoma de Melilla. Dentro de sus contribuciones cabe destacar la definición del escenario sísmico y de tsunami, emisión de alertas y los informes de actividad sísmica.

POCRISC: Por una cultura común del riesgo sísmico

El objetivo de POCRISC es promover una cultura común de riesgo sísmico en los Pirineos. Algunos de sus principales resultados son: la elaboración de una herramienta para estimar el daño en tiempo casi real, a nivel municipal, para los actores de la gestión de riesgos; el desarrollo de una aplicación de teléfono inteligente para evaluar la vulnerabilidad sísmica y los daños posteriores al terremoto, útil para los servicios de gestión de crisis; y una guía de buenas prácticas para reducir la vulnerabilidad a los terremotos para ingenieros, arquitectos y administradores. Todos estos resultados se implementan a través de colaboraciones conjuntas de los servicios de rescate transfronterizos y ejercicios de crisis sísmica.

El proyecto POCRISC EFA158/16 está financiado en un 65 % por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) a través del programa Interreg V-A España Francia Andorra (POCTEFA 2014-2020). El IGN participa asociado al Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña (ICGC) que es el coordinador del proyecto.

QUAKESTEP: Monitoreo multiparamétrico, análisis cinemático y caracterización sismogénica en zonas de relevo de sistemas de fallas transcurrentes

Este proyecto estudia dos sistemas de fallas transcurrentes: uno en las Béticas orientales y otro en El Salvador. En la zona de cizalla de las Béticas orientales sus principales objetivos son desentrañar la estructura 3D de la corteza y manto superior y su cinemática de detalle; la caracterización sismogénica de las fallas del valle del Guadalentín mediante el estudio de la actividad paleosísmica y el análisis reológico y la monitorización sísmica y relocalización utilizando un modelo 3D de corteza.

Este proyecto está financiado dentro del marco del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación y sus investigadores principales pertenecen a la Universidad Complutense de Madrid (UCM). El IGN participa en este proyecto como parte del personal investigador.

PRUDEN: Proceso de ruptura de terremotos desde escala microscópica a macroscópica: Aplicación a la región Ibero-Mogrebí

Este proyecto tiene como objetivo proponer un modelo de fractura de los terremotos que tenga en cuenta la naturaleza microscópica del material, sus posibles transiciones de fases y de espín y que permita explicar el mecanismo de los terremotos que ocurren en la región Ibero-Mogrebí, mejorando así la estimación del riesgo sísmico y el desarrollo de los sistemas de alerta sísmica temprana para esta región.

Este proyecto está financiado dentro del marco del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación y sus investigadores principales pertenecen a la Universidad Complutense de Madrid (UCM). El IGN participa en este proyecto como parte del personal investigador.

SEAL: Sismicidad asociada a la Extracción y Almacenamiento de hidrocarburos en España

En este proyecto se propone estudiar en detalle la sismicidad de todas las zonas de España donde se ha llevado a cabo o se planea realizar extracción o almacenamiento de hidrocarburos, para intentar discriminar entre sismicidad natural y potencialmente inducida por la actividad industrial. En primer lugar, se realizará una revisión exhaustiva de la sismicidad instrumental en las inmediaciones de las instalaciones de extracción y almacenamiento. Asimismo, se desarrollarán nuevas metodologías de localización basadas en la forma de onda completa adaptadas a las características de la sismicidad inducida. Finalmente, utilizando el nuevo catálogo sísmico obtenido para cada instalación, se desarrollará un modelo estadístico para establecer, de forma cuantitativa, la probabilidad de que la actividad de la instalación haya podido producir sismicidad inducida.

El proyecto está financiado dentro del marco del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación. El equipo de investigación está compuesto por personal de Instituto de Ciencias de la Tierra Jaime Almera (ICTJA-CSIC), Instituto Geológico y Cartográfico de Cataluña (IGGC), e Instituto Geográfico Nacional (IGN).



Principales indicadores en 2019

Publicaciones internacionales: 79

Publicaciones nacionales: 28

Publicaciones en congresos: 94

Conferencias de divulgación: 40

Consultas: 375

Visitas Presenciales: 13.711

Porcentaje de operatividad de los radiotelescopios/Red Sísmica/Instrumentación y vigilancia volcánica:

- Radiotelescopios:
 - 40 m: 72 %
 - 13 m: 20 % (* Sólo se encuentra operativo en modo VGOS)
- Operatividad Red Sísmica 100 %
- Porcentaje de operatividad de Vigilancia Volcánica: 100 %

Visitas a los Observatorios

- Visitas a los Observatorios Geofísicos de Toledo y San Pablo de los Montes: 250 personas.
- Visitas Presenciales al OGC en El Retiro y Tenerife: 55 personas.
- Visitas a Yebes: 7.500 personas.
- Visitas a Real Observatorio de Madrid: 5.553 personas.
- Visitas a Red Sísmica Nacional: 12 visitas de grupos.

Intervenciones en medios de comunicación: 60



PROGRAMA DE ACTUACIÓN NÚMERO 2 PRODUCCIÓN, ACTUALIZACIÓN Y MEJORA DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y LA CARTOGRAFÍA OFICIAL

DESCRIPCIÓN

Este programa desarrolla la implantación y la actualización continua de las redes y las señales geodésicas y de nivelación nacionales activas y pasivas que permiten el mantenimiento del Sistema Geodésico de Referencia (SGR) europeo oficialmente adoptado en España, así como los subsiguientes servicios básicos de posicionamiento y navegación, hoy día imprescindibles en cualquier sector de actividad. En el marco de este programa queda comprendido el Plan Nacional de Observación del Territorio (PNOT), que dota al Estado de coberturas periódicas completas del territorio español —mediante imágenes aéreas y de satélite de alta, media y baja resolución—, así como permite la extracción de información geográfica de las mismas con propósito multidisciplinar. Este plan se estructura, a su vez, en el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA), el Plan Nacional de Teledetección (PNT) y el Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo en España (SIOSE). La información geográfica, por su parte, se ha reorientado últimamente hacia la producción de Información Geográfica de Referencia, información que constituye un esqueleto único sobre el que basar el resto de los productos cartográficos y bases de información geográfica. Constituye consecuentemente un marco de actuación que permite de forma más eficiente la generación del resto de productos. Finalmente, este programa culmina con la producción y la actualización de las bases topográficas y cartográficas nacionales y de las series de cartografía oficial topográfica y temática derivadas de aquellas, entre las que debe destacarse el Mapa Topográfico Nacional de España a escalas 1:25.000 y 1:50.000 (MTN25 y MTN50) y el Atlas Nacional de España (ANE). Todas las actuaciones que se llevan a cabo dentro de este programa se desarrollan bajo el soporte de la Ley sobre las Infraestructuras y los Servicios de Información Geográfica en España (LISIGE) y, por tanto, siguiendo lo establecido en la directiva europea INSPIRE que la citada ley transpone a nuestro ordenamiento jurídico, satisfaciendo las necesidades multidisciplinarias de la sociedad en general y particularmente de las Administraciones Públicas nacionales y europeas, y destacando por su importancia las que exige el programa de la Unión Europea COPERNICUS.

ACTIVIDADES A REALIZAR

Las actividades necesarias para la ejecución de este programa de actuación se enmarcan en cuatro grandes áreas:

- Implantación y mantenimiento de las infraestructuras geodésicas necesarias para el soporte de los sistemas de referenciación, posicionamiento y navegación.
- Desarrollo del Plan Nacional de Observación del Territorio para la generación de coberturas periódicas de imágenes y de ocupación del suelo.
- Producción y actualización de los aspectos topográficos de la Información Geográfica de Referencia.
- Producción y actualización de las bases topográficas y cartográficas de ámbito nacional y de la cartografía oficial topográfica y temática derivada de ellas.



PROYECTOS MÁS DESTACADOS

Actualización de información geográfica mediante inteligencia artificial (CARTOBOT)

Desde el año 2017, la prioridad de la Subdirección General de Geodesia y Cartografía del Instituto Geográfico Nacional (IGN) es la mejora de los procesos de mantenimiento y actualización de los productos que por mandato legal tiene encomendados. Por esta razón, a finales de ese año se lanzó el Programa para el cambio productivo de Bases de Datos de Información Geoespacial (BDIG), cuyo objetivo es implantar una metodología de actualización continua de los objetos geográficos recogidos en dichas bases de datos. De esta manera se consigue cambiar la antigua forma predictiva, en la que se planifica un área de actualización en plazos fijos de actuación, a otra adaptativa, en la que las operaciones de mantenimiento se realizan donde se han detectado modificaciones del territorio.

Este programa se divide en tres proyectos: detección de cambios, gestión de órdenes de trabajo y entorno de actualización BDIG. Dentro de la detección de cambios, se encuentra la que probablemente sea la parte más innovadora del programa, el convenio CARTOBOT, realizado con la Universidad Politécnica de Madrid, a través del grupo de investigación MERCATOR. Iniciado a finales del 2018 para la investigación científico-técnica con dos años de duración, tiene como objeto desarrollar una herramienta tecnológica innovadora que permita explotar el potencial de información no estructurada existente en internet.

Básicamente, se articula en dos líneas principales de trabajo:

- El rastreo, mediante *bots*, de información no estructurada de tipo alfanumérico y contenida en multitud de páginas *web*. Se ha acotado el ámbito a la búsqueda de información relativa a vías de comunicación, ya que es una de las temáticas con mayor dinámica e impacto.
- La extracción de información, mediante técnicas de inteligencia artificial (métodos de *Deep Learning*), a partir de las imágenes del territorio que se capturan periódicamente en el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) y que se publican de forma abierta mediante servicios de mapas *web* (WMS). En una primera fase, se aborda la detección de caminos, por tratarse de una temática importante en la información que sirve el IGN y de difícil actualización, ya que apenas existen otras fuentes de referencia.
- En la primera línea de actuación, las actividades básicas son la identificación de las principales fuentes de información; el desarrollo de *bots* y las tareas programadas que los lanzan contra las fuentes; el análisis y aplicación de técnicas de estructuración de la información extraída, y el desarrollo y ejecución de test para validación de la herramienta.
- Para estas labores, se definen varios sub-sistemas que se muestran en la *figura 1*: Base de datos, al-

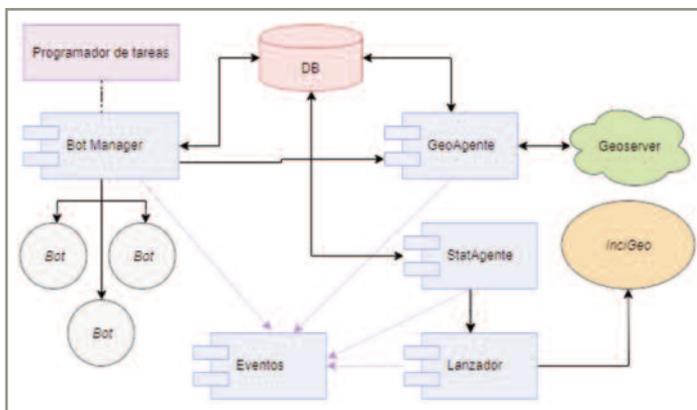


Figura 1. Componentes del sistema de extracción mediante bots



macena los datos procesados; *Bot Manager*, ejecuta periódicamente los bots; *GeoAgente*: obtiene las coordenadas de las incidencias; *StatAgente*: procesa y filtra las posibles incidencias de la base de datos; *Eventos*, y *Lanzador*: envía las ocurrencias al gestor de incidencias del IGN (*InciGeo*).

Se ha elaborado un visualizador (ejemplo en la *figura 2*) que muestra, sobre diferentes mapas base, la geometría de las incidencias que van detectando los bots y proporciona los datos básicos extraídos al consultarlas.

Para la segunda línea de actuación, las actividades básicas son la recopilación de imágenes clasificadas; el diseño y evolución de redes neuronales artificiales; la implementación en *TensorFlow*; el entrenamiento del sistema, y la ejecución de test.

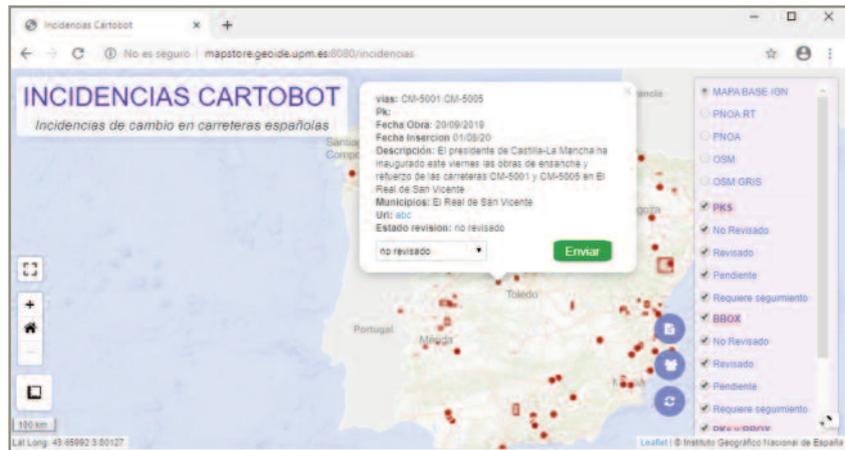


Figura 2. Ejemplo del visualizador de información extraída por bots

La obtención de un volumen importante de imágenes clasificadas es uno de los grandes retos para que el sistema funcione de forma adecuada, ya que al igual que los cerebros humanos, aprenden de la experiencia del día a día, las redes neuronales artificiales necesitan una gran cantidad de información clasificada y en multitud de situaciones.

El diseño y evolución de redes forma parte de las líneas de investigación para conseguir mejores resultados en la explotación de las mismas. La *figura 3* muestra el esquema de funcionamiento del sistema de diseño evolutivo de arquitecturas *VGNet* desarrollado.

Respecto al entrenamiento del sistema, el mayor hándicap es la necesidad de una gran capacidad de procesamiento. En particular, se requieren

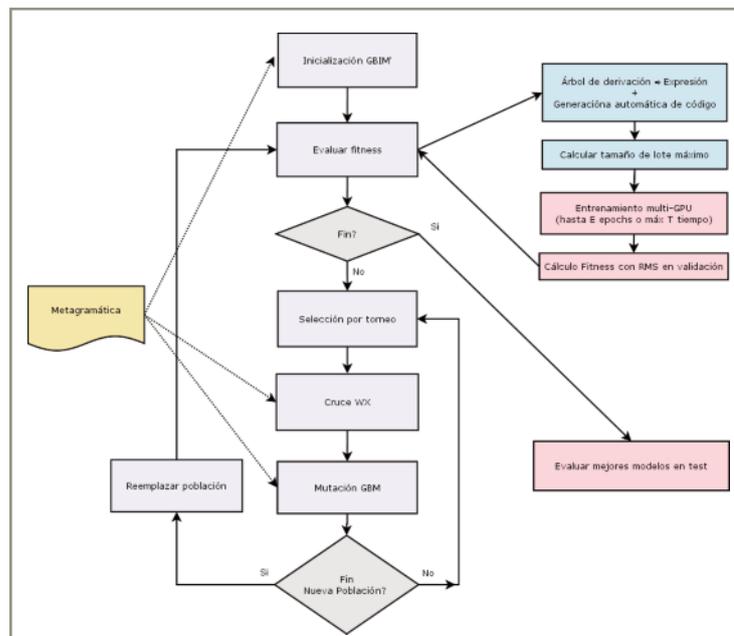


Figura 3. Esquema de funcionamiento del sistema de diseño evolutivo de arquitecturas *VGNet*

muchas unidades de procesamiento de gráficos (GPU), que aunque no son necesarias precisamente para el procesamiento de estos, sí lo son para paralelizar las tareas de entrenamiento en cada GPU disponible.

Para valorar el comportamiento que van teniendo las diferentes redes entrenadas, se ha elaborado un visualizador que permite clasificar teselas de la ortofotografía PNOA máxima actualidad, publicadas por el servicio WMS, para una zona determinada. La *figura 4* muestra un ejemplo de teselas clasificadas según detecta si existe camino o no.



Figura 4. Ejemplo del visualizador de teselas clasificadas por red neuronal

Esta línea de trabajo se perfila muy prometedora ya que se puede integrar en flujos de trabajo sencillos y altamente productivos, y al permitir retroalimentación, su funcionamiento y aprendizaje va mejorando con el tiempo. Ya a lo largo de 2017 se realizaron pruebas piloto con un 96 % de fiabilidad en la detección de cambios sobre el territorio (*figura 5*).

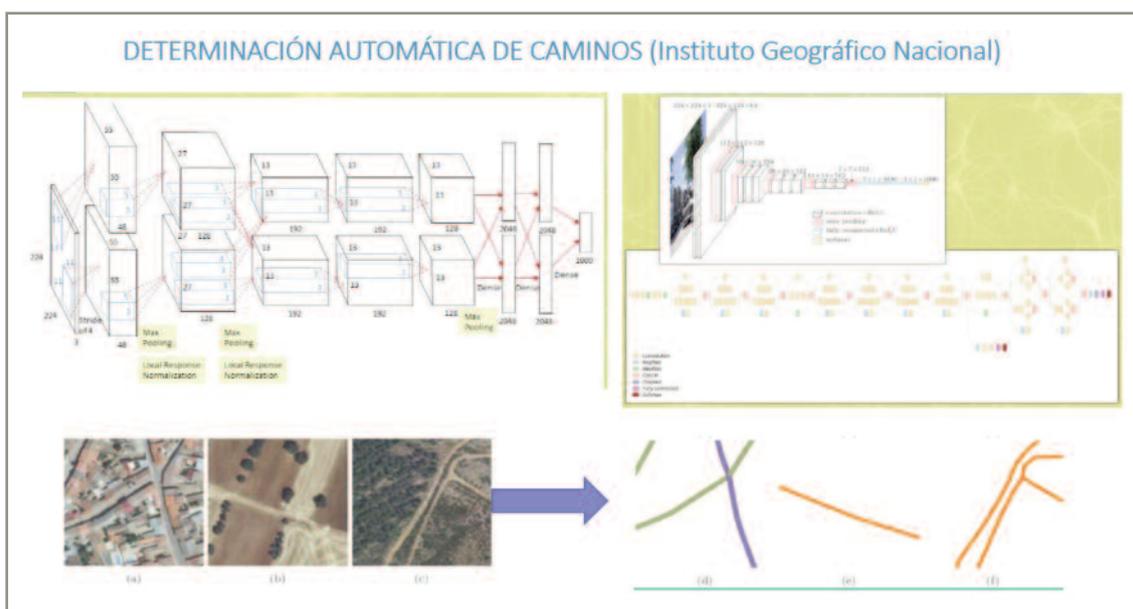


Figura 5. Ejemplo de pruebas piloto previas para la determinación de caminos

El desarrollo de estos procesos hará posible la necesaria disrupción técnica en cuanto que permiten detectar qué parte del territorio ha cambiado. Por lo tanto, disminuyen los tiempos y los costes de producción de los productos y servicios que tiene el IGN por mandato legal. Asimismo, permite planificar las actuaciones de esta Dirección General con anticipación, escalar los recursos adecuados para conseguir cotas de eficiencia inimaginables hasta hace poco y así orientar las cadenas de producción clásicas hacia una actualización continua por cambios.

La Administración Pública debe asumir un papel ejemplar de liderazgo en términos de innovación, a través de la mejora de los servicios públicos, la orientación a la ciudadanía y la total adherencia a las necesidades y expectativas de clientes y grupos de interés, sin duda, por medio de la eficiencia operativa. Estos altos grados de eficiencia ya son una realidad fuera de la Administración y es imperativa la adaptación de las tareas que emanan de las funciones a través de la innovación pública.

Nuevo mapa de la Cuenca Hidrográfica del Ebro en relieve

A finales de diciembre de 2019, se ha publicado el Nuevo Mapa de la Cuenca Hidrográfica del Ebro en Relieve a escala 1:600.000, coproducido entre el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y la Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE).

Frente a la anterior edición en relieve de 1995, la nueva supone una mejora significativa tanto en calidad cartográfica como en contenido. Por un lado, evidencia el salto tecnológico que se ha producido en el IGN en materia cartográfica desde 1995 hasta la actualidad; por otro, la importancia de las colaboraciones interadministrativas con el fin de conseguir productos útiles en la gestión territorial.

El proyecto comenzó en diciembre de 2018, tras una reunión técnica de colaboración interadministrativa entre los máximos responsables de ambas instituciones en la que se establecieron las necesidades y se decidió su edición. En la primavera de 2019 empezaron los trabajos técnicos de manera coordinada entre ambos equipos, que concluyeron en un mapa en relieve de máxima calidad que responde eficientemente a las necesidades de gestión hidrológica demandada por la Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

El mapa pertenece a las series cartográficas oficiales del IGN sobre las que se han representado algunos elementos de interés para la CHE, relacionados a continuación:

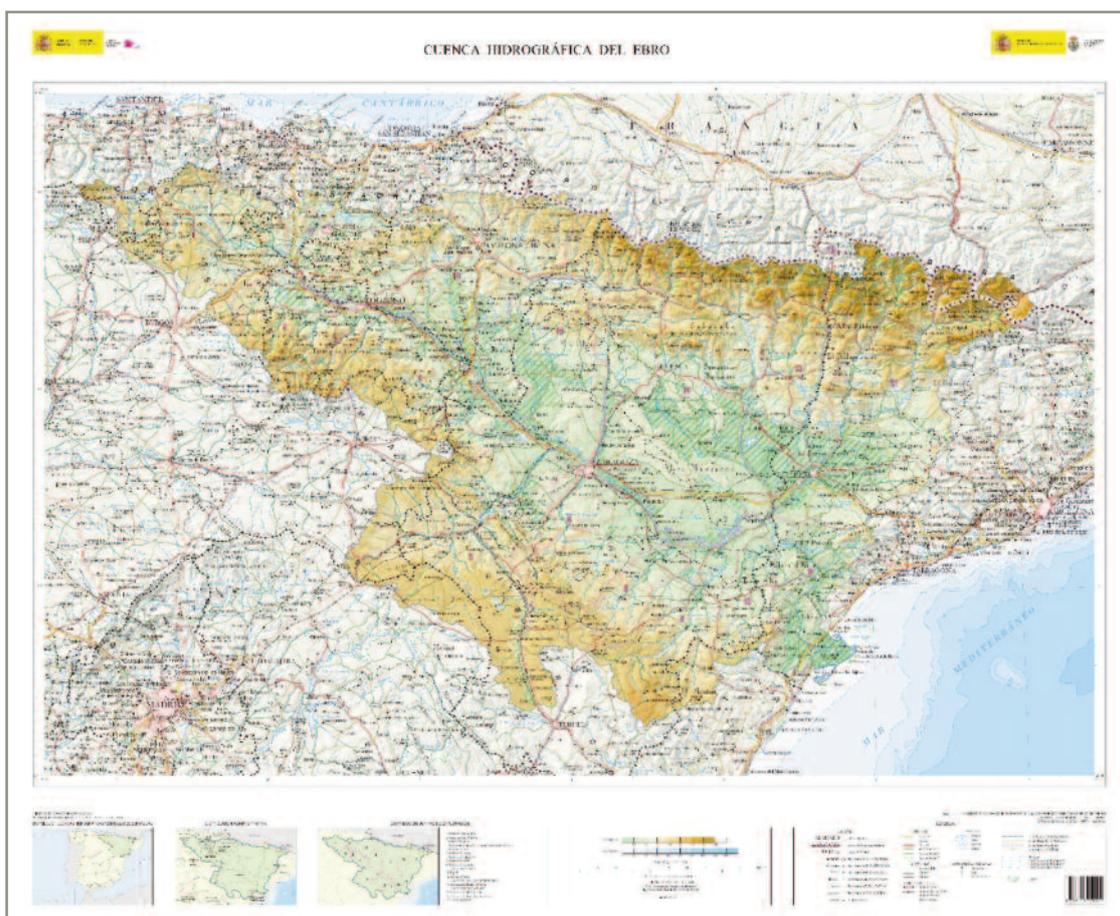
- Embalses: la capa GIS del SITEbro que almacena un total de 215 embalses de la categoría «en servicio o en construcción» y por ello se optó por representar únicamente aquellos con una capacidad mayor o igual que 5 hm³, es decir, 73 embalses más los embalses en construcción de «Las Fitas» y «Soto Terroba»
- Límites de las juntas de explotación como límites administrativos de cada una de las juntas, recuperando de esta forma una información ya existente en el citado mapa de 1995
- Superficies de las zonas regables que aglutinan un total de 902.000 ha de superficies regables en el ámbito de la cuenca del Ebro.
- Curva de nivel 400 m con especial resalte, pues define la cota por debajo de la cual se sitúan la mayor parte de las infraestructuras de almacenamiento y transporte de agua, así como los principales sistemas de regadío.



- Acequias y canales, que son las principales infraestructuras de transporte de agua para los distintos usos como el abastecimiento y el regadío energético.
- Límites de la cuenca hidrográfica del Ebro y del ámbito del Plan Hidrológico del Ebro, que son las capas que definen el límite físico o hidrográfico, es decir, la cuenca hidrográfica y, por otro lado, el territorio competencial, que sería el ámbito del Plan Hidrológico.

La razón del éxito de este proyecto reside principalmente en la buena predisposición que desde el primer momento ha existido entre ambos equipos, de tal manera que se ha conjugado eficientemente la base cartográfica oficial, proveniente del máximo competente en la materia, como es el Instituto Geográfico Nacional, junto con las capas temáticas de interés para la gestión del agua, cuya dirección recayó sobre la confederación hidrográfica mencionada.

El nuevo mapa puede considerarse el vivo ejemplo de la buena colaboración y coordinación interadministrativa en la optimización de recursos y racionalización del gasto público, al mismo tiempo que confirma que, lejos de caer en desuso, estos mapas murales muestran una síntesis efectiva y una visión global y plástica de la realidad geográfica, sin desvirtuarla, que es fundamental en la gestión territorial y que posibilita una experiencia de usuario imposible de alcanzar en una pantalla de ordenador.



Principales indicadores en 2019

% medio anual de disponibilidad, continuidad e integridad de los servicios provenientes de las redes geodésicas activas y pasivas: 98 %

% del territorio nacional cubierto en un ejercicio anual mediante el conjunto de imágenes e información territorial del Plan Nacional de Observación del Territorio: 100 %

% del territorio nacional cubierto en un ejercicio anual mediante el conjunto de las bases y series topográficas y cartográficas nacionales: 100 %



PROYECTOS MÁS DESTACADOS

Nueva versión del geocodificador

En el mes de enero se puso en producción una nueva versión del geocodificador «IGNSearch», o utilidad de búsqueda por nombre, de IGN y CNIG. Se trata de un componente que acompaña a todos los visualizadores implementados en el IGN y CNIG, que permite al usuario buscar o bien por un nombre geográfico o bien por una dirección (en forma de calle y número o de carretera y punto kilométrico) y encontrar unas coordenadas geográficas en las que se encuentra el objeto nombrado.



En el caso de los topónimos, se consulta el Nomenclátor Geográfico Básico de España (NGBE), que contiene más de 1.100000 topónimos oficiales, y en el segundo, se interroga a los datos de [CartoCiudad](#). En este último caso, también se dispone de la funcionalidad inversa, que, si preguntamos por unas coordenadas, nos proporciona la dirección, con código postal y población, más cercana. En esta última versión, el fichero de topónimos se ha enriquecido con Puntos de Interés (POI), como: edificios religiosos, instalaciones deportivas y recreativas, procedentes de la BTN25; aeropuertos estaciones de ferrocarril y puertos procedentes de la IGR-RT; albergues (REAJ) y paradores, procedentes del portal *Naturaleza, cultura y ocio*, y estaciones de Servicio, campings, centros educativos y sanitarios, de varias fuentes (MINETUR, NGBE, DGC...).

La herramienta, denominada IGNSearch, está documentada para que cualquier desarrollador pueda incluirla como utilidad en un visualizador si así lo desea.

La dirección del servicio «IGNSearch»: http://componentes.ign.es/NucleoVisualizador/IGN_search.js

Nuevos servicios *web* de visualización con datos *LiDAR*

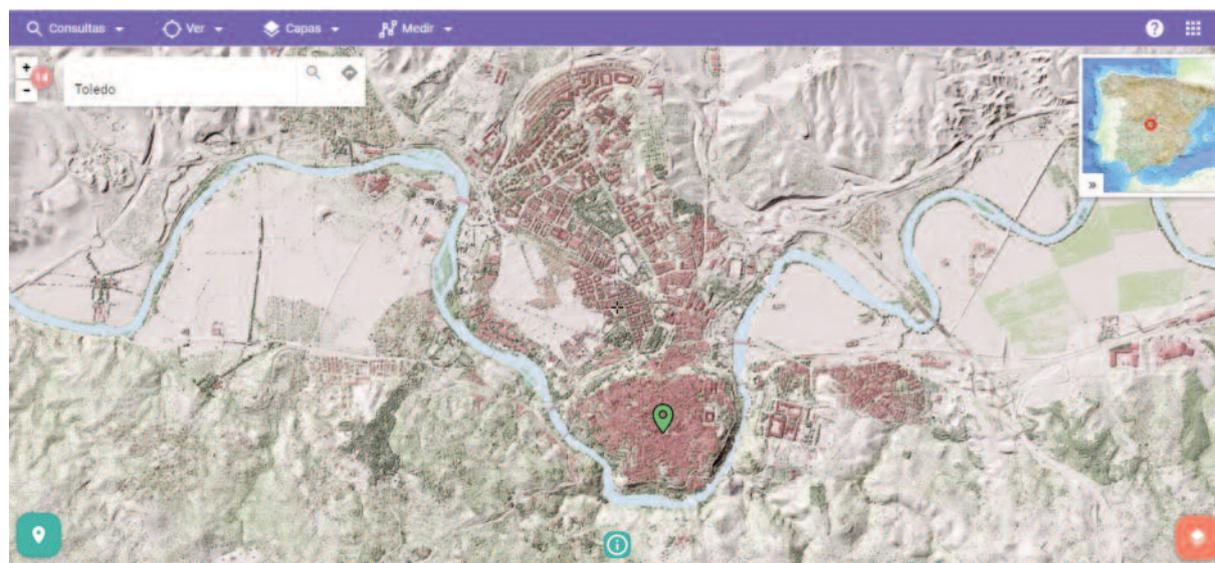
En el mes de mayo se publicó el servicio *web* de visualización *WMTS* del producto llamado mapa *LiDAR*, disponible también para su descarga bajo una licencia CC BY 4.0 en el [Centro de Descargas del CNIG](#).



Este servicio *web* ofrece el Modelo Digital de Superficies *LiDAR* generado por composición de cuatro capas: sombreado, edificaciones, vegetación e hidrografía. A partir de las nubes de puntos *LiDAR* correspondientes a la primera cobertura del proyecto PNOA-*LiDAR*, debidamente clasificadas, se genera un modelo digital de superficies al que se le aplica un sombreado. Sobre este sombreado se superponen tres capas: dos modelos digitales de superficies normalizados, uno de la clase vegetación y otro de la clase edificación, y la rasterización de la capa de hidrografía de la *Información Geográfica de Referencia* del Sistema Cartográfico Nacional. Se aplica una paleta de color a cada capa, estableciendo un degradado en la información correspondiente a la vegetación y a la edificación en función de su altura sobre el terreno. El producto final se almacena en formato «.ecw».

Estos datos se engloban en el tema «Elevaciones» del Anexo II de la Directiva *Inspire* y es un servicio de visualización Teselado conforme al perfil *INSPIRE Web Map Tile Service (WMTS)* 1.0.0.

Este servicio proporciona información de la altura sobre el suelo de los edificios, tal y como puede comprobarse consultando la información sobre la capa Mapa *LiDAR* del [visualizador Iberpix](#).



Adicionalmente, también se publicó el servicio de visualización *WMS* como un servicio de visualización *WMS* 1.3.0 conforme al perfil *Inspire* de ISO 19128:2005.

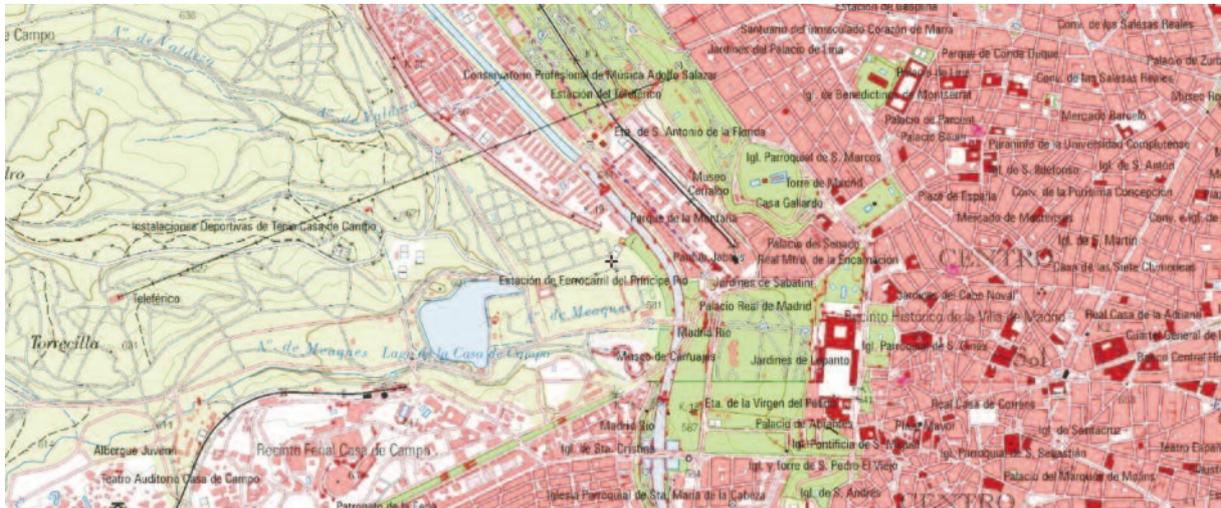
Las direcciones de los *Capabilities* de los servicios *LiDAR* son:

WMS: <https://wms-mapa-lidar.idee.es/lidar?request=GetCapabilities&service=WMS>

WMTS: <https://wmts-mapa-lidar.idee.es/lidar?request=GetCapabilities&service=WMTS>

Actualización de MTN25 ráster en *IBERPIX* sin interacción humana

En el mes de noviembre se actualizó el servicio *web* de visualización MTN25 ráster que se puede visualizar en *IBERPIX*. Este servicio *WMS* de cartografía a escala 1:25.000 consiste en un mapa continuo que, para cubrir todo el territorio nacional, reúne la información de 4.019 hojas de MTN25.



Como innovación, se utilizó un procedimiento automático, en el que no hay intervención humana para realizar la *redacción cartográfica*, puesto que esta se efectúa con algoritmos espaciales reglados. Así mismo tanto la *simbolización cartográfica* como la incorporación del *sombreado* están automatizadas en su totalidad.

Este servicio ofrece la cartografía ráster del IGN a distintas escalas. Se publica el Mapa de España a escala 1:2.000.000 hasta una resolución de 420 m/píxel. El Mapa de España a escala 1:1.250.000 hasta una resolución de 104,44 m/píxel. El Mapa de España a escala 1:500.000 hasta una resolución de 40,04 m/píxel. El Mapa Provincial a escala 1:200.000 hasta una resolución de 20,16 m/píxel. El Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 hasta una resolución de 5,04 m/píxel y el Mapa Topográfico Nacional a escala 1:25.000 a partir de una resolución de 5,04 m/píxel. Se considera un tamaño estándar de píxel de 0,28 mm. El Servicio publicado es versión *WMS 1.3.0* y es conforme con *ISO 19128:2005*.

El resultado es un producto cartográfico de alta calidad que logra a partir de la compilación armonizada de elementos cartográficos de diversas fuentes de datos:

- BTN25 (Base Topográfica Nacional 25.000)
- IGR-RT (Red de Transporte)
- SIOSE (Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España)
- SIGLIM (Líneas Límite Municipales)
- MDT (Modelo Digital del Terreno)

En el mismo proceso se obtienen los archivos ráster en formato *TIFF* y *ECW* de cada una de las 4.019 hojas, para ponerlas a disposición de los ciudadanos por medio del Centro de Descargas del CNIG.

Este servicio también está disponible a través de un servicio *WMTS*.

Las direcciones de los *Capabilities* de los servicios MTN25 ráster son:

WMS: <https://www.ign.es/wms- inspire/ mapa- raster? request= GetCapabilities& service= WMS>

WMTS: <https://www.ign.es/wmts/ mapa- raster? request= GetCapabilities& service= WMTS>

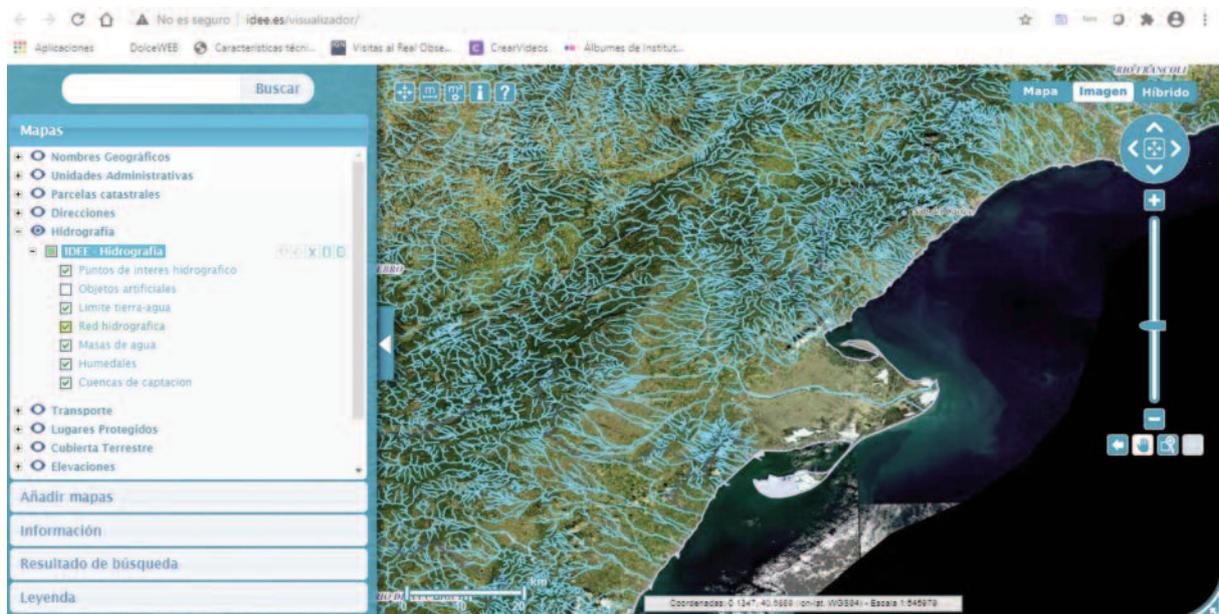


Publicación de servicios *web* con los datos del IGR Hidrografía

En el mes de diciembre se publicó la versión 0 de la *Información Geográfica de Referencia de Hidrografía* (IGR-HI) a través del servicio de visualización *WMS* y del servicio de descarga *WFS*.

El servicio de visualización *WMS* muestra la Hidrografía del Sistema Cartográfico Nacional, procedente de la Información Geográfica de Referencia de Hidrografía versión 0 del Instituto Geográfico Nacional, del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y del Ministerio para la Transición Ecológica a través de la Dirección General de Agua. El servicio *web* permite la visualización de los elementos hidrográficos y otras masas de agua y elementos relacionados con ellas, así como las cuencas y subcuencas hidrográficas de España del Anexo I de la Directiva *Inspire*. Sus denominaciones son conformes con la Directiva *Inspire* 2007/2/EC así como su estilo. Además, tienen asociado un estilo de visualización definido por el IGN. El servicio de visualización es versión 1.3.0 y es conforme al perfil *Inspire* de ISO 19128:2005.

El servicio de descargas *WFS* incluye objetos geográficos de hidrografía (aguas físicas) tanto naturales como artificiales (ríos, canales, acequias, lagos, embalses, presas...) y el modelo de red. El conjunto de datos de referencia de hidrografía, con resolución 25.000 en esta versión 0, sigue las Normas de Ejecución *INSPIRE*. Permite referenciar y localizar información y resulta fundamental en los análisis geográficos e hidrologicos del territorio. El servicio de descarga es un servicio *Inspire* de acceso directo conforme con ISO 19142 *Web Feature Service* e ISO 19143 *Filter Encoding*.



Las especificaciones del producto de datos «IGR Hidrografía» se pueden consultar en este enlace:

https://www.ign.es/resources/IGR/Hidrografia/IGN_especificaciones_IGR-HI.pdf

Las direcciones de los *Capabilities* de los servicios de Hidrografía son:

WMS: <https://servicios.idee.es/wms-inspire/hidrografia?REQUEST...>

WFS: <https://servicios.idee.es/wfs-inspire/hidrografia?SERVICE=WFS...>

Principales indicadores en 2019
Número de servicios <i>web</i> interoperables disponibles en el catálogo de la IDEE: 4.093
Número de servicios <i>web</i> interoperables disponibles en el catálogo oficial de datos y servicios oficiales de INSPIRE: 246
Número de peticiones a los servicios <i>web</i> del nodo IGN y SCNE: 15.159.872.214
Número de visitas al Geoportal de la IDEE: 428.977
Número de técnicos en TIC capacitados en cursos presenciales y en línea: 724





PROGRAMA DE ACTUACIÓN NÚMERO 4

COORDINACIÓN DE LA ACTUACIÓN PÚBLICA EN EL ÁMBITO DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA A TRAVÉS DE LOS MECANISMOS PREVISTOS EN EL CONSEJO SUPERIOR GEOGRÁFICO Y EN EL SISTEMA CARTOGRÁFICO NACIONAL

DESCRIPCIÓN

La Ley de las Infraestructuras y los Servicios de la Información Geográfica en España tiene por objeto complementar la organización de los servicios de información geográfica y fijar, de conformidad con las competencias estatales, las normas generales para el establecimiento de infraestructuras de información geográfica en España orientadas a facilitar la aplicación de políticas basadas en la información geográfica por las Administraciones Públicas y el acceso y utilización de este tipo de información, especialmente las políticas de medio ambiente y políticas o actuaciones que puedan incidir en él.

El Sistema Cartográfico Nacional, aprobado mediante el Real Decreto 1545/2007, de 23 de noviembre, constituye el marco obligatorio de la actuación de la Administración General del Estado en materia cartográfica y de las Administraciones Públicas que se integren en el Sistema, y de los diferentes operadores públicos cuyas competencias concurren en este ámbito.

El órgano de dirección del Sistema Cartográfico Nacional es el Consejo Superior Geográfico, que ejerce la función consultiva y de planificación de la información geográfica y la cartografía oficial, tiene carácter colegiado y en él están representadas la Administración General del Estado, las Comunidades Autónomas y las Entidades Locales.

La herramienta con que cuenta el Consejo Superior Geográfico para coordinar y planificar la producción de cartografía y de servicios de información geográfica de la Administración General del Estado, y de ésta con las Administraciones Autonómicas, es el Plan Cartográfico Nacional, de cuya preparación se encarga la Comisión Especializada del Plan Cartográfico Nacional del Consejo Superior Geográfico. Durante el año 2016 se preparó el Plan Cartográfico Nacional 2017-2020 para su revisión por el Consejo Superior Geográfico, quien trasladó la propuesta al Ministro de Fomento, que lo elevó para aprobación del Consejo de Ministros, que finalmente se produjo el 21 de julio de 2017.

Al IGN le corresponde, a través de su Secretaría General, el ejercicio de la Secretaría Técnica del Consejo Superior Geográfico, lo que le atribuye la responsabilidad sobre el impulso y apoyo logístico al Sistema Cartográfico Nacional.

La ejecución operativa de la gestión del Consejo Superior Geográfico ha sido realizada por la Comisión Permanente, presidida por el Director General del IGN, con el apoyo de las propuestas e informes aportados por la Comisión Territorial, el Consejo Directivo de la Información Geográfica en España (CO-DIIGE), las seis Comisiones Especializadas (Sistema Geodésico, Plan Cartográfico Nacional, Normas Geográficas, Observación del Territorio, Infraestructura de Datos Espaciales y Nombres Geográficos) y la Secretaría Técnica, todos ellos, en calidad de órganos del Consejo Superior Geográfico.

La composición actual de la Comisión Territorial incluye a los representantes de todas las comunidades autónomas y ciudades con estatuto de autonomía integradas en el Sistema Cartográfico Nacional, a



excepción de la Comunidad Autónoma de Cataluña, y al representante propuesto por la Asociación de Entidades Locales de mayor implantación en el territorio nacional (Federación Española de Municipios y Provincias).

La Secretaría General del Instituto Geográfico Nacional atiende a las funciones técnicas y gestoras y a la coordinación interna y externa de actuaciones en el ámbito que le otorga el Sistema Cartográfico Nacional.

ACTIVIDADES A REALIZAR

Las actividades a realizar para el cumplimiento del programa son las siguientes:

- Potenciación de la colaboración institucional a través del Consejo Superior Geográfico.
- Gestión de los instrumentos de soporte del Sistema Cartográfico Nacional.

PROYECTOS MÁS DESTACADOS

El Consejo Directivo de la Infraestructura de Información Geográfica de España

El Consejo Directivo de la Infraestructura de Información Geográfica de España ([CODIIGE](#)) es un órgano colegiado del Consejo Superior Geográfico establecido por la Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las Infraestructuras y los Servicios de Información Geográfica en España ([LISIGE](#)) y formado por representantes de los tres ámbitos de la Administración (nacional, regional y local), expertos de las Comisiones del Consejo Superior Geográfico y expertos en políticas de medio ambiente. Tiene un carácter eminentemente ejecutivo, y su misión es coordinar y dirigir la Infraestructura de Información Geográfica de España desde planteamientos basados en el consenso, la colaboración interadministrativa y el marco legal vigente, cuyo núcleo fundamental en este campo es la Directiva INSPIRE y sus Normas de Ejecución, y la mencionada Ley 14/2010. Mantiene al menos dos reuniones al año y sus funciones y normas son públicas.

Las tareas principales del Consejo Directivo de la Infraestructura de Información Geográfica en España son:

- Informar a la Comisión Europea sobre los Conjuntos de Datos Espaciales y servicios existentes en España, en cumplimiento con Inspire.
- Organizar las Jornadas Ibéricas de las IDE 2019 que se celebraron en Cáceres del 23 al 25 de octubre de 2019.
- Dinamizar la actividad del Grupo de Trabajo de la Infraestructura de Datos Espaciales de España ([IDEE](#)) y de los Grupos Técnicos de Trabajo.
- Establecer el Plan de Acción que garantiza la implementación de la Directiva INSPIRE y la LISIGE en España dentro de los plazos establecidos, identificando los Conjuntos de Datos Espaciales que se pueden consultar en el Catálogo Oficial de Datos y Servicios Inspire ([CODSI](#)).

En este sentido y con el fin de garantizar la implementación de la Directiva INSPIRE para la aplicación de las políticas comunitarias en medio ambiente, el CODIIGE elaboró un Plan de Acción estableciendo una lista de datos prioritarios y sus medidas necesarias para cumplir los compromisos de los Reglamentos de la



Directiva Inspire en los plazos fijados. El Plan de Acción del CODIIGE se aplicó en la campaña de seguimiento de 2016 proporcionando el grado de interoperabilidad de los conjuntos de datos y servicios de 2015, y se envió a la Dirección General de Medioambiente de la Comisión para que conociera las acciones de España en sus revisiones y evaluaciones periódicas de la Directiva Inspire.

El 15 de mayo y el 15 de diciembre de 2019, el Grupo Técnico de Trabajo de Seguimiento e Informes de CODIIGE completó la campaña de «Seguimiento **INSPIRE** de España» correspondiente al año 2018 y 2019, a partir de los metadatos de datos y servicios cargados en el CODSI (Catálogo Oficial de Datos y Servicios Inspire) tal y como se establece en el Plan de Acción para la implementación de INSPIRE.

El Seguimiento de la Directiva INSPIRE consiste en la recopilación de información referente a los datos geoespaciales de los anexos I, II y III de la **Directiva 2007/2/CE** y de los servicios en red asociados, para generar unos indicadores que miden el grado de implementación de los Reglamentos de la Directiva, donde se establece que:

- Los Conjuntos de Datos Espaciales (**CDE**) y servicios deben describirse con sus metadatos.
- Los metadatos deben ser conformes y accesibles a través de un servicio de localización (catálogo).
- Los CDE deben ser accesibles, es decir, visualizarse a través de un **WMS** o **WMTS** y descargarse a través de un **WFS** o un servicio **ATOM Feed**.
- Los CDE y servicios deben ser conformes.

En el seguimiento de estado de la IDEE en 2019 se informó de 441 recursos, 208 CDE y 233 servicios de red, todos ellos descritos a través de sus metadatos y disponibles en el CODSI. La conformidad total de los CDE fue del 21.15% y su accesibilidad a través de servicios de visualización y de descarga de un 69.23%.

Aunque la conformidad de los CDE del anexo I no fue del 100 %, tal y como establece el **Reglamento (UE) N° 1089/2010** en lo que se refiere a la interoperabilidad de los conjuntos y los servicios de datos espaciales, es más alta que la informada en el seguimiento de 2017 donde se obtuvo un porcentaje del (62,06 %) en comparación con el obtenido en este seguimiento de 2018 (68.57%).

	2016	2017	2018
Nº de CDE informados	279	218	208
CDE del anexo I conformes	18 de 48 (37,5%)	18 de 29 (62,06%)	24 de 35 (68.57%)
CDE del anexo II conformes	5 de 22 (22,72 %)	3 de 18 (16,66%)	1 de 16 (6.25%)
CDE del anexo III conformes	5 de 209 (2,39%)	24 de 171 (14,03 %)	19 de 157 (12.1%)
Conformidad total de los CDE	28 de 279 (10,03%)	45 de 218 (20,64%)	44 de 208 (21.15%)

También aumentó la conformidad de los servicios considerablemente pues se ha pasado de 179 servicios conformes en 2017 a la cifra de un total de 195 en 2018.



	2016	2017	2018
Nº de servicios informados	251	223	233
Servicios de visualización conformes	10 de 209 (4,78%)	144 de 184 (78,26%)	155 de 183 (84,69%)
Servicios de descarga conformes	21 de 39 (53,84 %)	33 de 37 (89,18%)	38 de 48 (79,16%)
Servicios de localización conformes	1 de 3 (33,33%)	2 de 2 (100%)	2 de 2 (100%)
Conformidad de los servicios	32 de 251 (12,74%)	179 de 223 (80,26%)	195 de 233 (83,69%)

Los indicadores del seguimiento 2018 están disponibles en el portal de EIONET en este enlace: http://cdr.eionet.europa.eu/Converters/run_conversion...

Y en este otro se puede consultar el informe de España 2019: <https://inspire.ec.europa.eu/sites/...>

Delimitaciones Territoriales

El IGN realizó desde finales del siglo XIX hasta mediados del siglo XX los trabajos de deslinde necesarios para la realización del Mapa Topográfico Nacional. Debido al tiempo transcurrido hasta nuestros días, a los métodos e instrumentos topográficos utilizados en su día para estos trabajos, y a la aparición de errores transmitidos en las sucesivas ediciones analógicas del mapa, muchas de estas líneas no reúnen la precisión geométrica que demandan los distintos usuarios en la actualidad. Gracias a la documentación técnica y jurídica obrante en el Registro Central de Cartografía es posible recuperar con métodos e instrumentos actuales la posición de los mojones establecidos en su día para señalar el deslinde, tanto de aquellos que aún se conservan sobre el terreno, como de los que han desaparecido con el tiempo. De esta forma se fijan coordenadas de las líneas límite con precisión decimétrica, válida para aplicaciones sobre cartografía a gran escala.

Actualmente están en marcha dos convenios del IGN-CNIG con las CC. AA. de Cantabria y con la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha para la recuperación y mejora geométrica de las líneas límite entre todos los municipios cántabros, en el primer caso, y entre las capitales de provincia castellano manchegas y sus municipios colindantes, en el segundo caso. Ambos proyectos avanzan según los plazos establecidos y están consiguiendo un porcentaje casi completo de acuerdos de deslinde entre ayuntamientos limítrofes. Los trabajos ya finalizados en las capitales de provincia se han continuado en 2019 con la recuperación de límites de otros municipios castellano-manchegos, atendiendo a criterios de población (Borox, Esquivias, Las Mesas, Pedro Muñoz, Pedroñeras, Socuéllamos, Tarancón, Ugena, Villarrobledo y Yeles).

Por otra parte, el IGN sigue acudiendo a realizar informes técnicos preceptivos sobre expedientes de deslinde cuando es requerido para ello por la Administración instructora correspondiente (la Comunidad Autónoma para líneas intracomunitarias y el Estado para líneas intercomunitarias). En 2019 se han recibido 3 solicitudes de expedientes de deslinde.

Dentro de los convenios que el IGN mantiene con las comunidades autónomas en relación con el Sistema Cartográfico Nacional se ha procedido a la recuperación y mejora geométrica de varias líneas límite



entre municipios de diferentes comunidades autónomas. Estos trabajos han consistido en tres líneas municipales y autonómicas entre Castilla-La Mancha y Aragón, cinco líneas municipales y autonómicas entre Castilla-La Mancha y Murcia, y 5 líneas municipales y autonómicas entre Cantabria y Castilla y León.

En cuanto a las líneas de frontera internacional, se ha continuado con la campaña de recuperación y observación de las mugas (hitos fronterizos) en la frontera con Francia. El IGN aporta personal y medios técnicos a la campaña estival que realiza el Centro Geográfico del Ejército en colaboración con la Administración francesa. Las campañas de observación tienen una duración aproximada de dos semanas y se realizan en verano. A la campaña de 2019 acudieron dos técnicos del IGN y abarcó los municipios de Panticosa, Torla-Ordesa, Fanlo y Bielsa, de la provincia de Huesca, realizándose la toma de coordenadas de 11 señales fronterizas, desde la 313 a la 323, según la denominación de los tratados internacionales.



El futuro del proyecto de recuperación y mejora geométrica ha continuado vigente con Cantabria y Castilla-La Mancha durante 2019, y proseguirá la atención a los expedientes de deslinde surgidos entre ayuntamientos limítrofes cuando existen divergencias sobre el trazado de la línea. Los trabajos de recuperación de líneas intercomunitarias se extenderán en 2020 a varios municipios de Castilla-La Mancha con sus vecinos de Murcia, Comunitat Valenciana y Aragón. En cuanto a los trabajos en la frontera con Francia, la duración de la campaña se estima en tres años adicionales.

Nomenclátor Geográfico Básico de España

El Nomenclátor Geográfico Básico de España (NGBE) es un proyecto realizado por el IGN según lo establecido en el Real Decreto 1545/2007, de 23 de noviembre, por el que se regula el Sistema Cartográfico Nacional. El NGBE se forma a partir de las denominaciones georreferenciadas sobre cartografía topográfica a escalas de 1:25.000 y menores, tanto en castellano como en las lenguas cooficiales correspondientes. En 2013 se publicó la primera versión de este nomenclátor con el resultado de la depuración de la toponimia procedente del Mapa Topográfico Nacional 1:25.000. Desde entonces, se continúa trabajando en la actualización de esta base de datos en coordinación con los diferentes organismos (estatales, autonómicos y locales) con competencias en materia de toponimia, ya sea mediante la inclusión de oficio de las distintas denominaciones oficialmente establecidas y publicadas o a través de la realización de distintos proyectos conducentes a la armonización del NGBE con la información toponímica (normalizada u oficial) proporcionada por los correspondientes organismos de las CC. AA. Todas estas actualizaciones pueden ser consultadas en las distintas publicaciones y servicios *web* del NGBE.



El IGN ya ha finalizado la formación del NGBE, que se ha ido remitiendo a las CC. AA. para su contrastación. Una vez recibidas y validadas las propuestas de cambio, en su caso, se procederá a publicar una nueva versión del NGBE, la primera normalizada y contrastada a nivel nacional hasta la fecha.

El NGBE servirá también para la futura formación del Nomenclátor Geográfico Nacional, resultado de la armonización, e integración en su caso, del NGBE y de los Nomenclátors Geográficos de cada una de las CC. AA., cuyo número de topónimos es mayor ya que corresponden a cartografías de escala mayor que 1:25.000, lo cual aportará una información más detallada y rica sobre la toponimia. Está previsto comenzar la producción del Nomenclátor Geográfico Nacional en 2021.

Registro Cartográfico Distribuido

El Real Decreto 1545/2007, de 23 de noviembre, por el que se regula el Sistema Cartográfico Nacional (SCN), establece la necesidad de conectar telemáticamente el Registro Central de Cartografía (RCC) con los Registros de cartografía correspondientes de las Administraciones públicas integradas en el SCN. De esta forma, no será necesario remitir al RCC aquella información que ya figure inscrita en un Registro Cartográfico autonómico. Basándose en esta premisa se creó un Grupo de Trabajo dentro de la Comisión Especializada del Plan Cartográfico Nacional, con el objetivo de definir la arquitectura de este nuevo Registro Cartográfico Distribuido. Como resultado de estos trabajos se definió también el nuevo modelo de ficha registral con el que deben realizarse las inscripciones, modelo que fue aprobado por la Orden FOM 1615/2013, de 9 de agosto de 2013.

Durante 2014 y 2015 se desarrolló la aplicación informática del nuevo Registro Cartográfico Distribuido, que permite la implantación de dicho registro y la conexión telemática del Registro Central de Cartografía del IGN con los registros cartográficos autonómicos existentes. A finales de 2018 se comenzaron los preparativos para lanzar el desarrollo de una nueva aplicación de Registro Cartográfico Distribuido que se comenzó a desarrollarse en 2019 y estará finalizada en 2020.

Principales indicadores en 2019

Número de líneas límite municipales replanteadas en apoyo a convenios y trabajos del CNIG: 42
Participación preceptiva en expedientes de deslinde municipal: 3
Apoyo al CEGET en la observación precisa de la línea de frontera con Francia: 2 técnicos, 2 semanas, 50 km de línea (11 señales fronterizas)
Porcentaje de formación del NGBE: 100 %
Número de consultas sobre toponimia atendidas (organismos públicos y usuarios privados): 36
Número de ficheros del NGBE y del NGMEP descargados: 20.652
Número de visitantes a la exposición «Los mapas y la primera vuelta al mundo»: 1.810 en visita guiada; 500 en visita libre
Número de consultas atendidas por la Cartoteca y el Archivo Topográfico: 718
Número de ficheros descargados a través del Centro de Descargas correspondientes a fondos digitalizados de la Cartoteca y del Archivo: 523.197





IGN
2019

ACTUACIONES DE RACIONALIZACIÓN DE LA GESTIÓN

La ejecución material de los programas descritos anteriormente e incluidos en el Plan Estratégico del Ministerio de Fomento precisa de la realización de ciertas actuaciones de soporte y apoyo que se pueden encuadrar en tres grandes grupos:

- Gerencia: se incluyen actividades relacionadas con la gestión tanto de los medios personales como materiales. En particular le corresponde la elaboración de la propuesta de anteproyecto de presupuestos y la gestión y tramitación de los créditos y gastos asignados al órgano directivo, sin perjuicio de las competencias de otros órganos superiores o directivos del Departamento y en coordinación con ellos. Igualmente, y tanto para su propio ámbito como para el relativo a su organismo autónomo, la definición del marco estratégico conjunto y la coordinación funcional de los servicios centrales y periféricos y de los proyectos nacionales e internacionales; y, de acuerdo con las directrices de la Subsecretaría, la colaboración en la inspección operativa, en el desarrollo de las políticas de recursos humanos, en la gestión del régimen interior y de los sistemas informáticos comunes y en el soporte jurídico necesario para el ejercicio de las funciones encomendadas.
- Soporte informático: actualmente el apoyo en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones es esencial en cualquier actividad que se realice. En el caso, además, de este Centro Directivo tanto el tipo de tareas que se llevan a cabo como el enorme volumen de información que se maneja, exigen una especial y adecuada atención en este área.
- Documentación geográfica: se engloban aquí las labores de incorporación de nuevos fondos, las relacionadas con la difusión de información geográfica, así como la conservación y actualización de los fondos bibliográficos, de la cartografía histórica, de la documentación técnica, y del archivo de información jurídica georreferenciada, facilitando su acceso al público.





3

Relaciones Institucionales

Las relaciones con otras instituciones son una actividad fundamental e ineludible, y de creciente valor estratégico, que se despliega a través de cursos, convenios o participación en organizaciones y proyectos internacionales o nacionales.

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Durante el año 2019 el personal del IGN y del CNIG ha impartido los siguientes cursos y seminarios:

Cursos en Línea

De 29 de abril a 7 de junio:

- 19ª edición del curso Sistemas de Información Geográfica básico.
- 1ª edición del curso Sistemas de Información Geográfica avanzado.
- 1ª edición (2019) del curso de Infraestructura de Datos Espaciales.

De 6 de mayo a 14 de junio:

- 10ª edición del curso Teledetección, Fotogrametría, *LiDAR* y Ocupación del suelo.

De 21 de octubre a 29 de noviembre:

- 2ª edición (2019) del curso Infraestructura de Datos Espaciales.
- 11ª edición del curso Teledetección, Fotogrametría, *LiDAR* y Ocupación del suelo.
- 15ª edición del curso Cartografía Temática.
- 20ª edición del curso Sistemas de Información Geográfica básico
- 2ª edición del curso Sistemas de Información Geográfica avanzado.

Cursos en Línea Plan de Formación Interadministrativo del CNIG

En el marco del Plan de Formación Interadministrativo del CNIG (financiado por el Instituto Nacional de Administración Pública) se han realizado los siguientes cursos:

- Los límites municipales en España: situación actual y procedimientos de actuación (12 a 14 de noviembre).



- QGIS aplicado al análisis de datos geográficos (19 a 22 de noviembre).
- Implantación de la Directiva INSPIRE conforme a los reglamentos europeos (19 a 22 de noviembre).
- Avisos de terremoto y valoración de daños (26 a 29 de noviembre).
- La nueva norma [UNE 148004:2018](#) Datos geográficos abiertos (27 de noviembre).

Talleres

Taller de visión 3D en la Fundación Telefónica de Madrid

Los días 7, 8, 9 y 10 de mayo tuvo lugar en el Espacio Fundación Telefónica de la Gran Vía de Madrid el taller «Visión 3D del territorio», organizado por el Centro Nacional de Información Geográfica y la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), en el marco del proyecto GeoAprende, mencionado anteriormente.

Los talleres, de dos horas de duración, consistieron en un repaso de las diferentes técnicas que se han utilizado a lo largo de los años para ver y representar el relieve utilizando la visión estereoscópica.



En cada taller se pasaba por diferentes actividades en las que los participantes tenían la oportunidad de interactuar con las diferentes técnicas estereoscópicas:

- en primer lugar se impartía una charla introductoria, para explicar las diferentes técnicas de captura de información del terreno y su aplicación al descubrimiento de yacimientos arqueológicos,
- la siguiente actividad consistía en ver diferentes zonas del territorio español mediante fotogramas aéreos y estereoscopos de espejos y de bolsillo. Posteriormente, se les mostraba a los participantes el mapa de la zona para que analizaran su representación en el mapa,
- después pasaban a ver el terreno con anaglifos mediante el visualizador Iberpix 3D,
- posteriormente, se visualizaban una serie de vídeos de los Parques Nacionales en 3D con gafas de realidad virtual de cartón,
- y finalmente, se moldeaba el terreno en un mapa interactivo de arena para ver con realidad aumentada la representación del terreno en forma de tintas hipsométricas.



Los talleres tuvieron una muy buena acogida por parte de los participantes. La media de participación fue de 30 personas por taller. Los tres primeros días, el taller estuvo dirigido a alumnos de educación secundaria y bachillerato, y el viernes 10 de mayo, al público en general.

Semana de la Ciencia y la Innovación de Madrid

La Semana de la Ciencia y la Innovación es uno de los mayores eventos de divulgación científica del año y el IGN ha participado en ella de forma ininterrumpida desde su creación en el año 2000. La XIX edición en Madrid comenzó el día 4 de noviembre con un acto de inauguración en el Real Observatorio, presidido por el Consejero de Ciencia, Universidades e Innovación de la Comunidad de Madrid, Eduardo Sicilia, quien acompañado por Federico Morán, director de la «Fundación para el Conocimiento madri+d» y Rafael Bachiller, director del OAN, visitó la colección de instrumentos del Observatorio, realizó una observación solar de la mano del astrónomo Mario Tafalla (en la imagen) y presentó la Semana de la Ciencia a los medios de comunicación.

Un año más el Instituto Geográfico Nacional ha querido participar en esta iniciativa para seguir contribuyendo a la creación de futuras vocaciones científicas y conseguir acercar la ciencia a la ciudadanía, por lo que a esta inauguración siguieron catorce días de intensa actividad divulgativa en los que el personal de las distintas subdirecciones generales del IGN participó de forma entusiasta.

En esta ocasión se aumentó el número de actividades ofertadas, que fueron las siguientes:

- El Observatorio Geofísico Central organizó un año más el taller «Los guardianes del volcán» repitiendo el éxito de anteriores convocatorias al completarse el aforo rápidamente y comprobando el grado de satisfacción entre los niños de 4º y 5º curso de educación primaria que acudieron a él. Los participantes del taller tuvieron la oportunidad de conocer de cerca procesos pre-eruptivos (sismicidad, deformación y emisión de gases) y diferentes tipos de rocas volcánicas además de generar su propia erupción.
- También en el Observatorio se ofrecieron dos conferencias, una con el título «¿Cómo se mide la distancia de un planeta a su estrella?» en la que el astrónomo Pere Planesas explicó cómo los científicos han usado a lo largo de los siglos la observación de los tránsitos de



Mercurio y Venus para determinar la distancia entre el Sol y la Tierra, y de cómo observaciones modernas de tránsitos en otras estrellas están permitiendo descubrir planetas extrasolares.

- La segunda conferencia fue impartida por el astrónomo Javier Alcolea con el título «El origen de los elementos químicos». Esta conferencia aprovechaba la celebración este año del 150 aniversario de la creación de la tabla periódica para mostrar que para entender el origen de los elementos químicos es necesario conocer qué sucede en el interior de las estrellas, y cómo estas terminan sus vidas, a veces de forma muy violenta, cuando se les termina el combustible nuclear que las ha hecho brillar durante millones de años.

Por su parte, en la sede central del IGN también se desarrollaron las siguientes actividades:

- Taller sobre aplicaciones para móviles de mapas de España, en el que se presentaron las diferentes *App* para móviles del IGN y el CNIG explicando en detalle el funcionamiento de la *App* Mapas de España Básico, realizando al final del taller una pequeña práctica con esta aplicación en el entorno del edificio del IGN.



- Taller de Visión 3D del territorio: durante tres días consecutivos diferentes institutos asistieron a este taller que muestra la evolución de la visión de la tercera dimensión en la cartografía y la representación del terreno y sus diferentes técnicas a lo largo de los años. Este año, como novedad, se incorporó un cajón de arena que, mediante *Realidad Aumentada*, se convierte en un mapa interactivo que representa el terreno en forma de curvas de nivel y tintas hipsométricas.



- Taller «Geolocalización por satélite: ¿Qué es y cómo funciona?». En este taller se habló sobre los Sistemas de Navegación Global por Satélite (*GNSS*), las bases en las que se fundamenta su funcionamiento y las distintas aplicaciones y campos en los que se utilizan. Al finalizar la parte teórica, se pasó a realizar una parte práctica en la que se mostraron diversas herramientas y aplicaciones para la captación, procesado y visualización final de los datos capturados mediante esta tecnología.



- Visita guiada por la exposición «Los mapas y la primera vuelta al mundo. La expedición de Magallanes y Elcano», en la que se muestra en un recorrido cartográfico los aspectos más interesantes del viaje: sus antecedentes, preparativos, desarrollo y consecuencias. Un viaje que supuso la primera circunnavegación del mundo, iniciado en 1519 al mando de Fernando de Magallanes y finalizado en 1522 al mando de Juan Sebastián Elcano, y que puede considerarse como la mayor gesta exploradora de la historia.



Como en años anteriores el Centro Geofísico de Canarias ha participado en la Semana de la Ciencia y la Innovación de Canarias 2019 en Las Palmas de Gran Canaria y Santa Cruz de Tenerife. El *stand* estuvo dirigido a grandes y pequeños donde se podría ser vulcanólogo por un día. Se explicaba cómo identificar las distintas rocas volcánicas, localizar un terremoto con un juego, medir la altura de una columna eruptiva o analizar muestras de agua contaminadas por gases volcánicos. Las Semanas de la Ciencia y la Innovación en Canarias 2019, una iniciativa de la Consejería de Economía, Conocimiento y Empleo del Gobierno de Canarias, a través de la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI).

Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia

Las Naciones Unidas proclamaron el 11 de febrero como Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia con el fin de llamar la atención sobre el acceso y la participación plena y equitativa en la ciencia de las mujeres y las niñas. El IGN junto con la Fundación para el Conocimiento Madri+d se unió a la conmemoración coorganizando una exposición y una mesa redonda en el Real Observatorio de Madrid.



Mesa redonda y coloquio organizados en el Real Observatorio de Madrid con motivo del Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia





La exposición «Space Girls Space Women», que constituye una mirada femenina al espacio, estuvo compuesta por fotos de mujeres trabajando en ciencias del espacio en diversos países, incluyendo cinco españolas. Fue inaugurada el 9 de febrero de 2019 por el Consejero de Educación e Investigación de la Comunidad de Madrid, Rafael Van Grieken, y contó con la presencia del director del Observatorio, Rafael Bachiller.

El lunes 11 de febrero, las cinco profesionales españolas, cuyas imágenes formaban parte de la exposición y que desarrollan su labor profesional en el ámbito aeroespacial y de la astronomía, participaron en un coloquio con un centenar de estudiantes de ESO y Bachillerato, moderado por la periodista María José Bosch. Asunción Fuente, la primera mujer que accedió al cuerpo de astrónomos en los 228 años de historia del Observatorio, tuvo una participación muy activa en este coloquio que resultó muy animado.

ACTIVIDAD INTERNACIONAL

El IGN y el CNIG participan en los siguientes organismos internacionales, bien en calidad de miembro de pleno derecho o como observador o colaborador.

Asociación Europea de Medio Ambiente

Red de Centros Nacionales de Referencia y en Coberturas y Usos del Suelo (CNR) y Red Europea de Información y Observación del Medio Ambiente (EIONET).

La Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) es el Centro Europeo de Referencia para la protección y mejora del Medio Ambiente en Europa. Su función principal es proporcionar información objetiva, fiable y comparable a escala europea que permita tomar las medidas necesarias para proteger el medio ambiente, evaluar su aplicación y garantizar una buena información al público sobre la situación del medio ambiente. Proporciona apoyo técnico y científico a la Comisión y a los Estados Miembros.

Forma parte de la AEMA, la Red Europea de Información y Observación del Medio Ambiente (EIONET) en la que se integra el Punto Focal Nacional de España (Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural). La estructura de la red EIONET en España se ha creado a semejanza de la estructura de la Red EIONET Europea, y cuenta con 19 Puntos Focales Autonómicos y más de 20 Centros Nacionales de Referencia para dar servicio a los requerimientos de la AEMA.

El Instituto Geográfico Nacional, como participante en la red europea EIONET (Red Europea de Información y Observación del Medio Ambiente) en España, viene desarrollando numerosas colaboraciones y actividades con organismos nacionales, europeos e internacionales en materia de Ocupación del Suelo, y más en concreto, en lo referente a la coordinación de actividades de observación del territorio (*Land monitoring*) con la AEMA, el programa de la Comisión Europea Copernicus (anteriormente GMES, *Global Monitoring For Environment and Security*).

Por otra parte, los Centros Nacionales de Referencia (CNR) en Coberturas y Usos del Suelo son aquellas Instituciones u Organismos designados por los Estados Miembros para desarrollar labores de coordinación técnica entre países y para cooperar con la Agencia en materia de Coberturas y Usos del Suelo. A su vez los CNR sirven de apoyo a los Centros Temáticos Europeos de la AEMA proporcionando los datos y la información necesaria para que éstos puedan desarrollar su cometido. Suelen reunirse una o varias veces al año, como



foros técnicos de debate en materia de Observación del Territorio (*Land Monitoring*) para las actividades en dicha materia de la AEMA, con especial atención al programa de la Comisión Europea Copernicus.

El Instituto Geográfico Nacional, en el cumplimiento de sus funciones como Centro Nacional de Referencia en Coberturas y Usos del Suelo viene desarrollando numerosas colaboraciones y actividades con organismos nacionales, europeos e internacionales en materia de coberturas y usos del suelo, con especial atención a la transposición de la Directiva INSPIRE en materia de Coberturas y Usos del Suelo, y al programa de la Comisión Europea Copernicus (anteriormente GMES) en sus servicios de territorio (GMES LAND).

Asociación de Laboratorios de Información Geográfica de Europa (AGILE)

La Asociación de Laboratorios de Información Geográfica de Europa (AGILE) creada en 1998 para promover la enseñanza universitaria y la investigación sobre sistemas de información geográfica a nivel europeo, es un referente en el estado de desarrollo actual de las tecnologías de la información geográfica.

El Instituto Geográfico Nacional es un organismo colaborador de esta Asociación y ha participado en diversas ediciones de la Conferencia AGILE intercambiando las diferentes técnicas utilizadas con otras instituciones. El continuo avance de estas tecnologías y los nuevos desarrollos de aplicaciones hace necesario el intercambio de conocimientos con otros organismos, poniendo al servicio de la comunidad los avances en la materia efectuados por el IGN y al mismo tiempo aprendiendo las nuevas técnicas empleadas por otras entidades.

Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS)

El IGN, a través de la Red Sísmica Nacional forma parte de los estados miembros de este organismo que tiene como fin cooperar entre los distintos países iberoamericanos en el desarrollo de estudios sobre sismología. Fundado en 1971, cuenta actualmente con 15 países participantes. En la actualidad y desde 2018, la Red Sísmica Nacional está contribuyendo con instrumentación de desarrollo y fabricación propia a las redes acelerométricas de los países miembros. El primer instrumento instalado ha sido en Perú. Está previsto el envío e instalación de tres nuevos equipos en 2019.

Centro Sismológico Euro-Mediterráneo (CSEM)

Este Centro de ámbito europeo tiene actualmente su sede en el *Laboratoire de Detection et de Géophysique* (LDG), perteneciente a la *Atomic Energy Commission* (CEA), proporciona desde 1987 las alertas sísmicas al Consejo de Europa. Está actualmente constituido por 34 miembros de los cuales solamente dos son Miembros Nodales, España y Francia.

Con la intervención de la red sísmica del Instituto Geográfico Nacional se asegura no sólo una alerta rápida de terremoto, sino un acceso a la base de datos sísmica, permitiendo al CSEM información esencial en las alertas tales como los mecanismos focales y momentos sísmicos en caso de terremoto.

Las operaciones permanentes de los sistemas de alerta sísmica están asegurados dentro de CSEM para caso de cualquier problema de funcionamiento del sistema por el Instituto Geográfico Nacional quien en los





segundos posteriores a la ocurrencia del terremoto, recibe vía internet los datos sísmológicos de todas las instituciones que son miembros activos y en pocos minutos realiza el cálculo de los parámetros hipocentrales del terremoto y efectúa su diseminación inmediata al Consejo de Europa y a todos los miembros del CSEM.

En 2018, el IGN, a través de la Red Sísmica Nacional ha comenzado junto con LDG, el desarrollo de nueva metodología para las alertas sísmicas europeas y su diseminación.

Comité Inspire de la Unión Europea

La Unión Europea creó el Comité INSPIRE para promover el desarrollo reglamentario de la [Directiva 2007/2/CE](#) por la que se establece una Infraestructura de Información Espacial en la Unión Europea y para el seguimiento y control de la implementación de las normas de ejecución resultantes.

A las reuniones del Comité asiste un representante titular y un suplente de cada estado miembro. El Ministerio de Asuntos Exteriores, Unión Europea y Cooperación designó al IGN como representante titular de España.

La Directiva INSPIRE fue traspuesta al ordenamiento jurídico español por la Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España.

En 2013, el Comité Inspire creó el Grupo de Implementación y Mantenimiento de INSPIRE (MIG) con representantes de los estados miembros y en el que se realiza el intercambio de experiencias, se abordan deficiencias y obstáculos para la implementación y se desarrolla un programa de trabajo.

En 2019 se celebró la 10ª reunión del *Maintenance and Implementation Expert Group (MIG)* en Bruselas, para identificar y asesorar sobre las cuestiones prioritarias que deben abordarse en la implementación de la Directiva INSPIRE y las reuniones 57ª, 58ª y 59ª virtuales y la reunión 60ª del *MIG Permanent Technical Sub-Group (MIG-T)* en Praga. El MIG-T tiene como objetivo facilitar la implementación de la Directiva INSPIRE, debido a los resultados de la evaluación de INSPIRE (REFIT) que se realizó en 2016.

Consortio de la Infraestructura de Investigación Europea «Instituto Conjunto para VLBI» (JIV-ERIC)

La Red Europea de Interferometría («European VLBI Network», EVN) es un consorcio creado en 1984 para gestionar una gran instalación científica que realiza observaciones astronómicas de altísima resolución angular mediante la utilización conjunta de radiotelescopios en Europa y otros continentes (técnica conocida como «interferometría de muy larga base»; VLBI son sus siglas en inglés). La Dirección General del Instituto Geográfico Nacional, del Ministerio de Fomento, inició las observaciones VLBI en 1990 con el radiotelescopio de 14 metros de diámetro en Yebes (Guadalajara), pasando a formar parte de la EVN en 1993.

En 1993 se crea la Fundación denominada «Instituto Conjunto para VLBI en Europa» («Joint Institute for VLBI in Europe», JIVE) por iniciativa de los centros de investigación radioastronómica miembros del Consorcio EVN y del que España, a través del Instituto Geográfico Nacional, forma parte.

Desde 2014, reconociendo la gran importancia de dar a JIVE una estructura y gobernanza adecuada a su misión, se convirtió en una Gran Instalación de Investigación («European Research Infrastructure Consortium», ERIC) con la participación de los socios, incluida España.



En los últimos años las actividades de la EVN, y por ello del JIVE, han aumentado enormemente. A la Red se han unido nuevos radiotelescopios (en España, Italia, Letonia, China) y se ha actualizado el correlador con nueva instrumentación.

Programa europeo COPERNICUS

El Programa Copernicus es el programa europeo de Observación de la Tierra, coordinado y gestionado por la Comisión Europea y la Agencia Espacial Europea. Proporciona un gran conjunto de datos abiertos, gratuitos, de alto valor, a partir de infraestructuras de observación por satélite y sistemas de medición terrestres, aéreos y marítimos, generando servicios de información para ciudadanos, Administraciones Públicas, responsables políticos, científicos, emprendedores y empresas, proporcionando así información y conocimiento con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la sociedad europea y mundial.

Los servicios de información que proporciona Copernicus están basados en dos grandes infraestructuras de observación:

- Componente espacial: Imágenes y datos de satélite, generados por la constelación dedicada de satélites *Sentinel*, gestionados por la Agencia Espacial Europea y EUMETSAT, además de por otras misiones contributivas de satélite nacionales e internacionales
- Componente *in situ*, que incluyen datos no procedentes de satélite, obtenidos a partir de sistemas de medición terrestres, aéreos y marítimos, además de información geoespacial de referencia. Estos datos son proporcionados por los estados miembros, además de por otras organizaciones europeas e internacionales.

El Plan Nacional de Observación del Territorio (PNOT), ejerce la representación nacional en el Foro de Usuarios de Copernicus junto con el Ministerio para la Transición Ecológica, asistiendo a la Comisión Europea y a Copernicus en el seguimiento y evolución del programa de acuerdo a requerimientos de usuarios, y su coordinación de los usuarios nacionales del sector público. Asimismo, el IGN es responsable de la coordinación nacional de la componente *in situ* y del Servicio de Vigilancia Terrestre proporcionando datos precisos sobre el estado de las cubiertas terrestres y usos del suelo, y temáticas relacionadas, como son la agricultura, recursos naturales y forestales, zonas urbanas, etc., en colaboración con otros ministerios y con las comunidades autónomas.

EUMETNET (European National Meteorological Services Network)

Tiene por objetivo ayudar a sus miembros a desarrollar y compartir sus capacidades individuales y colectivas a través de programas de cooperación que permitan la creación de redes meteorológicas mejoradas, la interoperabilidad, la optimización y la integración en Europa, y también para permitir la representación de los organismos europeos con el fin de que estas capacidades pueden ser aprovechadas eficazmente.

El Instituto Geográfico Nacional participa en EUMETNET debido a que participa en el Programa Europeo de Determinación del Contenido de Vapor de Agua de la Atmósfera (E-GVAP).





E-GVAP es un proyecto en el que se realiza el cálculo de retraso troposférico de la señal GNSS (ZTD) para aplicaciones meteorológicas en estaciones permanentes GNSS. El IGN participa, a petición de la Agencia Española de Meteorología (AEMET), desde el año 2008, como institución experta en procesamiento GNSS, abarcando una red de casi 400 estaciones GNSS en España, Portugal y Francia en tiempo casi real.

En este proyecto, se están enviando resultados de ZTD en tiempo casi real a las agencias meteorológicas de EUMETNET cada hora, a través del centro de distribución de datos de la agencia meteorológica británica, MetOffice.

Este cálculo, aunque lógicamente está completamente automatizado, exige una atención continua, ya que en numerosas ocasiones surgen problemas externos debidos a numerosos factores (incidencias en datos RINEX de estaciones externas al IGN, retrasos en la publicación de órbitas ultrarrápidas, cambios de equipamiento no previstos, problemas en la descarga horaria de ficheros RINEX, etc.).

En 2019, y tras la reunión de centros de análisis y agencias meteorológicas mantenida en noviembre en Offenbach (Alemania), la AEMET solicitó al IGN un cálculo mejorado con una disponibilidad en el tiempo aún mayor, con el objetivo de incorporar los resultados en un nuevo modelo de predicción. En diciembre de 2019, se configuró un procesamiento adicional al existente, con una selección de estaciones GNSS distribuidas homogéneamente por todo el territorio nacional y Portugal, y con una disponibilidad de la solución antes del minuto 15 de cada hora. Por tanto, actualmente, en el marco de este proyecto se realizan dos procesamientos paralelos.

EUREF-IGS (International Service GNSS)

EUREF es la subcomisión de la Asociación Internacional de Geodesia para la definición del Marco de Referencia Geodésica Regional. El Instituto Geográfico Nacional es miembro de EUREF y aporta los datos de observación de la Red Geodésica Nacional de Referencia de Estaciones Permanentes GNSS, para integrar y calcular ese Marco de Referencia Geodésica Europeo.

También, aunque de manera indirecta a través de EUREF, forma parte del servicio GNSS Internacional, que constituye una federación voluntaria de más de doscientas agencias de todo el mundo, con la finalidad de conseguir la máxima precisión global en el posicionamiento GNSS.

La red geodésica española se encuadra en las redes geodésicas europeas y mundiales, y ha de encajarse adecuadamente con los países de nuestro entorno. No en vano, esta red es el soporte de cualquier dato que exija una posición sobre el territorio, y tanto los trabajos realizados como el cálculo de nuestro país y algunas estaciones de nuestro entorno requieren encuadrarse en el Marco de Referencia Geodésico Europeo y Global.

EuroGeographics

La asociación [EuroGeographics](#) integra a las instituciones públicas del continente europeo responsables de gestionar la información geográfica, catastral y de registro de la propiedad, y su vocación es ser la

voz de las agencias nacionales ante las Instituciones Internacionales y en concreto ante las Instituciones Europeas. Actualmente integra 63 organizaciones de 46 países.

El equipo de dirección de EuroGeographics organiza una reunión anual a la que asisten los responsables técnicos de los principales proyectos de la organización. Siguiendo la línea de participación activa del CNIG en los proyectos de generación de productos geográficos europeos, el CNIG participa en los proyectos *EuroRegionalMap* y *EuroGlobalMap*, de obtención de bases cartográficas europeas a escalas 1:250.000 y 1:1.000.000, respectivamente, y en el proyecto *EuroBoundaryMap*, base de datos europea de líneas límite, a escala 1:100.000. En todos ellos se produce una nueva versión al año que se pone a punto en una reunión anual. En 2019 esa reunión fue en Liubliana (Eslovenia), y en ella se evaluó la actualización anual de *EuroBoundaryMap*, *EuroGlobalMap* y de las capas de hidrografía, poblaciones y usos del suelo de *EuroRegionalMap*.

EuroSDR

EuroSDR (*European Spatial Data Research Organization*), anteriormente llamada OEEPE, es una organización paneuropea sin ánimo de lucro establecida en 1953. En ella se dan cita los profesionales e investigadores en datos geoespaciales de los países europeos. Se instrumenta a través de una red de delegados de organizaciones europeas de información geográfica e institutos de investigación, como universidades y otros, que pretenden abordar de manera efectiva y práctica los requisitos de investigación sobre datos espaciales de Europa.

Mediante diversos proyectos de investigación, talleres y cursos internacionales, organizados en colaboración entre instituciones miembros, se aborda el progreso de la adquisición y prestación de servicios de datos espaciales.

EuroSDR pretende ser la plataforma europea de investigación para las agencias cartográficas y catastrales nacionales, instituciones académicas, el sector privado, la industria y grupos de usuarios en las cuestiones relacionadas con la aplicación de los avances para optimizar la provisión (procesamiento, almacenamiento, mantenimiento, visualización, difusión y uso) de la información de referencia (datos que sirven como marco espacial para las organizaciones que participan en la supervisión, la gestión y el desarrollo) en un contexto de Infraestructura de Datos Espaciales.

El Instituto Geográfico Nacional tiene el papel de primer delegado español en la organización. Sus cometidos son los de participación en los proyectos de I+D realizados bajo el paraguas de EuroSDR, colaborar con las comisiones que lo forman y difundir los conocimientos generados, así como la representación de la comunidad española de las ciencias geográficas en este foro europeo.

Gran Interferómetro de Atacama

Uno de los tres observatorios de ESO es el Gran Interferómetro de Ondas Milimétricas de Atacama (ALMA), un proyecto conjunto entre Europa, Norteamérica y Asia del Este, que constituye el mayor observatorio del mundo en su género. Astrónomos e ingenieros del IGN participan muy activamente en el des-





arrollo y explotación científica de ALMA. El director del OAN es en la actualidad uno de los dos delegados europeos en su consejo rector (ALMA Board).

Instituto Panamericano de Geografía e Historia

El Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH) es un organismo internacional, científico y técnico de la Organización de los Estados Americanos, dedicado a la generación y transferencia de conocimiento especializado en las áreas de cartografía, geografía, historia y geofísica; con la finalidad de mantener actualizados y en permanente comunicación a los investigadores e instituciones científicas de los Estados Miembros, todo ello en constante proceso de modernización.

Constituyéndose en un organismo de excelencia, con amplio reconocimiento internacional, que integre a los más destacados investigadores y especialistas en la realización de proyectos multinacionales y de gran alcance; con la finalidad de promover el bienestar de la sociedad de los Estados Miembros.

Tiene como objetivos:

- Fomentar, coordinar y difundir los estudios cartográficos, geofísicos, geográficos e históricos y los relativos a las ciencias afines de interés para América.
- Promover y realizar estudios, trabajos y capacitaciones en esas disciplinas.
- Contribuir a la modernización de las Secciones Nacionales y al incremento del sentido de responsabilidad con el Instituto.
- Promover el desarrollo institucional de las organizaciones vinculadas con la producción de la información cartográfica, geográfica y geofísica continental.
- Acrecentar la visibilidad de trabajo que realiza el IPGH.
- Propiciar la membresía activa y multidisciplinaria de entidades y especialistas y la consolidación de la Red Profesional Panamericana a fin de integrar eficazmente a la comunidad, en particular, las nuevas generaciones de especialistas.
- Redefinir, estimular y consolidar el papel del IPGH como identificador y articulador de competencias regionales e institucionales. La Asamblea General es el órgano supremo del IPGH, se reúne cada cuatro años y tiene como finalidad establecer las directrices científicas, administrativas y financieras de la institución para el cuatrienio que en ella se inicia. Los países miembros de la organización son los siguientes: Argentina, Belice, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Estados Unidos de América, Guatemala, Haití, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela. Como países Observadores Permanentes participan España, Francia, Israel y Jamaica.

Tiene cuatro comisiones: Cartografía, Geografía, Historia y Geofísica.

España actúa como país observador y el CNIG tiene un memorándum de entendimiento firmado con el IPGH por el que se realizan diferentes actividades formativas y asistencias técnicas.

En noviembre de 2019, se celebró la 49ª reunión del Consejo Directivo del IPGH de forma virtual, cuyas resoluciones se pueden consultar en el siguiente enlace <https://www.ipgh.org/49-consejo-directivo.html>



Grupo Intergubernamental de Coordinación del Sistema de Alerta Temprana
contra los Tsunamis y Atenuación de sus Efectos en el Atlántico Nororiental
y el Mediterráneo y Mares Adyacentes (ICG/NEAMTWS)

Este grupo se creó a raíz del trágico tsunami del 26 de diciembre de 2004, en el que perecieron más de 250.000 personas en la región del océano Índico. En varias reuniones internacionales y regionales, en particular la Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres de Kobe (Japón), del 18 al 22 de enero de 2005, y la reunión ministerial sobre cooperación regional en materia de alerta temprana contra los tsunamis en Phuket (Tailandia), el 28 y 29 de enero de 2005, la comunidad internacional confió a la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO (COI) el mandato de coordinar la creación del sistema. En su 23ª reunión (21 a 30 de junio de 2005), la Asamblea de la COI decidió oficialmente crear el ICG/NEAMTWS en su Resolución IOC-XXIII-14. El grupo fue reconocido por el Consejo de la Unión Europea en 2007 y actualmente lo forman más de 40 países. Entre sus objetivos están: organizar y facilitar datos para la operabilidad del Sistema de Alerta de Tsunamis; promover la investigación sobre tsunamis y promover el desarrollo de sistemas de alerta nacionales.

Instituto de Radioastronomía Milimétrica (IRAM)

El IRAM es un Centro de Investigación con forma jurídica de sociedad civil propiedad del Centro Nacional para la Investigación Científica (CNRS) de Francia, de la Sociedad Max-Planck (MPG) de Alemania y del Instituto Geográfico Nacional (IGN) de España y con sede en Grenoble. El IRAM mantiene en funcionamiento para sus asociados un Observatorio Radioastronómico en Pico Veleta (cerca de Granada, España) y otro en el Plateau de Bure (cerca de Grenoble, Francia), observatorios que son los más potentes del mundo en su género. Aunque el IGN contribuye al presupuesto del IRAM con un 6 % del total (mientras que el CNRS y la MPG lo hacen con el 47 % cada uno), el IGN participa en todos los órganos de gobierno del instituto en términos de igualdad con sus asociados.

El órgano de gobierno más importante del IRAM es su Consejo de Dirección. Este Consejo nombra al director y al subdirector del IRAM, aprueba sus presupuestos, define las líneas de desarrollo, etc. Para ello se reúne presencialmente al menos una vez al año. Actualmente, el IGN está representado en el Consejo por tres funcionarios.

Por otra parte, el tiempo de uso de los telescopios del IRAM lo distribuye un Comité de Asignación de Tiempos constituido por representantes (expertos en Radioastronomía de ondas milimétricas) de las tres instituciones asociadas. Este Comité distribuye el tiempo de uso de los telescopios de acuerdo a la excelencia científica de los proyectos presentados. Según los estatutos del IRAM, el IGN tiene derecho al uso del 16 % del tiempo de ambos observatorios. Actualmente, el IGN está representado en el Comité de Asignación de Tiempos por dos funcionarios.

Por último, el Consejo de Dirección del IRAM está asesorado sobre cuestiones científico-técnicas por un Comité Científico Consultivo constituido por representantes (expertos en Radioastronomía de ondas milimétricas) de las tres instituciones asociadas. Este Comité ayuda a definir las líneas de desarrollo del Instituto y marca las pautas para la optimización de la explotación científica de los observatorios del IRAM. Actualmente, el IGN está representado en el Comité Científico Consultivo por dos funcionarios.





International Cartographic Association-Asociación Cartográfica Internacional (ICA)

La misión de la [Asociación Cartográfica Internacional](#) es promover las disciplinas y las profesiones relacionadas con la Cartografía y las Geociencias en un contexto internacional.

La ICA constituye un foro no solo de aprovechamiento de experiencias de otros organismos similares, sino de puesta en común de actuaciones en materia de información geográfica con otros organismos internacionales en materia cartográfica. El IGN participa activamente, tanto a nivel de comunicaciones, grupos de trabajo y exposición cartográfica (cada dos años). Pertenecen a la ICA, como miembros nacionales, los organismos cartográficos de 83 países, entre ellos el Instituto Geográfico Nacional, a través de la Sociedad Española de Cartografía, Fotogrametría y Teledetección (SECFT).

La ICA se estructura en 22 comisiones dedicadas a estudiar los principales temas de relevancia en el mundo de la cartografía. El evento clave en el que se comparten experiencias, buenas prácticas y se difunden resultados es la Conferencia Cartográfica Internacional (ICC) que tiene lugar cada dos años. Además de este congreso, la ICA celebra diferentes congresos y reuniones de trabajo sobre temas de ciencias de la Tierra.

International Geographical Union-Unión Geográfica Internacional (UGI)

Es una organización internacional, no gubernamental, de profesionales dedicada al desarrollo de las ciencias geográficas, mediante la promoción y coordinación de la investigación y docencia de la Geografía a nivel mundial.

El Instituto Geográfico Nacional es miembro del Comité Español de la [UGI](#), y participa muy activamente no solo en la elaboración de recomendaciones y publicaciones, sino en el intercambio de experiencias y aspectos prácticos, especialmente en las tareas del ámbito de la cartografía temática y de los atlas nacionales. El IGN ha participado activamente en las últimas ediciones celebradas.

ISO y UNE

La Organización Internacional de Normalización ([ISO](#)), a través del Comité Técnico 211 ([TC211](#)), se encarga de normalizar todos los aspectos relativos a la Información Geográfica Digital mediante la definición de normas internacionales (IS), informes técnicos (TR) y especificaciones técnicas (TS).

Tales normas y documentos definen modelos, métodos, herramientas y servicios para la gestión, adquisición, procesamiento, análisis, acceso, presentación y transferencia de datos geográficos digitales entre diferentes usuarios, sistemas y localizaciones.

ISO/TC 211 ha aprobado más de 70 normas internacionales y trabaja en unos 20 documentos adicionales de la familia de normas ISO 19100 aplicables a la información geográfica. En el año 2019 se han publicado 10 normas nuevas o revisadas.

El Comité de Normalización español relativo a la Información Geográfica Digital es el [UNE/CTN148](#). El CNIG ostenta la secretaría del comité desde su fundación en 1992. La participación en los trabajos de



ISO/TC 211 consiste esencialmente en asistir a las reuniones plenarias, participar en la elaboración de normas y documentos internacionales, emitir votos y comentarios, y difundir sus resultados, con lo que se consigue tener al tanto e involucrar a la comunidad española de actores del sector. En 2019 el CTN148 lo componen 40 expertos en información geográfica procedentes de 20 empresas, universidades y organismos públicos, y de ellos, 7 a título personal.

También se está trabajando desde el año 1995 en la traducción y adopción como normas españolas (UNE) de las citadas normas ISO 19100, de las que ya hay disponibles en castellano más de 35, cifra que aumenta de manera continua.

Mapa Integrado de América del Sur

El Mapa Integrado de América del Sur (MIAS) es un conjunto de datos geográficos que abarca los países de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Guyana, Guyana Francesa, Paraguay, Perú, Surinam, Uruguay y Venezuela a partir de los datos oficiales, digitales, estandarizados, continuos, vectoriales y fundamentales (o de referencia) con una resolución de 1:250.000.

En sus antecedentes se encuentra la elaboración del Mapa Integrado de América Central (MIAC) y el Mapa Integrado Andino del Norte (MIAN) del cual el MIAS viene a completar el territorio suramericano.

Como parte del proceso de elaboración del MIAS se desarrollaron 5 talleres: i) Asunción (Paraguay), del 7 al 11 de noviembre de 2016; ii) Río de Janeiro (Brasil), del 5 al 9 de junio de 2017; iii) Montevideo (Uruguay), del 20 al 25 de noviembre de 2017; iv) Santiago de Chile (Chile), del 14 al 18 de mayo de 2018; y v) Santa Cruz de la Sierra (Bolivia), del 10 al 14 de septiembre de 2018 bajo los cuales se implementó la metodología aplicada con éxito en la elaboración del MIAC y MIAN cuyos referentes son el *EuroGlobalMap* (EGM) a escala 1:1.000.000 y el *EuroRegionalMap* (ERM) a escala 1:250.000. Esta metodología pone en práctica la integración de los datos mediante la generación de consensos entre todos los países y el trabajo interactivo y en equipo cuyos resultados se registran en actas de cada taller.

En los mencionados talleres, se ha completado la armonización, preparación y normalización de los datos para su publicación en dos servicios (WMS y WMTS) en el Geoportal del Programa GEOSUR.

Contiene seis temas: Límites administrativos, Hidrografía, Poblados, Vías, Morfología del terreno y Miscelánea (que contienen a su vez 21 objetos geográficos). Su descripción completa se incluye en el Catálogo de objetos geográficos MIAS. Cabe señalar que la información incluida en el objeto geográfico «País» (país) es sólo un contorno aproximado para referencia y orientación; no tiene ninguna validez oficial o probatoria.

El objetivo del MIAS es proporcionar una cartografía fundamental para todo tipo de usuarios y todo tipo de aplicaciones. Cubre la extensión espacial de los trece países mencionados anteriormente, pero pretende complementar y dar continuidad al Mapa Integrado de Centroamérica.

El MIAS ha sido desarrollado siguiendo las normas ISO 19100 como referencia y siempre buscando estar en cumplimiento con las normas aplicables. También se han tenido en cuenta los estándares de OGC, especialmente cuando se considera la publicación del MIAS a través del Servicio Web de Mapas.





El MIAS está disponible bajo la forma de un servicio *WMS* en el geoportal GEOSUR bajo una licencia CC BY 4.0 de la siguiente manera:

CC BY 4.0 IPGH, CAF, IGN Argentina, IGM Bolivia, IBGE Brasil, IGM Chile, IGAC Colombia, IGM Ecuador, GLS Guyana, IGN Francia, DSGM Paraguay, IGN Perú, MI-GLIS Surinam, IGM Uruguay y IGVS Venezuela.

Las fuentes de datos utilizadas son la cartografía digital oficial más cercana en resolución a 1: 250.000 que los institutos geográficos de la región han producido. Éstos se han armonizado, casado y verificado para corregir errores y se han manejado para formar un mapa digital continuo.

El MIAS ha sido producido bajo la coordinación del Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH) y con la financiación del Banco Latinoamericano de Desarrollo (CAF) y su Programa GEOSUR, así como con el apoyo técnico del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) y el Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) de España, es un conjunto de datos geográficos que abarca los países de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Guyana, Guyana Francesa, Paraguay, Perú, Surinam, Uruguay y Venezuela a partir de los datos oficiales, digitales, estandarizados, continuos, vectoriales y fundamentales (o de referencia) con una resolución de 1:250.000.

Este ha sido un proyecto modelo en términos de cooperación institucional con gran impacto para las organizaciones participantes, por la variedad de secundarios beneficios que está generando, como: la formación de una red de expertos nacionales, la homogeneización del nivel de desarrollo y realización en los trece países en cuanto a datos geográficos digitales, la mejora de los datos para alcanzar el nivel estándar de calidad y densidad de datos en todos los temas con los países del entorno, la mejora en los datos nacionales como resultado de los procesos de revisión realizados y de los análisis comparativos con los datos de otros países y la generación de cartografía digital fundamental de gran importancia para el continente.

La participación del CNIG ha sido muy importante en este proyecto, al asumir la dirección técnica del mismo. Durante el año 2019 se completó la integración de los datos y se impulsó la creación de los servicios *WMS* y *WMTS*.

Naciones Unidas

La iniciativa de las [Naciones Unidas sobre la Gestión de Información Geoespacial Global \(UN-GGIM\)](#) aspira a promover y coordinar el desarrollo de la información geoespacial mundial y promover su uso para hacer frente a los desafíos mundiales. Proporciona un foro para servir de enlace y coordinación entre los Estados miembros y las organizaciones internacionales.

Las prioridades y los programas de trabajo son desarrollados por una Comisión de Expertos e impulsados por los Estados miembros. La Comisión de Expertos tiene el mandato, entre otras tareas, de proporcionar una plataforma para el desarrollo de estrategias efectivas sobre cómo construir y fortalecer la capacidad nacional en materia de información geoespacial. También se ocupa de la difusión de las mejores prácticas y experiencias de los organismos nacionales, regionales e internacionales sobre información geoespacial relativa a los instrumentos jurídicos, modelos de gestión y normas técnicas.



Naciones Unidas ha constituido estructuras Regionales para el desarrollo de las actividades GGIM en cada región, una de ellas correspondiente a Europa es UN-GGIM Europa y grupos de expertos de trabajo para temáticas concretas en el manejo de información geográfica.

Como Agencia Cartográfica de referencia en España, el Instituto Geográfico Nacional y el Centro Nacional de Información Geográfica (IGN-CNIG) participan activamente desde el principio de la iniciativa UN-GGIM. Actualmente, además de participar en UN-GGIM como representante de España designado por el Ministerio de Asuntos Exteriores y Cooperación y en el comité regional UN-GGIM Europa, el Vocal Asesor de Observación del Territorio del IGN, ha ejercido la Vicepresidencia de UN-GGIM Europa, además de haber coordinado el Grupo de Trabajo sobre Tendencias Institucionales Nacionales en la Gestión de Información Geoespacial (NIA). También el IGN-CNIG participa en subcomités y grupos de trabajo técnicos, como el Subcomité en Geodesia, el Grupo de Trabajo de Temas Geoespaciales Fundamentales, y Grupos de Trabajo europeos en Datos Geoespaciales de Referencia, e Integración de Datos Geoespaciales.

Nevada Geodetic Laboratory (Universidad de Nevada Reno)

El [Nevada Geodetic Laboratory](#) (NGL) realiza investigaciones en el campo de la geodesia espacial para estudiar problemas científicos que tienen importancia tanto a escala regional como mundial. Utiliza el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) para realizar estudios regionales, como la actividad tectónica y geotérmica en Nevada, y la investigación de problemas tectónicos de placas a escala global. Sus actividades incluyen el desarrollo de redes GPS, procesado y análisis de los datos, así como la modelización para la interpretación geofísica de las deformaciones superficiales. Durante el curso académico 2019-2020 se ha concedido una beca Fomento-Fulbright a una investigadora del IGN para la realización de una estancia de 6 meses en este centro. La becaria, durante este tiempo, ha podido aprender nuevas estrategias para el procesado de datos GPS y su posterior análisis con la finalidad de aplicarlo al control de deformaciones del terreno causadas por actividad volcánica en las islas Canarias.

Organización europea para investigación astronómica en el hemisferio Sur (ESO)

España es miembro de pleno derecho de la Organización Europea para Investigaciones Astronómicas en el Hemisferio Austral ([European Southern Observatory](#), ESO), el instituto europeo que opera los mayores y más potentes telescopios del mundo que se encuentran ubicados en tres observatorios en Chile. El actual director del Observatorio Astronómico Nacional (OAN, IGN) es uno de los dos delegados españoles en el Consejo de ESO, su máximo órgano de gobierno, mientras que otros astrónomos también del OAN vienen participando en el Comité de Asignación de Tiempo de observación de estos observatorios.

Permanent Service for Mean Sea Level (PSMSL)

El [Servicio Permanente del Nivel Medio del Mar](#) (PSMSL) es responsable de la recopilación, publicación, análisis e interpretación de los datos de nivel del mar de la red mundial de mareógrafos.





El IGN opera y mantiene la Red de Mareógrafos que constituyen la referencia de altitudes en España para la monitorización continua del nivel medio del mar. Aparte del obvio interés medioambiental, la definición de este nivel medio materializa el sistema de referencia altimétrico en España. El IGN es el encargado de aportar los datos de esta red de mareógrafos al PSML.

Quality Knowledge Exchange Network (QKEN, EuroGeographics)

QKEN constituye un grupo de trabajo orientado hacia la calidad de datos geográficos dentro de EuroGeographics. La misión de EuroGeographics consiste en promover el desarrollo de la Infraestructura Europea de Datos Espaciales a través de la colaboración en el ámbito de la información geográfica, incluida la información topográfica-cartográfica, catastro y la información territorial. La estrecha colaboración entre los miembros y los responsables europeos, permite la contribución de éstos en materia de Información Geográfica en importantes iniciativas, políticas de desarrollo y proyectos de la Comisión Europea (CE), actuando como mecanismo para el intercambio de buenas prácticas que proporcionen a los miembros el conocimiento necesario para comprender e implementar las políticas, procedimientos y tecnologías para que puedan satisfacer las necesidades de sus usuarios a través de la armonización de datos espaciales nacionales en una cartera integrada de productos paneuropeos y servicios relacionados, ofreciendo el marco para el análisis de la CE en cuanto a ubicación espacial y evolución de las políticas concretas.

El propósito de QKEN es establecer una red de expertos en calidad de datos para compartir conocimiento, promover experiencias sobre calidad y dar soporte a EuroGeographics en su política hacia la interoperabilidad de datos en Europa. Entre los temas de interés está la mejora en la usabilidad de los datos geoespaciales (en colaboración con EuroSDR) y la creación de un modelo de calidad de datos.

Para su funcionamiento, el grupo realiza dos reuniones plenarias al año, además de algunos *webinars* específicos sobre asuntos de interés. También organiza periódicamente un *workshop* internacional sobre calidad de datos espaciales.

Red Internacional de Observatorios Magnéticos en Tiempo Real (INTERMAGNET)

INTERMAGNET es una red mundial de Observatorios Geomagnéticos dedicados a monitorizar el campo magnético terrestre. Fundada bajo el auspicio de la Asociación Internacional de Geomagnetismo y Aeronomía (IAGA) y operativa desde 1991, INTERMAGNET establece una red global cooperativa de Observatorios Geomagnéticos Digitales, adoptando especificaciones estándar modernas para los equipos de medida y registro, en orden a facilitar el intercambio y la producción de productos geomagnéticos en tiempo casi real.

El Instituto Geográfico Nacional pertenece desde 1992 a la red INTERMAGNET en la que tiene integrados sus Observatorios Geomagnéticos de San Pablo de los Montes (Toledo) y Güímar (Tenerife). Dichos Observatorios facilitan sus datos digitales provisionales en tiempo casi real a través del Nodo de Información Geomagnética (GIN) de París, que mensualmente son actualizados por datos cuasi definitivos ya corregidos, y anualmente se envían los datos definitivos que INTERMAGNET publica en forma de CD-ROM/DVD desde 1991.



Red Magnética Europea (MagNetE)

MagNetE es un grupo de trabajo a nivel europeo creado en 2003 para coordinar la observación de las Estaciones de Repetición de los países que lo componen, así como para estandarizar los métodos de observación más fiables y las mejoras técnicas que deben aplicarse conjuntamente para garantizar datos de alta calidad.

Desde su inicio el IGN está integrado en MagNetE como responsable de la Red de Estaciones de Repetición española, formada por 42 estaciones repartidas por toda la Península y las islas Baleares, así como el Observatorio Geofísico de San Pablo de los Montes (Toledo) que es el centro de referencia para reducir las observaciones.

Fruto del trabajo realizado por MagNetE ha sido el primer Mapa de Declinaciones Europeo para la época 2006, y está elaborándose en la actualidad el Mapa Magnético Europeo de la época 2015 que incluirá las distintas componentes del campo magnético terrestre. Además, los datos aglutinados por MagNetE son enviados al WDC (World Data Center) para la realización de los modelos geomagnéticos mundiales del IGRF.

Tide Gauge Benchmark Monitoring (Tiga, Working Group, International GNSS Service)

Es un grupo de trabajo dentro del International GNSS Service (IGS), y es el encargado de estudiar los cambios de nivel del mar. Utilizar técnicas GNSS para definir un punto de referencia absoluto del nivel del mar.

Desde el Instituto Geográfico Nacional se aportan datos de mareógrafos y estaciones permanentes, cuyos requerimientos van evolucionando a través del tiempo y cuyos procedimientos son acordados entre los miembros.

CONGRESOS, CONFERENCIAS Y REUNIONES, NACIONALES E INTERNACIONALES

Durante el año 2019, personal de las diferentes Subdirecciones Generales del IGN han asistido a los siguientes congresos, conferencias y reuniones.

Subdirección General de Astronomía, Geofísica y Aplicaciones Espaciales

Observatorio Astronómico Nacional

- Reunión del European ALMA Science Advisory Committee, Garching, Alemania, 14-15 febrero 2019. Tafalla, Mario
- Reunión de editores científicos de la revista Astronomy and Astrophysics, Paris, Francia, 20-21 febrero 2019. Tafalla, Mario
- Reunión del ALMA Science Advisory Committee, Santiago de Chile, 27 febrero- 5 marzo. Tafalla, Mario



- Reunión de ALMA Review Panel, Atlanta, USA, 16-20 junio 2019. Tafalla, Mario
- Congreso «Crete III. Through dark lanes to new stars», Creta, Grecia, 22-28 septiembre 2019. Tafalla, Mario
- Reunión del IRAM Scientific Advisory Committee, Grenoble, Francia, 30 septiembre-2 octubre. Tafalla, Mario
- Reunión del European ALMA Science Advisory Committee, Garching, Alemania, 9-10 octubre 2019. Tafalla, Mario
- Reunión del ALMA Science Advisory Committee, Cagliari, Italia, 18-20 octubre 2019. Tafalla, Mario
- Conferencia invitada en el Observatorio de Arcetri, Florencia, Italia, 30-31 octubre 2019. Tafalla, Mario
- Reunión del Center for Astrochemical Studies del Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik, Munich, Alemania, 4-6 diciembre 2019. Tafalla, Mario
- NCAC/OAN. Symbiotic Stellar Systems Meeting, 1-5 abril 2019 Varsovia, Polonia. Bujarrabal, Valentín.
- The Golden Age of Cataclysmic Variables and Related Objects V, 2-7 septiembre 2019 Palermo, Italia. Bujarrabal, Valentín
- WorkPlaNS II: Workshop for Planetary Nebula Observations, 16-20 diciembre 2019 Leiden, Holanda. Bujarrabal, Valentín
- Modelización e interpretación de los datos del programa clave «Gas phase Elemental abundances in Molecular cloudS» (GEMS), Instituto Max Planck de Física Extraterrestre en Garching, Alemania, 28 enero a 1 febrero 2019. Fuente, Asunción
- EWASS-2019 S5 The ALMA view of nearby AGN: lessons learnt and future prospects, «The many faces of molecular tori in AGNs», 23-25 de Junio de 2019. Lyon, Francia. García-Burillo, Santiago
- Beyond the Curtain of Dust, «ALMA view of the molecular torus of NGC1068», Sesto, Italia, 30 junio a 5 julio 2019. García-Burillo, Santiago
- V Meeting of AGN research in Spain, «Results from the Galaxy Activity, Torus and Outflow Survey (GATOS)», Instituto de Física de Cantabria, IFCA, Santander, España, 11-12 julio 2019. García-Burillo, Santiago
- Reunión del Consorcio Internacional GATOS («Galaxy Obscuration Torus and Outflow Survey»), Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), Tenerife, España, 13-16 octubre 2019. García-Burillo, Santiago
- Reunión del Comité Científico Internacional de Asignación de Tiempos (TAC) del Observatorio ALMA (ALMA-TAC), Atlanta, USA, 16-20 junio 2019. García-Burillo, Santiago
- Reunión del Comité Científico Asesor (SAC) de IRAM, 1-2 de octubre del 2019. Grenoble, Francia.
- Reunión del Comité Ejecutivo de IRAM, Garching, Alemania, 5- 6 diciembre 2019. García-Burillo, Santiago
- Royal Astronomical Society de Londres, «Common-envelope evolution and post-common-envelope systems», Londres, Reino Unido, 10 noviembre 2019. Santander, Miguel
- 49th Young European Radio Astronomers Conference, Dublín, Irlanda, 26-29 agosto 2019. Gómez Garrido, Miguel
- 9th IRAM 30-meter Summerschool,. Granada, España, 6-13 septiembre 2019. Gómez Garrido, Miguel
- School of Statistics for Astrophysics 2019. Variability and Time Series Analysis, Autrans (Francia), 6-11 octubre 2019. Gómez Garrido, Miguel



- Preparación de propuestas conjuntas para ALMA y GlobalVLBI. Determinación de la órbita del sistema binario R Aqr, Nicolaus Copernicus Astronomical Center (Polish Academy of Sciences). Varsovia, Polonia, 1-5 abril 2019. Alcolea, Javier
- Comité de programas del IRAM semestre S2019, Granada, España, 24-25 abril 2019. Alcolea, Javier
- Comité de programas del IRAM semestre W2019, IRAM Grenoble, Francia, 22-23 octubre 2019. Alcolea, Javier
- ALMA2019: Science Results and Cross-Facility Synergies, Cagliari, Italia, 14-18 octubre 2019. Alcolea, Javier
- Conferencia «A star has evolved», Smögen, Suecia, 26-20 agosto 2019. Alcolea, Javier
- Energetic Processing of Large Molecules conference (EPoLM-4), «Chemical segregation of complex organic O-bearing species in Orion KL», «Molecular complexity in strongly UV-irradiated gas». Madrid (CSIC), Madrid, España, 4-6 marzo 2019. Tercero, Belén
- 74th International Symposium on Molecular Spectroscopy. «The Nanocosmos Gas Cell as a Tool for Spectroscopy: the Millimeterwave Spectrum of N-Ethylformamide», University of Illinois, Urbana-Champaign, USA. 17-21 junio 2019. Tercero, Belén
- Conferencia «Moléculas en el espacio», Universidad Complutense de Madrid, 23 octubre 2019. Tercero, Belén
- Conferencia «Instrumentos astronómicos en el M.A.N.», Museo Arqueológico Nacional, Madrid, 14 febrero 2019. Bachiller, Rafael
- Consejo de Dirección del Observatorio Europeo del Hemisferio Austral (ESO), Berna, Suiza, 5-6 marzo 2019. Bachiller, Rafael
- Reuniones de la Comisión de Evaluación de la Agencia Andaluza de la Investigación, Córdoba, 20-22 Marzo 2019. Bachiller, Rafael
- Conferencia «La evolución del Universo», Sociedad Nuclear Española, Madrid, 24 abril 2019. Bachiller, Rafael
- Conferencia «La ciencia en la época de la expedición de Magallanes-Elcano», Real Academia de Doctores, Madrid, 8 mayo 2019. Bachiller, Rafael
- Consejo de Directores de la EVN, Bolonia, Italia, 16-17 mayo 2019. Bachiller, Rafael
- Consejo de Dirección del Observatorio Europeo del Hemisferio Austral (ESO), Dublín, Irlanda, 4-5 junio 2019. Bachiller, Rafael
- Consejo de Dirección del Observatorio Europeo del Hemisferio Austral (ESO), Ringberg, Alemania, 8-9 octubre 2019. Bachiller, Rafael
- Consejo de dirección del proyecto Radionet H2020, Berlín, Alemania, 16-17 octubre 2019. Bachiller, Rafael
- Reuniones de la Comisión de Evaluación de la Agencia Andaluza de la Investigación, Córdoba, 16-18 octubre 2019. Bachiller, Rafael
- Participación en Tribunal de tesis doctoral. Badajoz, 25 octubre 2019. Bachiller, Rafael



Comité ejecutivo de la EVN junto con personal de JIVE en las instalaciones de este último

- Jornada sobre grandes instalaciones científicas, CDTI, Madrid, 30 octubre 2019. Bachiller, Rafael
- Alto Comité Científico del Observatorio de París, Francia, 1-2 noviembre 2019. Bachiller, Rafael
- Panel «Ciencias del Universo» del Consejo Europeo de Investigación (ERC), 7 noviembre 2019. Bachiller, Rafael
- Consejo de Directores de la EVN, Dwingeloo, Países Bajos, 13-14 noviembre 2019. Bachiller, Rafael
- Participación en Tribunal de tesis doctoral. Oporto, Portugal, 26 noviembre 2019. Bachiller, Rafael
- «Consejo de Dirección del Observatorio Europeo del Hemisferio Austral (ESO), Munich, Alemania, 3-4 diciembre 2019. Bachiller, Rafael
- Presentación del Libro «Cien cuestiones curiosas sobre el universo», Madrid, 15 diciembre 2019. Bachiller, Rafael
- SKA Science Meeting», Ponente en la Sesión General, Manchester, Reino Unido, 8-12 abril 2019. Rioja, María
- «Eating VLBI Meeting», Ponente, Bolonia, Italia, 15-17 abril 2019. Rioja, María
- «NARIT-Maser KFSG» (*Key Science Meeting*), Invitada como experta internacional, Chiang Mai, Tailandia, 4-6 septiembre 2019. Rioja, María
- «SKA-VLBI Key Science Projects Workshop», Ponente, SKAO Manchester, Reino Unido, 14-17 octubre 2019. Rioja, María
- Colaboración con NT-VGOS Project Research Consortium, Aalto University, Helsinki, Finlandia 7-11 octubre 2019. Rioja, María
- «International Technical VLBI Workshop (ITVW), Ponente, Sidney, Australia, 18-20 noviembre 2019. Rioja, María
- «LBA-Low Workshop», Ponente, Sidney, Australia, 21 noviembre 2019. Rioja, María

Centro de Desarrollos Tecnológicos

- VGOS CONT17: Comparison of VGOS results with S/X and GPS.
- Bolotin, S.; Baver, K. D.; Gipson, J. M.; Gordon, D.; Himwich, W. E.; MacMillan, D. S.; Elosegui, P.; Barrett, J.; Corey, B. E.; Niell, A. E.; Ruzszyk, C. A.; Titus, M. A.; Neidhart, A.; de Vicente, P.; Wakasugi, T. American Geophysical Union, Fall Meeting 2018, abstract #G31B-0668
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2018AGUFM.G31B0668B/abstract>
- The Nanocosmos Gas Cell: a Broadband Fourier Transform Millimeterwave Spectrometer Based on Radio Astronomy Receivers. Bermúdez, Celina; Cabezas, Carlos; Tanarro, Isabel; Doménech, José Luis; Herrero, Víctor Jose; Gallago, Juan Daniel; de Vicente, Pablo; Tercero, Félix; López Pérez, José Antonio; Cernicharo, Jose 74th International Symposium on Molecular Spectroscopy: June 17-21, 2019 at The University of Illinois at Urbana-Champaign. Talk TG06
<https://www.ideals.illinois.edu/handle/2142/104558>
- The Status of RAEGE de Vicente, P.; González, J.; López-Pérez, J. A.; Bolaño, R.; García-Espada, S.; García, P.; Beltrán, F.; Patino, M.; García, O.; Serna, J. M.; Vaquero, B.; Malo, I.; García-Pérez, O.; Fernández, J. A. López International VLBI Service for Geodesy and Astrometry 2018 General Meeting Proceedings: «Global



Geodesy and the Role of VGOS - Fundamental to Sustainable Development», Eds. Kyla L. Armstrong, Karen D. Baver, Dirk Behrend, NASA/CP-2019-219039, p. 3-6
https://ivsc.gsfc.nasa.gov/publications/gm2018/01_devicente_etal.pdf

- Instrumentation Developments for VGOS at IGN Yebes Observatory
 López Pérez, J. A.; de Vicente, P.; López Fernández, J. A.; Tercero Martínez, F.; Gallego, J. D.; Serna Puente, J. M.; López Fernández, I.; Díez González, M.; Malo Gómez, I.; Albo Castaño, C.; Barbas Calvo, L.; García Pérez, O.; González García, J.; Vaquero Jiménez, B.; Patino Esteban, M.; García Carreño, P.; Beltrán Martínez, F. J.; Bautista Durán, M.; López Ramasco, J.; Amils Samalot, R. Gómez Molina, G.; Baldominos Delgado, A.
 Proceedings of the 24th European VLBI Group for Geodesy and Astrometry Working Meeting, 17-19 March 2019, Las Palmas de Gran Canaria, Spain, Eds. R. Haas, S. Garcia-Espada, and J. A. López Fernández, ISBN: 978-84-416-5634-5, pp. 22-26
https://www.oan.es/evga2019/24_EVGA_2019_Las_Palmas.pdf
- European Intensive Sessions for the Estimation of UT1
 Böhm, Johannes; Bolaño, Ruben; Garcia-Espada, Susana; González, Javier; Gruber, Jakob; Kron-schnabl, Gerhard; Neidhardt, Alexander; Phogat, Apurva; Plötz, Christian; Schartner, Matthias; Schönemann, Erik; Schüler, Torben; de Vicente, Pablo
 International VLBI Service for Geodesy and Astrometry 2018 General Meeting Proceedings: «Global Geodesy and the Role of VGOS - Fundamental to Sustainable Development», Eds. Kyla L. Armstrong, Karen D. Baver, Dirk Behrend, NASA/CP-2019-219039, p. 214-218
https://ivsc.gsfc.nasa.gov/publications/gm2018/45_boehm_etal.pdf
- The EUropean-VGOS Project
 Alef, W.; Anderson, J. M.; Bernhart, S.; de Vicente, P.; González García, J.; Haas, R.; La Porta, L.; Martí Vidal, I.; Müskens, A.; Nothnagel, A.; Plötz, C.; Rottmann, H.; Savolainen, T.; Schüler, T.; Small, D.; Wagner, J.
 Proceedings of the 24th European VLBI Group for Geodesy and Astrometry Working Meeting, 17-19 March 2019, Las Palmas de Gran Canaria, Spain, Eds. R. Haas, S. Garcia-Espada, and J. A. López Fernández, ISBN: 978-84-416-5634-5, pp. 107-111
https://research.chalmers.se/publication/514413/file/514413_Fulltext.pdf





IGN
2019

- Compact Cryogenic Wide-Band Balanced Amplifiers with Superconducting 90° Hybrids for the IF of Submillimeter-Wave SIS Mixers
Amils, R. I.; Lopez-Fernandez, I.; Gallego, J. D.; Desmaris, V.; Belitsky, V.; Meledin, D.; Sundin, E.; Diez, C.; Malo, I.
Proceedings of the 30th International Symposium on Space THz Technology
<https://www.nrao.edu/meetings/isstt/papers/2019/2019057062.pdf>

- A 1 mm SIS receiver utilizing different intermediate frequency (IF) configurations
Meledin, D.; Desmaris, V.; Sundin, E.; Rashid, H.; Belitsky, V.; Amils, R. I.; Lopez-Fernandez, I.; Diez, C.; Malo, I.; Gallego, J. D.
Proceedings of the 30th International Symposium on Space Terahertz Technology
<https://www.nrao.edu/meetings/isstt/papers/2019/2019164167.pdf>

- Wideband Balanced Amplifier for Future ALMA Wideband Receivers
Desmaris, V.; Meledin, D.; Sundin, E.; Belitsky, V.; Amils, R. I.; Lopez-Fernandez, I.; Diez, C.; Malo, I.; Gallego, J. D.
ALMA Development Workshop
<https://zenodo.org/record/3240333#.X4hXrdAzZhE>

- Broad Band rotational spectroscopy and the characteristics of plasmas
Isabel Tanarro, Ramón J Peláez, José Luis Doménech, Víctor J Herrero, Celina Bermúdez, E Moreno, P de Vicente, JD Gallego, F Beltrán, JM Hernández, Sandra I Ramírez, Koen Lauwaet, Gonzalo Santoro, José A Martín-Gago, B Alemán, JR Pardo, José Cernicharo
Energetic Processing of Large Molecules Workshop EPoLM-4 2019, CSIC, Madrid, March 4-6, 2019

- Broad Band Molecular Rotational Spectroscopy for Laboratory Astrophysics
José Cernicharo, Juan Daniel Gallego, Celina Bermúdez, Isabel Tanarro, Víctor J Herrero, Carlos Cabezas, José Luis Doménech, P de Vicente
XXXVII Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Física
<https://digital.csic.es/bitstream/10261/211030/1/Broad%20Band.pdf>

- Far-Infrared Heterodyne Array Receivers
Mehdi, Imran; Goldsmith, Paul; Lis, Dariusz; Pineada, Jorge; Langer, Bill; Siles, Jose; Kawamura, Jon; Karasik, Boris; Chattopadhyay, Goutam; Pearson, John; Kooi, Jacob; Samoska, Lorene; Groppi, Chris; Williams, Ben; Heyer, Mark; Melnick, Gary; Wolfire, Mark; Koda, Jin; Yorke, Hal; Pontoppidan, Klaus Tong, Edward; Grimes, Paul; Zeng, Lingzhen; Wiedner, M. C.; Gerin, M.; Baryshev, A.; Belitsky, V.; Desmaris, V.; Gallego, J. D.; Helmich, F.; Jellema, W.; Risacher, C.; Gao, J. R.; Cherednichenko, S.
Astro2020: Decadal Survey on Astronomy and Astrophysics, APC white papers, no. 120; Bulletin of the American Astronomical Society, Vol. 51, Issue 7, id. 120
<https://baas.aas.org/pub/2020n7i120/release/1>

- BRAND-the next generation receiver for VLBI
Walter Alef, Gino Tuccari, Sven Dornbusch, Michael Wunderlich, Miroslav Pantaleev, Jonas Flygare, Felix Tercero, Gijs Schoonderbeek, Jonathan Hargreaves, Ronald de Wild, Vladislavs Bezrukovs,



Juan D Gallego, José A López-Pérez

14th European VLBI Network Symposium & Users Meeting (EVN 2018) 8-11 October 2018
Granada, Spain

<https://pos.sissa.it/344/081/pdf>

- BRAND-A wideband receiver for astronomy and geodesy
W Alef, G Tuccari, S Dornbusch, AL Roy, M Wunderlich, C Kasemann, M Nalbach, M Pantaleev, J Flygare, JD Gallego, JA López Pérez, F Tercero Martínez, GW Schoonderbeek, J Hargreaves, R de Wild, V Bezrukovs
Proceedings of the 24th European VLBI Group for Geodesy and Astrometry Working Meeting (pp. 31-36).
<http://hdl.handle.net/21.11116/0000-0006-7C12-B>

- Broadband KQW feed system for the 40 meters Yebes radio telescope
F. Tercero, O. García-Pérez
2019 International Conference on Electromagnetics in Advanced Applications (ICEAA), Granada, Spain, 2019, pp. 0719-0724.
<https://ieeexplore.ieee.org/document/8879329>

- The Millimeterwave Spectrum of Succinonitrile
Cabezas, Carlos; Bermúdez, Celina; Gallego, Juan Daniel; Tanarro, Isabel; Doménech, José Luis; Herrero, Victor Jose; Tercero, Belén; Lebrón, Rosa; Quintanilla, Jesús Eduardo; Soria, Ana Cristina; Cernicharo, Jose
74th International Symposium on Molecular Spectroscopy: June 17-21, 2019 at The University of Illinois at Urbana-Champaign. Talk TA08
<http://hdl.handle.net/2142/104569>

- The Nanocosmos Gas Cell as a Tool for Spectroscopy: the Millimeterwave Spectrum of N-Ethylformamide
Bermúdez, Celina; Cabezas, Carlos; Gallego, Juan Daniel; Hernandez, José Manuel; Tanarro, Isabel; Doménech, José Luis; Herrero, Victor Jose; Tercero, Belén; Soria, Ana Cristina; Lebrón, Rosa; Quintanilla, Jesús Eduardo; Cernicharo, Jose
74th International Symposium on Molecular Spectroscopy: June 17-21, 2019 at The University of Illinois at Urbana-Champaign. Talk TG07
<https://www.ideals.illinois.edu/bitstream/handle/2142/104580/1326705.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

- Radio-astronomy emission techniques and cold plasmas to study molecular species and processes of astrophysical interest
Isabel Tanarro, Celina Bermúdez, Carlos Cabezas, Ramón J Peláez, José Luis Doménech, Víctor J Herrero, P de Vicente, JD Gallego, F Beltrán, JM Hernandez, Sandra I Ramirez, Elena Moreno, Gonzalo Santoro, José A Martín-Gago, José Cernicharo
XXXVII Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Física
<https://digital.csic.es/bitstream/10261/211099/1/Radio%E2%80%90astronomy.pdf>

- The Maser-emitting Structure and Time Variability of the SiS Lines J=14-13 and 15-14 in



IRC+10216

Fonfría, J. P.; Fernández-López, M.; Pardo, J. R.; Agúndez, M.; Sánchez Contreras, C.; Velilla-Prieto, L.; Cernicharo, J.; Santander-García, M.; Quintana-Lacaci, G.; Castro-Carrizo, A.; Curiel, S.

Why Galaxies Care About AGB Stars: A Continuing Challenge through Cosmic Time. Proceedings of the International Astronomical Union, Volume 343, pp. 398-399

<https://doi.org/10.1017/S1743921318006178>

- M 1-92 revisited: the chemistry of a common envelope nebula?
Alcolea, Javier; Agúndez, Marcelino; Bujarrabal, Valentín; Castro Carrizo, Arancha; Desmurs, Jean-François; Sánchez-Contreras, Carmen; Santander-García, Miguel
Why Galaxies Care About AGB Stars: A Continuing Challenge through Cosmic Time. Proceedings of the International Astronomical Union, Volume 343, pp. 343-344
<https://doi.org/10.1017/S1743921318005021>
- The missing mass conundrum of post-common-envelope planetary nebulae
Santander-García, Miguel; Jones, David; Alcolea, Javier; Wesson, Roger; Bujarrabal, Valentín
Why Galaxies Care About AGB Stars: A Continuing Challenge through Cosmic Time. Proceedings of the International Astronomical Union, Volume 343, pp. 239-243
<https://doi.org/10.1017/S1743921318005495>
- On the circumstellar envelopes of semi-regular long-period variables
Díaz-Luis, J. J.; Alcolea, J.; Bujarrabal, V.; Santander-García, M.; Gómez-Garrido, M.; Desmurs, J. -F.
Why Galaxies Care About AGB Stars: A Continuing Challenge through Cosmic Time. Proceedings of the International Astronomical Union, Volume 343, pp. 186-190
<https://doi.org/10.1017/S1743921318005045>
- The intricate nebular architecture of The Rotten Egg disclosed by ALMA
Sánchez Contreras, C.; Alcolea, J.; Bujarrabal, V.; Castro-Carrizo, A.; Velilla Prieto, L.; Santander-García, M.; Quintana-Lacaci, G.; Cernicharo, J.
Highlights on Spanish Astrophysics X, Proceedings of the XIII Scientific Meeting of the Spanish Astronomical Society held on July 16-20, 2018, in Salamanca, Spain, ISBN 978-84-09-09331-1. B. Montesinos, A. Asensio Ramos, F. Buitrago, R. Schödel, E. Villaver, S. Pérez-Hoyos, I. Ordóñez-Etxeberria (eds.) p. 432-432
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2019hsax.conf..432S/abstract>
- The missing mass conundrum of post-common-envelope planetary nebulae
Santander-García, M.; Jones, D.; Alcolea, J.; Wesson, R.; Bujarrabal, V.
Highlights on Spanish Astrophysics X, Proceedings of the XIII Scientific Meeting of the Spanish Astronomical Society held on July 16-20, 2018, in Salamanca, Spain, ISBN 978-84-09-09331-1. B. Montesinos, A. Asensio Ramos, F. Buitrago, R. Schödel, E. Villaver, S. Pérez-Hoyos, I. Ordóñez-Etxeberria (eds.) p. 392-396
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2019hsax.conf..392S/abstract>
- Probing Irradiated Molecular Gas in the Planetary Nebulae NGC 7027 and NGC 7293 (the Helix)
Kastner, Joel H.; Bublitz, Jesse; Hily-Blant, Pierre; Forveille, Thierry; Santander-García, Miguel; Alcolea, Javier; Bujarrabal, Valentín; Aleman, Isabel; Montez, Rodolfo; Wilner, David; Yu, Young Sam



American Astronomical Society, AAS Meeting #233, id.411.02
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2019AAS...23341102K/abstract>

- H2S Formation in Dark Clouds
 Navarro, D. G.; Fuente, A.; Caselli, P.; Gerin, M.; Krammer, C.; Rouef, E.; Wakelam, V.; Alonso-Albi, T.; Bachiller, R.; Cazaux, S.; Commerçon, B.; Friesen, R.; García-Burillo, S.; Giuliano, B. M.; Goicoechea, J. R.; Gratier, P.; Hacar, A.; Jiménez-Serra, I.; Kirk, J.; Lattanzi, V. Loison, J. C.; Malinen, P. J.; Marcelino, N.; Martín-Doménech, R.; Muñoz-Caro, G.; Pineda, J.; Tafalla, M.; Tercero, B.; Ward-Thompson, D.; Treviño-Morales, S.; Riviére-Marichalar, P.; Roncero, O.; Vidal, T.
 p. 366-373
<https://www.sea-astronomia.es/sites/default/files/archivos/proceedings13/ViaLactea/oral/navarrodg.pdf>

Observatorio Geofísico Central

- López, C.; Felpeto, A. «El Hierro 2011-2012 eruption and current state of volcanic activity in the Canaries». Presentación oral. EVE Workshop: Kick-off meeting, Barcelona (España). 23-24 enero 2019.
- Felpeto, A.; Blanco, M.J.. «Introduction to the Spanish National Geographic Institute (IGN) and the Canary Islands volcano Monitoring Program». Presentación oral. EUROVOLC VAAC-VO workshop: Communiation strategies between Volcano Observatories and the Volcanic Ash Advisory Centres in Europe. Exeter, Reino Unido. 5-7 febrero 2019.
- López Muga, M; Benayas, I; Tordesillas, J. M.. «Seismic Information at the Spanish Geophysical Data National Archive». Presentación oral. Earthquakes and tsunamis in Iberia: 50th years of the 1969 Saint Vincent earthquake (M=8.0). Universidad Complutense de Madrid, Madrid (España). 6 - 8 de marzo de 2019.
- Díaz Suárez, E. A.. «Mejora del Catálogo Sísmico de El Hierro 2011». Presentación oral. Congreso de Estudiantes de Física de la Universidad de La Laguna. Gran Canaria (España). Abril 2019.
- González-Alonso E, Charco M, Canca M, García-Cañada L, Negredo A. «Deformation associated to El Hierro 2011-2012 eruption from GPS and InSAR Finite Element Modelling: new constraints to the volcanic plumbing system». Póster. ESA - Living Planet Symposium. Milán, Italia. 13-17 mayo 2019.
- Barra A., Monserrat O., Herrera G., Solari L., González-Alonso E., Béjar-Pizarro M., Bianchini S., Sarro R., Fernández García A., Reichenbach P., Crosetto M., Catani F. «U-Geohaz: Sentinel-1 to support geohazards early warning systems». Presentación oral. ESA - Living Planet Symposium. Milán, Italia. 13-17 mayo 2019.
- Barra A, O. Monserrat, L. Solari, M. Bejar-Pizarro, M. Crosetto, G. Herrera, González-Alonso E., R. Sarro, S. Bianchini. «Sentinel-1 for geohazards monitoring». Presentación oral. 4th International Symposium on Deformation Monitoring. Atenas, Grecia .15-17 mayo 2019.
- López, C. y Albert, H. «How magma may influence unrest. Thoughts from the point of view of monitoring». Presentación oral. EVE Workshop: 2nd Meeting Vilanova i La Geltrú, Barcelona (España) 21-22 mayo de 2019.
- Fernández-García, A; González-Alonso, E. «InSAR aplicado al control de deformaciones volcánicas en el IGN». Presentación oral. Actividades Científicas de PAZ. Torrejón de Ardoz, Madrid. 5 de junio de 2019.
- Y. Abdelfettah, J. Hinderer, Calvo M., E. Dalmais, V. Maurer, A. Genter. «Gravity versus thermal



- gradient: can we use gravity to discriminate potential hydrogeothermal area?». Presentación oral 7th European Geothermal Workshop. La Haya, Países Bajos. Junio 2019.
- Villasante-Marcos, V; M.J. Irabien, A. Cearreta. «Propiedades magnéticas de los sedimentos recientes de la Ría de Bilbao: un relato de contaminación industrial y recuperación postindustrial en el Antropoceno». Presentación oral. XV Reunión Nacional de Cuaternario, Bilbao (España). 1-5 Julio 2019.
 - Almendros, J. , Abella, R. , Carmona, E. , Agui, F. , Carrion, F. , Yuan, X. , Wilcock, W. , Wade, R. , Soule, D. , Schmidt-Aursch, M. , Dziak, R. , Roche, L., Kane, T., Gardner, A. , Garcia-Quiroga, D., Heit, B., Sondershaus, R., Tesin, E. , Schmahl, L. and Natalie, J. «Deployment of an Amphibious Seismic Network in the Bransfield Strait, Antarctica» . Póster. 27th IUGG General Assembly, Montreal, Canada, 8-18 julio 2019.
 - Arnosó, J., M.S. Bos, M. Benavent, N.T. Penna, Sainz-Maza, S. «Anelastic Response of the Earth's Crust Underneath the Canary Islands revealed from GPS Vertical Displacements and Gravity Ocean Tide Loading». Póster. 27th IUGG General Assembly, IUGG2019 Montreal, Canadá. 8-18 julio 2019
 - J. Hinderer, B. Hector, U. Riccardi, S. Rosat, J.-P. Boy, Calvo, M., F. Little, J.-D. Bernard. «An Investigation of the Water Storage Changes in Djougou (Benin, West Africa) using Hydrogravimetry» (IUGG19 – 0413). Presentación oral. 27th IUGG General Assembly, Montreal, Canadá. 8 - 18 July 2019.
 - J. Hinderer, U. Riccardi, S. Rosat, J.-P. Boy, B. Hector, Calvo, M.; F. Little, J.-D. Bernard. «A Study of the Earth Solid Tides, Ocean and Atmospheric Loadings from Superconducting Gravimeter OSG-060 in Djougou (West Africa)» (IUGG19 – 0415). Presentación oral. 27th IUGG General Assembly, Montreal, Canadá. 8 - 18 July 2019
 - Díaz Suárez E. A.; Domínguez Cerdeña, I.; del Fresno, C. «Automatic detection/location system for seismic swarms: first results for the unrest of the 2011 Tagoro eruption (El Hierro, Canary Islands)». Presentación oral. 2019 Annual Workshop of the IASPEI/IAVCEI - Working Group on Volcano Seismology. Garachico, Tenerife (España). 27 septiembre a 3 octubre 2019.
 - Domínguez Cerdeña, I. ; del Fresno, C.; Díaz Suárez, E. A.. «Seismic rate evolution in Tenerife during the period 1997-2016». Presentación oral. 2019 Annual Workshop of the IASPEI/IAVCEI - Working Group on Volcano Seismology. Garachico, Tenerife (España). 27 septiembre a 3 octubre 2019.
 - del Fresno, C.; Domínguez Cerdeña, I.; Díaz Suárez, E. A.; Muñoz Santamaría, A.; Rodríguez, R.; Domínguez Valbuena, J.; Rueda, J. «On the origin of the 2016-2019 seismic swarms in Tenerife». Presentación oral. 2019 Annual Workshop of the IASPEI/IAVCEI - Work-



Annual Workshop of the IASPEI/IAVCEI - Working Group on Volcano Seismology. Garachico, Tenerife (España). 27 septiembre a 3 octubre 2019.



- ing Group on Volcano Seismology. Garachico, Tenerife (España). 27 septiembre a 3 octubre 2019.
- Mezcua J.; Rueda, J. «Main characteristics of Canary Islands seismicity. A seismic catalogue revision for 1341-2000». Presentación oral. 2019 Annual Workshop of the IASPEI/IAVCEI - Working Group on Volcano Seismology. Garachico, Tenerife (España). 27 septiembre a 3 octubre 2019.
 - Jiménez-Morales, V., Almendros, J., Carmona, E., Fernández-Melchor, I., Agüí, F., Abella, R. «Deception Island: A challenging test database for automatic recognition systems». Póster. 2019 Annual Workshop of the IASPEI/IAVCEI - Working Group on Volcano Seismology. Garachico, Tenerife (España). 27 septiembre a 3 octubre 2019.
 - Perales, C.; Amigo, A.; Pedreros, G.; Oliveros, V.; Costa, F.; Albert, H.: «Condiciones desencadenantes de la erupción traquidacítica H2 (ca. 4 ka cal AP) del volcán Hudson, Región de Aysén, Chile». Presentación oral. ALVO (Latin America Volcanology Association), Antofagasta, Chile, 3-7 noviembre 2019.
 - Díaz Suárez E. A., Domínguez Cerdeña I., Del Fresno C., Galván Fraile J., Medina Hernández J. «Automatic detection system tested in the 2011 pre-eruptive unrest of El Hierro eruption». Póster. AGU Fall Meeting. San Francisco, EEUU. 9-13 de diciembre de 2019.
 - Domínguez Cerdeña, I., del Fresno, C., Díaz Suárez, E.A., Muñoz Santamaría, A., Rodríguez Sánchez-Montañez, R., Domínguez Valbuena, J., Rueda, J. «Magmatic plumbing system beneath Tenerife traced by seismic activity». Póster. AGU Fall Meeting. San Francisco, EEUU. 9-13 de diciembre de 2019.
 - García-Cañada, L., J. Pereda de Pablo, E. González-Alonso, H. Lamolda, F. Quirós, A. Fernández-García, A. J. Molina-Arias, I. Domínguez Cerdeña. «Volcano deformation monitoring in Canary Islands (Spain): IGN network and applied techniques». Póster. AGU Fall Meeting. San Francisco, EEUU. 9-13 diciembre 2019.
 - Pavón-Carrasco F. J., J.M. Torta, S. Marsal, M. Catalán, Tordesillas J. M. «Bootstrapping Swarm data to get a candidate for the 13th generation of the International Geomagnetic Reference Field». Póster. AGU Fall Meeting. San Francisco, EEUU. 9-13 de diciembre de 2019.
 - EVE Workshop Reykiavik, 1-6 septiembre, Islandia. C. López y H. Albert.
 - Curso VOLCANBOX, organizado con ICTJA, CSIC., 23-27 septiembre, Vilanova I La Geltrú, Barcelona. C. López.
 - EUROVOLC Annual Meeting, 18-21 febrero, San Miguel, Azores. C. López.
 - Kick-off Meeting Project CHEESE, Barcelona Supercomputing Center, Barcelona. C. López.
 - Reunión U-Geohaz First Annual Meeting, 24 de enero de 2020, Barcelona, Elena González
 - Reunión U-Geohaz Final Meeting, 26 de noviembre de 2020, Carmen López, Sergio Ligüérezana
 - Participación en el Comité Organizador del 2019 Annual Workshop of the IASPEI/IAVCEI - Working Group on Volcano Seismology. Garachico, Tenerife (España). M. J. Blanco, S. Meletlidis. 27 septiembre a 3 octubre 2019.
 - Reunión U-Geohaz Final Workshop, 28 de noviembre de 2020, Barcelona, Anselmo Fernández, Elena González
 - Participación en el Annual workshop of the IASPEI/IAVCEI-Working Group on Volcano Seismology. Garachico, Tenerife. 27 septiembre a 3 octubre: I. Domínguez, C. del Fresno, R. Abella, J. Rueda, S. Meletlidis, E. Díaz, A. Muñoz, M.J. Blanco,
 - Participación en las Miniferias de la Ciencia durante la Semana de la Ciencia en Canarias con un stand titulado: «¿Cómo Vigilamos los Volcanes?» Las ferias se celebraron en dos islas. En Tenerife entre los días 6 y 8 de noviembre de 2019 con la participación de F. Quirós, A. Molina, A. Muñoz, V. Cabrera, J. Domínguez, S. Meletlidis, I. Iribarren e I. Domínguez. En Gran Canaria se celebró entre el



- 13 y 15 de noviembre de 2019 con la participación de S. Meletlidis, F. Quirós, E. Díaz e I. Domínguez.
- Participación en la Semana de la Ciencia 2019 en Madrid el 15 de noviembre con el taller para niños «Los guardianes del volcán», en el Real Observatorio de Madrid. Participaron M. C. Fernández de Villalta, A. Fernández-García, E. González-Alonso, H. Albert, A. Gomis Moreno, R. Abella, H. Lamolda
- Colaboración con ABC. Cesión de imágenes del Archivo Nacional de Datos Geofísicos para un artículo del ABC publicado el 11 de agosto de 2019: «Toledo fingido y verdadero. Una historia del poder provincial: el palacio de la Diputación (1)»
- Participación en las reuniones de organización y planificación del Ejercicio Conjunto Combinado de la UME Canarias 2020: A. Felpeto, S. Meletlidis, C. López, M.J. Blanco

Red Sísmica Nacional

- J. B. Bravo, J. Blanco and J. M. Alcalde. «The IGN MEMS Accelerographs record the first accelerograms in different locations in the Lorca City». Workshop Earthquakes and Tsunamis in Iberia (50th years of the 1969 Saint Vincent Earthquake, M=8.0) UCM, Madrid, 6-8/03/2019.
- Cantavella J.V., Gaité B., C. González, J. Barco, R. Antón, L.C. Puertas, E. Carreño. «Numerical modeling in the Spanish Tsunami Warning System». *International Congress on Industrial and Applied Mathematics (ICIAM)*, Valencia, 15-19/07/2019.
- Cantavella, J.V., González, C., Martínez-Solares, J.M. and Gaité, B. «The Spanish Tsunami catalogue». Workshop Earthquakes and Tsunamis in Iberia (50th years of the 1969 Saint Vincent Earthquake, M=8.0) UCM, Madrid, 6-8/03/2019.
- Gaité, B. «Estudio de impacto socioeconómico de las matemáticas como caso práctico de aplicación de desarrollo matemático en el sistema de alerta de tsunami». Participación en la mesa redonda en el Instituto de Matemáticas de la Universidad de Sevilla, 19/09/2019.
- Gaité B., C. González, J.V. Cantavella, J. Barco, R. Antón, L.C. Puertas, E. Carreño. «The Spanish Tsunami Warning System 50 years after the earthquake of 1969». Workshop Earthquakes and Tsunamis in Iberia (50th years of the 1969 Saint Vincent Earthquake, M=8.0) UCM, Madrid, 6-8/03/2019.
- Cantavella, J.V., M. Herraiz, V. Puente, B. Gaité, E. Azcue, A. González-López, C. González, M. Rodríguez-Bouza, G. Rodríguez-Caderot. «Tsunami Ionospheric Disturbances detected by GNSS derived data. Prototype implementation in the Spanish National Tsunami Warning System and analysis of its performance in a 1969 Saint Vincent event simulation». Workshop Earthquakes and Tsunamis in Iberia (50th years of the 1969 Saint Vincent Earthquake, M=8.0) UCM, Madrid, 6-8/03/2019.
- Lozano, L., Cantavella, J.V. and Barco, J. «A new 3-D P-wave velocity model for the Gulf of Cadiz and adjacent areas derived from active seismic data». Workshop Earthquakes and Tsunamis in Iberia (50th years of the 1969 Saint Vincent Earthquake, M=8.0) UCM, Madrid, 6-8/03/2019.
- López-Sánchez, C., Lozano, L., Buforn, E., Martínez-Solares, J.M., Cantavella, J.V. and Udías, A. «Re-evaluation of seismic intensity for the February 28, 1969 main shock and relocation of main aftershocks». Workshop Earthquakes and Tsunamis in Iberia (50th years of the 1969 Saint Vincent Earthquake, M=8.0) UCM, Madrid, 6-8/03/2019.
- Pinzón, L.A., Pujades, L. G., Macau, A., Carreño E. and Alcalde, J. M. Seismic site classification from the horizontal-to-vertical response spectral ratios: use of the Spanish strong-motion database. «Geosciences (Switzerland)», Juliol 2019, vol. 9, núm. 7, p. 294-1-294-13



Subdirección General de Geodesia y Cartografía

- Jornadas 30 Aniversario del Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria, predecesor de la actual Dirección General del Catastro. Madrid, 28 y 29 de enero de 2019.
- 8.ª Reunión del EC-ICA en Glasgow (Reino Unido), 25 a 28 de febrero de 2019.
- Jornadas de los Servicios Regionales del Instituto Geográfico Nacional. Real Observatorio de Madrid. 14 y 15 de marzo de 2019.
- 24th Meeting of the European VLBI Group for Geodesy and Astrometry & 3rd VLBI School. Las Palmas de Gran Canaria (España), 17 a 19 de marzo de 2019.
- Reunión plenaria del Quality Knowledge Exchange Network (QKEN) de Eurogeographics. Bruselas (Bélgica), 24 a 26 de abril de 2019.
- 14.ª Conferencia Internacional de Recursos Digitales para el Patrimonio Cartográfico. Tesalónica (Grecia), 8 a 10 de mayo de 2019.
- Asamblea Extraordinaria de Eurogeographics. Lovaina (Bélgica), 14 y 15 de mayo de 2019.
- EUREF 2019 Symposim. Tallin (Estonia), 22 a 24 de mayo 2019.
- FME World Tour 2019. Madrid, mayo de 2019, II Congreso de Ingeniería Geomática. Madrid (España). Junio 2019
- Sexta Reunión Plenaria de UN-GGIM Europa. Bruselas (Bélgica), 5 y 6 de junio de 2019.
- 23ª Reunión del Foro de Usuarios de COPERNICUS. Bruselas (Bélgica), 20 de junio de 2019.
- 27th IUGG General Assembly. Montreal (Canada), 8 a 18 de julio 2019.
- Participación en el XII curso de «La enseñanza de la Geografía en la Educación Secundaria Obligatoria (ESO)». Madrid, 9, 10 y 11 de julio de 2019.
- XXIX Congreso Internacional de Cartografía ICC2019.Tokio (Japón), 15 a 20 de julio de 2019.
- 7th International Colloquium on Scientific and Fundamental Aspects of GNSS. Zurich (Suiza), 4 a 6 de septiembre 2019.
- Reunión del Multi Resolution Geospatial Production Working Group. Barcelona, 2 a 4 de octubre de 2019.
- Journees 2019 Systemes de reference spatio-temporels. París (Francia), 7 a 9 de octubre de 2019.
- Asamblea General de Eurogeographic. Manchester (Reino Unido), 7 a 9 octubre de 2019.
- Taller de Centros de Análisis de EUREF. Varsovia (Polonia), 16 y 17 de octubre de 2019.
- Conferencia JIIDE 2019.Cáceres, 23, 24 y 25 de octubre de 2019.
- Reunión anual de expertos del Proyecto E-GVAP. Offenbach (Alemania), noviembre de 2019.
- 1.ª Reunión del EC-ICA 2019-2023. Gante (Bélgica), 22, 23 y 24 de noviembre de 2019.



Asamblea General de Eurogeographic. Manchester (Reino Unido), 7 a 9 octubre de 2019.



- Asistencia a la reunión organizada por la Commission on Atlases de la ICA. Representación Nacional en el Grupo de Trabajo de dicha comisión internacional celebrada en Múnich (Alemania), 12 a 13 de diciembre de 2019.

Centro Nacional de Información Geográfica

- SDI.Next: Linked Spatial Data in Europe. Amersfoort (Países Bajos), 12 de marzo de 2019.
- 24th Meeting of the European VLBI group for Geodesy and Astronomy (EVGA2019). Las Palmas de Gran Canarias del 17 al 19 de marzo de 2019.
- Jornadas SIG Libre: Infraestructura para unos datos enlazados abiertos y geográficos. Girona, 29 de mayo de 2019.
- *Geoprocessing and Archiving of Historical Aerial Images*. Congreso sobre fototecas. Organizado por el EuroSDR. París, 3-4 junio de 2019.
- Presentación en la Feria del Libro de Madrid. Conferencia: «Aprende Geografía con el Instituto Geográfico Nacional». Madrid, 11 de junio de 2019.
- XII Curso sobre la Enseñanza de la Geografía en la Educación Secundaria en Getafe. Ponencia: «Recursos didácticos del IGN para estudiar el despoblamiento». Getafe, 9 de julio de 2019.
- XII Curso sobre la Enseñanza de la Geografía en la Educación Secundaria en Getafe. Ponencia: «Atlas Interactivo». Getafe, 9 de julio de 2019.
- 29º Congreso Internacional de Cartografía ICC2019 de la Asociación Cartográfica Internacional (ICA/ACI). Tokio, 15 al 20 de julio de 2019.
- 29º Congreso Internacional de Cartografía ICC2019. Conferencia: «Educational resources of Cartography and Geography in the National Geographic Institute of Spain». Ana Velasco y Celia Sevilla. Tokio, 17 de julio de 2019.
- 29º Congreso Internacional de Cartografía ICC2019. Conferencia: «A Spanish Standard for defining Open Geographic Data». Ana Velasco Tirado, Antonio F. Rodríguez Pascual, Celia Sevilla Sánchez, Juan Manuel Rodríguez Borreguero. Tokio, 18 de julio de 2019.
- LIBER 2019. Feria internacional del Libro. Madrid, 9 al 11 de octubre de 2019.
- X Congreso Ibérico de Didáctica de la Geografía de la Asociación Española de Geografía. Santiago de Compostela y Lugo, 18 al 20 de octubre de 2019.
- III Congreso Internacional de Tecnología y Turismo para la Diversidad: mesa redonda sobre el Camino de Santiago inclusivo. Málaga, 23 de octubre de 2019.
- JIIDE 2019: Aplicación móvil Camino de Santiago. Cáceres, 24 de octubre de 2019.
- XXVI Congreso de la Asociación Española de Geografía en Valencia. Póster sobre los recursos educativos del IGN. Valencia, 25 de octubre de 2019.
- Feria SIMO Educación. Espacio y ponencia sobre los recursos educativos del IGN. Madrid, del 5 al 7 de noviembre de 2019.



Jornadas SIG Libre. Girona, 29 de mayo de 2019.



- Semana Ciencia: Aplicaciones para móviles de mapas de España. Madrid, 8 de noviembre de 2019.

Además, se ha participado, en colaboración con los servicios regionales del IGN, en la organización, montaje de los stands y atención al público de las siguientes Ferias del Libro:

- Feria del libro de León, 9 al 19 de mayo de 2019.
- Feria del libro de Oviedo, 10 al 19 de mayo de 2019.
- Feria del libro de Zamora, 30 de mayo al 2 de junio de 2019.
- Feria del libro de Madrid, 31 de mayo al 16 de junio de 2019.
- Feria del libro de Valladolid, 31 de mayo al 9 de junio de 2019.
- Feria del libro de Palencia, 30 de agosto al 8 de septiembre de 2019.



Secretaría General

- Pavo López, M. Inauguración de la exposición, «Ecúmene. La evolución de la imagen del mundo», en el Servicio Regional del IGN en Murcia. Murcia, 6 de febrero de 2019.
- Pavo López, M, «In defence of the facsimiles: World's cartographic treasures in a single room», 14ª conferencia de la Comisión de Patrimonio Cartográfico Digital de la Asociación Cartográfica Internacional. Tesalónica (Grecia), 9 de mayo de 2019.
- Montilla Lillo, M, «La CENG y el tratamiento de la toponimia oficial supraautonómica en el Nomenclátor Geográfico Básico de España». Jornada d Onomàstica Hispànica y XII Jornada d Onomàstica de la Acadèmia Valenciana de la Llengua (AVL). Valencia, 9 y 10 de mayo de 2019.
- Pavo López, M. Inauguración de la exposición «Tal vez la mayor odisea del Mundo» en el Ateneo Mercantil de Valencia. Valencia, 14 de octubre de 2019.



- Martín Martínez, A. I., «Materiales para trabajar la historia con apoyo cartográfico», en la sesión especial impartida por el Grupo de Didáctica de la Geografía: «Geografía y Memoria democrática, uso de las nuevas tecnologías para la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje y la difusión de la memoria democrática». XXVI Congreso de la Asociación Española de Geografía. Valencia, 24-25 de octubre de 2019.
- Plaza Medina, N, «La cartografía en la Era de los Descubrimientos» en el Ateneo Mercantil de Valencia. Valencia, 30 de octubre de 2019.
- Pavo López, M, «¿Expediente X? Un mapa del estrecho de Magallanes antes de su descubrimiento» en el Ateneo Mercantil de Valencia. Valencia, 31 de octubre de 2019.



Ateneo Mercantil de Valencia. Valencia, 31 de octubre de 2019

CONVENIOS

El IGN-CNIG, dentro del ámbito de sus competencias, mantiene estrechas relaciones con otras instituciones, tanto públicas como privadas. En la actualidad, teniendo en cuenta la existencia de una activa sociedad civil muy capacitada, el grado de descentralización del Estado español y los principales efectos de la globalización (como la internacionalización o la aceleración de las transformaciones en todos los ámbitos), es necesario que los organismos públicos sepan construir unas intensas y eficaces relaciones institucionales, sin las cuales es imposible cumplir adecuadamente con el servicio público al que deben ordenar su actividad.

Consciente de esta realidad, el IGN-CNIG ha consolidado su relación con múltiples entes públicos y privados, como atestiguan los convenios firmados en el año 2019, el mejor indicador para mostrar el comportamiento de cualquier organización en lo que se refiere a sus relaciones institucionales.

- Comunidades autónomas: 8
- Universidades: 3
- Otras entidades nacionales públicas y privadas: 10
- Internacionales: 1

Relación de convenios:

- Convenio Específico en materia de intercambio de información geográfica de rutas culturales y difusión a través de herramientas web de visualización de información geográfica y otros canales de difusión, entre el Instituto Geográfico Nacional, el Centro Nacional de Información Geográfica, ambos del Ministerio de Fomento, y las Rutas Culturales: «Camino de Pasión», «Ruta Vía de la Plata», «Camino de Arte Rupestre Prehistórico» y «Rutas del Emperador Carlos V».
- Protocolo General de actuaciones entre el Ministerio de Fomento, a través del Centro Nacional de Información Geográfica, y la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, a través de la Consejería de Fomento, para la obtención de una cobertura *LiDAR* de Castilla-La Mancha.



- Convenio Específico, entre la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional (IGN) y el Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG), ambos del Ministerio de Fomento, y la Universidad de Alcalá (UAH), como organización líder de la RED ANEXXI, al amparo del Convenio Marco de Colaboración entre el IGN y la UAH, para la realización de los trabajos científicos y técnicos que conduzcan a la elaboración y publicación del Atlas Nacional de España (ANE) del siglo XXI.
- Protocolo General de Actuación entre la Asociación Multisectorial de la Información (ASEDIE) y el Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) para mejorar el acceso a la información geográfica.
- Convenio de Cooperación Educativa entre la Universidad de Alcalá (UAH) y el Instituto Geográfico Nacional (IGN).
- Convenio entre el Ministerio de Fomento y el Centro Nacional de Información Geográfica para la formación de sus empleados públicos.
- Convenio entre la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional, el Centro Nacional de Información Geográfica y La Real Sociedad Geográfica en materia de información geográfica.
- Convenio entre la Comunidad Autónoma de Canarias y el Centro Nacional de Información Geográfica para actuaciones conjuntas en el Plan Nacional de Ortofotografía.
- Convenio entre el Gobierno de Aragón, a través del Departamento de Vertebración del Territorio, Movilidad y Vivienda, y el Ministerio de Fomento, a través del Centro Nacional de Información Geográfica, para actuaciones conjuntas en el Plan Nacional de Ortofotografía.
- Convenio entre la Dirección General de Aviación Civil (DGAC), la Entidad Pública Empresarial ENAIRE, la Sociedad Mercantil Estatal AENA SME, S.A, el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y el Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) para la coordinación de la captura de datos *LiDAR* en el territorio español, en relación con las directrices técnicas para los datos electrónicos sobre el terreno y obstáculos en Aviación Civil (eTOD).
- Protocolo General de actuaciones entre el Ministerio de Fomento, a través del Centro Nacional de Información Geográfica, y la Comunidad Autónoma de La Rioja, a través de la Consejería de Fomento y Política Territorial, para la obtención de una cobertura de imágenes aéreas y ortofotos de La Rioja.
- Convenio entre el Instituto Geográfico Nacional y el Excmo. Ayuntamiento de Yeves para la divulgación científica en astronomía y ciencias de la Tierra.
- Convenio entre el Gobierno de Cantabria y el Centro Nacional de Información Geográfica para la actualización de las delimitaciones territoriales en Cantabria.
- Convenio entre la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional y la Sociedad Española de Estudios para la Comunicación Fija a través del Estrecho de Gibraltar, relativo a la investigación, desarrollo, formación y difusión de conocimientos en el campo de las ciencias de la Tierra.



El Subdirector General de Astronomía, el Alcalde de Yeves y el Director General del IGN tras la firma del Convenio.



- Convenio entre el Fondo Español de Garantía Agraria, del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, y el Instituto Geográfico Nacional, del Ministerio de Fomento, para el intercambio de información geográfica.
- Convenio General de actuaciones entre el Ministerio de Fomento, a través del Centro Nacional de Información Geográfica, y la Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal, del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, para la coordinación de actuaciones conjuntas para la publicación digital de fotogramas.
- Convenio entre la Universidad Carlos III (Beneficiario principal) y la Universidad Politécnica de Madrid, Universidad Complutense de Madrid, Instituto Geográfico Nacional y el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial Esteban Terradas (Beneficiarios Asociados) para la distribución presupuestaria de los fondos concedidos para la realización del Programa de Actividades Titulado «*Millimeter Wave Array at Room Temperature for INstruments in Leo Altitude Radio Astronomy*», convocatoria de tecnologías 2018.
- Convenio entre la Dirección General del Catastro del Ministerio de Hacienda y el Centro Nacional de Información Geográfica del Ministerio de Fomento, para la realización de actuaciones en materia de información geográfica 2019-2021.
- Convenio del Centro Nacional de Información Geográfica y la Comunidad Autónoma de Castilla y León, para el desarrollo del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea.
- Convenio entre la Junta de Extremadura, a través de la Dirección General de Urbanismo y Ordenación del Territorio de la Consejería de Agricultura, Desarrollo Rural, Población y Territorio, y el Ministerio de Fomento, a través del Centro Nacional de Información Geográfica, para actuaciones conjuntas en el Plan Nacional de Ortofotografía.
- Protocolo General de actuaciones entre el Instituto Geográfico Nacional y el *Institut de Physique du Globe* de Paris en materia de actividades de observación de la Tierra.
- Adenda del «Convenio de Colaboración entre el Ministerio de Fomento, a través del Instituto Geográfico Nacional, y la Comunidad de Madrid, a través de la Consejería de Medio Ambiente, Administración Local y Ordenación del Territorio, para la producción, actualización e intercambio de información geográfica.



El Subsecretario de Fomento, Jesús Manuel Gómez García, y el Presidente del FEGA, Miguel Ángel Riesgo en el acto de la firma del Convenio



ARTÍCULOS Y PUBLICACIONES CIENTÍFICAS, E INFORMES TÉCNICOS

Subdirección General de Astronomía, Geofísica y Aplicaciones Espaciales

Observatorio Astronómico Nacional

- Herrera-Camus R., Tacconi L., Genzel R., Förster Schreiber N., Lutz D., Bolatto A., Wuyts S., Renzini A., Lilly S., Belli S., Übler H., Shimizu T., Davies R., Sturm E., Combes F., ..., García-Burillo S., et al. Molecular and Ionized Gas Phases of an AGN-driven Outflow in a Typical Massive Galaxy at $z \approx 2$. *The Astrophysical Journal*, 871, 37, 01/2019
<http://dx.doi.org/10.3847/1538-4357/aaf6a7>

- Gadotti D. A., Sánchez-Blázquez P., Falcón-Barroso J., Husemann B., Seidel M. K., Pérez I., de Lorenzo-Cáceres A., Martínez-Valpuesta I., Fragkoudi F., Leung G., van de Ven G., Leaman R., Coelho P., Martig M., Kim T., ..., y Querejeta M. Time Inference with MUSE in Extragalactic Rings (TIMER): properties of the survey and high-level data products. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 482, 506, 01/2019
<http://dx.doi.org/10.1093/mnras/sty2666>

- Chanapote T., Asanok K., Dodson R., Rioja M., Green J. A., Hutawarakorn Kramer B. Tracing the magnetic field and other properties of G351.417+0.645 at subarcsecond scales with the Long Baseline Array. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 482, 1670, 01/2019
<http://dx.doi.org/10.1093/mnras/sty2767>

- Jones D., Boffin H. M. J., Sowicka P., Miszalski B., Rodríguez-Gil P., Santander-García M., Corradi R. L. M. The short orbital period binary star at the heart of the planetary nebula M 3-1. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 482, L75, 01/2019
<http://dx.doi.org/10.1093/mnras/sly142>

- Méndez-Abreu J., de Lorenzo-Cáceres A., Gadotti D. A., Fragkoudi F., van de Ven G., Falcón-Barroso J., Leaman R., Pérez I., Querejeta M., Sánchez-Blázquez P., Seidel M. Inner bars also buckle. The MUSE TIMER view of the double-barred galaxy NGC 1291. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 482, L118, 01/2019
<http://dx.doi.org/10.1093/mnras/sly196>

- Freundlich J., Combes F., Tacconi L. J., Genzel R., García-Burillo S., Neri R., Contini T., Bolatto A., Lilly S., Salomé P., Bicalho I. C., Boissier J., Boone F., Bouché N., Bournaud F., et al. PHIBSS2: survey design and $z = 0.5 - 0.8$ results. Molecular gas reservoirs during the winding-down of star formation. *Astronomy and Astrophysics*, 622, A105, 02/2019
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201732223>



- Fazeli N., Busch G., Valencia-S. M., Eckart A., Zaja ek M., Combes F., García-Burillo S.
Near-infrared observations of star formation and gas flows in the NUGA galaxy NGC 1365.
Astronomy and Astrophysics, 622, A128, 02/2019
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201834255>
- Chacón-Tanarro A., Caselli P., Bizzocchi L., Pineda J. E., Sipilä O., Vasyunin A., Spezzano S., Punanova A., Giuliano B. M., Lattanzi V.
Mapping deuterated methanol toward L1544. I. Deuterium fraction and comparison with modeling.
Astronomy and Astrophysics, 622, A141, 02/2019
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201832703>
- Combes F., Ferrara A., Forveille T., Kotak R., Shore S., Tafalla M.
LOFAR Surveys: a new window on the Universe.
Astronomy and Astrophysics, 622, E1, 02/2019
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201834759>
- Fonfría J. P., Santander-García M., Cernicharo J., Velilla-Prieto L., Agúndez M., Marcelino N., Quintana-Lacaci G.
Gas infall and possible circumstellar rotation in R Leonis.
Astronomy and Astrophysics, 622, L14, 02/2019
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201834840>
- Zhao G.-Y., Jung T., Sohn B. W., Kino M., Honma M., Dodson R., Rioja M., Han S.-T., Shibata K., Byun D.-Y., Akiyama K., Algaba J.-C., An T., Cheng X., Cho I., et al.
Source-Frequency Phase-Referencing Observation of AGNS with KAVA Using Simultaneous Dual-Frequency Receiving.
Journal of Korean Astronomical Society, 52, 23, 02/2019
<http://dx.doi.org/10.5303/JKAS.2019.52.1.23>
- Bianchi E., Codella C., Ceccarelli C., Vazart F., Bachiller R., Balucani N., Bouvier M., De Simone M., Enrique-Romero J., Kahane C., Lefloch B., López-Sepulcre A., Ospina-Zamudio J., Podio L., Taquet V.
The census of interstellar complex organic molecules in the Class I hot corino of SVS13-A.
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 483, 1850, 02/2019
<http://dx.doi.org/10.1093/mnras/sty2915>
- Falstad N., Hallqvist F., Aalto S., König S., Müller S., Aladro R., Combes F., Evans A. S., Fuller G. A., Gallagher J. S., García-Burillo S., González-Alfonso E., Greve T. R., Henkel C., Imanishi M., et al.
Hidden or missing outflows in highly obscured galaxy nuclei?
Astronomy and Astrophysics, 623, A29, 03/2019
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201834586>
- Combes F., García-Burillo S., Audibert A., Hunt L., Eckart A., Aalto S., Casasola V., Boone F., Krips M., Viti S., Sakamoto K., Müller S., Dasyra K., van der Werf P., Martin S.
ALMA observations of molecular tori around massive black holes.
Astronomy and Astrophysics, 623, A79, 03/2019
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201834560>



- Chacón-Tanarro A., Pineda J. E., Caselli P., Bizzocchi L., Gutermuth R. A., Mason B. S., Gómez-Ruiz A. I., Harju J., Devlin M., Dicker S. R., Mroczkowski T., Romero C. E., Sievers J., Stanchfield S., Offner S., et al.
Dust opacity variations in the pre-stellar core L1544.
Astronomy and Astrophysics, 623, A118, 03/2019
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201833385>

- Sie N.-E., Muñoz Caro G. M., Huang Z.-H., Martín-Doménech R., Fuente A., Chen Y.-J.
On the Photodesorption of CO₂ Ice Analogs: The Formation of Atomic C in the Ice and the Effect of the VUV Emission Spectrum.
The Astrophysical Journal, 874, 35, 03/2019
<http://dx.doi.org/10.3847/1538-4357/ab06be>

- Caselli P., Pineda J. E., Zhao B., Walmsley M. C., Keto E., Tafalla M., Chacón-Tanarro A., Bourke T. L., Friesen R., Galli D., Padovani M.
The Central 1000 au of a Pre-stellar Core Revealed with ALMA. I. 1.3 mm Continuum Observations.
The Astrophysical Journal, 874, 89, 03/2019
<http://dx.doi.org/10.3847/1538-4357/ab0700>

- Chanapote T., Dodson R., Rioja M., Asanok K., Stevens J., Martí-Vidal I.
Demonstration of polarisation calibration with the LBA on Selected AGNs.
Publications of the Astronomical Society of Australia, 36, e013, 03/2019
<http://dx.doi.org/10.1017/pasa.2019.3>

- Fuente A., Navarro D. G., Caselli P., Gerin M., Kramer C., Roueff E., Alonso-Albi T., Bachiller R., Cazaux S., Commerçon B., Friesen R., García-Burillo S., Giuliano B. M., Goicoechea J. R., Gratier P., et al.
Gas phase Elemental abundances in Molecular clouds (GEMS). I. The prototypical dark cloud TMC 1.
Astronomy and Astrophysics, 624, A105, 04/2019
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201834654>

- Verbena J. L., Bujarrabal V., Alcolea J., Gómez-Garrido M., Castro-Carrizo A.
Interferometric observations of SiO thermal emission in the inner wind of M-type AGB stars IK Tauri and IRC+10011.
Astronomy and Astrophysics, 624, A107, 04/2019
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201834864>

- Kerr R., Kirk H., Di Francesco J., Keown J., Chen M., Rosolowsky E., Offner S. S. R., Friesen R., Pineda J. E., Shirley Y., Redaelli E., Caselli P., Punanova A., Seo Y., Alves F., ..., Chacón-Tanarro A., et al.
The Green Bank Ammonia Survey: A Virial Analysis of Gould Belt Clouds in Data Release 1.
The Astrophysical Journal, 874, 147, 04/2019
<http://dx.doi.org/10.3847/1538-4357/ab0c08>

- de Lorenzo-Cáceres A., Sánchez-Blázquez P., Méndez-Abreu J., Gadotti D. A., Falcón-Barroso J., Martínez-Valpuesta I., Coelho P., Fragkoudi F., Husemann B., Leaman R., Pérez I., Querejeta M., Seidel M., van de Ven G.



Clocking the assembly of double-barred galaxies with the MUSE TIMER project.
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 484, 5296, 04/2019
<http://dx.doi.org/10.1093/mnras/stz221>

- Querejeta M., Schinnerer E., Schruha A., Murphy E., Meidt S., Usero A., Leroy A. K., Pety J., Bigiel F., Chevance M., Faesi C. M., Gallagher M., García-Burillo S., Glover S. C. O., Hygate A. P. S., et al. Dense gas is not enough: environmental variations in the star formation efficiency of dense molecular gas at 100 pc scales in M 51.
Astronomy and Astrophysics, 625, A19, 05/2019
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201834915>

- Bublitz J., Kastner J. H., Santander-García M., Bujarrabal V., Alcolea J., Montez R. A new radio molecular line survey of planetary nebulae. HNC/HCN as a diagnostic of ultraviolet irradiation.
Astronomy and Astrophysics, 625, A101, 05/2019
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201834408>
Agúndez M., Marcelino N., Cernicharo J., Roueff E., Tafalla M. A sensitive 3 mm line survey of L483. A broad view of the chemical composition of a core around a Class 0 object.
Astronomy and Astrophysics, 625, A147, 05/2019
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201935164>

- Rebollido I., Eiroa C., Montesinos B., Maldonado J., Villaver E., Absil O., Bayo A., Canovas H., Carmona A., Chen C., Ertel S., Garufi A., Henning T., Iglesias D. P., Launhardt R., ..., y Rivière-Marichalar P. The co-existence of hot and cold gas in debris discs (Corrigendum).
Astronomy and Astrophysics, 625, C2, 05/2019
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201732329e>

- Quintana-Lacaci G., Cernicharo J., Agúndez M., Fonfría J. P., Velilla-Prieto L., Sánchez Contreras C., Bujarrabal V., Castro-Carrizo A., Alcolea J. Hints of the Existence of C-rich Massive Evolved Stars.
The Astrophysical Journal, 876, 116, 05/2019
<http://dx.doi.org/10.3847/1538-4357/ab133e>
Tarrío P., Melin J.-B., Arnaud M. ComPRASS: a Combined Planck-RASS catalogue of X-ray-SZ clusters.
Astronomy and Astrophysics, 626, A7, 06/2019
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201834979>

- Cernicharo J., Gallego J. D., López-Pérez J. A., Tercero F., Tanarro I., Beltrán F., de Vicente P., Lauwaet K., Alemán B., Moreno E., Herrero V. J., Doménech J. L., Ramírez S. I., Bermúdez C., Peláez R. J., ..., Tercero B., et al. Broad-band high-resolution rotational spectroscopy for laboratory astrophysics.
Astronomy and Astrophysics, 626, A34, 06/2019
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201935197>



- Chen H. H.-H., Pineda J. E., Goodman A. A., Burkert A., Offner S. S. R., Friesen R. K., Myers P. C., Alves F., Arce H. G., Caselli P., Chacón-Tanarro A., Chen M. C.-Y., Di Francesco J., Ginsburg A., Kewen J., et al.
Droplets. I. Pressure-dominated Coherent Structures in L1688 and B18.
The Astrophysical Journal, 877, 93, 06/2019
<http://dx.doi.org/10.3847/1538-4357/ab1a40>

- Chung E. J., Lee C. W., Kim S., Kim G., Caselli P., Tafalla M., Myers P. C., Soam A., Liu T., Gopinathan M., Kim M., Kim K. H., Kwon W., Kang H., Lee C.
TRAO Survey of Nearby Filamentary Molecular Clouds, the Universal Nursery of Stars (TRAO FUNS). I. Dynamics and Chemistry of L1478 in the California Molecular Cloud.
The Astrophysical Journal, 877, 114, 06/2019
<http://dx.doi.org/10.3847/1538-4357/ab12d1>

- Holdship J., Jimenez-Serra I., Viti S., Codella C., Benedettini M., Fontani F., Tafalla M., Bachiller R., Ceccarelli C., Podio L.
Sulfur Chemistry in L1157-B1.
The Astrophysical Journal, 878, 64, 06/2019
<http://dx.doi.org/10.3847/1538-4357/ab1cb5>

- Loison J.-C., Wakelam V., Gratier P., Hickson K. M., Bacmann A., Agúndez M., Marcelino N., Cernicharo J., Guzman V., Gerin M., Goicoechea J. R., Roueff E., Petit F. L., Pety J., Fuente A., et al.
Oxygen fractionation in dense molecular clouds.
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 485, 5777, 06/2019
<http://dx.doi.org/10.1093/mnras/stz560>

- Aalto S., Muller S., König S., Falstad N., Mangum J., Sakamoto K., Privon G. C., Gallagher J., Combes F., García-Burillo S., Martín S., Viti S., van der Werf P., Evans A. S., Black J. H., et al.
The hidden heart of the luminous infrared galaxy IC 860. I. A molecular inflow feeding opaque, extreme nuclear activity.
Astronomy and Astrophysics, 627, A147, 07/2019
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201935480>

- Rivière-Marichalar P., Fuente A., Baruteau C., Neri R., Treviño-Morales S. P., Carmona A., Agúndez M., Bachiller R.
Gas Accretion within the Dust Cavity in AB Aur.
The Astrophysical Journal, 879, L14, 07/2019
<http://dx.doi.org/10.3847/2041-8213/ab289d>

- Pereira-Santaella M., Rigopoulou D., Magdis G. E., Thatte N., Alonso-Herrero A., Clarke F., Farrah D., García-Burillo S., Hogan L., Morris S., Rodrigues M., Huang J.-S., Tecza M.
Optical integral field spectroscopy of intermediate redshift infrared bright galaxies.
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 486, 5621, 07/2019
<http://dx.doi.org/10.1093/mnras/stz1218>



- Rivière-Marichalar P., Fuente A., Goicoechea J. R., Pety J., Le Gal R., Gratier P., Guzmán V., Roueff E., Loison J. C., Wakelam V., Gerin M.
Abundances of sulphur molecules in the Horsehead nebula. First NS⁺ detection in a photodissociation region.
Astronomy and Astrophysics, 628, A16, 08/2019
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201935354>

- Alonso-Herrero A., García-Burillo S., Pereira-Santaella M., Davies R. I., Combes F., Vestergaard M., Raimundo S. I., Bunker A., Díaz-Santos T., Gandhi P., García-Bernete I., Hicks E. K. S., Höning S. F., Hunt L. K., Imanishi M., et al.
Nuclear molecular outflow in the Seyfert galaxy NGC 3227.
Astronomy and Astrophysics, 628, A65, 08/2019
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201935431>

- Urso R. G., Palumbo M. E., Ceccarelli C., Balucani N., Bottinelli S., Codella C., Fontani F., Leto P., Trigilio C., Vastel C., Bachiller R., Baratta G. A., Buemi C. S., Caux E., Jaber Al-Edhari A., et al.
C₂O and C₃O in low-mass star-forming regions.
Astronomy and Astrophysics, 628, A72, 08/2019
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201834322>

- Bittner A., Falcón-Barroso J., Nedelchev B., Dorta A., Gadotti D. A., Sarzi M., Molaeinezhad A., Iodice E., Rosado-Belza D., de Lorenzo-Cáceres A., Fragkoudi F., Galán-de Anta P. M., Husemann B., Méndez-Abreu J., Neumann J., et al.
The GIST pipeline: A multi-purpose tool for the analysis and visualisation of (integral-field) spectroscopic data.
Astronomy and Astrophysics, 628, A117, 08/2019
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201935829>

- Jiménez-Donaire M. J., Bigiel F., Leroy A. K., Usero A., Cormier D., Puschign J., Gallagher M., Kerp A., Bolatto A., García-Burillo S., Hughes A., Kramer C., Pety J., Schinnerer E., Schrubba A., et al.
EMPIRE: The IRAM 30 m Dense Gas Survey of Nearby Galaxies.
The Astrophysical Journal, 880, 127, 08/2019
<http://dx.doi.org/10.3847/1538-4357/ab2b95>

- D'Agostino J. J., Kewley L. J., Groves B. A., Medling A. M., Di Teodoro E., Dopita M. A., Thomas A. D., Sutherland R. S., Garcia-Burillo S.
Separating line emission from star formation, shocks, and AGN ionization in NGC 1068.
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 487, 4153, 08/2019
<http://dx.doi.org/10.1093/mnras/stz1611>

- Tang X. D., Henkel C., Menten K. M., Gong Y., Martín S., Mühle S., Aalto S., Müller S., García-Burillo S., Levshakov S., Aladro R., Spaans M., Viti S., Asiri H. M., Ao Y. P., et al.
ALMA view of the ¹²C/¹³C isotopic ratio in starburst galaxies.
Astronomy and Astrophysics, 629, A6, 09/2019
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201935603>



- Montesinos B., Eiroa C., Lillo-Box J., Rebollido I., Djupvik A. A., Absil O., Ertel S., Marion L., Kajava J. J. E., Redfield S., Isaacson H., Cánovas H., Meeus G., Mendigutía I., Mora A., ..., Rivière-Marichalar P., et al.
HR 10: a main-sequence binary with circumstellar envelopes around both components. Discovery and analysis.
Astronomy and Astrophysics, 629, A19, 09/2019
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201936180>

- Cabezas C., Bermúdez C., Gallego J. D., Tercero B., Hernández J. M., Tanarro I., Herrero V. J., Doménech J. L., Cernicharo J.
The millimeter-wave spectrum and astronomical search of succinonitrile and its vibrational excited states.
Astronomy and Astrophysics, 629, A35, 09/2019
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201935899>

- Treviño-Morales S. P., Fuente A., Sánchez-Monge Á., Kainulainen J., Didelon P., Suri S., Schneider N., Ballesteros-Paredes J., Lee Y.-N., Hennebelle P., Pilleri P., González-García M., Kramer C., García-Burillo S., Luna A., et al.
Dynamics of cluster-forming hub-filament systems. The case of the high-mass star-forming complex Monoceros R2.
Astronomy and Astrophysics, 629, A81, 09/2019
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201935260>

- Díaz-Luis J. J., Alcolea J., Bujarrabal V., Santander-García M., Castro-Carrizo A., Gómez-Garrido M., Desmurs J.-F.
Circumstellar envelopes of semi-regular long-period variables: mass-loss rate estimates and general model fitting of the molecular gas.
Astronomy and Astrophysics, 629, A94, 09/2019
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201936087>

- Sánchez Contreras C., Báez-Rubio A., Alcolea J., Castro-Carrizo A., Bujarrabal V., Martín-Pintado J., Tafoya D.
A rotating fast bipolar wind and disk system around the B[e]-type star MWC 922.
Astronomy and Astrophysics, 629, A136, 09/2019
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201936057>
Kim J., Cho S.-H., Bujarrabal V., Imai H., Dodson R., Yoon D.-H., Zhang B.
Time variations of H₂O and SiO masers in the proto-Planetary Nebula OH 231.8+4.2.
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 488, 1427, 09/2019
<http://dx.doi.org/10.1093/mnras/stz1830>

- Leaman R., Fragkoudi F., Querejeta M., Leung G. Y. C., Gadotti D. A., Husemann B., Falcón-Barroso J., Sánchez-Blázquez P., van de Ven G., Kim T., Coelho P., Lyubenova M., de Lorenzo-Cáceres A., Martig M., Martínez-Valpuesta I., et al.
Survival of molecular gas in a stellar feedback-driven outflow witnessed with the MUSE TIMER project and ALMA.



Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 488, 3904, 09/2019
<http://dx.doi.org/10.1093/mnras/stz1844>

- Nagy Z., Spezzano S., Caselli P., Vasyunin A., Tafalla M., Bizzocchi L., Prudeniano D., Redaelli E.
The chemical structure of the very young starless core L1521E.
Astronomy and Astrophysics, 630, A136, 10/2019
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201935568>

- Coutens A., Liu H. B., Jiménez-Serra I., Bourke T. L., Forbrich J., Hoare M., Loinard L., Testi L., Audard M., Caselli P., Chacón-Tanarro A., Codella C., Di Francesco J., Fontani F., Hogerheijde M., et al.
VLA cm-wave survey of young stellar objects in the Oph A cluster: constraining extreme UV- and X-ray-driven disk photoevaporation. A pathfinder for Square Kilometre Array studies.
Astronomy and Astrophysics, 631, A58, 11/2019
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201935340>

- Audibert A., Combes F., García-Burillo S., Hunt L., Eckart A., Aalto S., Casasola V., Boone F., Krips M., Viti S., Müller S., Dasyra K., van der Werf P., Martín S.
ALMA captures feeding and feedback from the active galactic nucleus in NGC 613.
Astronomy and Astrophysics, 632, A33, 12/2019
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201935845>

- García-Burillo S., Combes F., Ramos Almeida C., Usero A., Alonso-Herrero A., Hunt L. K., Rouan D., Aalto S., Querejeta M., Viti S., van der Werf P. P., Vives-Arias H., Fuente A., Colina L., Martín-Pintado J., et al.
ALMA images the many faces of the <ASTROBJ>NGC 1068</ASTROBJ> torus and its surroundings.
Astronomy and Astrophysics, 632, A61, 12/2019
<http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201936606>

- Schinnerer E., Hughes A., Leroy A., Groves B., Blanc G. A., Kreckel K., Bigiel F., Chevance M., Dale D., Emsellem E., Faesi C., Glover S., Grasha K., Henshaw J., Hygate A., ..., Querejeta M., et al.
The Gas-Star Formation Cycle in Nearby Star-forming Galaxies. I. Assessment of Multi-scale Variations.
The Astrophysical Journal, 887, 49, 12/2019
<http://dx.doi.org/10.3847/1538-4357/ab50c2>

- Ballesteros-Paredes J., Román-Zúñiga C., Salomé Q., Zamora-Avilés M., Jiménez-Donaire M. J.
What is the physics behind the Larson mass-size relation?
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 490, 2648, 12/2019
<http://dx.doi.org/10.1093/mnras/stz2575>

Centro de Desarrollos Tecnológicos

- The Size, Shape, and Scattering of Sagittarius A* at 86 GHz: First VLBI with ALMA
Issaoun, S.; Johnson, M. D.; Blackburn, L.; Brinkerink, C. D.; Moscibrodzka, M.; Chael, A.; Goddi, C.; Martí-Vidal, I.; Wagner, J.; Doeleman, S. S.; Falcke, H.; Krichbaum, T. P.; Akiyama, K.; Bach, U.;



- Planar Lens-Based Ultra-Wideband Dielectric Rod Waveguide Antenna for Tunable THz and Sub-THz Photomixer Sources
Alejandro Rivera-Lavado, Luis-Enrique García-Muñoz, Dmitri Lioubtchenko, Sascha Preu, Kerlos Atia Abdalmalak, Gabriel Santamaría-Botello, Daniel Segovia-Vargas, Antti Räisänen
Journal of Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves, vol. 40, no. 8
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10762-019-00612-1>

- Ultra-wideband Conical Log-Spiral Circularly Polarized Feed for Radio Astronomy
Kerlos Atia Abdalmalak, Gabriel Santamaría Botello, Sergio Llorente-Romano, Alejandro Rivera-Lavado, Jonas Flygare, José Antonio López Fernández, José Manuel Serna Puente, Luis Emilio García-Castillo, Daniel Segovia-Vargas, Miroslav Pantaleev, and Luis Enrique García-Muñoz
IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 68, no. 3, pp. 1995-2007
<https://ieeexplore.ieee.org/document/8889508>

- Interferometric observations of SiO thermal emission in the inner wind of M-type AGB stars IK Tauri and IRC+10011
Verbena, J. L.; Bujarrabal, V.; Alcolea, J.; Gómez-Garrido, M.; Castro-Carrizo, A.
Astronomy & Astrophysics, Volume 624, id.A107, 13 pp.
<https://www.aanda.org/articles/aa/abs/2019/04/aa34864-18/aa34864-18.html>

- Circumstellar envelopes of semi-regular long-period variables: mass-loss rate estimates and general model fitting of the molecular gas
Díaz-Luis, J. J.; Alcolea, J.; Bujarrabal, V.; Santander-García, M.; Castro-Carrizo, A.; Gómez-Garrido, M.; Desmurs, J. -F.
Astronomy & Astrophysics, Volume 629, id.A94, 31 pp.
<https://www.aanda.org/articles/aa/abs/2019/09/aa36087-19/aa36087-19.html>

- VizieR Online Data Catalog: Succinonitrile and excited states spectroscopy
Cabezas, C.; Bermudez, C.; Gallego, J. D.; Tercero, B.; Hernandez, J. M.; Tanarro, I.; Herrero, V. J.; Domenech, J. L.; Cernicharo, J.
VizieR On-line Data Catalog: J/A+A/629/A35
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2019yCat..36290035C/abstract>

- VizieR Online Data Catalog: CO spectra of 49 semi-regular variables
Díaz-Luis, J. J.; Alcolea, J.; Bujarrabal, V.; Santander-García, M.; Castro-Carrizo, A.; Gomez-Garrido, M.; Desmurs, J. -F.
VizieR On-line Data Catalog: J/A+A/629/A94
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2019yCat..36290094D/abstract>

- A new radio molecular line survey of planetary nebulae. HNC/HCN as a diagnostic of ultraviolet irradiation
Bublitz, J.; Kastner, J. H.; Santander-García, M.; Bujarrabal, V.; Alcolea, J.; Montez, R.
Astronomy & Astrophysics, 625, 101
<https://doi.org/10.1051/0004-6361/201834408>



- Gas infall and possible circumstellar rotation in R Leonis
Fonfría, J. P.; Santander-García, M.; Cernicharo, J.; Velilla-Prieto, L.; Agúndez, M.; Marcelino, N.; Quintana-Lacaci, G.
Astronomy & Astrophysics, 622, L14
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2019A&A...622L..14F/abstract>
- The short orbital period binary star at the heart of the planetary nebula M 3-1
Jones, David; Boffin, Henri M. J.; Sowicka, Paulina; Miszalski, Brent; Rodríguez-Gil, Pablo; Santander-García, Miguel; Corradi, Romano L. M.
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters, 482, L75
<https://doi.org/10.1093/mnrasl/sly142>
- Gas phase Elemental abundances in Molecular cloudS (GEMS). I. The prototypical dark cloud TMC 1
Fuente, A.; Navarro, D. G.; Caselli, P.; Gerin, M.; Kramer, C.; Roueff, E.; Alonso-Albi, T.; Bachiller, R.; Cazaux, S.; Commerçon, B.; Friesen, R.; García-Burillo, S.; Giuliano, B. M.; Goicoechea, J. R.; Gratier, P.; Hacar, A.; Jiménez-Serra, I.; Kirk, J.; Lattanzi, V.; Loison, J. C. Malinen, J.; Marcelino, N.; Martín-Doménech, R.; Muñoz-Caro, G.; Pineda, J.; Tafalla, M.; Tercero, B.; Ward-Thompson, D.; Treviño-Morales, S. P.; Rivière-Marichalar, P.; Roncero, O.; Vidal, T.; Ballester, M. Y.
A&A 624, A105
<https://www.aanda.org/articles/aa/pdf/2019/04/aa34654-18.pdf>
- Resolving discrepancy in the pPN OH231.8+4.2
Desmurs, J. -F.; Alcolea, J.; Lindqvist, M.; Bujarrabal, V.; Soria-Ruiz, R.; de Vicente, P.
eprint arXiv:1905.07219
<https://arxiv.org/abs/1905.07219>
- The 3 cavity prototypes of RADES, an axion detector using microwave filters at CAST
S Arguedas Cuendis, A Díaz-Morcillo, P Navarro, C Cogollos, IG Irastorza, C Malbrunot, B Gimeno, JD Gallego, W Wünsch, A Álvarez Melcón, B Döbrich, C Peña Garay, AJ Lozano-Guerrero, J Redondo, T Vafeiadis
Proceedings for the 3rd Axion Cavity and Detector Workshop, Livermore Valley Open Campus August 21-25th.
<https://cds.cern.ch/record/2669050/files/1903.04323.pdf>
- A tri-band low-noise cryogenic receiver for geodetic VLBI observations with VGOS radio telescopes
José A López-Pérez, Félix Tercero-Martínez, José M Serna-Puente, Beatriz Vaquero-Jiménez, María Patino-Esteban, Pablo García-Carreño, Javier González-García, Óscar García-Pérez, Francisco J Beltrán-Martínez, Carlos Albo-Castaño, Juan D Gallego-Puyol, Isaac López-Fernández, Carmen Díez-González, Inmaculada Malo-Gómez, Laura Barbas-Calvo, Pablo de Vicente-Abad, José A López-Fernández
<https://www.preprints.org/manuscript/201912.0408/v1>
- QRFH antenna for Santa María VGOS receiver (YQR-02-004)
A. Baldominos, O. García-Pérez, F. Tercero
CDT Technical Report 2019-1



- Cryogenic Q Band LNA YQN 1005 (Test Report)
Carmen Diez, Juan Daniel Gallego
CDT Technical Report 2019-2
- Cryogenic Q Band LNA YQN 1007 (Test Report)
Carmen Diez, Juan Daniel Gallego
CDT Technical Report 2019-3
- Identifying Parametric Oscillations of Microwave Amplifiers by Subtle Effects in Power Compression Measurements
J.D. Gallego, C. Diez González, I. López, R. Amils, I. Malo
CDT Technical Report 2019-4
- BRAND 1.5-15.5 GHz cryogenic low noise balanced amplifier report. Units: Y214G1014-15+YH903023-21 and Y214G1016-18+YH903024-22
Isaac López Fernández, Inmaculada Malo, Carmen Diez González, Juan Daniel Gallego Puyol
CDT Technical Report 2019-5
- Event Timer A033/USB and Synchronization System Lantime M3000
José Manuel Serna Puente, Beatriz Vaquero Jiménez
CDT Technical Report 2019-6
- ADS-B and FLARM receivers, OMEA-8C all sky camera, Boltwood cloud sensor
José Manuel Serna Puente, Beatriz Vaquero Jiménez
CDT Technical Report 2019-7
- BRAND Front-end Cryogenic Noise Measurements at Yebes
Isaac López-Fernández, Ricardo Amils, Juan Daniel Gallego, Carmen Diez, Pablo García
CDT Technical Report 2019-8
- Q Band room temperature amplifiers YMTW 3013 & YMTW 3015 (Test Report)
Carmen Diez, Juan Daniel Gallego, Isaac López, Inmaculada Malo, Ricardo Amils
CDT Technical Report 2019-9
- RFI measurements at the Yebes Observatory 40-m radiotelescope receivers' room
M. Bautista Durán, J.A. López Pérez
CDT Technical Report 2019-10
- Performance evaluation of four RF fiber optic transmitters and receivers
M. Bautista Durán, J.A. López Pérez
CDT Technical Report 2019-11
- Design and implementation of a down-converter for monitoring RFI signals at Yebes Observatory
M. Bautista, J.A. López-Perez, C. Almendros, P. Garcia, S. Henche
CDT Technical Report 2019-12



- 1-26.5 GHz interference measurement with the new RFI system at Yebes Observatory
M. Bautista Durán, J.A. López Pérez
CDT Technical Report 2019-13
- Assembly manual for portable RFI monitoring system
M. Bautista, J.A. López-Pérez
CDT Technical Report 2019-14
- Characterization of feed horn antennas for the holography system of the NARIT 40m radio telescope.
Ó. García-Pérez, A. Baldominos, F. Tercero.
CDT Technical Report 2019-15
- New 30 dB coupler for the injection of the calibration signal to the 2-14 GHz wideband VGOS receiver
Inmaculada Malo, Juan Daniel Gallego, Javier González, Isaac López-Fernández, Carmen Diez, Ricardo Amils
CDT Technical Report 2019-16
- Using Keysight PNA-X and NFA Noise Receivers for Noise Temperature Measurements with Cryogenic Variable Temperature Loads
J.D. Gallego, R. Amils, C. Diez González, I. López, I. Malo
CDT Technical Report 2019-17
- FGI VGOS cryogenic receiver reference guide and installation report
José M. Serna, Joaquín Fernández-Paniagua, José A. López-Pérez, Pablo García, María Patino
CDT Technical Report 2019-18
- Santa María Triband receiver dewar repair and maintenance activities 2019
José M. Serna, José A. López-Pérez, Pablo García, María Patino
CDT Technical Report 2019-19
- Yebes VGOS receiver upgrade 2019
José M. Serna, José A. López-Pérez, Pablo García, María Patino
CDT Technical Report 2019-20
- FGI VGOS Cryogenic Receiver
José M. Serna, José A. López-Pérez, Pablo García, María Patino, Joaquín Fernández-Paniagua, Francisco Valle, Adrián Alonso, Sergio Henche
CDT Technical Report 2019-21
- BRAND Front-end Cryogenic Noise Measurements at Yebes. Polarization #2.
Isaac López-Fernández, Carmen Diez, Ricardo Amils, Juan Daniel Gallego, Inmaculada Malo
CDT Technical Report 2019-22



Observatorio Geofísico Central

- IGN (2019). Informe sobre la actividad sísmica de baja magnitud, registrada el día 14 de junio, y localizada al noreste de Guía de Isora-suroeste de Pico Viejo (Tenerife). Instituto Geográfico Nacional, 17pp.
- IGN (2019). «Instalación gravímetro GRAVITON EG#1183 en la Isla de Santa María (Azores)».
- Albert, H.; Costa, F.; Di Muro, A.; Herrin, J. Métrich, N.; Delouled, E. (2019) Magma interactions, crystal mush formation, timescales, and unrest during caldera collapse and lateral eruption at ocean island basaltic volcanoes (Piton de la Fournaise, La Réunion). *Earth and Planetary Science Letters* 515, 187-199. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2019.02.035> .
- Awadallah, S.; Moure, D.; Torres-González, P. (2019) An Internet of Things (IoT) Application on Volcano Monitoring. *Sensors* 19(21), 4651. <https://doi.org/10.3390/s19214651> .
- Benito-Saz, M. A.; Sigmundsson, F.; Charco, M.; Hooper, A.; Parks, M. (2019) Magma Flow Rates and Temporal Evolution of the 2012–2014 Post Eruptive Intrusions at El Hierro, Canary Islands. *Journal of Geophysical Research - Solid Earth*. <https://doi.org/10.1029/2019JB018219> .
- López Muga, M.; Benayas, I.; Tordesillas, J. M. (2019) Seismic Information at the Spanish Geophysical Data National Archive. Example: the Earthquake of February 28, 1969 . *Pure and Applied Geophysics*. <https://doi.org/10.1007/s00024-019-02340-y> .
Sainz-Maza Aparicio, S.; Martí, J.; Montesinos, F. G.; Borreguero Gómez, A.; Pereda de Pablo, J.;
- Vaquero Fernández, P.; Calvo García-Maroto, M. (2019). Gravimetric study of the shallow basaltic plumbing system of Tenerife, Canary Islands. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 297 (2019) 106319. <https://doi.org/10.1016/j.pepi.2019.106319>.
- Schonwalder-Angel, D., Albert, H., Tuan, L. N., Phi, N. X., Utami, S. B., Li, W., et al. (2019). PWD: A petrological workspace and database tool. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 20, 6095–6105. <https://doi.org/10.1029/2019GC008710> . Diciembre 2019
- Torres-González, P.; Moure-García, D.; Luengo-Oroz, N.; Villasante-Marcos, V.; Iribarren, I.; Blanco, M. J.; Soler, V.; Jiménez-Abizanda, A.; García-Fraga, J. (2019) Geochemical signals related to the 2011–2012 El Hierro submarine eruption. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 381, pp 32-43. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2019.05.018> .
Torres-González, P.; Moure-García, D.; Luengo-Oroz, N.; Villasante-Marcos, V.; Soler, V.; Iribarren,
- I.; Jiménez-Abizanda, A.; García-Fraga, J. (2019) Spatial and Temporal Analysis of Temperature and Gaseous Emission Inside a Gallery in An Active Volcanic Island (Tenerife, Canary Islands). *Pure and Applied Geophysics* 176, Issue 8, pp 3467–3485. <https://doi.org/10.1007/s00024-019-02174-8>.
- Villasante-Marcos, V; Iribarren, M. J.; Cearreta, A. (2019). «Propiedades magnéticas de los sedimentos recientes de la Ría de Bilbao: un relato de contaminación industrial y recuperación postindus-



trial en el Antropoceno», in A. Cearreta (Ed.) «Libro de Resúmenes XV Reunión Nacional de Cuaternario», SC Aranzadi-UPV/EHU-Asociación Española para el Estudio del Cuaternario (AEQUA), pp. 214-217, ISBN 978-84-17713-16-4 .

Red Sísmica Nacional

- Bravo, J.B., Blanco, J.L, and Alcalde, J. M. (2019). The IGN MEMS Accelerographs Record the First Accelerograms in Different Locations in the Lorca City. *Journal of Geological Resource and Engineering*. Volume 7, Number 3, May-June 2019 (Serial Number 29).
- Buforn, E., Lopez-Sanchez, C., Lozano, L., Martínez-Solares, J.M., Cesca, S., Oliveira, C.S. & Udias, A. (2019). Re-evaluation of Seismic Intensities and Relocation of 1969 Saint Vincent Cape Seismic Sequence: A Comparison with the 1755 Lisbon Earthquake. *Pure and Applied Geophysics*,
- Lozano, L., Cantavella, J.V. and Barco, J. (2020). A new 3-D P-wave velocity model for the Gulf of Cadiz and adjacent areas derived from controlled-source seismic data: application to non-linear probabilistic relocation of moderate earthquakes. *Geophysical Journal International*, 221, 1, 1-19.
- Stich, D., Martinez-Solares, J.M., Custodio, S., Batllo, J., Martin, R., Teves-Costa, P. and Morales, J. (2019). Seismicity of the Iberian Peninsula .*The Geology of Iberia: A Geodynamic Approach*. Vol.5: Active Processes: Seismicity, Active Faulting and Relief. Cap.3, p. 11-32. Doi: 10.1007/978-3-030-10931-8_3.
- Ugalde A., B. Gaité, M. Ruiz Fernandez, A. Villasenor, and C. Ranero (2019). Seismicity and Noise Recorded by Passive Seismic Monitoring of Drilling Operations Offshore the Eastern Canary Islands. *Seismological Research Letters*. 10.1785/0220180353.
- Villaseñor A., R.B. Herrmann, B. Gaité, and A. Ugalde (2019). Fault reactivation by gas injection at an underground gas storage off the east coast of Spain. *Solid Earth Discussions*. 1-19. 10.5194/se-2019-113.

Centro Nacional de Información Geográfica

- Rodríguez, Antonio. F; López, Emilio; Vivas, Pedro; Rodríguez, Juan Manuel; Sevilla, Celia; «Todo lo que necesitas son datos abiertos». Madrid, revista enero-febrero 2019.
- Pastor, Candela; Velasco, Ana; Rodríguez, César; Sevilla, Celia; «Naturaleza, cultura y ocio: portal web colaborativo para la planificación de actividades del tiempo libre». *Revista Mapping*. Vol. 28, 193, 26-33. ISSN: 1131-9100. Madrid, revista enero-febrero 2019.
- Presentación en la Feria del Libro de Madrid. Charla: «Aprende Geografía con el Instituto Geográfico Nacional». Madrid, 11 de junio 2019.





- Revista MAPPING nº 195: Aplicación móvil Camino de Santiago. Evolución del proyecto. Madrid, revista mes de julio 2019.
- X Congreso Ibérico de Didáctica de la Geografía de la Asociación Española de Geografía. Artículo: «Recursos educativos de cartografía, geografía y ciencias de la Tierra del Instituto Geográfico Nacional». Santiago de Compostela y Lugo, 18 al 20 de octubre de 2019.
- Revista de Fomento. Artículo: «La geografía va a la escuela». Madrid, publicación del mes de diciembre de 2019





4

Difusión y Comunicación

GEOPORTALES WEB

Web Institucional del IGN

El sitio *web* del IGN y CNIG tiene como objetivo fundamental acercar a la sociedad los datos, servicios, recursos y aplicaciones geográficas que se generan en estas organizaciones.

Durante todo el año 2019 se han llevado a cabo mantenimientos y actualización de contenidos en cada una de sus secciones a partir de la información recibida de cada una de las áreas de actividad del IGN y el CNIG.

Algunos ejemplos de las actualizaciones que se han realizado:

- **Folletos:** Disponible una nueva página en la sección publicaciones donde se pueden consultar los dípticos y trípticos informativos de diferentes temáticas.
- **Exposiciones virtuales:** Se ha publicado una nueva página en la *web* dónde poder disfrutar de las exposiciones virtuales disponibles que corresponden a las exposiciones celebradas como «Ecúmene: la evolución de la imagen del mundo», «Los mapas en la época de Cervantes» y «La Cartografía de los Picos de Europa».
- **Recursos Educativos:** Se han actualizado y ampliado el número de recursos publicados. Más adelante se describen los trabajos realizados en detalle.
- **Aplicaciones para móviles:** Se han actualizado y ampliado la información de cada una de las *App* disponibles
- **Observación del territorio:** Se ha actualizado esta sección para informar en detalle del proyecto UN-GGIM, Copernicus, *LiDAR*, PNOA, PNT, SIOSE y otros como Hidrografía y Poblaciones.
- **Semana de la Ciencia y la Innovación de Madrid 2019:** Se ha incluido una nueva sección para informar de las actividades en las que se ha participado.
- **Glosario multilingüe de términos de las normas ISO/TC211:** Se ha actualizado el glosario multilingüe de ISO/TC 211 en la sección de Infraestructuras de Datos Espaciales de la *web*. Este Glosario se trata de un conjunto de 1.069 entradas, que recopilan los términos definidos en las más de 75 normas ISO 19100 aprobadas hasta ahora, traducidos al español por un grupo de trabajo de expertos de los países hispanohablantes





IGN
2019

¿Qué es Copernicus?
Presentación

Copernicus es el programa de la Unión Europea de observación y monitorización de la Tierra, que analiza el planeta y su medio ambiente en beneficio de los ciudadanos europeos. El programa, liderado por la Comisión Europea, proporciona datos de manera operacional y servicios de información de forma gratuita sobre numerosas áreas de aplicación, gracias a una gran variedad de tecnologías, que van desde los satélites en el espacio a los sistemas de medición en tierra, mar y aire.

Aunque sus operaciones iniciales se remontan años antes de su confirmación legal (antiguo programa GMES), el programa se materializó finalmente mediante el Reglamento UE nº 377/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo de 3 de abril de 2014 por el que se establece el Programa Copernicus.

La puesta en marcha de los servicios de Copernicus ha sido asignada a varios proyectos de investigación financiados por el «Séptimo Programa Marco FP7», mientras que las actividades relacionadas con la infraestructura de observación son desarrolladas por la Agencia Espacial Europea, la Agencia Europea de Medio Ambiente y los Estados Miembros.

La sostenibilidad de los servicios operativos de Copernicus es posible a través de la financiación de la Unión Europea, organismos intergubernamentales y los propios Estados Miembros, considerando a estos servicios como "bienes públicos" que deben ser por tanto accesibles para cualquier organización o ciudadano particular.

Más información del proyecto en este video:

150

— Salas de exposiciones: Se ha incluido información detallada de las exposiciones que se han celebrado:

- Ecúmene, la evolución de la imagen del mundo» en la Delegación de Murcia
- Los mapas y la primera vuelta al mundo. La expedición de Magallanes y Elcano

Además, este año con motivo de la conferencia de las Naciones Unidas sobre cambio climático «Cumbre del clima COP-25» celebrada en Madrid del 2 al 13 de diciembre, se ha publicado una sección dedicada a este evento para dar a conocer iniciativas, proyectos y acciones del Instituto Geográfico Nacional sobre el cambio climático en materia de aplicaciones espaciales, geodesia, observación del territorio y el Atlas Nacional de España.

En relación con las visitas y consultas, se ha experimentado un aumento del 5 % con respecto al año anterior. La sección de «Información sísmica» y todo lo relacionado

COP25 - CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO 2019

Iniciativas, proyectos y acciones del Instituto Geográfico Nacional sobre el cambio climático

APLICACIONES ESPACIALES

GEODESIA

OBSERVACIÓN DEL TERRITORIO

ATLAS NACIONAL DE ESPAÑA

con la cartografía y los datos geográficos reciben una gran cantidad de visitas. También cabe destacar los temas relacionados con los Recursos educativos, la Geodesia y la Cartoteca, que son de alto interés entre nuestros usuarios.

Os invitamos a acceder y consultar la información disponible: <http://www.ign.es>

Atlas Interactivo

El Atlas Interactivo es una herramienta publicada recientemente por el Centro Nacional de Información Geográfica que contiene datos estadísticos proporcionados por el Atlas Nacional de España (ANE).

Algunas de las principales características de esta herramienta son las siguientes:

- Consultar la información estadística de los indicadores (o variables) empleadas para la elaboración de recursos del ANE, mediante una búsqueda por texto, por temas (estructura temática del ANEXXI) o por tipo de representación (coropletas, símbolos proporcionales o sectores). Además de



- consultar la información en el mapa, seleccionando la entidad deseada, también se puede consultar la tabla que contiene los datos estadísticos, así como un resumen numérico y gráfico de los mismos. Visualizar capas base adicionales (ciudades, hidrografía, carreteras, etc.), exportar el mapa (PNG o PDF), imprimir, etc. Existe un vídeo de introducción a la aplicación dónde se explican las principales funciones y consultas.

- Modificar la forma de visualizar esta información. La herramienta permite cambiar el modo de visualización geográfico (vista real y vista compacta), el nivel de agregación (municipios, provincias, CCAA, etc.), los colores, los diferentes límites de clase, el tamaño de los símbolos, etc. Crear mapas personalizados por el usuario de la aplicación:

- A partir de la combinación de diferentes indicadores ya elaboradas por el ANE.
- A partir de datos del usuario o de fuentes externas.



— Consultar informes temáticos sobre cuestiones particulares de algún tema relacionado con el contenido del Atlas Nacional de España, ofreciendo, de forma estadística, gráfica y cartográfica, el análisis de los datos sobre esa cuestión. En este sentido, ha sido elaborada una síntesis sobre el despoblamiento en la España rural donde se comparan provincias desde el punto de vista demográfico.



— Visualizar capas base adicionales (ciudades, hidrografía, carreteras, etc.), exportar el mapa (PNG o PDF), imprimir, etc. En este vídeo de introducción a la aplicación se explican las principales funciones y consultas.

Actualmente se ofrece un catálogo de información con más de 500 indicadores sobre algunas de las secciones de la estructura temática del ANEXXI (historia, población, transportes, etc.). Próximamente se irán añadiendo más indicadores hasta completar toda la estructura temática. En un futuro, también se podrán consultar estos indicadores desde el [Geoportal del Atlas Nacional de España](#).



Recursos educativos

El año 2019 fue muy fructífero en cuanto a la publicación y difusión de los recursos educativos que elabora el IGN sobre las ciencias sociales y de la Tierra. Se inauguró una nueva *web* dedicada a los recursos didácticos y también se crearon nuevos contenidos: una serie de siete vídeos divulgativos sobre las materias relacionadas con las actividades del IGN. Además, se puso especial interés en la difusión de todos estos nuevos recursos para llegar a la comunidad docente.

En el mes de febrero sale a la luz *Educa IGN*: la *web* de Recursos Educativos del Instituto Geográfico Nacional. Para darla a conocer, se emite un seminario en línea al que se invita a docentes de toda España y en el que se explican todas sus funcionalidades.

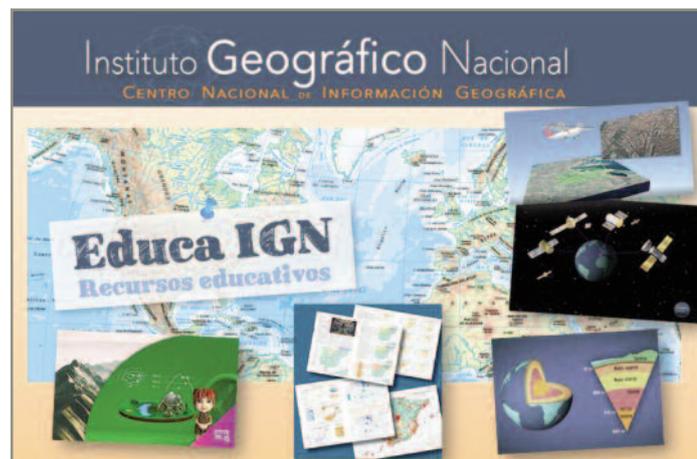


Los recursos que pueden encontrarse en *Educa IGN* están catalogados por edad recomendada, nivel educativo (Educación Primaria, Secundaria, Bachillerato, Universidad y otros), por tipo de recurso y por tema, facilitando así su consulta y búsqueda. En *Educa IGN* se hallan los siguientes tipos de recursos:

- Material didáctico: aplicaciones interactivas, libros y documentación didáctica, de contenido geográfico y cartográfico creados expresamente para la docencia.
- Mapas: acceso directo al Atlas Nacional de España y a la serie de láminas y murales de mapas generales y mudos, tanto físicos como políticos de España, Europa y el mundo, descargables.
- Videos: sobre geografía, cartografía, demografía y ciencias de la Tierra, disponibles en el canal de *YouTube* del IGN: @IGNSpain.
- Juegos: puzzles de España, Europa y el mundo a los que se puede jugar en línea o descargarlos para jugar sin conexión. En la parte inferior de *Educa IGN* se incluyen accesos a diferentes sitios de interés educativo tanto del IGN como de otras instituciones y organismos.

En cuanto a contenidos, se realiza una nueva serie de vídeos educativos. Se trata de siete vídeos que explican de manera didáctica algunas de las materias más relevantes en las que el IGN es especialista.

Los vídeos están dirigidos a estudiantes de educación secundaria en adelante y a los aficionados a la cartografía y la ciencia con interés por el entorno que nos rodea, las dinámicas del interior de la Tierra y las últimas tecnologías empleadas en la medición y toma de datos del territorio. Se crean con subtítulos en español e inglés.



La relación de nuevos vídeos es la siguiente:

- «Orientación en campo con mapa, brújula y apps».
- «Geolocalización por satélite, ¿qué es y cómo funciona?».
- «Terremotos y maremotos, ¿cómo se generan?».
- «Lectura de un mapa»
- «La forma de la Tierra y su representación en mapas»
- «¿Qué es la Teledetección?»
- «Los volcanes»



La creación de estos vídeos se enmarca en el proyecto [Geoaprende](#), en colaboración con la [E.T.S.I en Topografía, Geodesia y Cartografía](#) de la Universidad Politécnica de Madrid y con el apoyo de la [Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología \(FECYT\)](#).



Los vídeos están disponibles en la [web Educa IGN](#) y en el canal [YouTube](#) del IGN, incluidos en la lista de reproducción «[Recursos educativos](#)».

Por último, se ha realizado un gran esfuerzo en difusión de los recursos educativos del IGN a lo largo del año.

Destaca la participación en la Feria SIMO Educación, que es la feria de referencia en el ámbito educativo y este año congregó a más de 10.800 profesionales de la comunidad educativa, de los que el 32 % eran docentes, el 20 % directores de centros, el 15 % coordinadores TIC, el 13.5 % estudiantes, el 5 % representantes de las Administraciones Públicas, etc.

Además de disponer de un espacio en la feria, se impartió una conferencia de libre asistencia. La participación del CNIG en el SIMO Educación ha aumentado la visibilidad la institución entre los docentes y ha propiciado los contactos con organismos educativos y Consejerías de Educación de diferentes Comunidades Autónomas, que son la puerta de entrada de nuestros recursos a las aulas y que con su retroalimentación permiten mejorar y ajustar los contenidos a las necesidades educativas. Por otra parte, se realizan diferentes talleres didácticos en dos convocatorias: en mayo se imparte el taller *Visión 3D del Territorio* en la Fundación Telefónica y en noviembre se ofrecen diversos talleres en la sede central del IGN y en la sede del ROM con motivo de la Semana de la Ciencia y la Innovación de Madrid.

Astronomía

El sitio [web](#) de Astronomía es el lugar dónde se publica la información sobre las infraestructuras y trabajos de Astronomía que lleva a cabo el Instituto Geográfico Nacional.

Durante el año 2019, se ha publicado una nueva sección específica para el Observatorio de Yebes. Desde esta sección se pueden acceder a toda la información de este centro que forma parte de la Red de ICTS “Red de Infraestructura Científico Técnico Singular” de Astronomía.

Se puede consultar información sobre las infraestructuras que lo componen, sus accesos, los proyectos, convenios, así como publicaciones disponibles. Todo ello se presenta con los últimos contenidos ac-



tualizados para facilitar la lectura a los visitantes y presentar así de un modo más visual al Observatorio de Yebes como una Infraestructura Científica y Técnica y Singular (ICTS) española.

Toda la información del ICTS: <https://astronomia.ign.es/web/guest/icts-yebes/acercade>

Además, para el público general se proporciona información útil sobre el inicio de las estaciones, las lluvias de estrellas, la salida y puesta de sol, o la reserva de plazas para visitar sus instalaciones.

Así, el 21 de enero de 2019 tuvo lugar un eclipse total de Luna que fue visible desde América, Europa y África. Desde España fue posible ver tanto la fase parcial como la total en toda su extensión. El 16 de julio tuvo lugar otro eclipse parcial y todas sus fases (excepto al penumbral inicial) también fueron visibles desde España.



Aprovechando estos eventos astronómicos, se publicaron unas páginas específicas dentro de este sitio web con toda la información aportada por el Observatorio Astronómico Nacional. En estos sitios web, de muy fácil utilización, cualquier usuario podía visualizar gráficos específicos de la secuencia del eclipse visto desde las diferentes capitales de provincia de España.

Las páginas tuvieron una gran repercusión, recibiendo decenas de miles de visitas. Estos números tan altos ponen de manifiesto tanto el interés de nuestros usuarios por los eventos astronómicos como la credibilidad que inspira el Observatorio.

El 11 de noviembre se realizó desde el Observatorio Astronómico Nacional una retransmisión de un tránsito de Mercurio por delante del Sol, utilizando el nuevo telescopio Schmidt-Cassegrain de 11 pulgadas. Se denomina *tránsito* al paso de un planeta por delante de la superficie del Sol. Desde la Tierra sólo se pueden ver los tránsitos de los planetas más interiores: Mercurio (unos 13 por siglo) y Venus (unos trece por milenio).



El tránsito comenzó a las 13:35 (hora peninsular), y unos minutos antes, a las 13:31, se empezó a retransmitir el fenómeno a través del canal de YouTube del Observatorio. La retransmisión fue enlazada desde la página *web* del Ministerio de Fomento. A pesar de las nubes se pudo ver la pequeña silueta de Mercurio introduciéndose en el disco solar. Desgraciadamente durante algunos instantes la retransmisión estuvo cortada porque el cielo de Madrid estaba demasiado nublado. Pero las condiciones meteorológicas fueron mejorando a lo largo del día, lo que permitió una retransmisión ininterrumpida desde las 15 horas hasta las 16:30, momento en que el Sol se situó por debajo del límite de visibilidad para el telescopio.

En el portal *web* de Astronomía se publicó una sección específica para informar de este evento astronómico, incluyendo información descriptiva del mismo.

Esta página superó la cifra de 20.000 visitas en un único día, poniendo de manifiesto el interés de los usuarios por la información publicada.

Página con la información del Tránsito: <https://astronomia.ign.es/web/guest/eclipses-y-perseidas/transito-mercurio-2019>

Tienda Virtual del CNIG

La Tienda Virtual del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG), es el sitio *web* donde poder adquirir, de un modo rápido, sencillo y seguro, los productos geográficos en formato impreso, así como contratar servicios y trabajos del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

El contenido de productos geográficos es muy variado, desde los mapas cartográficos de diversas escalas, láminas y murales de España, hasta mapas en relieve, mapas turísticos y de naturaleza como el Camino de Santiago, Parques Nacionales, Espacios Naturales o ciudades y su entorno, cartografía antigua, mapas técnicos relacionados con las Ciencias de la Tierra, productos del Atlas Nacional de España, libros técnicos, etc. También es posible realizar la compra de entradas para visitar el Real Observatorio de Madrid, realizar la inscripción en los cursos en línea que ofrece el IGN y CNIG, así como acceder a información sobre otros servicios que ofrece el CNIG: Fototeca, Laboratorio de Control de Calidad, Documentación Geográfica, Delimitaciones Territoriales, etc.

Desde su lanzamiento a mediados del 2002, pasando por la puesta en producción de la nueva versión en 2018, tal y como la conocemos hoy día, en la que se renovó su diseño y se actualizaron sus funcionalidades para ofrecer una navegación más sencilla, ha ido aumentando de forma progresiva el número de usuarios que a través de la Tienda Virtual adquieren nuestros productos geográficos. Durante 2019 se atendieron 3.596 pedidos en línea,



más del doble que el año anterior, de los cuales 3.391 fueron desde España y el resto desde otros países incluyendo, además de europeos, Estados Unidos, Sudamérica y hasta Japón. Cabe destacar las 454 solicitudes gestionadas desde la Tienda Virtual para las inscripciones en nuestros cursos on-line, superando en 70 a las del año anterior. En total, 11.708 productos o servicios fueron tramitados desde la tienda virtual, frente a los 11.077 de 2018.

Los dos productos más vendidos durante 2019 a través de la Tienda Virtual fueron el Calendario IGN-CNIG 2020 y el mapa temático Caminos de Santiago en la Península Ibérica. También se mantiene en cabeza, como cada año, el Mapa Topográfico Nacional a escala 1:25.000 (MTN25), siendo la hoja más demandada en 2019 la 910-2 Caravaca de la Cruz.

Entre las mejoras incorporadas en 2019 para incrementar la usabilidad de la Tienda Virtual cabe destacar la implementación de un nuevo filtro de búsqueda por novedades, que se suma al ya existente por ordenación alfanumérica y por precio. También se ha establecido que en la página de resultados en las distintas agrupaciones de libros, los productos se visualicen ordenados por novedad de forma predefinida.

Todos los productos disponibles en este portal *web* pueden adquirirse presencialmente en los puntos de venta, y en los casos en los que aparecen sin *stock* para venta *online*, se informa en qué tiendas se pueden comprar presencialmente. También se encuentra una opción para consultar su disponibilidad de forma más personalizada, por escrito a través de un buzón de correo de consultas general.

Fototeca del CNIG

En el año 2019 el equipo de Fototeca continuó trabajando en las labores catalogación de vuelos y fotogramas custodiados en su Archivo, todo ello con el objetivo de mejorar la atención al público y la rapidez de respuesta a las consultas que se reciben diariamente. Durante estas labores del Archivo, cabe destacar la catalogación de vuelos que no estaban registrados, la generación de gráficos de vuelos históricos que carecían de estos documentos imprescindibles para la atención al público, la documentación de los estados de conservación de los vuelos y el registro de fechas, escalas y coberturas de unos 432 vuelos de pequeñas zonas. Otro resultado importante de estos trabajos de catalogación, fue la creación e implementación, con recursos propios y software libre, de una base de datos destinada a ser:

- El Catálogo del Archivo de Fototeca con información:
 - alfanumérica y espacial de vuelos y fotogramas.
 - del almacenamiento de estos documentos en el Archivo y en los servidores.
- Fuente de datos la Fototeca Digital (<http://fototeca.cnig.es/>).
- Fuente de catálogos de consulta online o web semánticas.

Respecto a la parte digital del Archivo de Fototeca, durante el 2019 se continuaron los trabajos de escaneado del vuelo Interministerial (vuelo fotogramétrico en blanco y negro a escala de vuelo aproximada 1:18.000 con cobertura nacional realizado entre los años 1973 y 1986), que comenzaron en el año 2015 y que se espera terminar en el año 2021. Y se prepararon las especificaciones técnicas detalladas de un nuevo visualizador para la Fototeca Digital, estudiando fototecas de otras CC. AA. y otros países, previendo su desarrollo e implementación durante el año 2020.



Los accesos a la Fototeca Digital (<http://fototeca.cnig.es/>) durante 2019, medidos con la herramienta *Google Analytics*, ascienden a un total de 185.703 sesiones, con la distribución de sesiones por meses que puede verse en la siguiente tabla.

2019	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
185.703	15.746	16.691	17.761	16.236	16.427	14.071	14.433	12.029	14.886	18.370	16.273	12.780

— Sesiones

- En 2018 aumentaron un 2 %
- En 2019 aumentaron un 5,7 %.

— Usuarios:

- En 2018 aumentaron un 1,6 %
- En 2019 son 87.465, aumentaron un 8,2 %.

En cuanto a la atención al ciudadano, en 2019 se trasladó la sala de atención al público a una nueva ubicación, creando un espacio más adecuado para la atención personalizada del usuario de Fototeca.



Y en lo que respecta a números en la atención al público, se sirvieron un total de 3.209 productos (fotografías, ortofotos y ampliaciones de fotografías, tanto imágenes digitales, como impresiones en *plotter*, laboratorio y PDF certificados) y se atendieron 336 usuarios de forma presencial y 949 por correo electrónico.



Los datos más solicitados volvieron a ser las imágenes digitales de los vuelos PNOA en formato *TIFF* y *ECW* acompañadas de sus datos de aerotriangulación, le siguen los ficheros *PDF*

certificados digitalmente, las ampliaciones en laboratorio en formato 25x25 cm y las ampliaciones impresas en formato A4. En Fototeca presencial se ofrecen 14 formatos de impresión y la posibilidad de escanear y georreferenciar imágenes de negativos que todavía no están digitalizados.

Centro de Descargas del CNIG (IGN)

En el año 2019 se han añadido once productos nuevos:

- Urban Atlas
- Riparian Zones
- Natura 2000
- High Resolution Layers
- Hidrografía
- Mosaico nacional *Sentinel 2*
- Mapa *LiDARMDT02*
- Hojas Registrales
- Poblaciones v0
- Mapa de España 1:1.250.000 vectorial
- MTN50 1ª Edición vectorial



También se han subido para descarga 44 actualizaciones del resto de productos que ya ofrecía el Centro de Descargas. En total en el año 2019, considerando la subida de productos nuevos y la ampliación y actualización de los productos existentes, se han llevado a cabo una media de cinco actuaciones por mes.

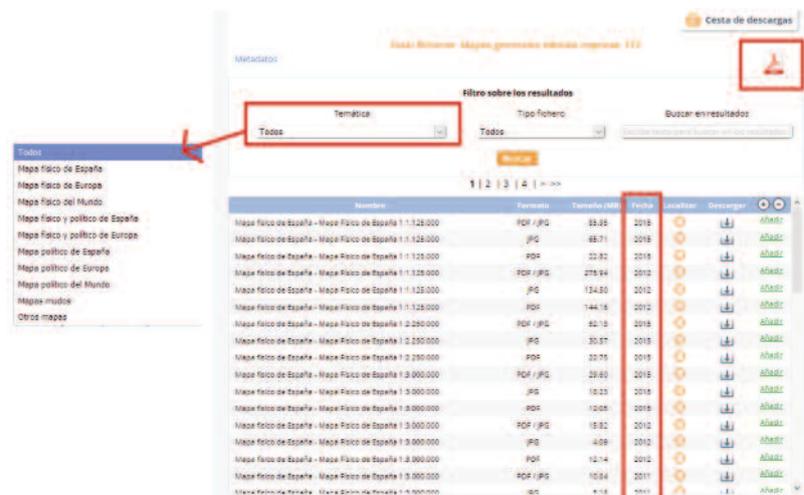
Se han mejorado las fichas de los productos añadiendo:

- El enlace a la Tienda Virtual (si se pueden comprar).
- El enlace al fichero ATOM (si lo tienen).
- Se desglosan los ficheros de información auxiliar cuando hay diferente información en función del año.

Respecto al resto de la *web* del Centro de descargas:

- Se han añadido nuevas capas WMS en el carrusel de capas del visualizador.
- Se ha modificado el visualizador para que se ajuste al tamaño de la pantalla y no sea con un tamaño fijo.
- Se han refinado las búsquedas por hojas del MTN y por unidades administrativas.

- Se ha mejorado la página de resultados añadiendo: un PDF con el resultado de la consulta, un filtro por temática si el producto tiene subdivisiones (por ejemplo, los años en los vuelos PNOA, o los temas del Atlas en el los mapas temáticos del Atlas Nacional de España) y se muestra la fecha del fichero en la tabla de resultados





Estadísticas

Cuando se publicó el nuevo Centro de descargas, a comienzos de abril de 2017, se observó un incremento importante en el número de accesos a la *web* (sesiones), con un aumento del 60 % en todo el 2017 con respecto al año 2016. Durante los años siguientes ha seguido aumentando el número de sesiones, pero ya con valores más discretos, un 24,7 % en 2018 con respecto al 2017 y un 10,4 % en 2019 con respecto al 2018. En las siguientes gráficas, obtenidas con los datos recogidos por la herramienta *Google Analytics*, se puede ver este aumento de sesiones en los años 2018 y 2019:

Año 2018



Año 2019



El número de usuarios también ha estado aumentando desde el 2017:

Año 2018



Año 2019



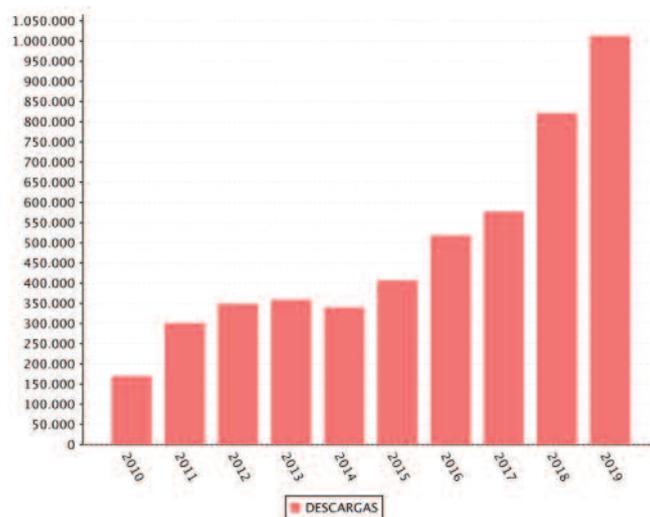
Según los datos recogidos a través de otra herramienta de desarrollo propio, observa que el número de sesiones de descarga, que no es lo mismo que sesiones de acceso a la web visto anteriormente, aumenta considerablemente cada año desde la publicación de la nueva web en 2017:



AÑO	SESIONES
2010	125.218
2011	226.208
2012	266.524
2013	276.909
2014	264.846
2015	328.491
2016	442.594
2017	446.825
2018	647.495
2019	820.695
Total sesiones	3.845.805

Igualmente, el número de productos descargados ha aumentado año tras año, como puede observarse en la segunda columna de la siguiente tabla, y como dato interesante, el número de ficheros descargados en 2019 iguala la suma del número de ficheros descargados entre los años 2010 y 2015, ambos incluidos (tercera columna de la siguiente tabla):

AÑO	TOTAL DE DESCARGAS	TOTAL DE FICHEROS
2010	170.095	636.419
2011	301.479	1.102.308
2012	348.579	1.188.185
2013	359.342	1.107.851
2014	339.741	1.132.385
2015	406.754	8.710.485
2016	518.089	11.368.503
2017	577.834	11.217.059
2018	821.687	10.608.194
2019	1.013.002	13.349.630
Total	4.856.602	60.421.019



Actualización y nuevos servicios web de visualización y descarga y metadatos

Uno de los trabajos que lleva a cabo el IGN, a través del CNIG, es la publicación de la información geográfica del Sistema Cartográfico Nacional (<http://www.scne.es>), del IGN y otros organismos a través de servicios web de visualización y de descarga para ser utilizados como bases cartográficas tanto en aplicaciones desarrolladas por el propio CNIG como en aplicaciones externas y la descripción de los productos y servicios web a través de los metadatos.

A continuación, se describen los trabajos desarrollados a lo largo del año 2019:

Creación y mantenimiento de los servicios web de visualización y de descarga

SERVICIOS DE VISUALIZACIÓN Y DESCARGA DEL SISTEMA CARTOGRÁFICO NACIONAL	
Copernicus Land Monitoring Service	https://servicios.idee.es/wms/copernicus-landservice-spain
Direcciones y Códigos Postales	https://www.cartociudad.es/wms-inspire/direcciones-ccpp https://www.cartociudad.es/wfs-inspire/direcciones
Hidrografía - Información Geográfica de Referencia	https://servicios.idee.es/wms-inspire/hidrografia https://servicios.idee.es/wfs-inspire/hidrografia
Callejero (mapa base)	https://www.ign.es/wms-inspire/ign-base https://www.ign.es/wmts/ign-base
Modelos Digitales del Terreno	https://servicios.idee.es/wms-inspire/mdt https://servicios.idee.es/wmts/mdt https://servicios.idee.es/wcs-inspire/mdt?version=2.0.1
Ocupación del Suelo	https://servicios.idee.es/wms-inspire/ocupacion-suelo https://servicios.idee.es/wmts/ocupacion-suelo https://servicios.idee.es/wfs-inspire/ocupacion-suelo
Ocupación de Suelo histórico	https://servicios.idee.es/wms-inspire/ocupacion-suelo-historico
Ortofotos históricas	https://www.ign.es/wms/pnoa-historico
Ortofotos máxima actualidad del PNOA	https://www.ign.es/wms-inspire/pnoa-ma https://www.ign.es/wmts/pnoa-ma
Red de Transporte - Información Geográfica de Referencia	https://servicios.idee.es/wms-inspire/transportes https://servicios.idee.es/wfs-inspire/transportes
Mapa LiDAR	https://wmts-mapa-lidar.idee.es/lidar

SERVICIOS DE VISUALIZACIÓN Y DESCARGA DEL IGN	
Camino de Santiago	https://www.ign.es/wms-inspire/camino-santiago
Cartografía raster	https://www.ign.es/wms-inspire/mapa-raster https://www.ign.es/wmts/mapa-raster
Cuadrículas cartográficas	https://www.ign.es/wms-inspire/cuadriculas
Fototeca	https://fototeca.cnig.es/wms/fototeca.dll
Hojas kilométricas (Madrid - 1860)	https://www.ign.es/wms/hojas-kilometricas
Información sísmica y volcánica	https://www.ign.es/wms-inspire/geofisica
Nombres Geográficos	https://www.ign.es/wms-inspire/ngbe https://www.ign.es/wfs-inspire/ngbe https://www.ign.es/atom/ds.es.xml



Planimetrías	https://www.ign.es/wms/minutas-cartograficas
Planos de Madrid (1622 - 1960)	https://www.ign.es/wms/planos https://www.ign.es/wmts/planos
Primera edición de los Mapas Topográficos Nacionales	https://www.ign.es/wms/primera-edicion-mtn https://www.ign.es/wmts/primera-edicion-mtn
Proyecto ELF España	http://elf.ign.es/wms/basemap
Redes geodésicas	https://www.ign.es/wms-inspire/redes-geodesicas https://www.ign.es/wfs/redes-geodesicas
Unidades administrativas	https://www.ign.es/wms-inspire/unidades-administrativas https://www.ign.es/wfs-inspire/unidades-administrativas https://www.ign.es/atom/ds.es.xml

SERVICIO DE VISUALIZACIÓN DE MITECO	
Peligrosidad por Inundación	https://servicios.idee.es/wms-inspire/riesgos-naturales/inundaciones

SERVICIO DE VISUALIZACIÓN MINISTERIO DE DEFENSA, CEGET Y CECAF	
Cartografía Militar	http://wms-defensa.idee.es/mapas

De los servicios listados, los creados en 2019 son el servicio de visualización del Ministerio de Defensa, y el servicio *web* de visualización teselado, *WMTS*, del producto llamado mapa *LiDAR*, rasterización de las nubes de puntos en formato *LAS*, en la que se representa la vegetación, los edificios y la hidrografía. Puede servir como mapa base para aplicaciones *web* y entornos SIG hasta una escala aproximada 1: 15.000 (nivel 15 de Iberpix).

Los conjuntos de datos sobre los que operan los servicios *web* del IGN y del Sistema Cartográfico Nacional están también disponibles para su descarga bajo una licencia CC BY 4.0 en el Centro de Descargas del CNIG.

Los metadatos creados y actualizados de los productos del IGN y del Sistema Cartográfico Nacional están disponibles a través de los siguientes catálogos:

- Catálogo del IGN
- Catálogo de la IDEE <http://www.idee.es/csw-inspire-idee/srv/spa/catalog.search#/home>
- Catálogo Oficial de datos y servicios oficiales INSPIRE <http://www.idee.es/csw-codsi-idee/srv/spa/catalog.search#/home>
- Centro de descargas

Tanto en el catálogo de la IDEE como en el CODSI se llevan a cabo la actualización continua de los metadatos de los datos y servicios de los nodos IDE nacionales y regionales. Los recursos almacenados en el CODSI se envían cada mes al catálogo de la Comisión Europea denominado «INSPIRE Geoportal». <https://inspire-geoportal.ec.europa.eu/> para informar del estado de implementación de la IDEE respecto al cumplimiento de los Reglamentos de la Directiva INSPIRE.

Para consultar los recursos de España en el «INSPIRE Geoportal».

<https://inspire-geoportal.ec.europa.eu/results.html?country=es&view=details&theme=none>

El mantenimiento de los catálogos implica entre otras tareas el mantenimiento de los servicios de localización, *CSW*, necesarios para recolectar los metadatos de los catálogos de las IDE regionales y nacionales.

Catálogo Oficial de Datos y Servicios INSPIRE	https://www.idee.es/csw-codsi-idee/srv/spa/csw
Servicio de localización Inspire de IDEE	https://www.idee.es/csw-inspire-idee/srv/spa/csw

En relación a los accesos a los servicios *web*, durante el año 2019 ha aumentado un año más, siendo los servicios *web* más usados los servicios de visualización teselados, *WMTS*, del PNOA MA, Callejero (mapa base) y Cartografía terrestre.

	Peticiones 2019	Peticiones 2018
WMTS PNOA MA	5.006.315.444	2.821.439.560
WMTS Mapa base de España	4.596.328.242	1.921.207.935
WMTS Cartografía raster	4.377.868.822	3.227.638.756

CANALES DE DIFUSIÓN

Boletín Actualidad IGN-CNIG

El boletín Actualidad IGN-CNIG tiene el objetivo de dar difusión a las actividades y actuaciones más destacadas del IGN-CNIG de forma continua. Esta iniciativa pretende ser un vehículo de comunicación tanto interno como externo, dinámico y participativo, en el que todas las áreas de este Centro directivo estén representadas.

Su periodicidad es mensual, y el promedio de noticias de cada boletín en 2019 fue de quince. El boletín tiene una gran acogida y es consultado por un importante número de usuarios que lo siguen a través de su apartado *web* o bien a través de su anuncio en *Facebook*. La difusión para el personal del IGN-CNIG es en formato HTML a través del correo electrónico.

Redes sociales

El Instituto Geográfico Nacional dispone de las siguientes redes sociales:

- *Facebook* (<https://www.facebook.com/IGNSpain/>)
- *Twitter* (<https://twitter.com/IGNSpain>)
- *Youtube* (<https://www.youtube.com/user/IGNSpain>)
- *Instagram* (<https://www.instagram.com/ignspain/>)
- *Pinterest* (<https://www.pinterest.es/IGNSpain/>)



En cuanto a los accesos por países, el principal es España, con un 66,65 % de las visitas, seguido de EE.UU. (9,71 %), México (3,93 %) y otros países hispanoamericanos. Los contenidos más visitados han sido los relacionados con datos abiertos, datos *LiDAR*, teselas vectoriales, calidad de los datos, cursos, jornadas y nuevos geoportales.

Pais	Usuarios	% Usuarios
1.  Spain	30.031	66,65 %
2.  United States	4.376	9,71 %
3.  Mexico	1.769	3,93 %
4.  Colombia	1.329	2,95 %
5.  Argentina	1.326	2,94 %
6.  Peru	1.076	2,39 %
7.  Ecuador	825	1,83 %
8.  Chile	569	1,26 %
9.  Bolivia	319	0,71 %
10. (not set)	226	0,50 %

Atención a medios de comunicación

Con el motivo de cada cambio de estación, se han elaborado notas informativas sobre eventos astronómicos que han tenido muy amplia repercusión en la prensa. Además, se han atendido a numerosos medios de comunicación de alcance local, regional y nacional proporcionando información de manera individualizada sobre fenómenos astronómicos como lluvias de meteoros y eclipses, y sobre noticias de actualidad que tratan de temas de investigación en astronomía.

SERVICIO DE INFORMACIÓN Y ATENCIÓN AL PÚBLICO

Buzones del IGN y del CNIG

Durante el ejercicio se atendieron las consultas generales sobre productos y servicios, cuestiones técnicas, la política y uso de datos y servicios, así como otras informaciones de carácter geográfico, solicitadas por los usuarios y ciudadanos, que en general canalizan a través de los buzones electrónicos generales del IGN (ign@fomento.es) y del CNIG (consulta@cnig.es), aunque también en otros buzones específicos, como el del Centro de Descargas (centrodescargasconsultas@cnig.es), el de sismología (sismologia@fomento.es), el de fototeca (fototeca@cnig.es), el de geodesia (buzon-geodesia@fomento.es), el de documentación de archivo (documentacion-ign@fomento.es), y otros (<http://www.ign.es/web/ign/portal/menu-contactar>).

Prestación de servicios

Servicio de información y atención de la Red Sísmica Nacional

La Red Sísmica Nacional (RSN) tiene un servicio de información a la ciudadanía sobre los sismos registrados en el área Ibero-Magrebí y en el resto del mundo. Este servicio se realiza a través de la información automática en





la página web www.ign.es y a través de la aplicación para móviles, «IGN_Sismología». Durante 2019 las visitas a la web de sismología han sido superiores a seis millones.

Por otro lado, la RSN realiza, a petición de parte, certificaciones sobre sismos que pudieran haber afectado a propiedades a efectos de reclamaciones judiciales o al Consorcio de Compensación de Seguros.

Servicio de información y atención del Observatorio Geofísico Central

El Observatorio Geofísico Central ofrece a través del servicio web IGN, información acerca de distintos campos geofísicos de incidencia directa en la ciudadanía, ofreciendo datos actualizados en tiempo real de diversos indicadores. Así, se pueden consultar los datos de variación del campo magnético medidos en los observatorios de San Pablo de los Montes (Toledo) y de Guímar (Tenerife), la red de observación de la gravedad absoluta que se actualiza periódicamente, así como la información registrada por la red de vigilancia volcánica desplegada en las islas Canarias. Además, se ofrecen noticias de actualidad, el cálculo de la declinación magnética en cualquier fecha y lugar del territorio, los anuarios, boletines y cartografía geomagnética y los fondos cada vez más completos del archivo Nacional de Datos Geofísicos.

En las redes sociales del IGN se publica el valor del índice *K* asociado a la ocurrencia de tormentas magnéticas, así como los terremotos sentidos en el territorio. Una de las páginas más consultada es la que ofrece información sobre la actividad sismo-volcánica ocurrida en las Canarias, pudiendo destacar en 2019 la actividad, sobre todo en forma de series sísmicas y enjambres, ocurrida en la isla de Tenerife, La Palma y entre las islas de Tenerife y Gran Canaria. También se ofrece abundante material general sobre volcanología y técnicas de vigilancia, así como proyectos, artículos y enlaces de interés.

<http://www.ign.es/web/ign/portal/vlc-area-volcanologia>

Atención para distribución de productos analógicos y para prestación de servicios

La cantidad de productos y servicios gestionados y adquiridos (servidos) por los usuarios particulares, organismos, librerías y distribuidores durante 2019 fue de unos 126.664, en más de 10.219 pedidos finalizados, de los cuales 294 fueron pedidos de distribuidores. Solo entre cartografía impresa y libros se adquirieron 95.422 ejemplares.

La tienda virtual (www.cnig.es), como cualquier otra tienda en línea, es una web desde donde solo los particulares pueden solicitar la adquisición de productos, generalmente analógicos, aunque también se gestionan la adquisición de cursos en línea y otros pagos como los de fototeca digital. Lleva funcionando desde mediados del 2002, 100 % gestionada por el CNIG. Durante 2019 se atendieron 3.596 pedidos en línea, de los cuales 3.391 fueron desde España y el resto desde otros países incluyendo, además de europeos, Estados Unidos, Sudamérica y hasta Japón. Cabe destacar las aproximadamente 454 solicitudes gestionadas desde dicha web para las inscripciones en nuestros cursos *on-line*. En total unos 11.708 productos o servicios fueron tramitados desde la tienda virtual, superando los 11.077 del año anterior.



Visitas al Real Observatorio de Madrid

El Real Observatorio de Madrid es una de las instituciones científicas más antiguas de Europa, ubicado en las inmediaciones del Parque de El Retiro.

Durante el año 2019 ha recibido un total de 4.814 visitantes. La programación habitual se siguió desarrollando con normalidad, con visitas guiadas destinadas tanto a particulares como a centros educativos. De las primeras se llevaron a cabo 210 visitas con 2.991 participantes y fueron 1.252 estudiantes de 67 centros de toda España los que demostraron interés en nuestra colección.

En cuanto a las visitas extras, es decir, aquellas que se realizan fuera del horario habitual con petición anticipada, se recibió a 20 grupos con 571 participantes de entre los cuales se encontraron fundaciones y empresas nacionales de diversa índole.

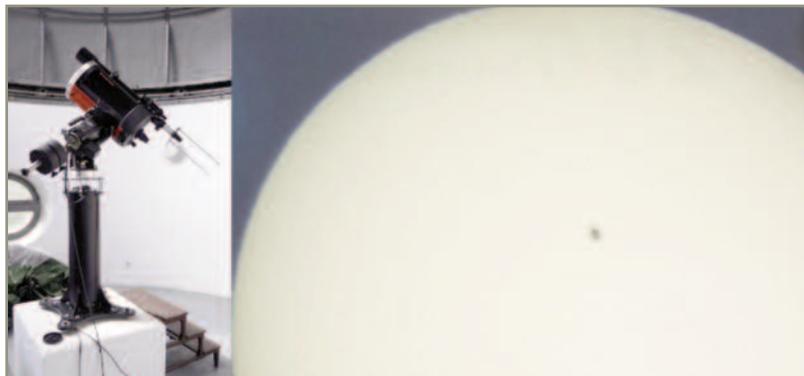
Se mantienen los métodos de difusión descritos en informes de años anteriores:

- Difusión exterior en días festivos a instituciones culturales, hoteles u oficinas de turismo, entre otros.
- Elaboración de una *newsletter* mensual para el público interesado.
- Comunicación diaria con nuestros más de 10.000 seguidores de *twitter*.
- Participación en la actividad «Madrid Otra Mirada» (18 octubre) y la «Semana de la Ciencia» (2-15 noviembre).
- Colaboración con Renfe desde 2018 gracias al cual se oferta la venta del billete junto con la visita al ROM para público escolar.

La venta de entradas continuó siendo a través de nuestra página *web*, método afianzado durante el año con una mayoritaria aceptación por parte del público.

La visita tiene una duración máxima de una hora y treinta minutos con un recorrido que comienza en el edificio principal, obra de Juan de Villanueva, que alberga la biblioteca, una colección de relojes y otros instrumentos antiguos incluyendo el círculo meridiano de Repsold de 1854; continúa en la sala con la reconstrucción del gran telescopio de Herschel de 1804, a tamaño natural; y finaliza en la Sala de las Ciencias de la Tierra y el Universo con una amplia colección de instrumentos de Astronomía, Geodesia y Geofísica de los siglos XIX y principios del XX.





El nuevo telescopio solar del OAN
y una de sus observaciones

Con el propósito de potenciar y mejorar las visitas en las que se demanda con frecuencia la realización de observaciones astronómicas, en abril de 2019 se instaló en una de las cúpulas del edificio denominado «Sol» un equipo de telescopios para la observación solar y para el seguimiento de fenómenos astronómicos destacables, como el tránsito de Mercurio por el disco solar que tuvo lugar el 11 de noviembre del mismo año.

Cabe destacar finalmente el papel de nuestros guías, que durante el 2019 han demostrado seguir siendo el mejor contacto para acercar el Real Observatorio a todo público interesado en disfrutar un año más de la ciencia con nosotros.

170

Visitas al Observatorio Geofísico de Toledo

El Observatorio Geofísico de Toledo exhibe una «Exposición de Instrumentación Geofísica Histórica» que reúne los instrumentos geofísicos que se han utilizado en los diferentes Observatorios Geofísicos del IGN a lo largo de sus más de cien años de historia.

La exposición está conformada por dos colecciones principales sobre Instrumentación Sismológica e Instrumentación Geomagnética, que se completan con otra colección de Instrumentación Meteorológica utilizada como apoyo en los Observatorios Geofísicos. A lo largo de todo el recorrido existe una completa colección de relojes y cronógrafos que servían para dar señales de tiempo a los diferentes registros geofísicos, así como otros instrumentos auxiliares utilizados en los Observatorios.

Esta exposición que se puede visitar con reserva previa en las instalaciones del Observatorio Geofísico de Toledo, ha recibido durante el año 2019 la visita de varios Institutos de Educación Secundaria de las provincias de Toledo y Madrid, así como de algunos colegios de Educación Primaria con los que además se han realizado talleres educativos.

Visitas al Observatorio de Yebe

El aula de Astronomía es un espacio divulgativo que otorga un valor educativo al emplazamiento del Observatorio de Yebe. Pretende acercar de forma amena y comprensible, tanto al alumnado como al público en

general el conocimiento y la investigación astronómica. El Aula integra los contenidos curriculares que, sobre astronomía, se incluyen en los programas docentes no universitarios. La radioastronomía tiene un papel protagonista y singular en los contenidos del Aula al tratarse de la principal actividad del Observatorio de Yebes.

El proyecto del Aula de Astronomía se vertebra en torno al convenio de colaboración suscrito por el Ayuntamiento de Yebes y el Ministerio de Fomento a través del Instituto Geográfico Nacional. Durante el año 2019, más de 7.500 visitantes han pasado por esta aula.

Visitas a la Red Sísmica Nacional

La irrupción de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones ha tenido una especial relevancia en la forma de trabajar en las redes de alerta de fenómenos naturales. En concreto, las Redes de Alerta Sísmica y de Tsunamis en nuestro país han aprovechado, en los últimos años, nuevos componentes integrantes de otros dispositivos electrónicos para desarrollar una innovadora instrumentación, como es el caso de los nuevos acelerógrafos fabricados en el propio IGN que cuentan con tecnología de teléfonos móviles inteligentes. El personal de vigilancia de estas redes puede controlar al mismo tiempo eventos simultáneos sobre paneles de alta definición, lo que en los años setenta se hacía sobre papel. Se han atendido 12 visitas presenciales de diversos grupos interesados en percibir *in situ* las instalaciones y personal que proporcionan información a las redes internet y redes sociales acerca de los avisos sísmicos.

Visitas a los Servicios Centrales del IGN

Durante el año 2019 se recibió a 2.976 visitantes pertenecientes a distintos colegios, universidades y otras instituciones. La visita comienza con la proyección de un vídeo explicativo y demostrativo de las funciones y responsabilidades del IGN y del CNIG, para acto seguido realizar un recorrido por distintas dependencias de los mismos que abarcan la Sala de Sismógrafos de la Red Sísmica, los Talleres de impresión de mapas y distintas salas de producción, edición y publicación de cartografía digital, terminando en la Casa del Mapa, donde los visitantes pueden conocer y adquirir cualquiera de las publicaciones allí disponibles.

RECONOCIMIENTOS PÚBLICOS

Premio Comunicación de la Sociedad Geográfica Española

El 1 de abril de 2019, Su Majestad el Rey Don Felipe VI, acompañado por la ministra de Justicia, Dolores Delgado, el presidente de la Sociedad Geográfica Española, Pío Cabanillas y el presidente de Mutua Madrileña, Ignacio Garralda, presidió el acto de entrega de los XXI Premios de la Sociedad Geográfica Española.

Desde hace ya dos décadas, los Premios SGE reúnen una vez al año a las personas e instituciones vinculadas en nuestro país al mundo del viaje, la investigación geográfica y la exploración.

En esta ocasión, el [Atlas Nacional de España](#) del Instituto Geográfico Nacional (IGN-CNIG), fue galardonado con el [Premio Comunicación SGE 2018](#), con el que se reconoce la labor de revistas, editoriales, me-



dios de comunicación, programas de TV, periodistas o proyectos que hayan destacado por la difusión de la geografía y del conocimiento del planeta.

Recogió el premio Lorenzo García Asensio, director general del Instituto Geográfico Nacional y presidente del Centro Nacional de Información Geográfica, en presencia de Jesús M. Gómez García, subsecretario del Ministerio de Fomento.



Los méritos acreditados por el Atlas Nacional de España pueden resumirse en su condición de proyecto de relevancia para la difusión de la geografía y la información geográfica. Se trata de una obra de referencia, en el ámbito nacional e internacional, que integra millones de datos generados principalmente por organismos de la Administración General del Estado, y que ha sido llevado a cabo por el equipo de Cartografía Temática y Atlas Nacional del IGN, en colaboración con otras organizaciones académicas y científicas. En total, participaron en el proyecto más de 130 investigadores de 34 universidades y cuatro centros de investigación.



Premio Mención Honorífica del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales

El 2 de julio de 2019 tuvo lugar en Madrid la entrega de las prestigiosas Menciones Honoríficas que cada año otorga el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales. En esta XIX edición, el Observatorio Astronómico Nacional (IGN) fue distinguido con la Mención Honorífica a la Trayectoria Humanística, Social y Cultural, que fue concedida ex aequo junto al Cuerpo de Ingenieros Industriales del Estado. Según lo expresado por el jurado, el premio venía a reconocer en el Observatorio a «un centro puntero en investigación en Radioastronomía que realiza una labor innovadora contribuyendo de manera sobresaliente al estudio del universo.»



El brillante acto de entrega, que contó con más de 300 asistentes, estuvo presidido por Reyes Maroto, ministra en funciones de Industria, Comercio y Turismo, y Pedro Duque, ministro en funciones de Ciencia, Innovación y Universidades. En nombre del Observatorio Astronómico Nacional, recogió la placa conmemorativa su director, Rafael Bachiller, quien resaltó en su discurso la estrecha relación existente entre astronomía e ingeniería, y destacó los esfuerzos realizados en el IGN por mantener «un ambicioso centro nacional de referencia para cubrir todos los aspectos de la radioastronomía en nuestro país».

PRODUCCIÓN EDITORIAL

En cumplimiento con los objetivos recogidos en el Plan de Publicaciones Oficiales de la AGE para el año 2019, las publicaciones del Programa Editorial del CNIG están dirigidas, fundamentalmente, a difundir la cartografía, los datos estadísticos, la investigación, el desarrollo tecnológico, la innovación y la cultura; así como servir a los procesos de enseñanza y publicar estudios sobre materias incluidas en el ámbito de las ciencias geográficas.

Se incluyen en el programa todas las publicaciones cartográficas y libros papel, los libros y folletos digitales, videos, *apps* y aplicaciones de uso diferenciado. No se incluyen la puesta a disposición a descarga gratuita de miles de ficheros de productos de información geográfica técnicos, que se constituye un Centro de Descargas (<http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>), ni los visualizadores o contenido de uso corriente en los distintos apartados y portales desde la *web* (www.ign.es).

De las 91 publicaciones programadas en 2019 se han editado unidades de 68, lo que supone un porcentaje del 70,10 % sobre lo planteado. Destacar que este año se han incluido diversos videos editados educativos y se ha dotado de NIPO a *apps* y juego *web* interactivo, que se han actualizado.

La tipología de las publicaciones editadas es la siguiente:

- Periódicas: 5 (7,35 %)
- Material cartográfico: 10 (14,70 %)
- Unitarias: 20 (29,41 %)
- *Apps*, videos y juegos: 23 (33,82 %), incluido del año anterior.
- Otras (trípticos, folletos, etc.): 10 (14,70 %)

Atendiendo al soporte de las publicaciones realizadas, la distribución es la que figura a continuación. La mayor parte de la cartografía por sus propias características se edita en papel.

- En línea: 43 (63,24 %)
- Papel: 22 (32,35 %)
- Plástico: 3 (4,41 %), correspondiente a mapas en relieve y puzzles magnéticos.

Para la elaboración de las publicaciones comprendidas en el Programa Editorial del CNIG, y de acuerdo con las recomendaciones del Plan de Contratación Pública Verde, la Imprenta Nacional del IGN (medio propio) adoptó hace tiempo medidas conducentes a la implantación del modelo de eco-edición, como forma innovadora de gestionar el proceso productivo de las publicaciones. Tomando como referencia las publica-



ciones electrónicas, estas son más 63 % de las publicaciones este año. En cuanto a los papeles más comúnmente utilizados para impresión offset en los talleres cartográficos del IGN, todos los papeles estucados (mate, semimate y brillo) de las tres principales empresas proveedoras disponen de etiqueta ECF (*Elemental Chlorine Free*). Son papeles fabricados con celulosa que no ha sido blanqueada con cloro gas. Los fabricantes garantizan mínimos contenidos de cloro en el papel También cuentan estos tres proveedores con certificaciones PEFC (*Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes*). La certificación de la Cadena de Custodia PEFC es una iniciativa voluntaria del sector privado forestal, basada en los criterios e indicadores emanados de las Conferencias interministeriales de Helsinki (1993) y Lisboa (1998) para la protección de los bosques de Europa. PEFC ofrece un marco para el establecimiento de sistemas de certificación nacionales homologables con mutuo reconocimiento pan-europeo. Respecto del papel *Algro Fin*, utilizado para la impresión de las hojas del MTN25, MTN50 y mapas provinciales, cuenta con certificación FSC (*Forestry Stewardship Council*).

Cabe destacar que todas las publicaciones electrónicas de los libros o folletos del Programa Editorial del CNIG son gratuitas, así como las *apps* y recursos o videos educativos, pudiendo descargarse a través del portal www.ign.es, por ejemplo en los enlaces:

<http://www.ign.es/web/ign/portal/publicaciones-boletines-y-libros-digitales>

<https://www.ign.es/web/ign/portal/dir-aplicaciones-moviles>

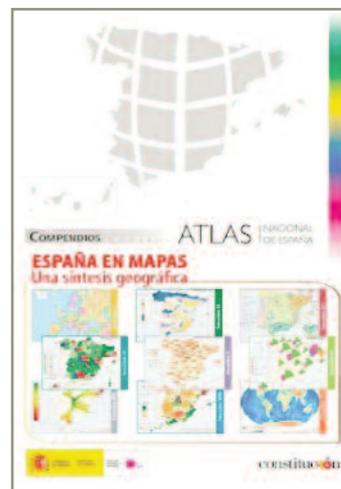
<https://www.ign.es/web/ign/portal/recursos-educativos>.

Entre los libros digitales publicados y puestos a descarga gratuita durante 2019, y que se añade a los ya existentes, cabe destacar: Catálogo de la exposición «Los mapas y la primera vuelta al mundo»; «*Proceedings of the 24th European VLBI Group for Geodesy and Astrometry Working Meeting*»; «Tránsitos. La medida del Sistema solar y de otros sistemas planetarios»; «El viaje del Descubrimiento. Notas y comentarios al Diario de Colón»; «Concurso de Narrativa Breve IGN 2019»; «Libro de Estilo del Atlas Nacional de España»; «Concurso de Narrativa Breve IGN 2018»; «España en mapas. Una síntesis geográfica».

Durante el 2019 el número de descargas de libros digitales totales disponibles fue de 16.681 siendo los más descargados:

- España en Mapas. Una síntesis Geográfica: 8.043
- Libro de estilo del Atlas Nacional de España: 749
- El mundo de los mapas: 632
- Cuestiones de Astronomía: 618
- El viaje del descubrimiento. Notas y comentarios al Diario de Colón: 523

Las *apps* dotadas de NIPO 2019, tanto *Android* como *Apple*, fueron: «Mapas de España», «Mapas de España básicos», «Camino de Santiago», «Sismología Pro», y «Parques Nacionales». A su vez, los videos fueron: «Los volcanes»; «¿Qué es la Teledetección?»; «La forma de la tierra y su representación»; «Lectura de un mapa, terremotos y maremotos»; «Geolocalización por satélite»; «Orientación en campo con un mapa, brújula y *apps*»; «Y lo llevas en el móvil»; «Esquemmatización espacial»;



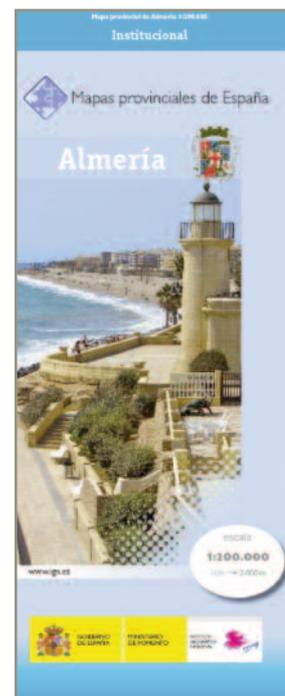
«Proyecciones cartográficas»; «Pirámides de población»; «Paisaje rural y El mapa: principio y fin del camino». También destacar el juego web interactivo de Descubre el Territorio.

En general las publicaciones papel se pueden adquirir a través de la Tienda Virtual del CNIG www.cnig.es y de su red de distribución comercial, constituida por librerías, distribuidores, por las Casas del Mapa y por las oficinas de información y comercialización instaladas en los Servicios Regionales y Unidades Provinciales del Instituto Geográfico Nacional.

Además de diversos folletos y trípticos en papel sin PVP de distribución gratuita, los productos de las publicaciones en papel ingresadas en almacenes para su venta durante el 2019, tanto novedades como nuevas ediciones, con NIPO 2019 e incluidas ediciones de NIPO 2018 que salieron a la venta ya en 2019, excluidas reimpresiones de estas y productos de terceros, y que se añaden a las ingresadas en años anteriores, fueron:

Cartografía:

- MTN25: 379 hojas de nueva edición, con una tirada mínima de 125 ejemplares cada una.
- MTN50: 21 hojas de nueva edición, con una tirada mínima de 125 ejemplares cada una.
- Mapas provinciales 1:200.000: 6 (Murcia, Castellón, Cantabria, Ávila, Almería y Salamanca) con una tirada media de entre 500 y 1300 ejemplares cada una.
- Mapas autonómicos: 2 (Murcia y Cantabria), con una tirada media de unos 350.
- Mapas en relieve: 1 (Cantabria) con 450 ejemplares.
- Mapas de cartografía antigua: 6 (Vista de Bilbao, Vista de Santander, Vistas de Sevilla y Barcelona 1927) con una tirada en torno a 1.000 ejemplares cada uno, así como Mundo en carta náutica Gerand Van Keulen y Plano geométrico de Madrid en papel entelado.
- Mapas diversos (técnicos y turísticos): 7 (P.N.+guía.de Sierra de Guadarrama, P.N.+guía de Picos de Europa, Huerta de Murcia, Camino de Santiago en la Península Ibérica, Cueva de Altamira y Paterna de Madera, con unos 10.500 ejemplares en total.
- Mapas y láminas generales: 2 (Península Ibérica, Baleares y Canarias Mapa físico 1:1.250.000; Mapa físico de España 1:2.250.000) con unos 500 ejemplares cada uno.



175

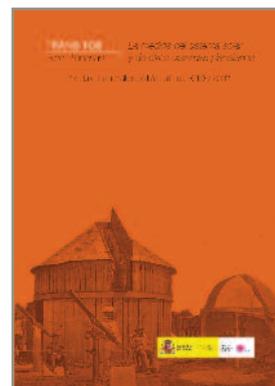


Libros y folletos:

- Destacando el Atlas «España en mapas. Una síntesis geográfica», ganadora de un galardón de la SGE entregado por su majestad Felipe VI. 500 ejemplares.
- Anuario del Real Observatorio Astronómico Nacional 2019: publicación que contiene fenómenos

astronómicos, calendarios y tiempos, efemérides astronómicas, catálogos, datos de la Tierra, tablas complementarias y artículos de divulgación. 650 ejemplares.

- Tu amigo el mapa. 6ª Edición. 1.670 ejemplares.
- Tránsitos. La medida del Sistema solar y de otros sistemas planetarios. 240 ejemplares.
- El terremoto de Montesa del 23 de marzo de 1748. 100 ejemplares.
- Catálogo de la exposición «Los mapas y la primera vuelta al mundo» 500 ejemplares.
- Calendario IGN-CNIG 2020. 3.000 ejemplares.



BIBLIOTECA, CARTOTECA Y ARCHIVO TOPOGRÁFICO

El Real Decreto 953/2018, de 27 de julio, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Fomento, establece, entre otras funciones del Instituto Geográfico Nacional, «la conservación y actualización de los fondos bibliográficos, de la cartografía histórica, de la documentación técnica, y del archivo de información jurídica georreferenciada, facilitando su acceso al público».

Esas tareas están encomendadas al Servicio de Documentación Geográfica y Biblioteca, perteneciente a la Secretaría General del IGN, que gestiona los fondos cartográficos y bibliográficos y atiende el archivo de documentación técnica, de gran valor para el desarrollo de las competencias que en materia cartográfica tiene encomendadas el Instituto.

Toda la documentación mencionada requiere de labores de catalogación, clasificación, ordenación, conservación y gestión adaptadas a las posibilidades que hoy ofrecen las nuevas tecnologías, con el fin de garantizar un adecuado servicio, tanto a las unidades de la propia Dirección General del IGN, como al resto de organismos públicos y a la sociedad en general.

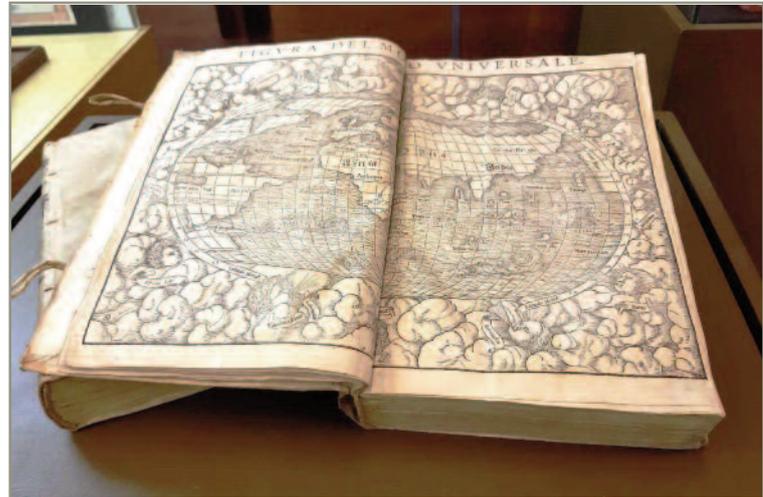
Debido a la diversidad de los fondos que constituyen el ámbito de actuación del Servicio, existen tres unidades diferenciadas:

- Biblioteca.
- Cartoteca.
- Archivo topográfico.

La Biblioteca se creó en 1870, cuando se fundó el entonces Instituto Geográfico. Durante sus años de existencia, se ha especializado y dotado con fondos bibliográficos sobre las materias objeto de la actividad del IGN, además de contar con fondos antiguos que son de interés para la investigación histórica.

La Biblioteca dispone de monografías y publicaciones seriadas sobre geodesia, cartografía, topografía, fotogrametría, geografía, sismología, geomagnetismo, gravimetría, teledetección, sistemas de información geográfica, geomática, astronomía y otras ciencias de la Tierra. Todos los fondos están informatizados con el gestor integrado de gestión bibliotecario *AbsysNET*. La biblioteca ofrece sus fondos a través del catálogo disponible en la página web del IGN (www.ign.es), así como servicios de información y atención al público por correo electrónico, teléfono o presencialmente en la propia biblioteca.





Cosmographia, del alemán Sebastian Münster, edición en italiano publicada en 1558, obra adquirida en 2019

Se permite el acceso libre a los usuarios para consulta de los fondos bibliográficos en la sala de lectura, que cuenta con 18 puestos de lectura y un puesto de consulta al catálogo automatizado (OPAC).

La Cartoteca tiene también su origen en la creación del Instituto Geográfico en el año 1870. Nació con el cometido principal de testimoniar y conservar las diferentes producciones cartográficas utilizadas para confeccionar el Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000, razón de ser del entonces incipiente IGN.

Con el paso del tiempo ha pasado a ser depositaria y testigo de todas las producciones cartográficas del propio Instituto, así como de otros organismos públicos y privados que, por mecanismos de intercambio y acuerdos entre centros, han enriquecido sus fondos con diferentes tipos de series cartográficas derivadas y temáticas. Anualmente se enriquecen sus fondos mediante adquisición de fondos cartográficos de interés en el mercado de antigüedades o por donación.

La Cartoteca ofrece un servicio de atención al público, tanto presencial como por correo electrónico. Gran parte de sus fondos cartográficos están digitalizados y algunos se pueden consultar y descargar en la *web* del IGN, dentro del apartado «Catálogo de la Cartoteca»: la colección de mapas de España y del resto del mundo entre los siglos XV a XIX, y todas las ediciones del MTN 1:50.000, MTN 1:25.000, Provinciales y Autonómicos.

El Archivo Topográfico custodia muchos de los documentos generados en los procesos de producción cartográfica realizados por el Instituto Geográfico desde su fundación hasta aproximadamente la utilización de los métodos de fotogrametría aérea. Además, conserva numerosos documentos elaborados por otros organismos previos al IGN, como la Junta General de Estadística o la Comisión de Estadística. En la actualidad almacena y actualiza las actas de deslinde municipales donde los ayuntamientos vecinos acuerdan sus límites jurisdiccionales.

El archivo atiende también peticiones de los usuarios y una parte de su documentación se puede descargar a través del Centro de Descargas (actas de deslinde, cuadernos de campo, minutas cartográficas, planos de poblaciones y planos de edificios).





Fondo bibliográfico

La Biblioteca cuenta con dos grupos de fondos claramente diferenciados:

a) Monografías:

- Libros: En torno a unos 15.100 ejemplares.
- Folletos técnicos: Aproximadamente 2.500 ejemplares.

b) Publicaciones seriadas:

- Periódicas: Una treintena de títulos de revistas técnicas adquiridas mediante suscripción, que pueden ser consultadas por el personal del IGN a través del portal electrónico, más 50 títulos recibidos mediante donación e intercambio.
- No periódicas: Grupo integrado por enciclopedias, diccionarios geográficos, etc. que forman parte de la sección de referencia y que, en su inmensa mayoría, se encuentran ubicados en la sala de lectura.

La Biblioteca también presta publicaciones a diferentes departamentos del IGN, constituyendo así diversas bibliotecas puntuales y de uso continuado. Estas unidades se denominan «bibliotecas de trabajo», y se organizan cuando se considera imprescindible y bajo petición, estando siempre referenciadas como entradas en el catálogo general de la Biblioteca.

178

El principal soporte de este fondo bibliográfico es el papel, aunque desde hace unos años también se nutre de otros formatos como CD o DVD y de publicaciones digitales a las que se tiene acceso a través de Internet.

Los fondos están catalogados informáticamente en formato MARC21, mediante el sistema integrado de gestión bibliotecaria *AbsysNET*.

Fondo cartográfico y documental

Actualmente, la Cartoteca del IGN dispone de una extensa colección de fondos cartográficos nacionales e internacionales. Los mapas que se conservan son de diverso tipo: mapas topográficos, mapas temáticos, mapas militares, cartas náuticas, atlas, series cartográficas, imágenes de satélite, etc. y las series completas con todas las ediciones del MTN 1:50.000 y del MTN 1:25.000, además de las series derivadas y temáticas que publica el IGN.

Cuenta con un gran número de fondos (unos 100.000), de los cuales un alto porcentaje corresponde a cartografía moderna (posteriores al año 1900, el 85 %), y una menor proporción a cartografía antigua (anteriores al año 1900, el 15 %). Estas cifras aproximadas varían de manera continua con la entrada de nuevas publicaciones. En 2019 se incorporaron 1.900 documentos de cartografía, muchos de ellos correspondientes al MTN50, que estaban registrados en otra base de datos.

Todo el material cartográfico está catalogado ajustándose exactamente a la normativa internacional en esa materia —ISBD(CM)— con sus correspondientes fichas catalográficas automatizadas en formato Marc21, gestionadas, al igual que en la biblioteca, mediante el gestor de bases de datos documentales

AbsysNET. Esto permite recuperar la información desde cualquier entrada y proceder al intercambio de dicha información con las cartotecas de otras entidades que utilizan la misma herramienta de gestión.

Entre los fondos depositados en la Cartoteca merece mención especial, por su singularidad e importancia histórica, la colección de cartografía antigua, fechada antes del año 1900, de ámbito nacional e internacional y cuyo mapa más antiguo está datado en 1482. Este material cartográfico antiguo se puede consultar en el catálogo publicado en línea dentro de la página www.ign.es (<http://www.ign.es/web/catalogo-cartoteca/>)

El Archivo Topográfico dispone de multitud de documentos, la mayoría manuscritos originales, de información tanto literal como cartográfica. Los documentos más antiguos datan de mediados del siglo XIX, si bien se siguió almacenando documentación técnica generada por el Instituto Geográfico Nacional hasta la primera mitad del siglo XX. Entre todos los fondos que se conservan cabe destacar las hojas kilométricas y cédulas catastrales de la Junta General de Estadística; planimetrías, altimetrías, planos de población y cuadernos de campo para la elaboración del antiguo MTN50; y las actas y cuadernos de línea límite. Los documentos más demandados se encuentran actualmente digitalizados y georreferenciados.

Algunos de estos documentos se pueden descargar a través del Centro de Descargas:

- Minutas cartográficas: mapas manuscritos que corresponden a los trabajos previos para la elaboración del Mapa Topográfico Nacional, realizados entre 1870 y 1950; se clasifican en minutas planimétricas y altimétricas. Se dibujaron a escala 1:25.000, con una precisión de obtención de la información correspondiente a 1:50.000. La leyenda de masas de cultivo permite interpretar algunas de las abreviaturas que aparecen en las planimetrías.
- Planos de poblaciones: planos manuscritos de cascos urbanos a escalas 1:1.000, 1:2.000 o 1:5.000, realizados entre 1870 y 1950 como trabajos previos a la realización del Mapa Topográfico Nacional (MTN). No existen documentos de todos los municipios.
- Planos de edificios: planos manuscritos de edificios singulares realizados a diferentes escalas, principalmente 1:250 y 1:500, entre los años 1850 y 1900.
- Actas y cuadernos de línea límite.

Sala de exposiciones

La sala de exposiciones tiene el objetivo de difundir el conocimiento y despertar el interés por la cartografía histórica, dando a conocer parte de los fondos cartográficos y documentales del IGN, reproducciones facsímil de documentos de otras instituciones, globos terráqueos e instrumentos científicos utilizados a lo largo de la historia para navegación, la obtención de coordenadas y la confección de cartografía.

Las exposiciones giran en torno a un tema común y son de carácter anual. El 26 de abril de 2019, coincidiendo con la celebración de la festividad de San Isidoro se inauguró la exposición titulada «Los mapas y la primera vuelta al mundo. La expedición de Magallanes y Elcano», en conmemoración del V centenario del comienzo de la primera circunnavegación del mundo, iniciada en Sevilla en 1519 y culminada casi tres años después, en 1522. En ella se muestran en un recorrido cartográfico aspectos interesantes del viaje: sus antecedentes, preparativos, desarrollo y consecuencias. Partiendo de los conceptos geográficos de los an-



tiguos, se pasa por el inesperado descubrimiento del continente americano, el tratado de Tordesillas por el que España y Portugal se repartían el mundo, el espionaje cartográfico entre las dos potencias ibéricas, el comercio de las especias como verdadero objetivo de la expedición o los primeros mapas del estrecho de Magallanes y de las islas Molucas, todo ello ambientado en la España del siglo XVI. En 2019 esta exposición tuvo 1.810 visitantes en visitas guiadas y aproximadamente 500 más en visitas libres.



IGN

Dirección General del
Instituto Geográfico Nacional

General Ibáñez de Íbero, 3
28003 – MADRID (España)
www.ign.es



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

INSTITUTO
GEOGRÁFICO
NACIONAL

